



Signalprogrammet

– baggrundsrapport, december 2008



banedanmark



Signalprogrammet – baggrundsrapport

December 2008

Indhold

- 1 Indledning, s. 5
- 2 Signalprogrammet - grundlag og baggrund, s. 7
- 3 Introduktion til signalsystemer, s. 19
- 4 Teknisk løsning på fjernbanen, s. 31
- 5 Teknisk løsning på S-banen, s. 45
- 6 Fordele for passagererne, s. 57
- 7 Økonomi, s. 69
- 8 Risikostyring, s. 110
- 9 Udrulning på fjernbanen, s. 123
- 10 Udrulning på S-banen, s. 140
- 11 Udbuds- og kontraktstrategi, s. 152
- 12 Forankring i Banedanmarks organisation, s. 167
- 13 Signalprogrammets organisering, s. 179
- 14 Koordinering med eksterne parter, s. 191
- 15 Appendikser og referencer, s. 199
 - Appendiks 1, s. 200
 - Appendiks 2, s. 215
 - Appendiks 3, s. 219

1 Indledning

1.1 Introduktion til baggrundsrapporten

Banedanmark har som en del af Signalprogrammets planlægningsfase, udarbejdet et beslutningsoplæg for en totaludskiftning af Banedanmarks signalanlæg på fjernbanen og S-banen.

I nærværende baggrundsrapport uddybes analyserne i beslutningsgrundlaget. Baggrundsrapporten baserer sig på Banedanmarks projektforslag for udskiftning af signalsystemerne på hhv. fjernbanen og S-banen [Ref. 3 og 4]. Disse projektforslag er udarbejdet på engelsk på et detaljeringsniveau, så de kan udgøre kernen i udarbejdelsen af funktionsudbuddet. De to projektforslag baserer sig igen på en række tekniske rapporter.

Projektforslagene og de tekniske baggrundsrapporter er udarbejdet på engelsk, således at de kan indgå i et internationalt udbud.

Der er i medfør af Ny anlægsbudgettering blevet foretaget en ekstern kvalitetssikring af de tekniske baggrundsrapporter ved Emcon og Scott Wilson samt af Banedanmarks organisations kapacitet til at gennemføre signalprogrammet ved Booz & Co.

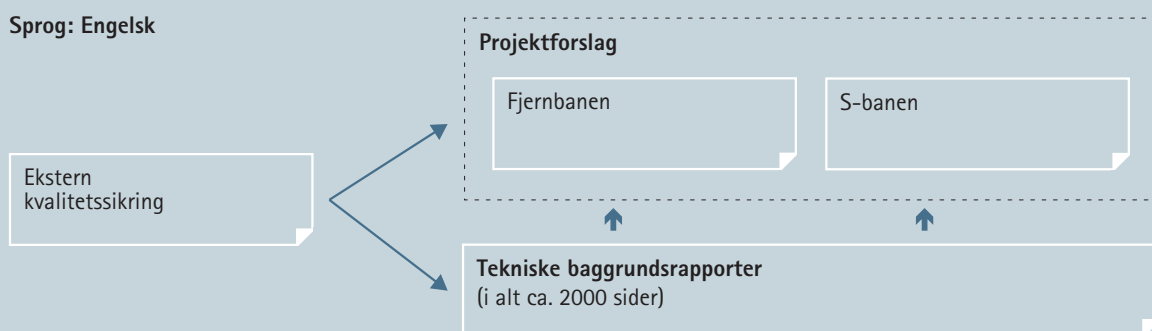
Sammenhængen illustreres i nedenstående figur 1.1.

Sammenhæng mellem rapporter

Sprog: Dansk



Sprog: Engelsk



Figur 1.1

Sammenhæng mellem rapporter

Denne baggrundsrapport indeholder følgende kapitler:

- I kapitel 2 gives en kort introduktion til baggrunden for Signalprogrammet.
- I kapitel 3 gives en kort, generel introduktion til signalsystemer.
- I kapitel 4 og 5 beskrives de tekniske løsninger på henholdsvis fjernbanen og S-banen.
- I kapitel 6 gennemgås fordelene for passagererne ved et nyt signalsystem i form af højere regularitet mv.
- I kapitel 7 og 8 redegøres for de økonomiske konsekvenser og risici.
- I kapitel 9 og 10 beskrives udrulningen af de nye signalsystemer på henholdsvis fjernbanen og S-banen. I hvert af kapitlerne beskrives forskellige udrulningsscenerier.
- I kapitel 11 præsenteres udbuds- og kontraktstrategien.
- I kapitel 12 beskrives organisatoriske forhold i Banedanmark i forbindelse med udskiftningen af signalsystemet.
- I kapitel 13 beskrives Signalprogrammets organisering.
- I kapitel 14 beskrives Signalprogrammets betydning for togoperatørerne m.fl.
- I kapitel 15 findes en oversigt over appendikser og referencer.

2 Signalprogrammet - grundlag og baggrund

2.1 Trafikaftalen fra 2006

I erkendelse af Banedanmarks problemer med jernbanens regularitet og koblingen til et betydeligt re-investeringsbehov i nye jernbaneanlæg, blev der som oplæg til trafikaftalen fra 2006 gennemført et større analysearbejde på to områder:

- Dels blev behovet for yderligere fornyelse på alle jernbaneanlæg undtaget signalanlæg undersøgt. Dvs. spor, broer, kørestrøm etc.
- Desuden blev der for Signalanlæggene gennemført en strategisk analyse med udgangspunkt i anlæggenes tilstand. Signalanalysen – som den blev døbt – skulle sammenligne tid, pris og risiko for forskellige udrulningsscenerier og blev gennemført af Booz Allen Hamilton (BAH) og Banedanmark.

På baggrund af Signalanalysen blev der med trafikaftalen fra 2006 [Ref. 1] mellem Venstre, Det Konservative Folkeparti, 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, om det var muligt at holde Banedanmarks samlede udgifter til signalområdet (dvs. såvel fornyelse og vedligeholdelse af de nuværende systemer som igangsættelse af udskiftningen af signalsystemerne) inden for den ramme, der blev givet med trafikaftalen fra 2006 for perioden 2007-2014.

Trafikaftalen fastlagde, at der på fjernbanen skulle undersøges to scenarier for udskiftningen med afslutning i hhv. 2020 og 2018. Udgangspunktet for analysen skulle være BAHs anbefaling af ERTMS niveau 2, der er den europæiske standard for togkontrol (jf. afsnit 2.2.2 for uddybning).

På baggrund af analysen af S-banen anbefalede BAH en totaludskiftning af signalanlægget på S-banen. Imidlertid blev anbefalingen ikke præciseret i forhold til afslutningstidspunkt eller teknologi. Derfor har Banedanmark i medfør af Kommissoriet

for Signalprogrammet [Ref. 9] undersøgt den mest hensigtsmæssige løsning ud fra et teknisk og økonomisk perspektiv samt ud fra den hurtigst mulige udskiftning.

Til at gennemføre dette arbejde blev der med trafikaftalen fra 2006 afsat 100 mio. kr. til analysearbejdet. Det blev fastlagt, at Banedanmark skulle afrapportere på analysearbejdet i efteråret 2008 med henblik på en endelig beslutning om tidsplan og budget for totaludskiftningen af signalanlæggene på både fjernbanen og S-banen.

På baggrund af trafikaftalen fra 2006 har udarbejdelsen af det mere detaljerede beslutningsgrundlag for totaludskiftningen af Banedanmarks signalanlæg været organiseret i en særskilt projektorganisation i Banedanmark – kaldet Signalprogrammet. Signalprogrammet har refereret til Banedanmarks direktion, bestyrelse og en styregruppe bestående af Finansministeriet, Transportministeriet, Banedanmark, Trafikstyrelsen og DSB.

Signalprogrammet har udarbejdet konkrete forslag til, hvordan udskiftningen af det eksisterende signalsystem kan gennemføres med udgangspunkt i ovennævnte principbeslutning [Ref. 3 og 4]. Planlægningen tager afsæt i anbefalingerne i Signalanalysen fra 2006, men er udarbejdet på et betydeligt mere detaljeret niveau, for så vidt angår de tekniske løsninger, økonomi, risici, tidsplaner, fordelene for passagererne mv.

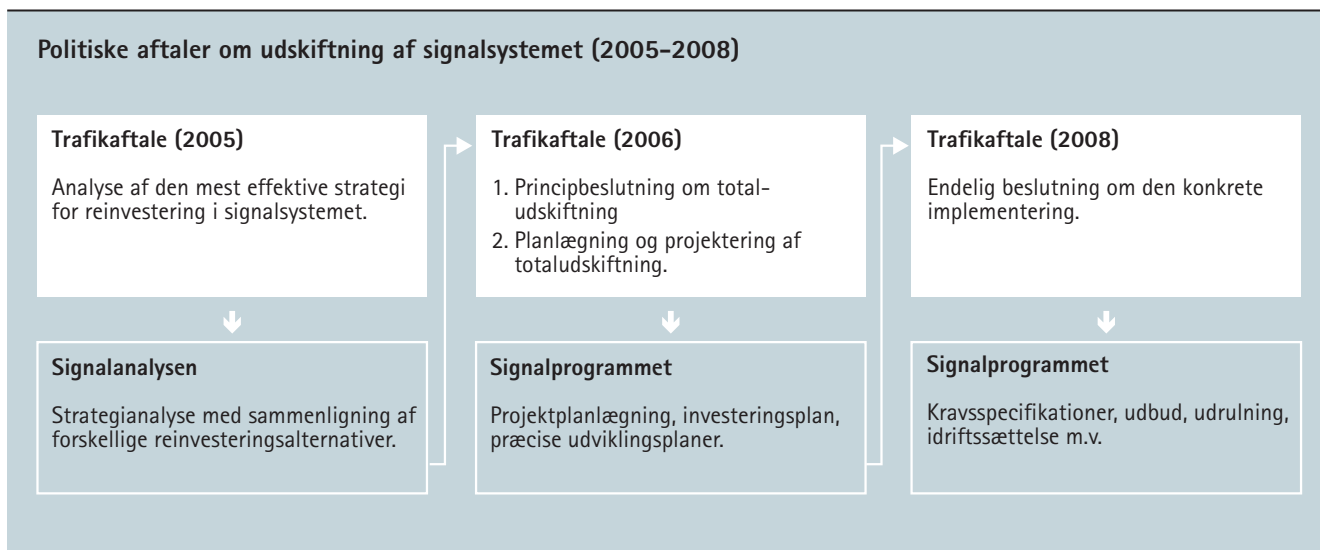
Denne baggrundsrapport sammenfatter resultaterne af Signalprogrammets planlægnings- og projekteringsfase med henblik på en beslutning om, hvordan udskiftningen af de eksisterende signalanlæg skal gennemføres. Hvis der træffes politisk beslutning om en udskiftning af Banedanmarks signalanlæg, vil udrulningen af det nye signalsystem blive organiseret som en videreførelse af Signalprogrammet i en selvstændig projektorganisation i Banedanmark.

2.2 Grundlag for trafikaftalen fra 2006 (Signalanalysen)

Allerede med trafikaftalen fra 2005 traf Venstre, Det Konservative Folkeparti, Dansk Folkeparti og Det Radikale Venstre en beslutning om at gennemføre en analyse af den mest effektive strategi for reinvestering 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, jf. figur 2.1. Endvidere skulle der opstilles en plan for at leve op til de europæiske krav vedrørende togkontrol i medfør af interoperabilitetsdirektivet (indførelse af ERTMS).

Givet at der træffes beslutning i efteråret 2008 vil det samlede aftalekompleks kunne illustreres som nedenfor.



På baggrund af trafikaftalen fra 2006 blev det besluttet, at konsulentfirmaet Booz Allen Hamilton skulle gennemføre en uafhængig analyse af de mulige strategier for reinvesteringen i Banedanmarks signalanlæg.

Figur 2.1

Politiske aftaler om udskiftning af signalsystemet (2005–2008).

Strategianalysen havde to hovedformål:

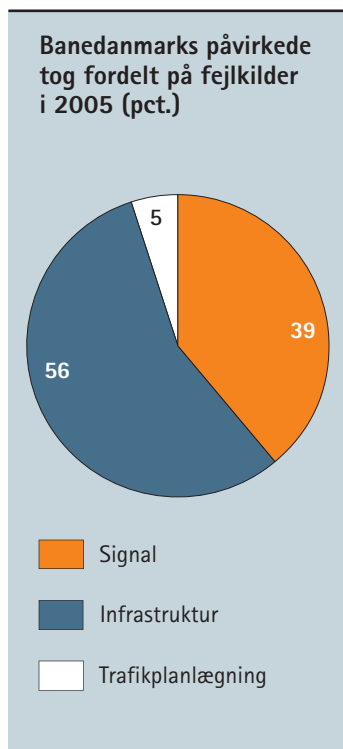
1. at gennemføre en tilstandsvurdering af Banedanmarks nuværende signalanlæg, og
2. på baggrund af tilstandsvurderingen, at opstille sammenlignelige scenarier for mulige reinvesteringsstrategier.

2.2.1 Tilstandsvurdering af Banedanmarks anlæg

Tilstandsvurderingen blev gennemført med udgangspunkt i Banedanmarks register over signalanlæggene, som BAH validerede ved inspektioner og tilstandsvurderinger af 13 pct. af anlæggene samt ved afholdelse af workshops med relevante medarbejdere i Banedanmark og eksperter fra rådgivningsfirmaet Atkins¹.

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, både hvad angår alder og teknologi, hvilket medfører en række problemer med at få anlæggene til at fungere sammen (grænsefladeproblemer). De signalfejl, der opstår både som følge af alder og

¹ Atkins købte Banedanmarks Rådgivningsenhed i 2001, hvorfor Atkins har stor indsigt i Banedanmarks signalanlæg.



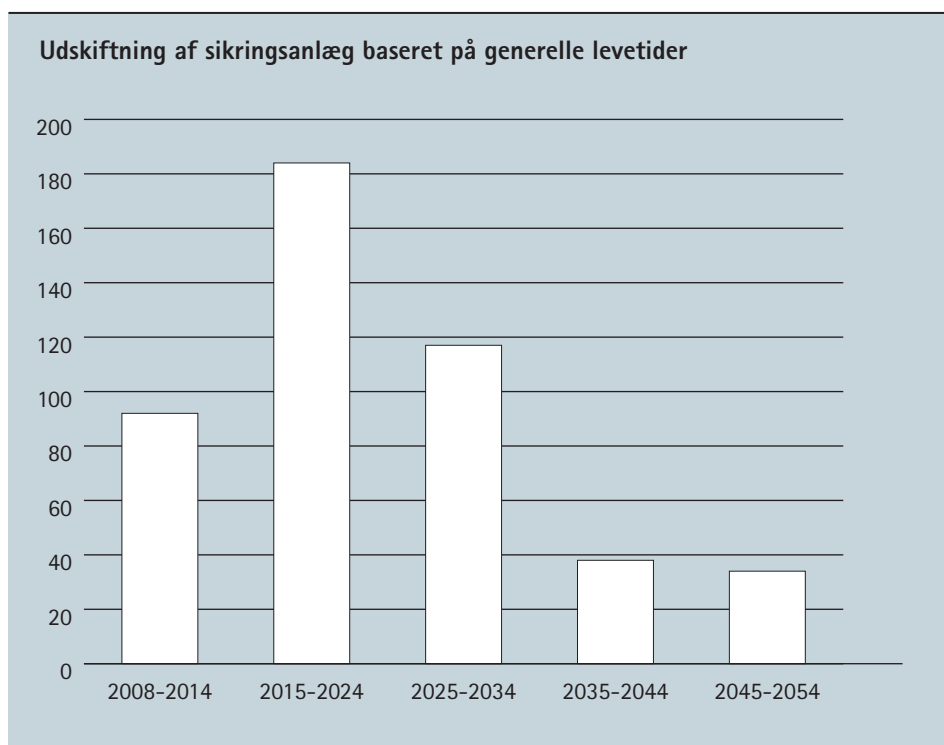
Figur 2.3
Banedanmarks påvirkede tog fordelt på fejlkilder i 2005 (pct.).

Figur 2.3a
Udskiftning af sikringsanlæg baseret på generelle levetider.

grænsefladeproblemer, leder til forsinkede tog. Antallet af signalfejl i perioden 2002 til 2005 steg med 38 procent. Således kunne BAH i 2006 konstatere, at ca. 40 pct. af de forsinkede tog i 2005 primært kunne henføres til signalfejl, jf. figur 2.3.

Alderssammensætningen af Banedanmarks sikringsanlæg betyder, at ca. 60 pct. af sikringsanlæggene på fjernbanen og ca. 80 pct. af sikringsanlæggene på S-banen skal udskiftes inden 2024, og at der samlet set skal ske en udskiftning af ca. 85 pct. af sikringsanlæggene på fjernbanen og S-banen inden 2034, jf. figur 2.3a. Figur 2.3b viser den geografiske aldersfordeling. Som det fremgår af figur 2.3b 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.

I dag medfører anlæggenes alder høje vedligeholdelsesomkostninger og en stor afhængighed af nøglepersoner, der kender den eksisterende teknologi. En foruroligende stor del af disse nøglepersoner nærmer sig pensionsalderen og der er en ikke ubetydelig risiko for, at kerne viden om de eksisterende anlæg forsvinder med deres pensionering.



Figur 2.3b

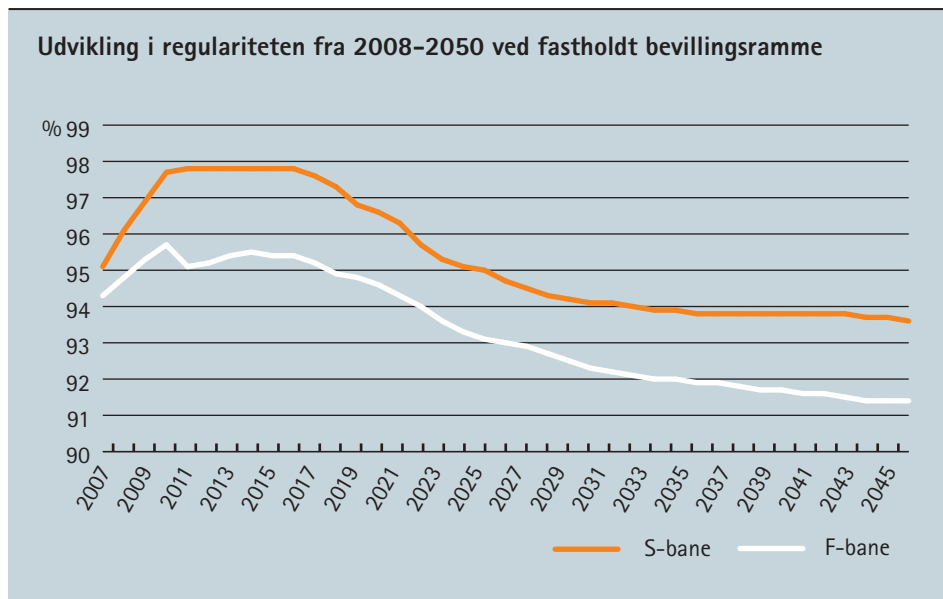
Geografisk aldersfordeling af sikringsanlæg.



Figur 2.4

Udvikling i regulariteten fra 2008-2050 ved fastholdt bevillingsramme.

Note: Regulariteten er beregnet med udgangspunkt i et forsinkelseskriterium på 5:59 minutter. Fra og med 1. januar 2009 ændres forsinkelseskriteriet til 4:59 minutter.



Figur 2.4 illustrerer regularitetsudviklingen på fjernbanen og S-banen, hvis den nuværende bevillingsramme til fornyelse og vedligeholdelse fastholdes. Dertil kommer, at risikoen for større nedbrud, hvor stationer eller strækninger må lukkes i kortere eller længere tid, må forventes at vokse efterhånden som anlæggenes levetid overskrides. Disse eventuelle større nedbrud er ikke afspejlet i figur 2.4.

2.2.2 Valg af togkontrolsystem

Der knytter sig en særlig problemstilling til togkontrolsystemet på fjernbanen. En rapport udarbejdet af leverandøren af det eksisterende togkontrolsystem på fjernbanen i forbindelse med BAHs analyse viste, at togkontrolsystemet på fjernbanen kan levetidsforlænges frem til 2020. Banedanmarks efterfølgende analyser har vist, at togkontrolsystemet kan holdes i drift lidt længere ved en ekstraordinær fornyelsesindsats. Det vil dog uanset hvad være nødvendigt at afslutte udskiftningen af togkontrolsystemet på fjernbanen omkring 2020.

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

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 vil med tiden betyde, at ERTMS-baserede systemer kan udbydes på hele det europæiske marked, hvilket bidrager til at styrke konkurrencen og dermed sænke prisen. ERTMS er nærmere beskrevet i afsnit 4.3.

2.2.3 Analyse af strategier for udskiftning af Banedanmarks signalanlæg

På baggrund af tilstandsvurderingen af Banedanmarks signalanlæg undersøgte BAH seks strategier for udskiftning af Banedanmarks signalanlæg. Heraf baserede tre af strategierne sig på, at anlæggene blev udskiftet efterhånden som deres levetid blev overskredet (Signalanalysens strategier 1, 2a og 2b), mens tre andre scenarier baserede sig på, at der blev foretaget en totaludskiftning af alle signalanlæg over en kortere periode (Signalanalysens strategier 3, 1x og 1y). Analysen omfattede både fjernbanen og S-banen, men med primær fokus på fjernbanen.

Forskellen mellem de tre strategier for løbende udskiftning er, at i strategi 1 begrænses budgettet frem til 2015 (svarende til trafikaftalen fra 2003 [Ref. 12]), 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 baserer sig på ERTMS niveau 1 (hvor de ydre signaler ikke fjernes), mens strategi 2b baseres på ERTMS niveau 2.

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 trafikaftalen fra 2003, mens der i strategi 1y anvendes midler til at forberede totaludskiftningen ud over bevillingen fra trafikaftalen fra 2003.

Som det fremgår af tabel 2.1, viste BAHs analyse, at ud fra en samfundsøkonomisk betragtning ville en totaludskiftning med afslutning omkring 2020 være den mest hensigtsmæssige løsning. En forceret udrulning vil give forøgede risici for fordyrelser

Tabel 2.1

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

Kilde: Booz Allen Hamilton - Signalanalysen 2006.

| 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 |
| Samfundsøkonomisk værdi | 42,2 | 38,2 | 45,4 | 43,1 | 31,9 | 31,4 |

og forsinkelser. Modsat vil en successiv aldersbetinget udskiftning over en længere periode betyde, at der fortsat vil være store risici forbundet med at få de eksisterende og de nye anlæg integreret, ligesom der vil være betydelig projektrisici ved de mange successive projekter, og endelig vil der kun vanskeligt kunne indføres ERTMS niveau 2, hvorfor gevinsterne herved ikke kan 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 BAHs 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 forhold til S-banen konkluderede strategianalysen, at der er behov for at udskifte signalanlæggene på strækningen Lyngby - Hillerød snarest, at mange andre anlæg, jf. kapitel 5, skal udskiftes inden 2020, og at en samlet udskiftning af signalsystemet på hele S-banen på den baggrund er den mest hensigtsmæssige fremgangsmåde.

2.3 Totaludskiftning af Banedanmark signalanlæg

Konklusionerne i Signalanalysen [Ref. 2] førte som nævnt i afsnit 2.1 til en principbeslutning om at udskifte samtlige signalanlæg på fjernbanen med et system baseret på den europæiske standard for interoperabilitet ERTMS og at udskifte hele signalsystemet på S-banen med et standard bybanesystem, jf. trafikaftalen fra 2006 [Ref. 1].

Det blev endvidere besluttet, at der i 2008 skal træffes en endelig beslutning om budgettet og udrulningsplanen for en sådan udskiftning på baggrund af et nyt beslutningsgrundlag. Beslutningsgrundlaget baseres på yderligere planlægning af projektet i form af mere præcise skøn for tidsforbrug, omkostninger, risici mv.

Denne baggrundsrapport sammenfatter resultaterne af Signalprogrammets planlægnings- og projekteringsfase med henblik på en beslutning om, hvordan udskiftningen af de eksisterende signalanlæg skal gennemføres. Hvis der træffes politisk beslutning om en udskiftning af Banedanmarks signalanlæg, vil udrulningen af det nye signalsystem blive organiseret som en videreførelse af Signalprogrammet i en selvstændig projektorganisation i Banedanmark.

I Banedanmark er der på denne baggrund oprettet en selvstændig projektorganisation kaldet "Signalprogrammet". Signalprogrammet har i planlægningsfasen udarbejdet de projektforslag vedrørende en udskiftning af Banedanmarks signalsystemer, der danner baggrund for nærværende baggrundsrapport og for beslutningsgrundlaget.

Signalprogrammets planlægningsfase har overordnet set haft to formål: dels at udarbejde beslutningsgrundlaget inklusiv projektforslag [Ref. 3 og 4] og nærværende baggrundsrapport, dels at forberede næste fase i projektet gennem etablering af en

egentlig projektorganisation i Banedanmark. Mere uddybende blev formålet med Signalprogrammets planlægningsfase defineret således:

- Uddybe de anbefalede projektforslag i Signalanalysen for fjernbanen og S-banen.
- Reducere risici og usikkerheder gennem yderligere planlægning.
- Opbygge viden, kompetencer og organisation i Banedanmark som forberedelse til implementeringen af projektforslagene.
- Beskrive fordelene ved et nyt signalsystem mere detaljeret.
- Udarbejde grundlag for en endelig beslutning i 2008 om den konkrete implementering af et nyt signalsystem.
- Skabe et projektgrundlag for den næste fase i projektet (kravspecificering og kontrahering).

I nærværende baggrundsrapport beskrives herudover blandt andet, hvordan Banedanmark som organisation skal forberede sig til at varetage udskiftningen af signalsystemet, da udskiftningen over tid vil betyde ændringer for en stor andel af Banedanmarks ansatte, arbejdsopgaver og arbejdssteder.

Projektforslagene for fjernbanen [Ref. 3] og S-banen [Ref. 4] er udarbejdet i samarbejde med eksterne rådgivere fra Rambøll Joint Venture, der består af Rambøll Danmark A/S, Emch+Berger Group AG (Schweiz) og R+R Burger und Partner AG (Schweiz) med Parsons (UK), RMCon (Schweiz) og Rambøll Management (DK) som underrådgivere.

2.3.1 Fjernbanen

For fjernbanen omfatter projektforslaget analyser af en totaludskiftning af det nuværende signalsystem med et system baseret på den europæiske standard ERTMS niveau 2. Det følger af trafikaftalen fra 2006, at der skal beskrives to scenarier for, hvornår udrulningen af det nye signalsystem skal være afsluttet: Ét scenarie, der afsluttes i 2020, og ét scenarie med afslutning i 2018.

Det er i juni 2008 endvidere besluttet i Signalprojektets styregruppe [Ref. 5], at der skal opstilles en række alternative udrulningsscenarier for både fjernbanen og S-banen. Scenarierne opstilles som deltabetragtninger i forhold til 2020-scenarierne for at vise den tidsmæssige følsomhed af de enkelte udrulningsplaner og med henblik på at analysere muligheden for at holde den samlede udgift 2007-2014 inden for rammen til signalområdet givet med trafikaftalen fra 2006. Disse alternative udrulningsscenarier er nærmere beskrevet i Appendiks 1. Det bemærkes, at når Signalprogrammet udskydes, er det muligt at opnå nogle økonomiske fordele i form af en udskydelse af investeringer, men en udskydelse betyder også, at de fordele (eksempelvis en forbedret regularitet og en besparelse på vedligeholdelses- og fornyelsesomkostningerne), som forventes, vil blive opnået på et senere tidspunkt.

Udover de allerede vedtagne 2018 og 2020 scenarier, blev der undersøgt en variation vedrørende at afslutte i årene 2021 til 2026. Desuden blev scenarier med flere eller

færre kontraktholdere vurderet, og hvad en fastholdelse af udgifterne i starten af perioden ville betyde.

Af ovennævnte alternative udrulningsscenarier er scenarierne med afslutning i 2021 henholdsvis 2023 inkluderet i nærværende baggrundsrapport.

Herudover er det vurderet, hvad en totaludskiftning baseret på ERTMS niveau 1 senest i 2020 vil betyde. Formålet er at kunne etablere et overordnet prismæssigt sammenligningsgrundlag for forslaget om en totaludskiftning med ERTMS type 2 i 2020.

2.3.2 S-banen

På S-banen analyseres i projektforslaget en udskiftning af signalanlægget på S-banen med et standard bybanesystem. To udrulningsscenarier betragtes i medfør af kommissoriet for Signalprogrammet [Ref 9]: Den hurtigst mulige udskiftning og den teknisk/økonomisk optimale udskiftning. Den hurtigst mulige udskiftning vises at kunne afsluttes i 2016, mens den teknisk/økonomisk optimale udskiftning afsluttes i 2020.

Som på fjernbanen er det mellem Transportministeriet og Finansministeriet aftalt [Ref. 5], at der skal opstilles en række alternative udrulningsscenarier for S-banen (S1, S2.1 og S2.2).

Derudover har Transportministeriet i august 2008 anmodet om yderligere ét alternativt udrulningsscenarie (S3.1) og Signalprogrammet har i forbindelse hermed udarbejdet et yderligere antal alternative udrulningsscenarier.

Scenarierne opstilles alle som delbetragtninger i forhold til 2020-scenariet.

De alternative udrulningsscenarier er nærmere beskrevet i Appendiks 1.

Udover 2016 og 2020 scenariet, blev der undersøgt variationen ved at afslutte i årene 2021 til 2026 samt i 2018. Desuden blev det undersøgt, om det ville være hensigtsmæssigt at opdele udrustningen af det rullende materiel i to etaper samt om det ville være hensigtsmæssigt at udskifte signalsystemet på S-banen i to etaper. I sidstnævnte scenarie udskiftes signalanlæggene på strækningen Lyngby-Hillerød indledningsvist med konventionel teknologi, hvorefter udskiftningen til et nyt signalsystem opdeles i to etaper – én etape hvor de ældste anlæg udskiftes først og én senere etape hvor de nyeste anlæg udskiftes. Baggrunden er, at anlægget på strækningen Ballerup-Frederikssund og Ringbanen er markant nyere end resten af signalanlæggene, hvorfor det eventuelt ville være muligt at opnå en samlet bedre udnyttelse af anlæggets restværdi.

Af ovennævnte alternative udrulningsscenarier er scenarierne med afslutning i 2018 henholdsvis 2022 inkluderet i nærværende baggrundsrapport.

2.4 Forudsætninger for beslutningsgrundlaget

2.4.1 Ny anlægsbudgettering

Signalprogrammet er omfattet af de nye budgetteringsprincipper for anlægsprojekter på Transportministeriets område, som er specificeret i aktstykke nr. 16 af 24. oktober 2006 [Ref. 6]. Den ny anlægsbudgettering skal ses på baggrund af, at der for en række statslige anlægsprojekter i gennem de seneste år har været betydelige fordyrelser i forhold til den budgetterede anlægsudgift på tidspunktet for igangsætning af projektet.

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.

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 forskelligt fokus i de to faser. Resultaterne af den eksterne kvalitetssikring af Signalprogrammet er gennemgået i Appendiks 2.

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. 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.

Korrektionstillægget placeres på Finansloven med en tredjedel på Signalprogrammets projektbevilling under Banedanmark og de resterende to tredjedele under Transportministeriets departement.

Ved udmøntning af begge reserver 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 levetid.

2.4.2 Andre centrale forudsætninger

Det er en forudsætning for specifikationen af forslagene i Signalprogrammet, at samlet set vil den eksisterende funktionalitet ikke blive forringet ved indførelsen af det nye signalsystem. Det vil sige, at de nuværende standarder for sikkerhed, passagerinformation mv. som minimum skal opretholdes.

I beslutningsgrundlaget beskrives nogle mulige løsninger for en udskiftning af signalsystemet. Hovedparten af de tekniske beslutninger vil blive holdt åbne i udbuddet, for at give leverandørerne mulighed for at tilbyde deres standardsystemer med et minimum af tilpasninger. Tildelingen af kontrakten vil ske med udgangspunkt i Signalprogrammets overordnede målsætninger og funktionelle krav og gives til den leverandør, der har den bedste målopfyldelse på de opstillede kriterier, det gælder typisk økonomi, teknik, vedligehold, tid, sikkerhed, regularitet i udrulningsperioden etc. For at kunne angive udgifter, tidsplaner, risici, regularitetsgevinsten osv. i projektforslaget har Signalprogrammet imidlertid opstillet en sandsynlig arbejdshypotese om de teknologiske løsninger, udrulning, funktionalitet mv.

3 Introduktion til signalsystemer

3.1 Indledning

Det grundlæggende formål med et signalsystem er at sikre, at togene ikke kører sammen og samtidig muliggøre en høj regularitet og kapacitetsudnyttelse på jernbanen. Det er således signalsystemet, som fortæller lokomotivføreren, om der må køres eller ej.

Signalsystemet udgør sammen med blandt andet sporene og kørestrømmen den samlede infrastruktur på jernbanerne, jf. figur 3.1 Infrastrukturen på statens jernbanenet drives af Banedanmark.

Figur 3.1

Jernbanetekniske anlæg ved Hovedbanegården i København.



Grundstenen i signalsystemet er sikringsanlæggene, der gør det muligt at sætte signaler og sporskifter rigtigt, så togene kommer ind på den rigtige togvej samt sikrer, at signalerne viser rødt, når et blokafsnit er optaget. Der er sikringsanlæg for såvel stationer som for strækningen mellem stationerne.

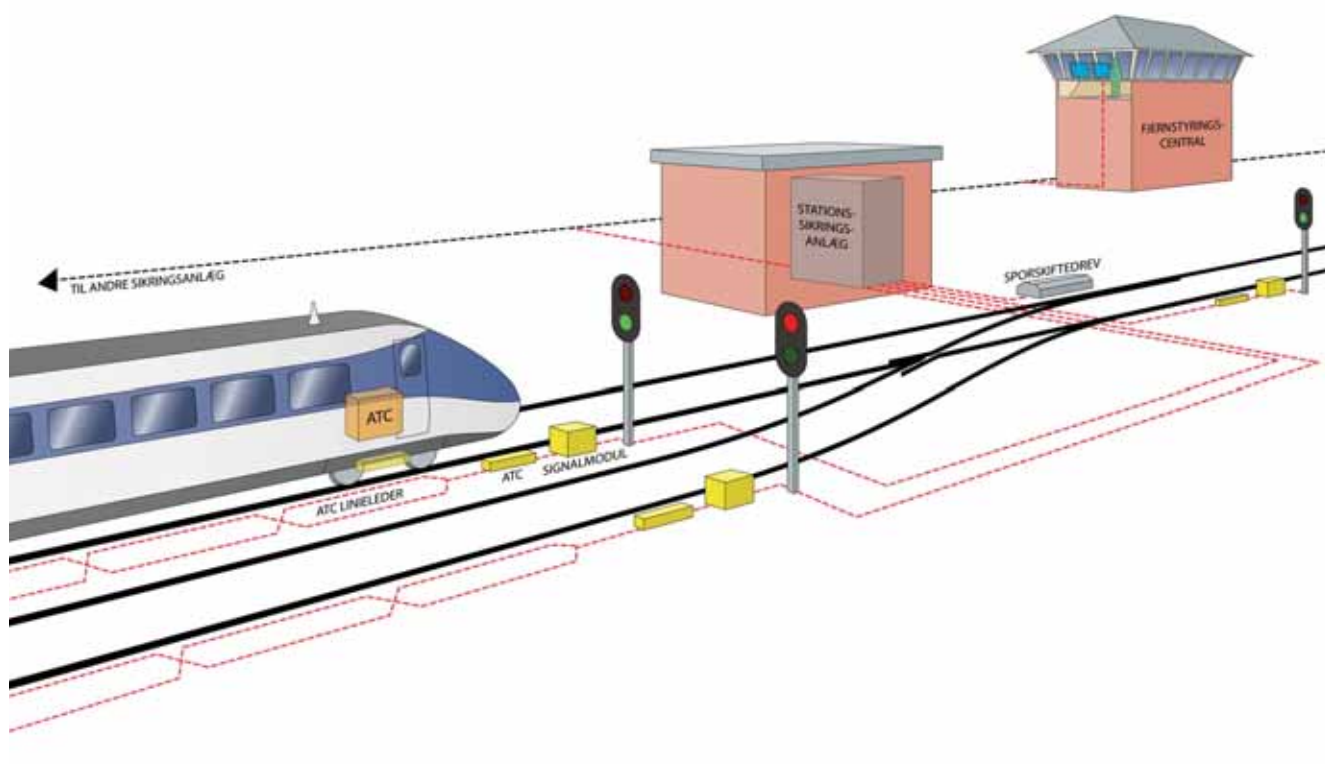
Derudover er hovedstrækninger og andre tæt befærdede strækninger udbygget med et togkontrolsystem. Systemet sikrer, at toget bremser, hvis lokomotivføreren kører forbi et rødt signal.

Endvidere består signalsystemet af et fjernstyringsystem, som samler information fra sikringsanlæggene og som kan styre sikringsanlæggene fra centralt hold. Her bliver trafikstyringsmedarbejderne i stand til at styre flere sikringsanlæg samtidig og det giver en mulighed for at planlægge og styre trafikken på et mere overordnet niveau.

Radiosystemet er også en del af signalsystemet. Radiosystemet gør det muligt for lokomotivføreren og trafikstyringsmedarbejderen at kommunikere. Radiosystemet benyttes både som fall-back system når sikringsanlæg og signaler ikke virker og til via lokomotivføreren at informere passagerne om evt. forsinkelser eller ændringer i togdriften. I de fremtidige signalsystemer bliver radiosystemet desuden den centrale data-kommunikationskanal, da hovedparten af signalinformationen overføres via radio.

Figur 3.2

Illustration af et traditionelt jernbaneteknisk anlæg.



Et moderne signalsystem kan således overordnet opdeles i, jf. figur 3.2:

- *Fundamentale sikkerhedssystemer (sikringsanlæg, blokafsnit, sporskifter og signaler)*. Disse systemer sikrer, at der ikke gives tilladelse til, at flere tog kan køre ind på samme sporstykke på samme tidspunkt.
- *Togkontrol*. Overvåger om lokomotivføreren reagerer korrekt på signaler fra de fundamentale sikkerhedssystemer. I tilfælde af at lokomotivføreren fx overser et stopsignal, vil togkontrolsystemet nedbremse toget, inden det passerer signalet.
- *Fjernstyring*. Togtrafikken styres og overvåges fra fjernstyringscentraler, der er forbundet med sikkerhedssystemerne. Herfra dirigeres togene ind i de rigtige spor og på stationerne i den korrekte rækkefølge.

Fundamentale sikkerhedssystemer findes på alle danske jernbanestrækninger, mens togkontrol primært findes på hovedstrækninger og S-banen. Der er koblet et centralt fjernstyringssystem til de fleste af Banedanmarks strækninger. Når signalsystemet er udskiftet, vil der være togkontrol og fjernstyring på hele Banedanmarks jernbanenet.

I dette kapitel gives en kort introduktion til signalsystemer. Formålet er at give et overblik over de vigtigste dele af et signalsystem og dermed bibringe et grundlag for læsningen af de følgende kapitler. De trafikale færdselsregler på jernbanerne beskrives særskilt i kapitel 4 (jernbanen) og kapitel 5 (S-banen).

3.2 Fundamentale sikkerhedssystemer

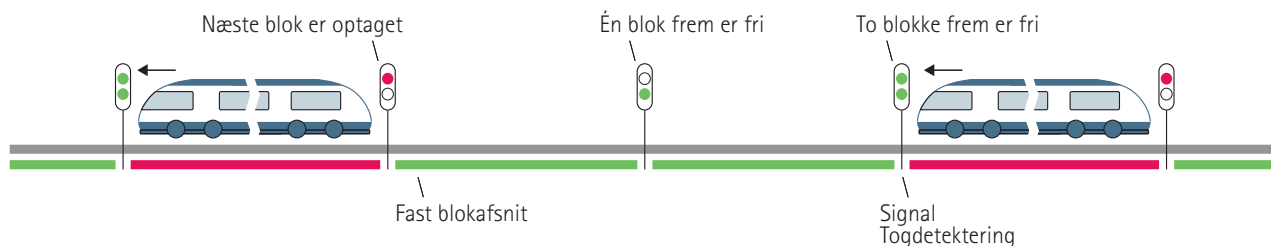
Det fundamentale sikkerhedssystem sikrer, at togene kun gives køretilladelse til at køre videre, hvis der er en fri togvej. En togvej er de blokafsnit (forklaret nedenfor) foran toget, som er reserveret til det pågældende tog. Et tog kan gives køretilladelse til et blokafsnit, når følgende tre betingelser er opfyldt:

- Blokafsnittet må ikke være optaget af andre tog
- Der må ikke være givet køretilladelse til andre tog på blokafsnittet
- Eventuelle sporskifter skal stå korrekt.

Lokomotivføreren vil normalt modtage køretilladelsen via ydre signaler langs sporene (grøn: kør / rød: stop) eller via signaler i togets førerrum. I moderne signalsystemer anvendes alene førerrumssignalering².

² I visse situationer, hvor de tekniske systemer ikke fungerer normalt, kan der gives tilladelse via radio, så toget kan køre frem meget langsomt ("på sigt"), jf. omtale af fall back i kapitel 6.

Signalsystem med faste blokafsnit og ydre signaler



Figur 3.3

Signalsystem med faste blokafsnit og ydre signaler.

3.2.1 Faste og flydende blokafsnit

Et centralt element i ethvert signalanlæg er brugen af blokafsnit. Blokafsnit har betydning for systemets strækningshastighed, kapacitet, anskaffelsesudgift og vedligeholdelse.

For at kunne registrere om et spor er frit for andre tog, er traditionelle signalsystemer baseret på en inddeling af sporene i nogle afgrænsede sporafsnit. Disse sporafsnit betegnes faste blokafsnit.

Når et tog kører ind i et fast blokafsnit, registreres dette af signalsystemet, og hele blokafsnittet lukkes af for andre tog. Dette signaleres til bagvedkørende tog med et signal, der viser rødt, jf. figur 3.3. Hvis lokomotivføreren ser et grønt signal, betyder det, at blokafsnittet umiddelbart foran ham er frit, mens to grønne lamper betyder, at de næste to blokafsnit er fri.

Eksemplet i figur 3.3 er baseret på et system med ydre signaler, men principperne er overordnet set de samme i et moderne signalsystem, hvor signalerne blot vises i togets førerrum. I figur 3.3 har lokomotivføreren dog kun oplysninger om de to næstfølgende blokafsnit, mens moderne signalsystemer med førerrumssignalering giver lokomotivføreren informationer om forankørende tog, hastighedsbegrænsninger mv. flere blokafsnit frem dvs. meget længere fremme på sporet.

Længden af et blokafsnit varierer. Blokafsnittene tættest på stationerne kan være helt ned til 100 m, mens blokafsnittene på frie strækninger mellem to stationer kan være op til flere kilometer lange³. Længden af blokafsnittene på en given strækning har betydning for den kapacitet, der kan opnås på strækningen. Kortere blokafsnit

³ Enkelte strækninger på fjernbanen er i dag ikke inddelt i blokafsnit (herunder hovedstrækningen mellem Hobro og Ålborg). Det betyder blandt andet, at der på disse strækninger ikke kan være mere end et tog ad gangen mellem to stationer. Disse strækninger har derfor en lavere kapacitet og sikkerhedsniveau end andre af Banedanmarks strækninger, der er inddelt i blokafsnit. Når signalsystemet udskiftes, bliver hele fjernbanen inddelt i blokafsnit.

Togdetektering i signalsystemer med faste blokafsnit

I et signalsystem med faste blokke er der behov for nogle anlæg til at registrere, om der er 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. Sporisolationen er en elektrisk isolering, der efter skinnerne er skåret over bliver monteret mellem de to skinnestykker, jf figur 3.4. 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 et tog i blokafsnittet.

Brugen af sporisolationer giver imidlertid anledning til en række ulemper. Der, hvor skinnerne er skåret over, vil der opstå ujævnheder på sporet. Sporisolationer giver derfor et stort slid på togenes hjul og afledt heraf et slid på resten af sporene. Dette øger udgifterne til vedligeholdelse af spor og tog. Sporisolationer indebærer desuden mange fejl på selve detekteringsfunktionen, hvilket er en betydelig kilde til

signalfejl og lavere regularitet. Med moderne togdetekteringsanlæg undgås disse ulemper.

Et eksempel på et moderne alternativ til sporisolationer er akseltællere. Når et tog kører ind på begyndelsen af 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 registreret, at det samme antal aksler er kørt ud af blokafsnittet.

En stor fordel ved akseltællere og andre lignende systemer er, at de ikke forudsætter, at skinnerne skæres over, hvilket betyder lavere vedligeholdelsesomkostninger.

Allerede i dag er enkelte strækninger udrustet med akseltællere i stedet for sporisolationer, blandt andet Lunderskov-Esbjerg, Vojens-Padborg, Odense-Svendborg og i Øresundstunnelen. Der er planlagt installeret akseltællere på Storebæltsbroen i 2009.

betyder, at der kan køre flere tog. Kortere blokafsnit indebærer dog samtidig større udgifter til at installere og vedligeholde mere udstyr i sporene.

Signalsystemer med faste blokafsnit har gennem 100 år bevist sin duelighed og bidraget til det høje sikkerhedsniveau på jernbanerne. Alle de nuværende signalsystemer på fjernbanen og S-banen er baseret på signalsystemer med faste blokafsnit. Systemer med faste blokafsnit har imidlertid også nogle ulemper, idet den faste inddeling kan begrænse kapaciteten, og udstyret der anvendes til at registrere togene giver anledning til fejl. Se også boks 3.1.

Der findes forskellige teknologier til at registrere, om et tog er kørt ind på et fast blokafsnit. Den traditionelle teknologi, som også anvendes i Danmark, kaldes

Boks 3.1

Togdetektering i signalsystemer med faste blokafsnit.



Figur 3.4

Skinne med sporisolation

sporisationer. Sikkerhedsmæssigt fungerer denne metode udmærket. Sporisationer giver imidlertid anledning til mange fejl på signalsystemet og dermed en lavere regularitet og indebærer desuden et stort slid på skinnerne og togenes hjul. Med moderne togdetekteringsanlæg undgås disse ulemper, jf. boks 3.1.

For bybaner er der i dag et alternativ til faste blokafsnit, som betegnes flydende blok systemer. Signalsystemer med flydende blokke giver mulighed for den mest præcise og effektive bestemmelse af togenes sikkerhedsafstand til forankørende tog, jf. boks 3.2.

Signalsystemer med flydende blokafsnit har nøjagtige oplysninger om togenes position, hastighed, bremseevne mv. der overflødiggør en inddeling af jernbanenettet i faste fysiske blokafsnit. Disse informationer bruges til en præcis beregning af sikkerhedsafstanden til forankørende tog i signalsystemer.

Med flydende blokafsnit kender lokomotivføreren via togkontrolsystemet således afstanden til det forankørende tog og kan indrette kørselen efter det. Det kan sammenlignes med, at man løbende vurderer afstanden til forankørende biler på en vej, blot suppleret med et sikkert overvågningssystem der griber ind, hvis lokomotivføreren fejlbedømmer situationen. På jernbanen er hastighederne dog større, togene er meget tungere og bremsekraften lavere, hvorfor togenes bremselængde er meget lang. Lokomotivføreren kan derfor ikke vurdere afstanden til det forankørende tog med det blotte øje.

Der findes en del flydende blok systemer på bybaner, men på de europæiske fjernbaner findes der i dag ikke eksempler på systemer med flydende blokke. Det skal blandt andet ses i sammenhæng med, at der endnu ikke er udviklet en fælles europæisk standard på området. ERTMS niveau 1 og 2 er baseret på faste blokke, mens ideen med det endnu ikke færdigudviklede ERTMS niveau 3 er, at det baseres på flydende blokke, jf. kapitel 4.(ERTMS uddybes i afsnit 4.3).

Boks 3.2

Faste og flydende blokafsnit.

Faste og flydende blokafsnit

Signalsystemer med flydende blokafsnit giver mulighed for den mest effektive bestemmelse af togenes sikkerhedsafstand til forankørende tog. Det skyldes, at tildelingen af sikkerhedsafstanden i flydende blok systemer ikke styres af en fysisk inddeling i faste blokafsnit. Togene siges at definere en flydende blok omkring sig, som svarer til sikkerhedsafstanden til de andre tog.

Systemer med faste blokafsnit kan dog optimeres, så ydeevnen bliver meget lig et system med flydende blokafsnit. Det kan blandt andet ske ved at forkorte de enkelte faste blokafsnit. En sådan optimering af faste blokafsnit er fx gennemført på de mest trafikerede strækninger på S-banen.

Et optimeret fast blok system vil imidlertid typisk være dyrere og mindre fleksibelt end et flydende blok system. Når de faste blokafsnit gøres kortere, øges deres antal, hvilket forudsætter mere udstyr, der øger omkostningerne til anlæg og vedligeholdelse. Optimeringen af faste blokafsnit foretages desuden med afsæt i en konkret forudsætning om, hvilken form for trafik der er på den pågældende strækning. Hvis der efterfølgende sker større ændringer i trafikmønsteret, er det dyrere og mere kompliceret at reoptimere et system med faste blokke end med flydende blokke, fordi udstyret i sporene skal tilpasses. Flydende blok systemer er derfor mest fleksible.

3.2.2 Sikringsanlæg

Sikringsanlæggene har grundlæggende to funktioner. Det er sikringsanlæggene, der stiller signaler på rødt, når et blokafsnit bliver optaget, således at der ikke gives tilladelse til, at flere tog kører ind på et bestemt 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. 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).

Ældre typer af sikringsanlæg er typisk baseret på låsemekanik eller sammenbygning af elektromekaniske relæer, mens moderne typer er baseret på IT-systemer. 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. Det betyder en mere effektiv vedligeholdelse. Også moderne sikringsanlæg skal tilpasses individuelt til det spornet, som de kontrollerer.

I forbindelse med udskiftningen af signalsystemerne vil der blive installeret moderne IT-baserede sikringsanlæg på både fjernbanen og S-banen. Moderne anlæg giver 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.

3.3 Togkontrol

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 togkontrollsystem.

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

Togkontrollsystemer 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. Moderne togkontrollsystemer bremser også toget, hvis det kører for hurtigt.

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

Det togkontrollsystem, der anvendes på den danske fjernbane, kaldes ATC (Automatic Train Control). ATC overvåger, at toget overholder 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 nedbremset. På udvalgte regional- og lokalbaner findes en reduceret udgave af ATC kaldet ATC-togstop, der alene sikrer, at et tog ikke passerer et stopsignal.

I dag er ATC installeret på alle hovedstrækninger med undtagelse af strækningen fra Hobro til Aalborg. På enkelte regionale og lokale strækninger er der installeret ATC-togstop (jf. figur 3.5.). Der er således en række strækninger, hvor der slet ikke er noget togkontrollsystem. Dette giver anledning til et uensartet sikkerhedsniveau og en u hensigtsmæssig arbejdssituation for lokomotivførere, der fører tog på strækninger med forskellige sikkerhedsniveauer og forskellige trafikale regler.

Det tilsvarende togkontrollsystem på S-banen kaldes HKT-systemet (HKT står for *H*astighedskontrol og *T*ogstop). Det findes i dag på alle S-togsstrækninger undtagen strækningen Lyngby-Hillerød (jf. figur 3.5). HKT overvåger S-togene på omtrent samme måde som ATC systemet på fjernbanen⁴. På strækningen mellem Lyngby og Hillerød er der HKT i en forenklet form (F-HKT), som først bremser et tog, hvis 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, hvorfor der køres med en lavere hastighed på strækningen Lyngby-Hillerød, end på de S-baner, der har den fulde HKT-sikring.

En væsentlig fordel ved at udskifte signalsystemerne er, at der opnås ensartede togkontrollsystemer på hele fjernbanen henholdsvis S-banen.

3.4 Fjernstyring

På Banedanmarks jernbanenet er der i dag en række større og mindre fjernstyringscentraler. Hver af disse fjernstyringscentraler har ansvaret for at styre og overvåge togdriften i et bestemt område.

Fra fjernstyringscentralerne styres sikringsanlæggene og dermed sporskifterne og signalerne i overvågningsområdet, hvorved togdriften kan styres. Spornettet og alle signalerne i området overvåges i fjernstyringscentralerne på skærme o.l.

⁴ 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.

Figur 3.5

Togkontrol på Banedanmarks jernbanenet.



Et eksempel på betjeningspladserne i en moderne fjernstyringscentral er vist i figur 3.6.

De medarbejdere i fjernstyringscentralerne, der styrer og overvåger togtrafikken, kaldes trafikledere eller stationsbestyrere. De har ansvaret for at afvikle togtrafikken på en sikker og effektiv måde. Trafikledere og stationsbestyrere uddannes internt i Banedanmark i de trafikale regler på jernbanerne og i betjeningen af sikrings- og fjernstyringsanlæggene.

På S-banen er fjernstyringen samlet i én fjernstyringscentral, der er placeret i København. Fjernstyringssystemet på S-banen blev taget i brug i 2006, og det er således et moderne system, der findes i dag på S-banen. Det betyder, at sporskifter og signaler stilles automatisk i henhold til køreplanen, som på forhånd er lagt ind i fjernstyringssystemet. Medarbejderne i fjernstyringscentralen varetager dermed primært overvågningsopgaver og reagerer på afvigelser fra den planlagte drift.

På fjernbanen styres store dele af hovedstrækningerne fra tre fjernstyringscentraler, der ligesom fjernstyringscentralen på S-banen er automatiserede, jf. figur 3.6. Medarbejderne foretager således hovedsageligt overvågning og håndterer afvigelser fra den planlagte drift. Fjernstyringscentralerne på fjernbanen er dog ældre og mindre automatiserede end på S-banen, jf. tabel 3.1.

Der findes på fjernbanen herudover en række mindre fjernstyringscentraler, hvor signaler, sporskifter mv. typisk ikke eller kun delvist kan stilles automatisk. I alt er der 13 fjernstyringscentraler på fjernbanen i dag, eksklusiv trafikcentralen.

Nogle stationer og strækninger er i dag ikke fjernstyrede. I disse områder styres signaler og sporskifter stadigvæk via det lokale sikringsanlæg på de enkelte stationer. Dette forudsætter meget lokalt personale og betyder, at det er vanskeligere at

Figur 3.6

Betjeningspladser i fjernstyringscentralen på S-banen.

Kilde: Polfoto



| Forskellige grader af automatisering af fjernstyringen | |
|---|---|
| Automatiseringsgrad | Eksempler |
| Medarbejderne i fjernstyringscentralen styrer togdriften manuelt eller halvautomatisk. | De fleste regional- og lokalbaner |
| Automatisk styring i de fleste normale driftssituationer. | De fleste hovedstrækninger på fjernbanen. |
| Automatisk styring i alle normale driftssituationer. | S-banen |
| Automatisk styring i alle normale driftssituationer. Systemet kan desuden opdage fejlsituationer og foreslå løsningsmuligheder. | Nye fjernstyringssystemer på fjernbanen og S-banen, når signalsystemet udskiftes. |

Tabel 3.1

Forskellige grader af automatisering af fjernstyringen.

koordinere trafikken på strækningerne. Det drejer sig i alt om 13 stationer⁵. Samt hovedstrækningen Hobro-Aalborg.

Trafikken på hele fjernbanen koordineres fra en driftscentral i København. Det er navnlig i forbindelse med større driftsmæssige uregelmæssigheder, at der er behov for central koordinering.

Fjernstyringssystemerne udgør desuden grundlaget for passagerinformationen.

⁵ Frederikshavn (delvist fjernstyret), Hjørring, Ellidshøj, Skørping, Langå, Esbjerg (ikke samme lokale som fjernstyringen samme sted), Padborg, Odense, Helsingør og Hillerød. Endvidere findes der lokale sikringsanlæg i Arden, Randers og Horsens, som kører automatisk og derfor ikke er bemanded under normale forhold.

Figur 3.7

Fjernstyringscentraler på
fjernbanen.



4 Teknisk løsning på fjernbanen

4.1 Indledning

Som nævnt i indledningen konkluderede Booz Allen Hamilton i Strategianalysen fra 2006 (Signalanalysen) [Ref. 2], at signalanlæggene på fjernbanen skal udskiftes omkring 2020. Det skyldes, at den samlede anlægsmasse gennemsnitligt vil nå sit levetidsudløb om ca. 10 år, og at det nuværende ATC togkontrolsystems levetid udløber omkring 2020.

Udskiftningen af de gamle signalanlæg på fjernbanen er således udtryk for en reinvestering, som er nødvendig for at undgå forringelser af driften fremover som følge af stigende fejlhyppighed på de aldrende signalanlæg.

Når signalsystemet udskiftes på fjernbanen, skal det ny system baseres på den fælles-europæiske ERTMS-standard. Dette er et krav ifølge EU's direktiv om interoperabilitet over landegrænser.

ERTMS findes i dag i to udgaver, som er i drift, der betegnes ERTMS niveau 1 og ERTMS niveau 2.

Formålet med ERTMS niveau 1 er at etablere en fælles standard, som kan bygges oven på de eksisterende signalanlæg på europæiske jernbaner. Jernbaner med nyere sikringsanlæg kan på den måde etablere interoperabilitet uden at foretage væsentlige ændringer i det underliggende signalsystem (sikringsanlæggene). ERTMS niveau 1 har mange lighedspunkter med det eksisterende signalsystem på strækninger med ATC togkontrol.

ERTMS niveau 2 er den løsning, der benyttes, når både sikringsanlæg og togkontrolsystemet skal udskiftes som i Banedanmarks tilfælde. ERTMS niveau 2 er et moderne IT-baseret system, hvor signalerne vises til lokomotivføreren i togets førerrum. ERTMS niveau 2 har en række fordele frem for ERTMS niveau 1. De ydre signaler er således elimineret, og der er færre tekniske anlæg i sporene, hvilket reducerer vedligeholdelsesomkostningerne. Derudover giver ERTMS niveau 2 regularitetsmæssige og driftsmæssige fordele, som ikke kan opnås med ERTMS niveau 1.

I Strategianalysen blev det på denne baggrund påvist, at det vil være mest fordelagtigt at installere ERTMS niveau 2, når signalsystemet på fjernbanen udskiftes. ERTMS niveau 2 vil være billigere at installere end ERTMS niveau 1, hvortil kommer, at ERTMS niveau 2 som nævnt er billigere at vedligeholde og har en udvidet funktionalitet i forhold ERTMS niveau 1.

Når signalsystemet udskiftes, reduceres antallet af fjernstyringscentraler på fjernbanen. I dag er der 13 centraler på fjernbanen, og det er foreløbig forudsat, at der vil blive 2 centraler, når signalsystemet udskiftes. Færre og moderne fjernstyringscentraler vil forbedre trafikstyringen på fjernbanen og indebære driftsbesparelser.

Et nyt signalsystem baseret på ERTMS niveau 2 vil samlet set give nogle markante fordele i forhold til det nuværende system, som vil bidrage til at løfte kvaliteten på fjernbanen:

- Færre forsinkede tog
- Togkontrol på hele fjernbanen, hvorved sikkerhedsniveauet løftes visse steder
- Højere hastighed og derved kortere rejsetid på visse strækninger.

Signalsystemet udbydes som et funktionsudbud. Det betyder, at en række tekniske beslutninger vil blive holdt åbne i udbuddet for at give leverandørerne mulighed for at tilbyde deres standardssystemer med et minimum af tilpasninger. Det vil dog være et krav, at det ny signalsystem er interoperabelt i henhold til EU's direktiver og baseret på ERTMS niveau 2, jf. afsnit 4.3

Udrulningen af det nye signalsystem på fjernbanen vil som udgangspunkt blive gennemført som to selvstændige projekter for Vest- og Østdanmark. Der vil således blive udbudt to samlede kontrakter for de fundamentale sikkerhedssystemer, fjernstyringscentralerne og togkontrolsystemet i de 2 geografiske regioner på fjernbanen. Fordele og ulemperne ved at udbyde flere kontrakter er beskrevet i afsnit 11.4.

I dette kapitel gennemgås de tekniske konfiguration af signalsystemet som foreslås udrullet på fjernbanen.

Afsnit 4.2 gennemgår kort de eksisterende signalsystemer på fjernbanen og en række af deres problemer. Dernæst gennemgås i afsnit 4.3 de forskellige ERTMS niveauer 1, 2 og 3 herunder de valgte løsninger i signalprogrammet for fjernstyring, store stationer, STM mv.

Sidste afsnit 4.4 omhandler de trafikale regler på fjernbanen

4.2 Det eksisterende signalsystem på fjernbanen

4.2.1 Behov for udskiftning af de eksisterende signalanlæg

I strategianalysen fra 2006 (Signalanalysen) [Ref 2] blev der foretaget en uafhængig tilstandsvurdering af Banedanmarks signalanlæg. I vurderingen er der taget højde for signalanlæggenes meget høje gennemsnitlige alder og anlæggenes generelle vedligeholdelsesstand. Signalanalysens konklusioner er kort opsummeret i det følgende.

Tilstandsvurderingen viste, at den samlede anlægsmasse gennemsnitligt vil nå sit levetidsudløb om ca. 10 år. På det tidspunkt ville en række anlæg være kritiske på grund af deres levetid og det nuværende togkontrolsystem (ATC) vurderedes ikke at kunne levetidsforlænges til væsentligt efter 2020 (i vurderingen er indeholdt en levetidsforlængelse af ATC i 2008-10, der sikrer drift frem til ca. 2020).

Hvis sikringsanlæggene ikke udskiftes, inden deres levetid udløber, kan der ventes væsentlige forringelser af regulariteten.

I strategianalysen fra 2006 blev det anbefalet at udskifte alle de eksisterende signalanlæg på fjernbanen med et helt nyt signalsystem baseret på ERTMS niveau 2, fordi det blandt andet allerede i dag er vanskeligt at sikre de rette kompetencer og reservedele til at vedligeholde de eksisterende signalanlæg, der er baseret på forældede teknologier, jf. boks 4.1.

Langå-Ålborg-Frederikshavn og Roskilde-Køge-Næstved er blandt de strækninger, hvor behovet for at udskifte det samlede eksisterende anlæg er størst.

- Strækningen Hobro-Ålborg er den eneste hovedstrækning uden blokafsnit, togkontrol og fjernstyring. Sikringsanlæggene i Langå, Randers, Skørping og Hjørring er blandt de ældste på fjernbanen.
- Levetiden for sikringsanlæggene på strækningen Roskilde-Køge-Næstved udløber omkring 2015. Banedanmark kan ikke sikre reservedele eller know-how til at fortsætte driften væsentligt udover den tekniske levetid, da hverken leverandører eller rådgivere længere kan garantere support til sikringsanlæggene, der er specialudviklet på basis af en tidlig IT-teknologi. Det indgår i planlægningen, at anlægsdelene fra denne strækning anvendes som reservedele for de tilsvarende anlæg på strækningen Vejle-Herning-Holstebro i perioden frem til de fornyes.

Udskiftningen af det nuværende signalsystem med et nyt, moderne system baseret på ERTMS niveau 2 er forudsat påbegyndt på strækningerne Langå-Frederikshavn og Roskilde-Køge-Næstved. Herved udskiftes signalsystemet først på de mest trængende strækninger, og der opnås på denne måde nogle tidlige fordele.

Boks 4.1

Problemer med vedligeholdelse af eksisterende signalanlæg på fjernbanen.

Problemer med vedligeholdelse af eksisterende signalanlæg på fjernbanen

Anbefalingen i strategianalysen om at udskifte det nuværende signalsystem på fjernbanen med ERTMS niveau 2 skal navnlig ses i sammenhæng med, at vedligeholdelsen af de eksisterende signalanlæg udgør et stigende problem. De eksisterende systemer er gennemsnitlig ca. 40 år gamle, og leverandørerne opretholder kun i meget begrænset omfang produktion, reservedele eller know how for disse typer anlæg. For en række af de ældste anlæg kan Banedanmark kun gennemføre reparationer gennem individuel produktion af reservedele fra gang til gang eller ved genanvendelse af dele fra kasserede anlæg.

Det er allerede i dag forbundet med betydelige problemer at ansætte medarbejdere med de rette kompetencer inden for de forældede teknologier. Banedanmark har stadig en række medarbejdere med stor indsigt i de eksisterende systemer, men mange af disse medarbejdere nærmer sig pensionsalderen. Disse problemer vil være stigende fremadrettet og vil give anledning til væsentlige risici i forhold til vedligeholdelse og opretholdelsen af regulariteten på fjernbanen, hvis signalsystemet ikke udskiftes.

I strategianalysen anbefales det på denne baggrund at udskifte de eksisterende signalanlæg med et helt nyt og moderne signalsystem baseret på ERTMS. En anbefaling som blev tiltrådt med en principbeslutning med trafikaftalen i 2006.

4.2.2 Signalfejl som følge af de nuværende signalanlæg

Udskiftningen af signalsystemet på fjernbanen vil øge regulariteten. Det opnås dels ved at udskifte gamle anlæg med nye, dels fordi teknologien i moderne signalsystemer er mere pålidelige og medfører færre fejl end de gamle systemer.

En væsentlig årsag til signalfejl på fjernbanen i dag er de sporisationer, som anvendes til at registrere togene i de enkelte blokafsnit. I det ny signalsystem erstattes sporisationer med akseltællere eller en anden moderne togdetekteringsteknologi, jf. kapitel 3. Erfaringsmæssigt anslås det at antallet af fejl på akseltællere er mellem 20-25 pct. af fejltallet på sporisationer.

I det nuværende signalsystem på fjernbanen er der endvidere meget udstyr ved og i sporene, som er en væsentlig årsag til signalfejl. Det omfatter blandt andet fejl på lamperne i de ydre signaler. I moderne signalsystemer er der betydeligt mindre udstyr ved sporene.

De eksisterende signalanlæg giver desuden ikke samme muligheder som moderne systemer for forebyggende vedligeholdelse, inden der opstår fejl på anlægget.

4.3 Det ny signalsystem på fjernbanen (ERTMS)

4.3.1 ERTMS-projektet i EU

ERTMS-projektet blev igangsat af EU i begyndelsen af 1990'erne med henblik på at fjerne barrierer for den internationale jernbanetrafik og forbedre jernbanernes konkurrenceevne.

Udgangspunktet for ERTMS-projektet er, at de traditionelle togkontrol- og radiosystemer ikke er interoperable – dvs. at de ikke kan fungere på tværs af landegrænser. Hvis et tog skal køre gennem Europa, kan det i dag være udstyret med op til seks forskellige togkontrol- og radiosystemer for at kunne krydse landegrænserne uhindret, hvilket betyder ekstra udgifter til både anskaffelse og vedligeholdelse, og derfor udgør en barriere for togtrafik over grænserne.

Hovedformålet med ERTMS-projektet er at fastsætte standarder for funktionerne i togkontrollsystemet (ETCS) og radiosystemet (GSM-R), som er de afgørende komponenter i signalsystemet i forhold til at gøre det muligt at køre på tværs af grænserne (gøre jernbanen interoperabel)⁶.

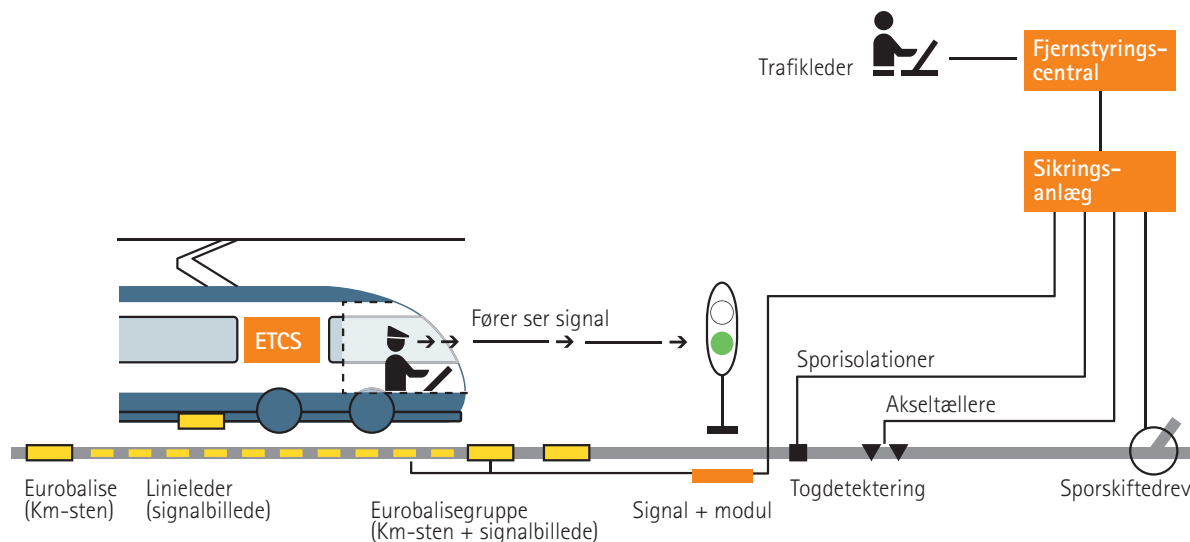
Den internationale ERTMS-standard gør det muligt at operere et tog i flere lande uden særskilte togkontrol- og radiosystemer for hvert land. En fælles standard betyder desuden, at ERTMS baserede signalsystemer kan udbydes på hele det europæiske marked, hvilket bidrager til at styrke konkurrencen. I de seneste år er anvendelsen af ERTMS standarden begyndt at brede sig til en række lande udenfor Europa, bl.a. Kina, Indien, Korea, Taiwan og Australien.

Det har siden 2006 været et krav ifølge EU's direktiv om interoperabilitet (IO-direktivet), at nye signalsystemer på fjernbaner skal baseres på ERTMS-standard. På nuværende tidspunkt gælder interoperabilitetskravet de danske TEN⁷ strækninger hvilket omfatter Banedanmarks hovedstrækninger. Strækningen Hjørring-Hirtshals på Nordjyske privatbaner er ligeledes omfattet, men indgår ikke i Signalprogrammet. Som konsekvens af IO-direktivet vil alle tilstødende strækninger med trafikal forbindelse, herunder også privatbanerne, skulle leve op til IO-direktivets krav efterhånden som radio- og togkontrol-systemerne udskiftes.

6 Specifikationen af ERTMS er i praksis udviklet af UNISIG, der er et samarbejde mellem seks store europæiske leverandører af signalsystemer (Alstom, Ansaldo, Bombardier, Invensys, Siemens og Thales).

7 Trans European Network, samlet Europæisk net af transportkorridorer, her for jernbanen.

ERTMS niveau 1: Interoperabel jernbane med ydre signaler



Figur 4.1

ERTMS niveau 1: Interoperabel jernbane med ydre signaler.

4.3.2 ERTMS niveau 1, 2 og 3

Der findes tre forskellige niveauer af ERTMS:

- ERTMS niveau 1. Niveau 1 har mange lighedspunkter med det eksisterende danske signalsystem på strækninger med ATC togkontrol. ERTMS niveau 1 anvender både ydre signaler og førerrumssignaler. Kommunikationen mellem de fundamentale sikkerhedssystemer og togene sker via udstyr i sporene.
- ERTMS niveau 2. Niveau 2 er et moderne IT-baseret signalsystem, hvor signalerne alene vises til lokomotivføreren i togets førerrum. De ydre signaler er således elimineret. Kommunikationen mellem de fundamentale sikkerhedssystemer og togene foregår ved radiokommunikation⁸. Med ERTMS niveau 2 reduceres mængden af udstyr i og langs sporene væsentligt i forhold til niveau 1. ERTMS niveau 2 er baseret på faste blokafsnit ligesom det eksisterende signalsystem, jf. kapitel 3.
- ERTMS niveau 3. Niveau 3 er en videreudvikling af niveau 2, men niveau 3 er baseret på flydende blokafsnit. Mængden af udstyr i sporet er dermed yderligere reduceret i forhold til niveau 2. ERTMS niveau 3 er endnu ikke færdigudviklet som en international standard, og niveau 3 produkter er således ikke sat i drift. ERTMS regional er en forenklet variant af ERTMS niveau 3, som specielt er rettet mod mindre trafikerede jernbaner, jf. afsnit 4.3.5.

⁸ Kommunikationen mellem toget og de fundamentale sikkerhedssystemer sker ved hjælp af GSM-R Data i ERTMS niveau 2 og 3 systemer. Teknisk foregår det via såkaldte radioblokcentre.

Alle niveauer af ERTMS forudsætter, at der i togene og infrastrukturen installeres GSM-R Voice radioudstyr, som lokomotivførerne anvender til at kommunikere med fjernstyringscentralerne. Et tog med ERTMS udstyr kan køre på strækning uanset om den er udstyret med ERTMS niveau 1 eller niveau 2.

ERTMS niveau 1 er velegnet for jernbaner – som i modsætning til fjernbanen i Danmark – har en stor andel af nye sikringsanlæg. Det skyldes, at togkontrollsystemet laves som et overvejende system der tilpasses de eksisterende sikringsanlæg og det er derfor ikke nødvendigt at udskifte disse, som er de dyreste dele i et signalsystem. Nogle lande har derfor besluttet, at implementere ERTMS niveau 1. I Danmark er det imidlertid mest hensigtsmæssigt at udskifte med ERTMS niveau 2, fordi levetiden for de eksisterende sikringsanlæg er udløbet, jf. Signalanalysen. ERTMS niveau 2 indebærer herudover en højere regularitet og besparelser på vedligeholdelsen.

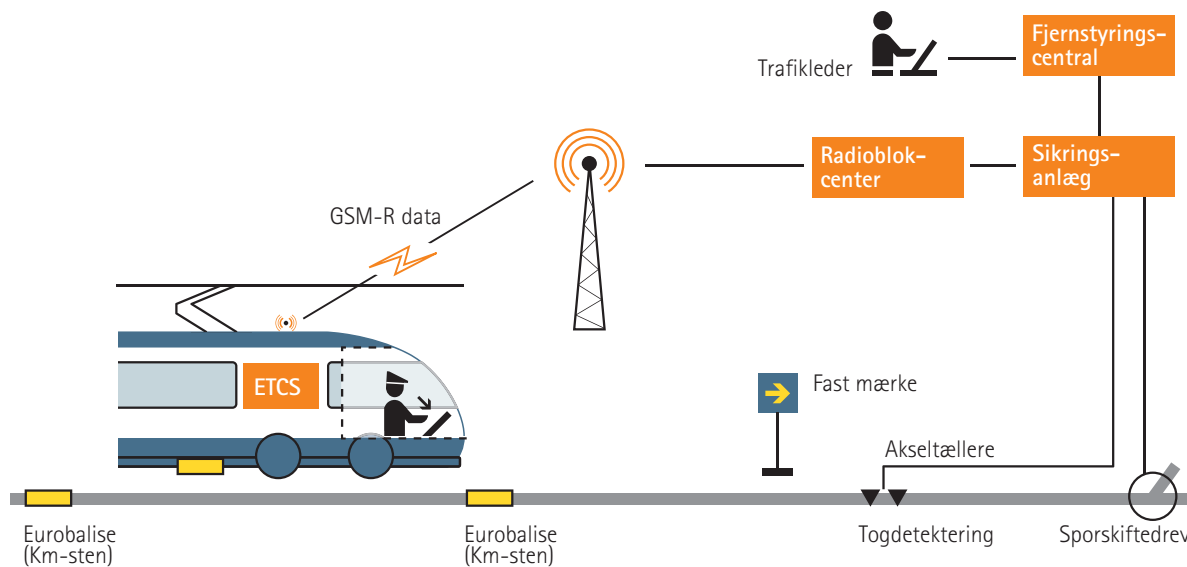
En række forskelle mellem de forskellige niveauer af ERTMS er opsummeret i tabel 4.1.

Udskiftning af det nuværende signalsystem med et ERTMS baseret system vil betyde, at der etableres togkontrol på hele fjernbanen. Togkontrol i form af ATC er i dag installeret på de fleste af Banedanmarks hovedstrækninger og på enkelte regional- og lokalbaner. Sikkerhedsniveauet løftes dermed på en række strækninger, blandt andet på hovedstrækningen nord for Hobro.

Tabel 4.1
ERTMS og det nuværende
signalsystem.

| ERTMS og det nuværende signalsystem | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Nuværende system | ERTMS | | |
| | | Niveau 1 | Niveau 2 | Niveau 3 |
| Togkontrol | ATC på visse strækninger | ETCS | ETCS | ETCS |
| Signaler | Ydre signaler (samt førerrumssignal på ATC strækninger) | Ydre signaler samt førerrumssignal | Kun førerrumssignal | Kun førerrumssignal |
| Udstyr i sporene | Meget | Meget | Lidt | Meget lidt |
| Blokafsnit | Faste | Faste | Faste | Flydende |
| Togdetektering | Sporisolationer | Akseltællere el.lign | Akseltællere el.lign | Ingen |
| Radiosystem | Analog togradio | GSM-R Voice | GSM-R Voice og Data | GSM-R Voice og Data |
| Håndtering af spor-spærringer og hastighedsnedsættelser | Fysisk skiltning, udlægning af sendere i sporet og procedurer | Fysisk skiltning, udlægning af sendere i sporet og procedurer | Fjernopdatering fra radioblokcenter og håndterminaler | Fjernopdatering fra radioblokcenter og håndterminaler |

ERTMS niveau 2: Interoperabel jernbane uden ydre signaler



Figur 4.2

ERTMS niveau 2: Interoperabel jernbane uden ydre signaler.

Strækningshastigheden vil desuden kunne øges på enkelte strækninger, når der er installeret et nyt signalsystem, idet togkontrol og førerrumssignaler er en sikkerhedsmæssig forudsætning for strækningshastigheder over 120 km/t, jf. kapitel 6.

Det nye togkontrolsystem kan håndtere hastigheder på mere end 200 km/t. Det vil således være sporets udformning, der vil være begrænsende i forhold til hastighedsopgraderinger. En række strækninger, hvor hastigheden i dag begrænses af signal-systemet, vil uden videre kunne anvendes ved den hastighed sporet giver mulighed for.

Togkontrolsystemet i ERTMS udfører de samme funktioner som det nuværende danske ATC system. Det vil således stadig være lokomotivføreren, som varetager styringen af toget. Togkontrolsystemet vil fortsat være en sikkerhedsfunktion, der nedbremser toget, hvis lokomotivføreren ikke reagerer korrekt på signalerne.

4.3.3 Teknisk udviklingsstade for ERTMS niveau 1 og 2

Fastlæggelsen af ERTMS-standarden for niveau 1 og 2 handler om, at der skal opnås enighed om, hvilken løsning blandt flere allerede eksisterende løsninger, der skal være den fælles standard. Derefter skal det sikres, at de valgte løsninger for de forskellige funktioner kan fungere sammen. Fastlæggelsen af ERTMS-standarden handler således ikke om at udvikle nye løsninger, men om at opnå enighed om hvilke løsninger der skal anvendes og få produkterne til at fungere sammen. Problemstillingen er uafhængig af valget af ERTMS niveau 1 eller niveau 2.

Som eksempel på det ovenstående kan nævnes, at der i dag mangler at blive indført en fælles standard for styring af overkørsler i ERTMS. Alle leverandører har leveret nationale overkørselsløsninger i både deres nye og gamle togkontrol- og sikringsanlægstyper efter lignende principper. Der udestår blot indarbejdelse af den aftalte fælles specifikation i leverandørernes ERTMS produkter. Dette er således mere en udfordring, der handler om at opnå enighed og sikre at de forskellige løsninger er indbyrdes interoperable end det er en teknisk udviklingsopgave.

Der findes i dag en godkendt og velfungerende ERTMS-standard⁹. Den foreliggende standard indeholder hovedparten af de funktioner, der skal bruges på fjernbanen. I henhold til forarbejderne til denne standard blev den første strækning med ERTMS niveau 1 sat i drift i 2003, og den første strækning med ERTMS niveau 2 blev sat i drift i 2005.

For at ERTMS kan anvendes på fjernbanen, udestår der at opnå international enighed om en række yderligere funktioner, som ikke er inkluderet i den foreliggende ERTMS-2.3.0 standard. Disse funktioner er allerede identificeret, og der er aftalt en proces for, hvordan de indarbejdes i en kommende version af ERTMS¹⁰. Men dele arbejdet er endnu ikke færdiggjort.

Arbejdet med at blive enige om de mest hensigtsmæssige løsninger for de resterende funktioner forventes at være afsluttet inden udgangen af 2008. Den samlede dokumentation og test af den ny version forventes afsluttet senest i 2012.

De funktioner, hvor det fortsat udestår at fastsætte ERTMS-standarden, omfatter blandt andet overvågning af overkørsler, rangering og opstart af stillestående tog.

For leverandørerne svarer det at implementere en opdateret ERTMS standardløsning i deres produkter til at implementere et enkelt lands specifikation og trafikale regelsæt for de tilsvarende funktioner. For leverandørerne er der således heller ikke tale om en særlig teknisk udviklingsrisiko. En særlig udfordring er dog, at det skal sikres, at de enkelte leverandørers løsninger indbyrdes fungerer upåklageligt sammen, noget der har været problemer med i de tidlige ERTMS installationer, idet interoperabiliteten indbefatter at de forskellige leverandørers produkter er indbyrdes systemintegreret. En stor del af den test, der foregår i EU-regi frem mod 2012, handler netop om at sikre, at de forskellige leverandørers produkter rent faktisk er systemintegreret.

De første færdige produkter på basis af den nye ERTMS-standard forventes at være på markedet i 2013. Dette er afspejlet i Signalprogrammets udrulningsplaner, hvor driften af det ny signalsystem tidligst påbegyndes omkring 2014 i udrulningsscenerne for fjernbanen, jf. kapitel 9.

9 Denne version af ERTMS betegnes 2.3.0 (som ikke må forveksles med ERTMS niveau 2).

10 Den kommende version af ERTMS med de ekstra funktioner betegnes version 3.0.0 (som ikke må forveksles med ERTMS niveau 3).

4.3.4 ERTMS niveau 2 og store stationer

På de store stationer som f.eks. Københavns Hovedbanegård vil der være en høj trafikintensitet, hvilket betyder, at der skal være mange radiokanaler til rådighed på samme tid. Imidlertid er der en begrænset kapacitet i den nuværende standard for GSM-R (radiosystemet).

Der findes groft opstillet to forskellige løsninger på dette problem: Enten etableres der ERTMS niveau 1 på de store stationer, eller også etableres en GPRS-baseret løsning, således at kapaciteten i GSM-R netværket øges, hvorved det ikke bliver nødvendigt at etablere ERTMS niveau 1. GPRS er en måde at "pakke" radiokommunikationen på, der f.eks. anvendes ved internet på mobiltelefoner. Der er således tale om kendt teknologi.

Banedanmarks analyser viser, at det vil være både teknisk og økonomisk mest hensigtsmæssigt at basere løsningen af problemstillingen omkring store station på GPRS-standard. Der findes allerede en række GSM-R systemer, der er baseret på GPRS, men der er endnu ikke fastsat en fælles EU-standard herfor. Standarden forventes imidlertid fastlagt tilstrækkeligt tidligt til, at udrulningen af de nye signalsystemer vil kunne baseres herpå.

Der knytter sig imidlertid altid en risiko til tidsplanen for EU's standardiseringsarbejde. Hvis standarden mod forventning ikke skulle være fastlagt tidligt nok i forhold til tidsplanen for udskiftningen af signalsystemerne, vil Banedanmark kunne anvende en dansk version af GPRS-løsningen til danske tog. Idet antallet af udenlandske tog, der befærder f.eks. Københavns Hovedbanegård, er begrænset, vurderes disse togs databehov at kunne håndteres inden for kapaciteten i den almindelige GSM-R standard. Dermed vil Danmark leve op til kravet om interoperabilitet.

4.3.5 ERTMS regional

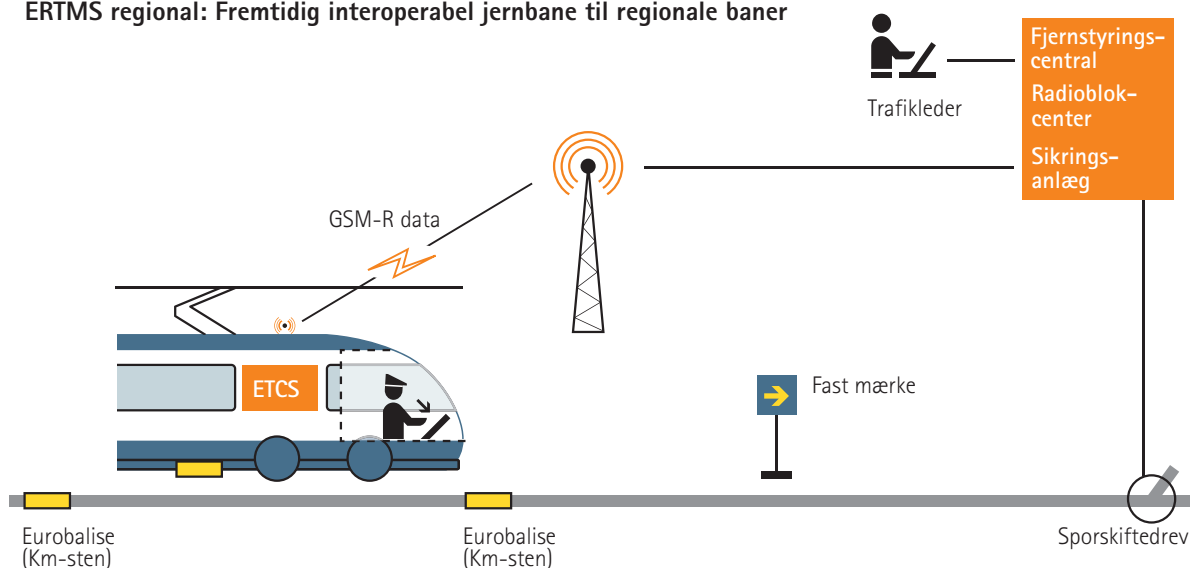
ERTMS regional er en forenklet variant af ERTMS niveau 3, som er under udvikling til regionale baner.

ERTMS regional udvikles i lyset af, 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. På grund af lavere kompleksitet og lavere kapacitetskrav kræves der også mindre regnekraft i IT-systemerne på regionalbaner. Hele strækninger kan derfor håndteres af et sæt af computere, som udfører funktionerne for både sikringsanlæg, radioblokcentre og 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 udvikling af et ERTMS regional produkt med én leverandør. Den første pilotstrækning i Sverige forventes i drift 2009 eller 2010. En

ERTMS regional: Fremtidig interoperabel jernbane til regionale baner



række andre lande har udtrykt interesse for at starte lignende pilotprojekter, men der er pt. ikke andre lande end Sverige, som har igangsat et egentligt projekt. Hvornår resultaterne fra det svenske projekt vil være tilgængeligt for andre lande, og hvorvidt det vil blive ophøjet til en internationalt besluttet standard er endnu uvist.

Figur 4.3

ERTMS regional: Fremtidig interoperabel jernbane til regionale baner.

ERTMS regional er interessant, da det er en yderligere forenkling af signalsystemerne med integration af sikrings- og radioblok anlæg, en yderligere reduktion af komponenter i sporet og der arbejdes med åbne grænseflader mellem de enkelte signalkomponenter. Alt sammen tiltag som vil betyde en yderligere billiggørelse af signalsystemet på sekundære strækninger.

I signalprogrammet er det en forudsætning at alle fjernbanen strækninger erstattes med ERTMS niveau 2. I forbindelse med udarbejdelsen af udbudsmaterialet vil udviklingen af ERTMS-regional blive undersøgt yderligere. Afhængigt af hvor langt udviklingen af ERTMS-regional er nået på udbudstidspunktet, vil det blive overvejet, om der skal inkluderes optioner i udbuddet på etablering af ERTMS-regional på mindre trafikerede strækninger under behørig hensyntagen til de risici og besparelser, der må være ved en sådan løsning.

4.3.6 Fjernstyring

De eksisterende fjernstyringssystemer på fjernbanen skal fornyes som led i udskiftningen af signalsystemet. Den eksisterende fjernstyring har ligesom de øvrige signal-systemer overskredet eller er tæt på at overskride deres tekniske levetid.

I dag styres store dele af hovedstrækningerne på fjernbanen fra tre automatiserede fjernstyringscentraler, mens regional- og lokalbaner styres fra en række mindre fjernstyringscentraler, hvor signaler, sporskifter mv. typisk ikke kan stilles automatisk,

Der er i alt 13 fjernstyringscentraler på fjernbanen i dag. Der er desuden strækninger, som ikke er tilkoblet en fjernstyringscentral, jf. kapitel 3.

Det nye fjernstyringssystem vil være mere centraliseret og mere automatiseret end i dag. Det er forudsat i projektforslaget, at de 13 fjernstyringscentraler på fjernbanen reduceres til 2, men det endelige antal er ikke fastlagt endnu. Reduktionen i antallet af fjernstyringscentraler indebærer betydelige besparelser på driftsudgifterne, jf. kapitel 7.

Automatiseringsniveauet øges især på strækninger, hvor signaler og togveje i dag stilles manuelt, og de stationer og strækninger, der i dag ikke er tilkoblet en fjernstyringscentral. De tre store centraler på hovedstrækningen er desuden kun automatiseret til at håndtere de fleste normale driftssituationer, mens uregelmæssigheder i dag alene håndteres manuelt.

Det nye fjernstyringssystem på fjernbanen vil være automatiseret i alle normale driftssituationer svarende til nuværende system på S-banen. Desuden vil det nye system forudse visse fejlsituationer og foreslå løsningsforslag til trafiklederen.

Det vil herudover forbedre grundlaget for passagerinformationen på fjernbanen, når der installeres et nyt fjernstyringssystem med færre centraler og en større grad af automatisering, jf. afsnit 6.6.

4.3.7 Vekselsporsdrift

Vekselsporsdrift betyder, at jernbanens infrastruktur, herunder særligt signalsystemet, er indrettet til kørsel i begge retninger med samme kapacitet og funktionalitet. Dette er kun tilfældet på enkelte hovedstrækninger i dag, da det kræver omfattende udstyr i sporet med eksisterende signalsystem.

ERTMS niveau 2 understøtter kørsel i begge retninger på sporene, også kaldet vekselsporsdrift, uden yderligere investeringer. I et ERTMS niveau 1 system baseret på dagslyssignaler, vil der i lighed med dagens signalsystem, skulle investeres i signaler, baliser mm i venstre spor for at opnå de samme fordele.

Med vekselsporsdrift bliver kørsel af venstre spor ved uregelmæssigheder mere effektiv, og det giver mulighed for at øge kapaciteten på dobbeltsporede strækninger ved at bygge ét ekstra spor, som benyttes til myldretidstrafikken i forskellige retninger henholdsvis om morgenen og aftenen. Alternativt kan man, når man kender den endelige konfiguration af signalsystemet, optimere køreplan, sporgeometri og signalanlæg, således at der kan indlægges overhalinger ved strategisk rigtigt placerede ekstra sporskifter, og derved kan der opnås forbedringer af det samlede nets ydeevne. Disse potentielle investeringer ligger dog uden for signalprogrammets opdrag.

4.3.8 STM

For at et tog kan køre på en strækning, der er udrustet med ERTMS, skal togets førerum udstyres med et nyt togkontrolsystem (onboard ERTMS-udstyr), hvorfor toget ikke kan køre på det gamle togkontrolsystem (ATC). Imidlertid vil der være en periode, hvor togene skal køre på både ERTMS- og ATC-udrustede strækninger. Derfor skal der indbygges et oversættelsesmodul i togene, der er udrustet med ETCS, så de kan køre på de ATC-udrustede strækninger. Oversættelsesmodulet kaldes en STM

STM'en er en afgørende komponent for Signalprogrammet, da der i udrulningsfasen vil være mange tog, som skal køre fra eksisterende ATC-udrustede strækninger over på strækninger med ny signalteknologi.

Udviklingen af den danske STM er igangsat, og forventes klar til de første strækninger i Danmark udrustes med ERTMS. Der er afsat yderligere midler i budgettet for Signalprogrammet til at gennemføre dette projekt i forhold til det allerede optagne på Finansloven.

4.4 Trafikale regler

De trafikale regler er populært sagt færdselsreglerne for jernbanedriften. De trafikale regler indeholder de trafiksikkerhedsmæssige regler og instruktioner til personale for togekørsel vedligeholdelse mv. I dag er statens banenet underlagt reglerne i Sikkerhedsreglementet af 1975 og de tilhørende instruktionsbøger (SR 75).

Der er en meget tæt kobling mellem SR 75 og det nuværende signalsystem. Indførelsen af et nyt signalsystem baseret på ERTMS forudsætter derfor, at der enten udvikles et helt nyt regelsæt, eller at der som minimum foretages meget omfattende tilpasninger af det eksisterende regelsæt. Idet der kan opnås store gevinster ved forenkling af de trafikale regler samtidig med, at det skønnes, at det er nemmere at lave nye regler end at ændre stort set alt i det eksisterende regelsæt, har Trafikstyrelsen i forbindelse med Signalprogrammet valgt at igangsætte udarbejdelsen af et helt nyt regelsæt.

For normale driftssituationer er der udarbejdet fælles internationale trafikale regler for ERTMS-systemer, der vil blive implementeret i det danske regelsæt på fjernbanen. Reglerne for normal drift udgør dog kun en del af de samlede trafikale regler.

De internationale ERTMS-regler skal derfor suppleres med nye nationale regler for rangering, sporarbejde, uregelmæssig drift (Fall Back) mv. De særlige nationale regler skal udvikles inden udrulningen af det nye signalsystem.

Trafikstyrelsen har i samarbejde med Signalprogrammet gennemført et selvstændigt projekt om fastlæggelse af de trafikale regler på fjernbanen, hvor der er udviklet overordnede trafikale regler for et ERTMS baseret signalsystem. I projektet er der blandt andet set på andre landes erfaringer med ERTMS og modernisering af

de trafikale regler. Herudover er der planlagt en proces for udviklingen af de mere detaljerede regler.

De detaljerede trafikale regler vil senere blive udarbejdet i samarbejde mellem Trafikstyrelsen, Banedanmark og togoperatørerne på fjernbanen, idet Trafikstyrelsen udarbejder de overordnede regler, mens Banedanmark og togoperatørerne udarbejder de underliggende regler, herunder instruktionen til de berørte medarbejdere. De trafikale regler, der udarbejdes af Banedanmark og togoperatørerne, skal godkendes af Trafikstyrelsen. De nye regler forventes taget i brug i takt med, at det nye signalsystem udrulles. I den forbindelse vil det være en stor opgave at uddanne det berørte personale i de nye regler, jf. kapitel 12.

I de trafikale regler er der angivet retningslinjer for, hvordan togtrafikken afvikles i situationer, hvor de tekniske systemer ikke fungerer normalt og ofte vil det være muligt at afvikle en begrænset køreplan, selvom der er fejl på systemet. Denne del af de trafikale regler, er en del af Fall Back konceptet, er beskrevet samlet for fjernbanen og S-banen i afsnit 6.2.4

5 Teknisk løsning på S-banen

5.1 Indledning

En stor del af sikringsanlæggene på S-banen har allerede været i drift udover den forventede levetid, og ca. 2/3 af alle sikringsanlæggene vil have overskredet deres levetid i 2020 jf. afsnit 5.2. Levetiden for det nuværende HKT togkontrolsystem på S-banen udløber omkring 2020. Udskiftningen af det eksisterende signalsystem er udtryk for en reinvestering, som er nødvendig for at undgå en stadigt faldende rettidighed, en øget risiko for nedbrud af trafikken og forøgede vedligeholdelsesomkostninger fremover.

Et nyt signalsystem vil herudover give nogle markante fordele, som vil bidrage til at løfte kvaliteten på S-banen:

- Færre signalfejl og forsinkede tog
- Ensartet togkontrol på hele S-banen, hvorved sikkerhedsniveauet løftes på strækningen Lyngby - Hillerød
- Højere hastighed mellem Lyngby og Hillerød og derved kortere rejsetid.

Et nyt signalsystem på S-banen vil sammen med udvidelsen af Metroen med Cityringen betyde, at der skabes et samlet finmasket, højklasset jernbanenet med høj frekvens og høj regularitet i Storkøbenhavn. Det gøres dermed mere attraktivt at benytte den kollektive trafik.

De trafikale fordele for de omkring 90 mio. årlige rejsende på S-banen som følge af et nyt signalsystem er beskrevet nærmere i kapitel 6.

På S-banen skal et nyt signalsystem baseres på et standard bybanesystem. Idet S-banen er et lukket bybanesystem, er der ikke krav om at indføre den europæiske standard ERTMS. Ved valget af bybanesystem til S-banen vil der blive lagt vægt på, at et tilsvarende system i forvejen er i drift på en bybane eller metro med en trafiktæthed og en strækningshastighed svarende til S-banen.

Når signalsystemet på S-banen skal udskiftes med et standard bybanesystem, skal den samme leverandør, jf. afsnit 5.3, som udgangspunkt levere både de fundamentale sikkerhedssystemer, togkontrolsystemet og evt. fjernstyringsanlægget.

Signalsystemet vil blive udbudt som funktionsudbud, hvor der stilles en række krav til signalsystemets funktion, de løbende driftsomkostninger mv., men hvor specifikationen af de konkrete tekniske løsninger i høj grad overlades til leverandørerne.

For at give leverandørerne mulighed for at tilbyde deres standardsystemer med et minimum af tilpasninger, vil hovedparten af de tekniske beslutninger blive holdt åbne i udbuddet. Med henblik på at angive udgifter, tidsplaner mv. er der imidlertid opstillet en sandsynlig arbejdshypotese om den tekniske løsning på S-banen i Signalprogrammets projektforslag.

Det er lagt til grund i Signalprogrammets projektforslag, at det nye signalsystem bliver et såkaldt CBTC-system (Communication Based Train Control), der er den nyeste generation af signalsystemer til bybaner, jf. afsnit 5.3.1. Alternativt skal det nye signalsystem være et DTG system (Distance To Go), der på flere områder svarer til det nuværende signalsystem på S-banen. CBTC systemer indebærer blandt andet, at der skal installeres mindre udstyr i og ved sporene, hvilket betyder lavere udgifter til vedligeholdelse og vil gøre det nemmere at installere systemet, mens S-banen er i drift.

Togkontrol er en integreret del af et moderne standardsystem til bybaner. Det nuværende togkontrollsystem vil således blive udskiftet sammen med de øvrige signalanlæg. I dag har togkontrollsystemet et lavere sikkerhedsniveau mellem Lyngby og Hillerød end på de øvrige strækninger, hvorfor der køres med en lavere hastighed på strækningen Lyngby-Hillerød, end på de S-baner, der har den fulde HKT-sikring. Når signalsystemet udskiftes, bliver det højeste sikkerhedsniveau for det nuværende togkontrollsystem udbredt til hele S-banen, jf. afsnit 5.3.2.

Det vil være et krav i funktionsudbuddet, at det nye togkontrollsystem bliver et semi-automatisk system. Semiautomatisk togkontrol betyder, at togkontrollsystemet styrer toget i normale driftssituationer, mens lokomotivføreren overvåger kørslen og varetager bl.a. lukning af dørene og igangsætning af toget på stationerne. Det vil desuden være et krav, at det nye signalsystem giver mulighed for en senere opgradering til ubemandet drift af S-togene. Opgraderingen af signalsystemet og andre nødvendige investeringer for at indføre ubemandet drift er ikke en del af Signalprogrammet. Disse udgifter vil udgøre langt hovedparten af omkostningerne ved overgangen til ubemandet drift.

For fjernstyringssystemet er det lagt til grund, at der etableres et nyt system til erstatning for det nuværende, der blev taget i brug i 2006, jf. afsnit 5.3.3. Det skal ses i sammenhæng med, at der vil være en særlig udfordring at ombygge det eksisterende fjernstyringssystem og de nye fundamentale sikkerhedssystemer, mens S-banen er i fuld drift. Dog vil der i udbuddet være mulighed for at tilbyde genbrug af det eksisterende fjernstyringssystem.

Som en del af Signalprogrammet er der udviklet nye overordnede trafikale regler for S-banen. Trafikstyrelsen har i samarbejde med Banedanmark været ansvarlig herfor, jf. afsnit 5.4. Herudover er der planlagt en proces for udviklingen af mere detaljerede

regler i et samarbejde mellem Trafikstyrelsen, Banedanmark og togoperatøren på S-banen.

I dette kapitel beskrives først de eksisterende signalanlæg, nogle af de problemer som opleves på S-banen samt beskrivelsen af det økonomisk teknisk optimale scenarie i afsnit 5.2. Herefter følger afsnit 5.3 om det nye signalsystem, herunder togstop- og fjernstyring. Sidst behandles de trafikale regler i afsnit 5.4.

5.2 De eksisterende signalanlæg på S-banen

5.2.1 Behov for udskiftning af de eksisterende signalanlæg

På S-banen udløber levetiden for ca. 2/3 af sikringsanlæggene frem mod 2020, jf. tabel 5.1. Hvis sikringsanlæggene ikke udskiftes, inden deres levetid udløber, kan der ventes væsentlige forringelser af regulariteten. Levetiden for det nuværende HKT togkontrolsystem på S-banen udløber desuden omkring 2020.

I strategianalysen "Signalanalysen" fra 2006 blev det anbefalet at udskifte alle de eksisterende signalanlæg på S-banen med et helt nyt signalsystem. Anbefalingen om at udskifte med et nyt og moderne signalsystem skal blandt andet ses i sammenhæng med, at det allerede i dag er vanskeligt at sikre de rette kompetencer til at vedligeholde de eksisterende signalanlæg, der er baseret på forældede teknologier, jf. boks 5.1.

Tabel 5.1

Sikringsanlæg og linieblokke på S-banen efter alder.

Note 1: De nyere anlæg på S-banen findes hovedsageligt på Ringbanen og Ballerup-Frederikssund strækningen, hvor signalanlæggenes levetid udløber i perioden 2035-2046. På de øvrige strækninger skal ca. 80 pct. af anlæggene på S-banen udskiftes inden år 2020, mens 95 pct. skal skiftes inden 2028.

| Sikringsanlæg og linieblokke på S-banen efter alder | | | | | | |
|---|-----------|------------|-----------------------|--|------------|-----------------------|
| Udskiftningsdato | S-banen | | | S-banen undtaget Ringbanen og Ballerup-Frederikssund linjen ¹ | | |
| | Antal | Procent | Procent (akkumuleret) | Antal | Procent | Procent (akkumuleret) |
| 1992 to 2008 | 8 | 11 | 11 | 8 | 13 | 13 |
| 2011 to 2015 | 16 | 22 | 33 | 16 | 27 | 40 |
| 2016 to 2020 | 23 | 32 | 64 | 23 | 38 | 78 |
| 2021 to 2028 | 10 | 14 | 78 | 10 | 17 | 95 |
| 2040 to 2046 | 16 | 22 | 100 | 3 | 5 | 100 |
| Total | 73 | 100 | - | 60 | 100 | - |

Boks 5.1

Problemer i forhold til vedligeholdelse af de eksisterende signalanlæg på S-banen.

Problemer i forhold til vedligeholdelse af de eksisterende signalanlæg på S-banen

Anbefalingen i Signalanalysen fra 2006 om at udskifte det nuværende signalsystem på S-banen med et standard bybanesystem skal ses i sammenhæng med, at vedligeholdelsen af de eksisterende signalanlæg udgør et stigende problem. De eksisterende systemer er ca. 40 år gamle, og leverandørerne opretholder ikke længere produktion, reservedele eller know how for denne type anlæg. For at vedligeholde en række af de ældste anlæg skal Banedanmark bestille individuelt producerede reservedele, hvis der ikke kan benyttes dele fra kasserede anlæg.

Det er allerede i dag forbundet med betydelige problemer at ansætte medarbejdere med de rette kompetencer inden for de forældede teknologier. Banedanmark har stadig en række medarbejdere med stor indsigt i de eksisterende systemer, men mange af disse medarbejdere nærmer sig pensionsalderen. Disse problemer vil være stigende fremadrettet og vil give anledning til væsentlige risici i forhold til vedligeholdelse og opretholdelsen af regulariteten på S-banen, hvis signalsystemet ikke udskiftes.

I Signalanalysen fra 2006 anbefales det på denne baggrund at udskifte de eksisterende signalanlæg med et helt nyt og moderne signalsystem.

På strækningen Lyngby - Hillerød er der størst behov for at udskifte de eksisterende anlæg. Sikringsanlægget i Hillerød er det ældste på S-banen, og togkontrolsystemet på strækningen (F-HKT) har et lavere sikkerhedsniveau end på resten af S-banen, jf. afsnit 5.3.2.

Banedanmark har udarbejdet en forundersøgelse af, hvordan signalsystemet mellem Lyngby og Hillerød kan udskiftes med den nuværende signalteknologi på S-banen [Ref. 8]. Forundersøgelsen beskriver en fornyelse af de eksisterende sikringsanlæg med traditionelle anlæg og installation af et HKT togkontrolsystem svarende til resten af S-banen. I forundersøgelsen konkluderes det, at:

- Senest i 2014 skal et nyt sikringsanlæg være i drift på Hillerød station.
- Udgiften skønnes til ca. 450-550 mio. kr. for en udskiftning af signalsystemet på strækningen Lyngby - Hillerød med traditionelle sikringsanlæg og HKT.

Hvis der i efteråret 2008 træffes beslutning om en samlet udskiftning af signalsystemet på S-banen, forudsættes det i samtlige scenarier med afslutning før 2021, at signalanlæggene på strækningen Lyngby-Hillerød vil blive udskiftet som de første. Togtrafikken mellem Lyngby og Hillerød forventes dermed at kunne afvikles på det nye signalsystem fra 2014, når strækningen overgår til overvåget prøvedrift, jf. kapitel 10.

Hvis der derimod ikke træffes en beslutning i efteråret 2008 om at gennemføre en samlet udskiftning på S-banen eller hvis det besluttes at udskyde udskiftningen svarende til et scenarie med afslutning efter 2020, skal signalsystemet på strækningen Lyngby-Hillerød i stedet udskiftes med den traditionelle teknologi. En udskiftning

med traditionel teknologi vil dog være dyrere end en udskiftning med ny teknologi på strækningen som led i en samlet udskiftning af signalsystemet på S-banen¹¹.

Som det fremgår af tabel 5.1 skal ca. 2/3 af sikringsanlæggene udskiftes inden 2020. Inden for en kortere årrække skal der således under alle omstændigheder indledes en udrulning af et nyt, moderne signalsystem. Som følge af problemerne med at vedligeholde de eksisterende signalanlæg er der ikke grundlag for at videreføre det nuværende signalsystem, jf. Signalanalysens anbefalinger.

5.2.2 Signalfejl som følge af de nuværende signalanlæg

Udskiftningen af signalsystemet på S-banen vil øge kanalregulariteten, som er den rettidighed, Banedanmark stiller til rådighed for operatørerne. Det opnås 1) fordi gamle anlæg udskiftes med nye anlæg og dermed reduceres antallet af aldersbetingede fejl, 2) fordi teknologien i moderne signalsystemer er mere pålidelige end de gamle systemer, og 3) fordi det nye signalsystem har større kapacitet, der kan anvendes til at hæve regulariteten på S-banen.

En væsentlig årsag til signalfejl på S-banen i dag er de sporisationer, som anvendes til at registrere togene i de enkelte blokafsnit. I det nye signalsystem erstattes sporisationer med akseltællere eller en anden moderne togdetekteringsteknologi, jf. kapitel 3.

I det nuværende signalsystem på S-banen er der endvidere meget udstyr ved sporene, som er en væsentlig årsag til signalfejl. Det omfatter blandt andet fejl på lamperne i de ydre signaler. I moderne signalsystemer er der betydeligt mindre udstyr ved og i sporet.

Moderne signalsystemer giver desuden i langt større omfang end de eksisterende signalanlæg mulighed for forebyggende vedligeholdelse, inden der opstår fejl på anlægget.

5.2.3 Teknisk/økonomisk optimal udskiftning

Signalprogrammet har som følge af sit kommissorium dels analyseret den teknisk/økonomisk optimale udskiftning, dels den hurtigst mulige udskiftning og, jf. kapitel 2. Derudover har Banedanmark som følge af beslutning i projektets styregruppe undersøgt en række alternative udrulningsscenarier, der beskrives nedenfor.

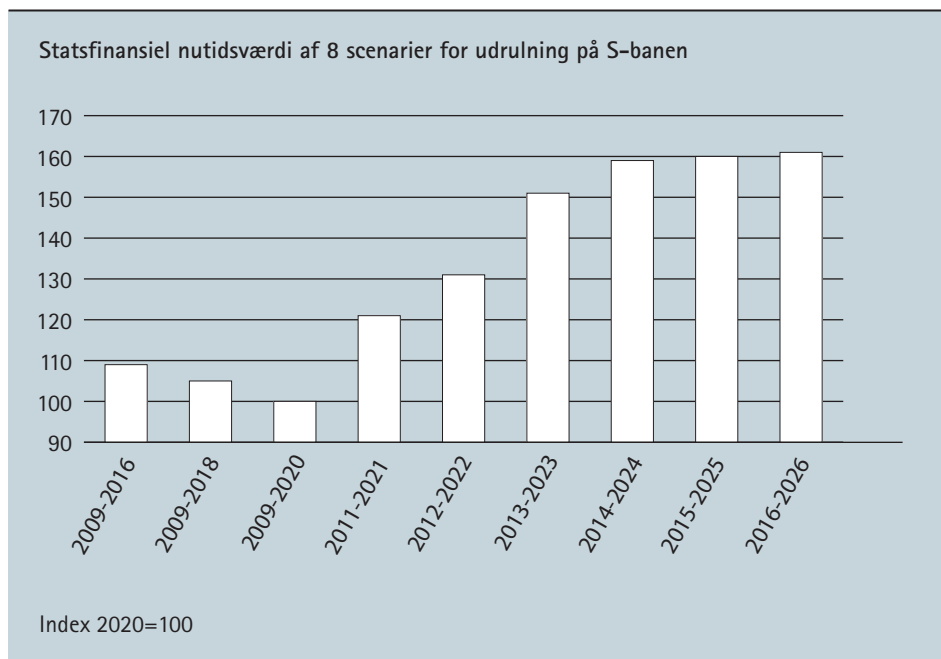
Det hurtigst mulige udrulningsscenarium afspejler det tidligst mulige tidspunkt, hvor det nye signalsystem vurderes at kunne være installeret på hele S-banen. Fastlæggelsen af det teknisk/økonomisk optimale scenarium er i Signalprogrammets

¹¹ Udgiften til at installere det nye signalsystem på delstrækninger er forholdsvis lav i forhold til den samlede anlægsudgift. Det skyldes, at en stor del af den samlede udgift til et helt nyt signalsystem er faste udgifter til fjernstyring, udstyr i togene, radiotransmission, generelt system design mv., som ikke er knyttet til udrulningen af signalsystemet på konkrete delstrækninger.

Figur 5.1

Statsfinansiell nutidsværdi af 8 scenarier for udrulning på S-banen

Note: Figuren viser anlægsudgifter til Signalprogram og udgifterne til at holde det eksisterende anlæg i drift som følge af udskydelse af Signalprogrammet til efter 2020. Udgifterne er omregnet til nutidsværdi med en rente på 4 pct.



projektforslag for S-banen [Ref. 4] vurderet at være en linievis udskiftning i én fase i der påbegyndes i 2009 og afsluttes omkring 2020. Udskiftningen skal begynde med en udskiftning af signalanlæggene på strækningen Lyngby – Hillerød. Denne konklusion understøttes af de alternative udrulningsscenarier, jf. Appendiks 1.

Det alternative udrulningsscenarie med afslutning i 2018 har en højere totalomkostning end udrulningsscenariet med afslutning i 2020, jf. figur 5.1. Dette skyldes, at den øgede risiko ved en forceret udrulning overstiger de besparelser på vedligeholdelse, der kan opnås ved en tidligere udskiftning af de eksisterende signalanlæg.

De alternative udrulningsscenarier, hvor både påbegyndelsen og afslutningen af udskiftningen udskydes, har ligeledes en højere totalomkostning end udrulningsscenariet med afslutning i 2020, jf. figur 5.1. Dette skyldes primært, at det er nødvendigt at øge omfanget af fornyelser af sikrings- og linieblokanlæg med den nuværende signalteknologi som følge af, at anlæggenes levetid udløber, inden det ny signalsystem installeres og ibrugtages. Disse omkostninger vil være tabte, når en totaludskiftning efterfølgende gennemføres.

Der er blevet gennemført en uddybende analyse af, om det vil være økonomisk hensigtsmæssigt at opdele udskiftningen af signalsystemet på S-banen i to faser, givet at sikringsanlæggene på strækningen Ballerup – Frederikssund og Ringbanen er relativt nye. Der har vist sig ikke at være økonomisk mest hensigtsmæssigt. Det er endvidere blevet undersøgt, om denne konklusion ændre sig, hvis signaludstyret på strækningen Lyngby-Hillerød udskiftes med konventionelt signalteknologi, og således også udskydes. Dette har heller ikke vist sig at være økonomisk hensigtsmæssigt. Det er således konklusionen, at det vil være økonomisk mest hensigtsmæssigt at udskifte signalsystemet på S-banen i et samlet forløb.

5.3 Signalsystemet

Udskiftningen af signalsystem på S-banen vil blive udbudt som en samlet opgave. Det vil sige, at den samme leverandør skal levere de fundamentale sikkerhedssystemer, togkontrollsystemet og evt. fjernstyringsanlægget¹².

Hvis der blev inddraget flere leverandører, ville der være behov for at udvikle grænseflader mellem systemerne fra forskellige leverandører. Signalprogrammet ville derved påtage sig en udviklingsrisiko med at få leverandørernes produkter til at tale sammen, hvilket ikke ville være hensigtsmæssigt. Det skal ses i sammenhæng med, at der ikke findes en international signalstandard for bybanesystemer svarende til ERTMS på fjernbanerne. Det taler også imod anvendelse af flere leverandører, at S-banen er et meget integreret jernbanenet, hvor togene benyttes fleksibelt på hele nettet, og hvor Københavns Hovedbanegård er knudepunkt for alle linjer bortset fra Ringbanen.

Signalsystemet vil blive udbudt som et funktionsudbud, hvor hovedparten af de tekniske løsninger holdes åbne, så leverandørerne i størst mulig grad kan benytte deres standardprodukter, hvor grænsefladerne allerede er håndteret.

Det afgørende ved tildelingen af kontrakten vil således ikke være leverandørernes konkrete tekniske løsning, men opfyldelsen af Signalprogrammets overordnede målsætninger.

For at der i Signalprogrammets projektforslag for S-banen [Ref. 4] kan angives udgifter, tidsplaner, risici, fordele for passagererne osv. ved en udskiftning af signalsystemet, er der opstillet en sandsynlig arbejdshypotese om den teknologiske løsning på S-banen.

I det følgende skitseres nogle af de mulige tekniske løsninger på S-banen. I projektforslaget er det forudsat, at signalsystemet vil være et såkaldt CBTC system med semiautomatisk togkontrol, og at der etableres et nyt fjernstyringssystem.

5.3.1 Fundamentale sikkerhedssystemer

Der findes to forskellige signalteknologier til bybaner på markedet. Begge teknologier har været i normal drift igennem en årrække, og det vurderes, at begge kan opfylde Banedanmarks driftsmæssige målsætninger for et nyt signalsystem:

- DTG (Distance to Go). Det eksisterende signalsystem på S-banen er sammenligneligt med et DTG system. DTG er baseret på faste blokafsnit, hvor signalsystemet registrerer togenes position via udstyr i tilknytning til sporerne, jf. kapitel 3. Et nyt DTG system vil dog være baseret på moderne teknologi, og sporisolatio-

12 Det afgøres i udbudsfasen, om det eksisterende fjernstyringsanlæg genbruges, jf. afsnit 5.3.3.

nerne er erstattet af moderne udstyr til at detektere togenes position på sporerne. Endvidere anvendes førerrumssignalering, så der installeres ikke ydre signaler.

- CBTC (Communication Based Train Control). CBTC er den nyeste generation af signalsystemer til bybaner. CBTC er et flydende blok system, hvor signalsystemet kommunikerer med togene ved hjælp af radiokommunikation. CBTC anvender også førerrumssignalering.

DTG og CBTC systemerne er yderligere beskrevet i boks 5.2.

ERTMS er udviklet specielt til fjernbaner og kan ikke umiddelbart anvendes på S-banen, hvor kapacitetsbehovet er større end det, som ERTMS understøtter.

DTG systemer er meget udbredte i Europa, Asien og Nordamerika. Det skal ses i lyset af, at DTG har været anvendt siden 1960'erne. Der installeres fortsat DTG systemer flere steder – fx er signalsystemet på Københavns Metro et DTG system.

CBTC systemer anvendes imidlertid i stigende grad i forbindelse med både nybygninger og fornyelsesprojekter. New Yorks metro er den første bybane, hvor CBTC har erstattet et eksisterende signalsystem på en bybane med en trafiktæthed og strækningshastighed svarende til S-banen. Der er igangsat tilsvarende fornyelsesprojekter på en række eksisterende baner (f.eks. Paris, London og Madrid). Således forventes antallet af CBTC systemer i drift på verdensplan at nærme sig 50 i 2010.

Boks 5.2

DTG og CBTC signalsystemer til bybaner.

DTG og CBTC signalsystemer til bybaner

DTG og CBTC systemerne adskiller sig på flere områder. DTG er baseret på faste blokke, mens CBTC anvender flydende blokke. CBTC systemer giver derfor mulighed for den mest fleksible bestemmelse af hastighedsprofilen og sikkerhedsafstanden til forankørende tog, jf. boks 3.2.

CBTC systemet indebærer endvidere, at der skal installeres mindre udstyr i sporene end med det nuværende system og andre DTG systemer. Det betyder lavere vedligeholdelsesomkostninger og gør et CBTC system nemmere at installere på en jernbane i drift. Den væsentligste grund til, at CBTC systemer har mindre udstyr i sporene er, at kommunikationen mellem sikkerhedssystemerne og togene er baseret på radiokommunikation, mens DTG systemer benytter udstyr i sporene.

Uanset hvilket system der vælges, skal der ikke etableres ydre signaler, idet lokomotivføreren får signalerne vist som et førerrumssignal. Begge systemer kan desuden understøtte overgang til semi-automatisk drift på S-banen.

I Signalprogrammet er det besluttet at tage udgangspunkt i et CBTC system som en arbejdshypotese ved fastsættelsen af budgettet mv., idet CBTC umiddelbart vurderes at være den teknisk og økonomisk mest fordelagtige løsning.

5.3.2 Togkontrol

Der er i dag installeret togkontrollsystemet HKT på alle strækninger på S-banen undtagen Lyngby-Hillerød. På strækningen mellem Lyngby og Hillerød er der installeret en forenklet form af HKT (F-HKT). F-HKT sikrer ikke, at toget holder før et stopsignal, og det overvåger ikke hastighedsoverskridelser men nedbremser først et tog, hvis det kører forbi et stopsignal. F-HKT har således et lavere sikkerhedsniveau end HKT, hvorfor der køres med en lavere hastighed på strækningen Lyngby-Hillerød, end på de S-baner, der har den fulde HKT-sikring.

Togkontrol er en integreret del af et moderne standardssystem til bybaner. Når signal-systemet udskiftes, bliver det højeste sikkerhedsniveau for det nuværende togkontrollsystem udbredt til hele S-banen.

5.3.2.1 Semiautomatisk togkontrol

Det nuværende togkontrollsystem på S-banen er et såkaldt ikke-automatisk system, som under normal drift alene har en overvågende funktion. Det er således lokomotivføreren, som kører toget. Togkontrollsystemet på S-banen er dermed i dag alene en sikkerhedsfunktion, der bremser toget, hvis lokomotivføreren ikke reagerer korrekt på signalerne.

Et semiautomatisk togkontrollsystem giver mulighed for, at systemet desuden kører toget under normal drift, mens lokomotivføreren overvåger kørslen og kun varetager bl.a. lukning af dørene og igangsætning af toget på stationerne.

Merudgiften til anlæg af et semiautomatisk system i forhold til et ikke-automatisk system skønnes at udgøre omkring 30 mio. kr., hvis det installeres som en del af det samlede nye signalsystem, jf. tabel 5.2. For yderligere oplysninger henvises til notatet Automation Level for the S-bane [Ref. 11].

Et semiautomatisk system indebærer en række driftsmæssige fordele i form af en mere ensartet og robust togstyring sammenlignet med et ikke-automatisk system. Semiautomatiske togkontrollsystemer har derfor en større ydeevne end ikke-automatiske systemer som det nuværende, hvilket kan udnyttes til at forbedre regulariteten og/eller øge kapaciteten samt muliggøre en mere energiøkonomisk kørsel, jf. kapitel 6 og 7.

Semiautomatisk togdrift vil desuden være et skridt på vejen til en eventuel senere overgang til ubemandet drift af S-togene. Ved ubemandet drift styres togene af togkontrollsystemet og fra fjernstyringscentralen, som det er tilfældet i dag på f.eks. Københavns Metro, jf. næste afsnit. En eventuel senere opgradering vil være markant billigere, hvis der i forvejen er installeret et semiautomatisk system på S-banen. Det skønnes således at koste ca. 300 mio. kr. at opgradere et signalsystem baseret på ikke-automatisk togkontrol til ubemandet drift, mens udgiften til en opgradering af et signalsystem baseret på semiautomatisk togkontrol vurderes at være marginal.

Tabel 5.2

Udgifter til ikke-automatisk og semiautomatisk togkontrol (mio. kr.).

Note 1: Heri er ikke medregnet udgifter til togkontrolanlæggene i togene.

| Udgifter til ikke-automatisk og semiautomatisk togkontrol (mio. kr.) | | |
|--|----------------------------|---------------------------|
| | Ikke-automatisk togkontrol | Semiautomatisk togkontrol |
| Merudgift ved installation ifm. Signalprogrammet i forhold til et ikke-automatisk system | - | 30 |
| Udgift ved senere opgradering af signalsystemet til ubemandet drift af S-togene ¹ | 300 | Marginalt |

Det vil være et krav i funktionsudbuddet, at det nye system er semiautomatisk, men den præcise tekniske løsning for at opnå semiautomatisk drift vælges på baggrund af leverandørernes tilbud. Semiautomatisk drift understøttes som nævnt af både DTG og CBTC.

5.3.2.2 Mulighed for opgradering til ubemandet drift af S-togene

Det er forudsat, at det nye signalsystem på S-banen skal give mulighed for en efterfølgende opgradering fra semiautomatisk til ubemandet drift af S-togene.

Lokomotivførernes opgaver med semiautomatisk togkontrol omfatter blandt andet:

- Overvåge at sporet er frit for forhindringer.
- Dørlukning, overvågning af passagerernes sikkerhed samt hjælp til handicappede ved ind- og udstigning.
- Igangsætning af toget ved afgang fra stationerne.
- Beskyttelse af passagerernes sikkerhed på toget, f.eks. hjælp til syge eller skadede passagerer og evakuering i nødsituationer.
- Overvåge om der er uregelmæssigheder i togets funktion.

Hvis det på et tidspunkt besluttes at indføre ubemandet drift af S-togene, vil det nye signalsystem skulle opgraderes. Opgraderingen vil blandt andet indbefatte, at togkontrolsystemet skal kunne lukke dørene automatisk. Fjernstyringscentralen skal ligeledes opgraderes, så en del af lokomotivførernes overvågningsopgaver kan varetages centralt.

De største investeringer ved indførelse af ubemandet drift af S-togene vedrører imidlertid ikke signalsystemet, men de øvrige anlæg på S-banen. Dette omfatter blandt andet:

- Tog der understøtter ubemandet drift. En evt. overgang til ubemandet drift kan derfor mest hensigtsmæssigt ske i forbindelse med en udskiftning af togene.
- Beskyttelse af passagererne på perronerne ved hjælp af perrondøre eller lignende.
- Indhegning af hele jernbanenettet.

- Mulighed for at passagererne kan kommunikere med fjernstyringscentralen fra perron og tog.
- Øget kamera overvågning af perroner og tog
- Tunnelventilation og redningsveje i Boulevardtunnelen.
- Ændringer af de trafikale regler.

Dertil kommer en række ændringer i personalets arbejdsforhold, da der ikke vil være behov for en lokomotivfører i toget, men i stedet må påregnes en større pulje af sikkerheds- og servicemedarbejdere, der konstant er i togene eller i nærheden af togene.

Som led i Signalprogrammet forberedes og installeres et signalsystem, der kan opgraderes til ubemandet drift af S-togene. Selve opgraderingen af signalsystemet og andre nødvendige investeringer for at indføre ubemandet drift er ikke en del af Signalprogrammet, jf. fodnote i afsnit 5.1.

5.3.3 Fjernstyring

Fjernstyringen på S-banen skal enten foregå fra det eksisterende fjernstyringssystem eller fra et nyt fjernstyringssystem. I projektforslaget er det forudsat, at der etableres et nyt fjernstyringssystem i en nybygget central, men i udbuddet holdes dette åbent, så leverandørerne også kan tilbyde at genbruge det eksisterende fjernstyringssystem.

Det nuværende fjernstyringssystem på S-banen blev taget i brug i 2006. Det er et moderne system med hovedparten af de funktioner, som kan forventes i et eventuelt nyt system. Sporskifter og signaler stilles således automatisk i henhold til køreplanen, og medarbejderne i fjernstyringscentralen varetager primært overvågningsopgaver og reagerer på afvigelser fra den planlagte drift.

Et nyt fjernstyringssystem vil herudover kunne opdage fejlsituationer og foreslå løsningsforslag til trafiklederen. Et nyt fjernstyringssystem ventes dog ikke at ændre grundlæggende ved den nuværende høje kvalitet af passagerinformationen på S-banen, der i dag varetages af DSB- S-tog.

Grunden til, at der i Signalprogrammet forudsættes etableret et nyt fjernstyringssystem, er:

- For at det nuværende fjernstyringssystem kan styre de nye signalanlæg, skal der udvikles en teknisk grænseflade mellem de to forskellige systemer i samarbejde med leverandøren af det eksisterende fjernstyringssystem. Det nuværende system er desuden ikke forberedt for semiautomeret drift.
- Det er en særlig udfordring, at det nuværende fjernstyringssystem skal varetage den daglige styring af det gamle signalsystem, samtidig med at et fjernstyringssystem skal udbygges med en teknisk grænseflade til det nye signalsystem. Et sådant grænsefladeprojekt vil indebære en høj risiko for merudgifter og forsinkelser. Dette skal sammenholdes med, at det nuværende fjernstyringssystem ville

kunne benyttes i en længere årrække fremover, indtil dets levetid udløber, hvis der blev etableret en grænseflade til det nye signalsystem.

- Risiciene ved etablering af en grænseflade mellem fjernstyringssystemet og de øvrige sikkerhedssystemer kan elimineres ved at etablere et nyt fjernstyringssystem. Det nye fjernstyringssystem skal i givet fald leveres af den samme leverandør som de fundamentale signalanlæg og togkontrolanlæg. Installation og afprøvning af et helt nyt fjernstyringssystem forventes at kunne ske med en minimal påvirkning af driften på S-banen.

Løsningen for fjernstyringen vil som nævnt blive konkurrenceudsat i forbindelse med udbuddet.

5.4 Trafikale regler

De trafikale regler er populært sagt færdselsreglerne for jernbanedriften. De indeholder regler og instruktioner for togkørsel, vedligeholdelse mv. I dag er statens banenet underlagt reglerne i Sikkerhedsreglementet af 1975. På S-banen anvendes der supplerende regler for det nuværende signalsystem.

Det er nødvendigt at udvikle et nyt sæt trafikale regler på S-banen i forbindelse med udskiftningen af signalsystemet. Herved udskiftes det eksisterende regelsæt, der er opstået ved en knopskydning af regler igennem en længere årrække, og som er tilpasset S-banens eksisterende signalsystem. Idet én leverandør vil stå for hele signalsystemet, vil det være fordelagtigt at tilpasse de trafikale regler til det nye signalsystem på S-banen i stedet for at tilpasse leverandørernes standardsystemer til de eksisterende trafikale regler.

Trafikstyrelsen har i samarbejde med Signalprogrammet gennemført et selvstændigt projekt om de overordnede trafikale regler på S-banen, som vil danne udgangspunkt for de samlede mere detaljerede trafikale regler. Herudover er der planlagt en proces for udviklingen af de mere detaljerede regler.

De detaljerede trafikale regler vil senere blive udarbejdet i samarbejde mellem Trafikstyrelsen, Banedanmark og togoperatøren på S-banen, idet Trafikstyrelsen udarbejder de overordnede regler, mens Banedanmark og togoperatøren udarbejder de underliggende dele, herunder instruktionen til de berørte medarbejdere. De trafikale regler, der udarbejdes af Banedanmark og togoperatøren, skal godkendes af Trafikstyrelsen. De nye regler forventes taget i brug i takt med, at det nye signalsystem udrulles. I den forbindelse vil det være en stor opgave at uddanne det berørte personale i de nye regler, jf. kapitel 12.

I de trafikale regler er der angivet retningslinjer for, hvordan togtrafikken afvikles i situationer, hvor de tekniske systemer ikke fungerer normalt. Ofte vil det være muligt at afvikle en begrænset køreplan, selvom der er fejl på systemet. Denne del af de trafikale regler betegnes Fall Back konceptet. Fall Back er nærmere beskrevet i afsnit 6.2.4.

6 Fordele for passagererne

6.1 Indledning

Udskiftningen af signalsystemet på hhv. fjernbanen og S-banen er udtryk for en nødvendig reinvestering i udlevede signalanlæg, men vil samtidig give nogle markante fordele for passagererne. En udskiftning af signalsystemerne vil således give følgende løft i kvaliteten på både fjernbanen og S-banen:

- Færre forsinkede tog
- Højere hastighed og derved kortere rejsetid på visse strækninger
- Sikkerhedsniveauet løftes på en række strækninger
- Bedre passagerinformation
- Spærretiden for nogle overkørsler bliver kortere
- Risiko for større og langvarige aldersbetingede nedbrud forsvinder
- Det nye system vil være mere driftssikkert, fordi der sker en dublering af en række kritiske komponenter.

Samlet set indebærer et nyt signalsystem en højere pålidelighed, højere kvalitet i togdriften og udbredelse af det højeste sikkerhedsniveau i det nuværende signalsystem til hele jernbanenettet.

På fjernbanen ventes en forbedring af kanalregulariteten på 2,8¹³ pct. point ved at udskifte de eksisterende signalanlæg med et ERTMS 2 niveau system, jf. afsnit 6.2. På S-banen ventes en forbedring på 0,8 pct. point ved at udskifte med et standard bybanesystem.

Et nyt moderne signalsystem har en større ydeevne, som i Signalprogrammet er forudsat udmøntet ved en bedre regularitet. Det kan senere vælges at udmønte dele af den større ydeevne til at køre flere tog på de enkelte strækninger til gengæld for en lavere regularitet, jf. afsnit 6.3.

¹³ De 2,8 pct point er med reference til et forsinkelseskriterium på 4:59 minutter. Dette er ækvivalent med 2.1 pct point med reference til et forsinkelseskriterium på 5:59.

Signalsystemet er i dag begrænsende i forhold til strækningshastigheden på enkelte strækninger på fjernbanen og S-banen, jf. afsnit 6.4. Ved at udskifte signalsystemerne vil strækningshastigheden kunne hæves på blandt andet hovedstrækningen nord for Hobro og mellem Lyngby og Hillerød på S-banen. Endvidere vil det nye signalsystem på fjernbanen være forberedt til hastigheder over 200 km/t. Det er således ikke signalsystemet, der bliver en begrænsende faktor for at øge hastigheden.

Sikkerheden på jernbanerne er i dag generelt meget høj. Sikkerhedsniveauet er dog ikke ens alle steder i dag, jf. afsnit 6.5. Når signalsystemerne udskiftes, løftes sikkerhedsniveauet på fjernbanen og S-banen til det højeste nuværende niveau.

Passagererne vil få bedre informationer om ventetiden til næste tog, forsinkelser mv. når signalsystemet på fjernbanen udskiftes, jf. afsnit 6.6. Selvom det ikke er et særskilt formål i Signalprogrammet at forbedre passagerinformationssystemet, vil grundlaget for passagerinformationen på fjernbanen blive forbedret, når fjernstyringssystemet bliver mere centraliseret og automatiseret.

For nogle af de overkørsler, hvor vejtrafikken kan passere jernbanesporene, vil det være muligt at forkorte den tid, vejtrafikken er spærret ved en togpassage, jf. afsnit 6.7. Overkørselsanlæggene skal udskiftes som led i Signalprogrammet, og i den forbindelse vil det være muligt at optimere nogle anlæg, så spærretiden for vejtrafikken bliver kortere.

Hertil kommer, at de nye signalsystemer på fjernbanen og S-banen indebærer en række besparelser i forhold til drift og vedligeholdelse, jf. kapitel 7.

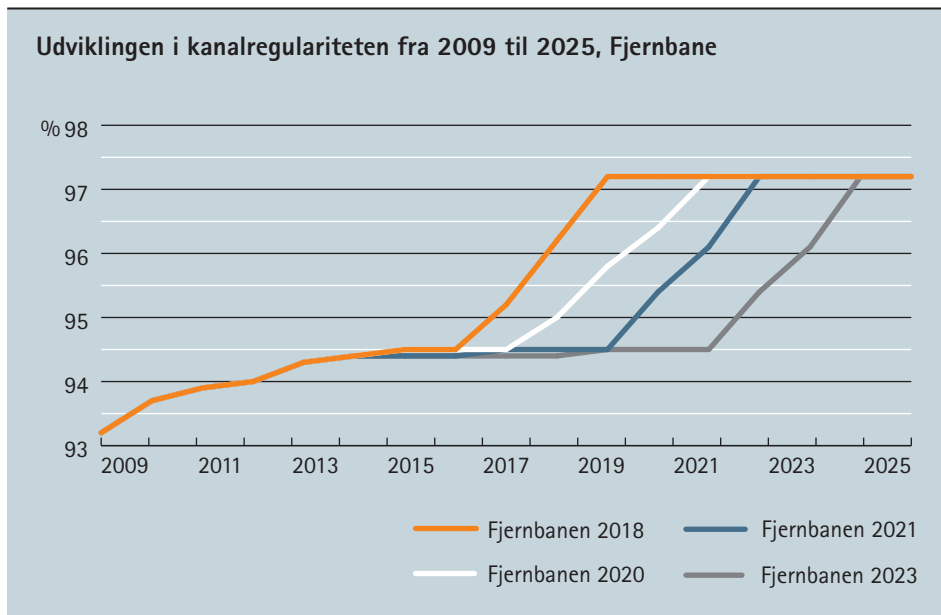
Fordelene ved de nye signalsystemer på fjernbanen og S-banen følger af nødvendige reinvesteringer i signalsystemerne for at undgå forringelser af driften fremover, jvf. figur 2.4 i kapitel 2.

Anlægsudgifterne til et nyt signalsystem skal således ikke modsvares af de her beskrevne fordele ved et nyt system. Anlægsudgiften afspejler primært en nødvendig reinvestering, som herudover giver de nævnte yderligere fordele.

I kapitlet gennemgås en række af de fordele, som opnås som følge af udskiftningen af signalsystemet. I afsnit 6.2 behandles regularitet herunder hvordan større trafikale nedbrud håndteres (Fall-back-strategi). I afsnit 6.3 og 6.4 behandles hhv. kapacitet, strækningshastighed og rejsetid. De følgende 3 afsnit handler som sikkerhed, trafikinformation og til sidst i afsnit 6.7: overkørsler

6.2 Regularitet

Den igangværende afvikling af efterslæbet på spor, der blev besluttet med trafikaftalen fra 2006, forventes at hæve den regularitet, som Banedanmark stiller til rådighed



Figur 6.1

Udviklingen i kanalregulariteten fra 2009 til 2025, Fjernbane.

for operatørerne (kanalregulariteten), til 94,4¹⁴ pct. for fjernbanen og 97,8 pct. for S-banen i 2014. Det forudsættes i trafikaftalen fra 2006, at den trafikale påvirkning fra signalfejl holdes stabilt på niveauet fra 2006.

En udskiftning af signalsystemerne vil herudover øge regulariteten som følge af færre signalfejl, jf. nedenfor. Indtil udskiftningen er gennemført, skal Banedanmark fastholde den trafikale påvirkning fra signalsystemet på niveauet fra 2006 ved en forøget vedligeholdelsesindsats og målrettet levetidsforlængelse af de eksisterende signalanlæg.

6.2.1 Fjernbanen

En udskiftning af de eksisterende signalanlæg på fjernbanen med et ERTMS 2 niveau system vil betyde en forbedring af regulariteten med 2,8 pct. point, når systemet er udrullet på hele fjernbanen, jf. figur 6.1.

En forbedring af regulariteten på 2,8 pct. point svarer til, at ca. 80 pct. af forsinkelserne, der primært er forårsaget af signalsystemet, elimineres på fjernbanen. De signalrelaterede fejl nedbringes dermed til det niveau, som leveres af moderne signalsystemer.

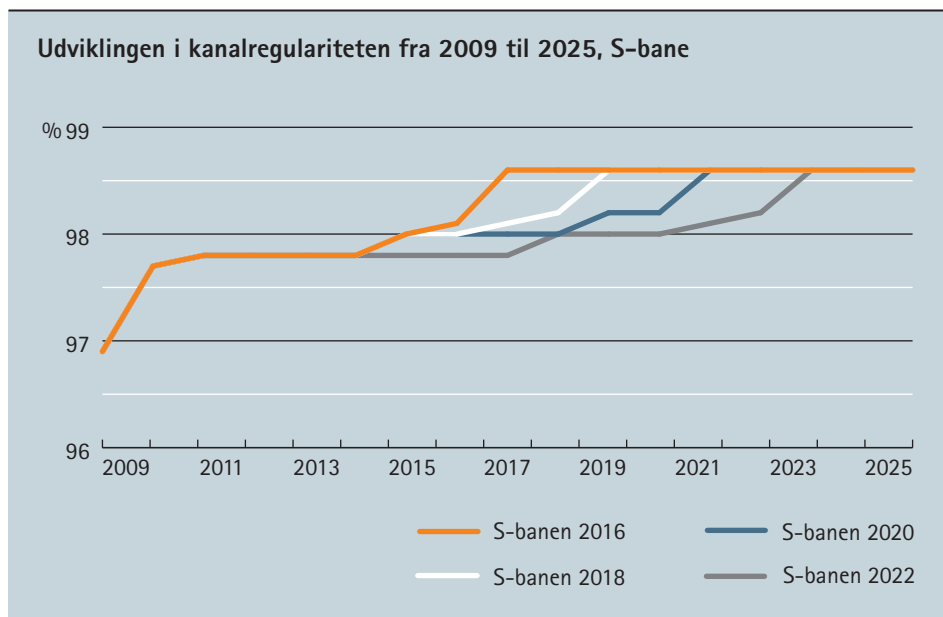
Den samlede kanalregularitet på fjernbanen skønnes til 97,2 pct., når hele genopretningen af jernbaneinfrastrukturen (spor, signaler mv.) er gennemført¹⁵.

¹⁴ Det bemærkes, at rettidighedskriteriet på fjernbanen fra 2009 ændres fra 5:59 til 4:59. Alle tal angives ved et rettidighedskriterium på 4:59.

¹⁵ Kanalregulariteten på fjernbanen på 97,2 pct., når hele infrastrukturen er genoprettet, er beregnet ved at lægge de 2,8 pct. point til den skønnede kanalregularitet på 94,4 pct. ved udgangen af aftaleperioden for trafikaftalen fra 2006.

Figur 6.2

Udviklingen i kanalregulariteten fra 2009 til 2025, S-bane.



Det er en forudsætning for at opnå den anførte kanalregularitet, at der afsættes de fornødne økonomiske midler og ressourcer til at vedligeholde infrastrukturen efter indhentelse af efterslæbet på jernbanenettet.

Den anførte kanalregularitet opnås først fuldt ud, når det nye signalsystem er fuldt implementeret og i stabil normaldrift¹⁶. I figur 6.1 vises udviklingen i kanalregulariteten for udrulningsscenarierne 2018 og 2020 samt de alternative udrulningsscenarier 2021 og 2023.

6.2.2 S-banen

På S-banen opnås en forbedring af regulariteten på 0,8 pct. point ved at udskifte signalsystemet med et moderne standard bybanesystem. Forsinkelseskriteriet på S-banen er pga. den tætte togfølge 2,5 min

Forbedringen af regulariteten på 0,8 pct. point svarer til, at ca. 50 pct. af de signalrelaterede togforsinkelser elimineres¹⁷.

På baggrund af de angivne forbedringer af spor og andre infrastrukturdele i trafikaltalen fra 2006 og forbedringerne som følge af et nyt signalsystem forventes en samlet

¹⁶ Det kan ikke udelukkes, at det nye signalsystem vil have en lavere regularitet i den første del af driftsperioden, indtil eventuelle indkørselsvanskeligheder samt fejl og mangler observeret under ibrugtagningen er udbedret.

¹⁷ I forhold til fjernbanen elimineres en mindre andel af forsinkelserne på grund af forskellen mellem de to banetyper.

kanalregularitet på ca. 98,6 pct.¹⁸, når hele jernbaneinfrastrukturen på S-banen er genoprettet.

Den anførte kanalregularitet opnås først fuldt ud, når det nye signalsystem er fuldt implementeret og i stabil normaldrift¹⁹. Figur 6.2 viser udviklingen i kanalregulariteten for udrulningsscenarierne 2016 og 2020 samt de alternative udrulningsscenarier 2018 og 2022.

6.2.3 Hvordan opnås den forbedrede regularitet?

Forbedringen af regulariteten på signalsiden opnås på to måder:

- Dels reduceres antallet af aldersbetingede fejl ved at udskifte gamle anlæg med nye.
- Dels er teknologien i moderne signalsystemer mere pålidelig og konfigureret så den medfører færre fejl end de gamle systemer.
- Det nye system vil have lidt større kapacitet end det gamle system, hvilket i alle beregninger forudsættes anvendt til at forbedre regulariteten.

Den forventede forbedring ved indførelsen af moderne signalsystemer opnås således ved en række forbedringer i forhold til de gamle teknologier:

- Færre og industrielle kvalitetssikrede komponenter med færre forbindende kabler.
- Et mere ensartet og bedre sammenhængende system
- Forbedret overvågning af kritiske komponenter i signalsystemet. Dette muliggør forebyggende vedligeholdelse, inden der opstår fejl på anlægget og en hurtigere fejlretning når fejlen er sket.
- Større driftsstabilitet, idet en del af de kritiske komponenter dubleres i modsætning til det nuværende system, hvor komponenterne er forbundet serielt, hvor en enkelt fejl betyder, at systemet fejler. Systemet bliver dermed mere robust over for systemudfald f.eks. ved at installere en standby enhed, der kan tage over, hvis en enhed fejler.
- Sporisationer, som i dag anvendes til at registrere togene i de enkelte blokafsnit, erstattes af akseltællere eller en anden moderne teknologi, jf. kapitel 3.
- Førerrumssignalering på både fjern- og S-bane anvendes, og eliminerer behovet for ydre signaler, som i det eksisterende signalsystem er kilde til mange fejl.
- Moderne computerbaserede signalanlæg er mere robuste end de gamle relæbaserede anlæg.
- Samlingen af fjernstyringen på få lokaliteter betyder, at signalsystemet kan genoprettes hurtigere efter fejlsituationer.

18 Tallet er justeret under hensyntagen til køreplanen S07, som har en effekt på 0,2 pct. point i 2014.

19 Det kan ikke udelukkes, at det nye signalsystem vil have en lavere regularitet i den første del af driftsperioden, indtil eventuelle indkørselsvanskeligheder samt fejl og mangler observeret under ibrugtagningen er udbedret.

6.2.4 Fall Back

I de trafikale regler er der angivet retningslinjer for, hvordan togtrafikken afvikles i situationer, hvor de tekniske systemer ikke fungerer normalt. Denne del af de trafikale regler og den måde signalsystemet fungerer på, når der opstår fejl i signalsystemet betegnes Fall Back konceptet. (Som navnet antyder, er det det system og regelkompleks man "falder tilbage på" ved nedbrud)

Fall Back konceptet for de nye signalsystemer er grundlæggende anderledes end for det eksisterende system.

Moderne signalsystemer er mere pålidelige, og der vil kun sjældent opstå behov for at køre i Fall Back. Fall Back koncepterne i moderne signalsystemer kan derfor forenkles både teknisk og i forhold til de trafikale regler.

Det nuværende Fall Back koncept er udviklet til de eksisterende mekaniske signalsystemer, der har et markant lavere driftsikkerhedsniveau end moderne systemer. For at opretholde en høj regularitet har man i disse systemer suppleret med flere tekniske systemer og regelniveauer af mulige driftsformer, hvor systemerne stadig kan fungere, men med reduceret funktionalitet, kapacitet, regularitet etc.

Moderne signalsystemer er baseret på meget driftspålidelige centraliserede anlæg, der kun yderst sjældent fejler. Det opnås blandt andet ved, at alle driftskritiske funktioner dubleres, og ved at systemets tilstand overvåges, således at det opdages tidligt, hvis komponenter fejler, eller er ved at fejle, jf. ovenfor.

Samlet set vil antallet af fejl, der påvirker driften blive langt mindre, og den leverede rettidighed vil stige. Sagt på en anden måde opnås regularitetsforbedringer mere omkostningseffektivt ved at investere i signalsystemets opetid i forhold til investeringer i tekniske Fall Back systemer og særlige regler, som kun er nødvendige, når systemet fejler.

Fokus på opetiden for signalsystemet frem for Fall Back systemer indgår i forbedringen af regulariteten, som forventes ved at indførelsen af de nye signalsystemer.

Erfaringer fra andre lande har bekræftet, at simple Fall Back koncepter er fuldt tilstrækkelige. I den netop ibrugtagne Lötschberg basistunnel i Schweiz er der samtidig med ERTMS niveau 2 installeret få ydre signaler som grundlag for et udvidet Fall Back koncept. Imidlertid har ERTMS-systemet vist sig så driftssikkert, at Fall Back konceptet med de ydre signaler slet ikke er taget i brug. På bybaner har et simpelt Fall Back system uden supplerende ydre signaler vist sig at være tilstrækkeligt i fx London, Paris og Københavns Metro.

Endelig bør det nævnes, at et simplere Fall Back system reelt sæt hæver sikkerheden, da der er færre muligheder for misforståelser og tolkninger. Dette er især en fordel, når reglerne kun bruges sjældent.

6.3 Kapacitet

Regularitet og kapacitet er indbyrdes afhængige størrelser. Man kan så at sige veksle mellem kapacitet og regularitet. De to størrelser bør derfor ses i sammenhæng.

Hvis kapaciteten på en strækning er højt udnyttet, vil togene alt andet lige køre tættere. En tæt togfølge har en negativ virkning på regulariteten, fordi et enkelt togs forsinkelse vil påvirke mange efterfølgende tog og spredes til andre dele af jernbanelinjen. Omvendt er det nemmere at opnå en høj regularitet, hvis kapacitetsudnyttelsen er lav, fordi et forsinket tog påvirker færre efterfølgende tog, og forsinkelser hurtigere kan indhentes.

Kapaciteten afhænger herudover af fordelingen i køreplanen mellem hurtige og langsomme tog. Den højeste kapacitet kan opnås på jernbaner med en homogen trafik som fx på S-banen hvor alle tog er ens og på visse strækninger har samme standsningsmønster. Kapacitetsudnyttelsen er lavere på fjernbanen, hvor der er en blandet trafik med både hurtige gennemkørende tog, regionale tog med stop ved alle stationer, og langsomme godstog.

I Signalprogrammet er det som nævnt valgt at prioritere den højere ydeevne for de nye signalsystemer på fjernbanen og S-banen til en forbedring af regulariteten. Når det nye signalsystem er installeret, kan der disponeres mellem kapacitet og regularitet.

Det er generelt ikke muligt at opnå væsentlige forbedringer af kapaciteten på jernbanerne alene ved hjælp af signalsystemet. En væsentlig forøgelse af kapaciteten forudsætter normalt fjernelse af flaskehalse ved at bygge ekstra spor og transversaler, hvor der skabes mulighed for overhaling.

I Signalprogrammets projektforslag og beregninger er kapaciteten som sagt fastholdt svarende omtrent til de nuværende køreplaner. Konkret er der taget udgangspunkt i kapaciteten og trafikmønsteret i køreplanerne for S-banen i 2007 og fjernbanen i 2008, som er udvidet med DSB's lidt mere ambitiøse målsætninger i GTA ("Gode Tog til Alle"). De nuværende køreplaner er lagt til grund for beregningerne, idet der ikke findes en transportøkonomisk model, der kan anvendes til at fremskrive jernbanetrafikken frem til 2020.

6.3.1 Fjernbanen

ERTMS niveau 2 giver mulighed for en vis forøgelse af kapaciteten/regulariteten på fjernbanen i forhold til det nuværende signalsystem. Der vil således kunne køre lidt flere tog på den samme jernbanestrækning indenfor et givet tidsrum.

Den nuværende inddeling af strækningen i blokafsnit jf. kapitel 3. er et kompromis mellem flere forhold, herunder togenes hastighed og udgiften til at inddele i flere blokafsnit. Lokomotivføreren skal med det nuværende signalsystem desuden kunne nå at aflæse de ydre signaler. Der vises som udgangspunkt ydre signaler for to blokafsnit frem med det nuværende system.

Med ERTMS 2 kan signalsystemet se et vilkårligt antal blokafsnit frem, og de enkelte blokke kan derfor være kortere. Med det nye system skal der endvidere installeres mindre udstyr i sporet for hvert blokafsnit, hvorfor det er billigere at øge antallet af blokafsnit.

På strækningerne med de største kapacitetsproblemer er der imidlertid allerede gennemført tiltag til forbedring af kapaciteten, og gevinsterne ved et nyt signalsystem i forhold til kapaciteten vil derfor være mindre. Der er således allerede investeret i kortere blokafsnit og såkaldte sideforlagte linieledere til ATC togkontrolsystemet – fx mellem København og Roskilde – som giver nogle af de samme fordele som ERTMS niveau 2 på kapacitetssiden.

6.3.2 S-banen

På S-banen indebærer Signalprogrammets tekniske projektforslag til et nyt signalsystem en højere ydeevne end det nuværende system, jf. kapitel 5.

Semi-automatisk togkontrol skaber mulighed for en vis forbedring af kapaciteten/regulariteten, fordi et semi-automatisk system gennemsnitligt kan starte og stoppe toget hurtigere og køre toget mere optimalt i forhold til forankørende tog.

Desuden giver et flydende bloksystem (f.eks. et CBTC-system) mulighed for den mest præcise og effektive bestemmelse af togenes sikkerhedsafstand til forankørende tog. På den centrale strækning gennem København er en række af disse fordele allerede indhøstet ved investeringer i infrastruktur og optimering af det nuværende signalsystem. Der vil dog opnås yderligere kapacitet/regularitet på denne strækning ved indførelsen af et flydende bloksystem. Togene vil kunne køre tættere og bl.a. kan et tog køre til perron mens det forankørende tog forlader perronen.

6.4 Strækningshastighed og rejsetid

På enkelte strækninger på fjernbanen og S-banen er signalsystemet i dag begrænsende i forhold til hastigheden.

Når signalsystemerne udskiftes, vil signalanlæggene ikke længere begrænse togenes hastighed på Banedanmarks jernbanenet. Den højeste tilladte hastighed på en strækning vil fremover alene være bestemt af den øvrige jernbaneinfrastruktur, herunder sporets tilstand og konstruktion samt overkørsler, perronovergange, broer mv.

6.4.1 Fjernbanen

ERTMS 2 giver mulighed for at opgradere strækninger til hastigheder på over 200 km/t, da det bl.a. er specificeret til højhastighedstrafik. Det er således ikke signalsystemet, der bliver en begrænsende faktor for at øge hastigheden.

Signalsystemets nuværende begrænsninger i forhold til strækningshastigheden visse steder på fjernbanen fjernes med ERTMS niveau 2. Et eksempel er strækningen Hobro-Ålborg, hvor hastigheden vil kunne øges fra 120 km/t til 140-180 km/t afhængigt af de lokale forhold. For side- og regionalbaner kan strækningshastigheden visse steder øges fra 75/100 km/t til 120 km/t eller eventuelt 140 km/t.

Der kan herudover forventes en mindre generel reduktion af den gennemsnitlige rejsetid på fjernbanen. Lokomotivførerne vil med det nye system få en løbende opdatering af den maksimale hastighed og bremseafstanden til det forankørende tog. Det gør det muligt at køre mere glidende med færre opbremsninger. Med det nuværende system opdateres lokomotivføreren punktvis ved de enkelte signaler, og han skal køre med en given hastighed, indtil han passerer det næste signal²⁰.

6.4.2 S-banen

På strækningen Lyngby - Hillerød indebærer signalsystemet i dag en begrænsning af hastigheden, idet sporene og den øvrige jernbaneinfrastruktur er forberedt til en højere hastighed end signalsystemet. Når signalsystemet udskiftes med et moderne system, vil S-togene kunne øge hastigheden fra 90/100 km/t til 120 km/t, som er den maksimale hastighed på S-banen i dag.

Herudover vil indførelse af semi-automatisk togkontrol på S-banen betyde en mindre generel reduktion af den gennemsnitlige rejsetid, jf. afsnit 6.3.2.

6.5 Sikkerhed

Sikkerheden på jernbanerne er i dag generelt meget høj. Det er en generel forudsætning for Signalprogrammet, at de nye signalsystemer på fjernbanen og S-banen som minimum skal have samme høje sikkerhedsniveau som i dag.

Sikkerhedsniveauet er imidlertid ikke ens alle steder i dag. Når signalsystemerne udskiftes på fjernbanen og S-banen, opnås et ensartet sikkerhedsniveau. Sikkerhedsniveauet løftes dermed visse steder, og der vil samlet set ske et løft af jernbanesikkerheden.

6.5.1 Fjernbanen

Der er i dag ikke installeret ATC togkontrol på hovedstrækningen nord for Hobro, ligesom der ikke findes ATC eller anden togkontrol på hovedparten af de regionale og lokale strækninger.

Desuden er enkelte strækninger på fjernbanen i dag ikke inddelt i blokafsnit, jf. kapitel 3. Det gælder fx hovedstrækningen mellem Hobro og Ålborg. Disse strækninger

²⁰ Teknisk skyldes dette, at det nuværende togkontrolsystem kun indhenter oplysninger om strækningshastigheden mv. ved nogle punkter langs sporene, hvorimod det nye system løbende indhenter oplysningerne kontinuerligt ved hjælp af radiokommunikation.

har et lavere sikkerhedsniveau end sammenlignelige strækninger, der er inddelt i blokafsnit.

Når signalsystemet udskiftes, vil der blive implementeret et ensartet togkontrollsystem på hele fjernbanen. Sikkerhedsniveauet på hele jernbanenettet løftes dermed til det højeste eksisterende niveau på fjernbanen i dag.

6.5.2 S-banen

På S-banen vil et nyt signalsystem bringe strækningen Lyngby - Hillerød op på samme høje sikkerhedsniveau som resten af S-banen. Når signalsystemet udskiftes, bliver det højeste sikkerhedsniveau for det nuværende togkontrollsystem således ud-bredt til hele S-banen.

6.6 Passagerinformation

Passagerinformation er de oplysninger, passagererne får om ventetiden til næste tog samt om forsinkelser og andre uregelmæssigheder via højttalere og skærme på stationerne.

Det er ikke et særskilt formål i Signalprogrammet at forbedre passagerinformations-systemet, men afledt af Signalprogrammet vil grundlaget for passagerinformationen på fjernbanen blive forbedret²¹.

Passagerinformation spiller en væsentlig rolle for passagerernes oplevelse, hvis deres tog er forsinket. Undersøgelser viser, at en forsinkelse, hvor passagerne kender tids-punktet for togets forventede ankomst, opleves mindre generende end en tilsvarende forsinkelse, hvor passagerne ikke kender det forventede ankomsttidspunkt.

Dette understøttes af erfaringer fra jernbaner med udbyggede passagerinformations-systemer – typisk bybanesystemer som Københavns Metro. Et velfungerende pas-sagerinformationssystem bidrager til at skabe troværdighed, og togpersonalet kan benytte informationerne til at kunne yde passagererne en bedre service.

6.6.1 Fjernbanen

Det vil forbedre grundlaget for passagerinformationen på fjernbanen, når der installeres et nyt fjernstyringssystem med færre centraler og en større grad af automatisering.

Passagererne vil dermed på en række stationer få mere præcise informationer om togtrafikken, og informationerne vil blive opdateret hurtigere. Det er navnlig i tilfæl-de af forsinkelser og andre driftsforstyrrelser, at informationen vil blive forbedret.

²¹ I Signalprogrammets budget er der dog medregnet udgifter til at integrere det eksisterende infor-mationssystem med det nye signal- og fjernstyringssystem.

Det nye fjernstyringssystem vil på mange strækninger have en højere automatiseringsgrad end det nuværende, jf. kapitel 3. Det kan derved opsamle flere og mere præcise informationer om togenes placering, ankomsttidspunkter og afvigelser i forhold til køreplanen. Samtidig forbedres grundlaget for den information om togdriften, der gives via Internettet, SMS mv.

Driften af passagerinformationen vil desuden blive samlet i færre centraler sammen med fjernstyringen. Det skaber mulighed for en mere effektiv varetagelse af passagerinformationen og derigennem et løft af kvaliteten af informationerne. I dag varetages passagerinformationen enten af særlige medarbejdere i de store fjernstyringscentraler eller også varetages den af de samme personer, som styrer togtrafikken. Begge disse løsninger giver en dårligere trafikinformation, end der vil kunne opnås ved et nyt centraliseret fjernstyrings- og trafikinformationssystem. Ikke mindst fordi det nye signalsystem vil kunne stille langt flere oplysninger om systemernes tilstand til rådighed og derfor give et klarere billede af, hvad situationen er, og hvornår den er løst, og dermed et bedre grundlag for at give information.

6.6.2 S-banen

Et nyt signalsystem på S-banen ventes ikke at ændre grundlæggende ved den nuværende høje kvalitet af passagerinformationen. Det skal ses i sammenhæng med, at det eksisterende fjernstyringssystem på S-banen i forvejen er centraliseret og automatiseret. Den nye fjernstyring på S-banen (DIC-S) er et eksempel på den teknologi som Banedanmark forventer det nye system vil give, blot vil der blive yderligere funktionalitet og muligheder da de underliggende systemer også udskiftes.

6.7 Overkørsler

På fjernbanen findes en række overkørsler, hvor vejtrafikken passerer jernbanesporerne. Overkørslerne på hovedstrækningerne og visse regional- og lokalbaner er sikret med automatiske bomme og vejsignaler. Disse overkørselsanlæg er en del af signalsystemet og skal derfor skiftes som led i Signalprogrammet. Der findes ikke overkørsler på S-banen.

Spærretiderne er i de senere år reduceret med $\frac{1}{2}$ - 1 minut pr. togpassage for en række overkørsler. Der er sket ved optimeringsprojekter, der er gennemført i forbindelse med opgradering af overkørslerne til en højere hastighed. Således er lukketiden for en række overkørsler allerede forbedret markant. Imidlertid forventes de samme forbedringer at blive opnået for yderligere overkørsler som følge af udskiftningen af signalsystemet. For hovedparten af overkørslerne vil spærretiden imidlertid ikke blive ændret mærkbart, når signalsystemet udskiftes.

I forbindelse med udskiftningen af udstyret i overkørsler vil det blive overvejet om overkørslen alternativt kan nedlægges. Sådanne overvejelser vil være en del af Banedanmarks generelle overkørselsstrategi, og der indgår ikke midler til nedlæggelse

af overkørsler i Signalprogrammets budget ud over de udgifter til udskiftning af overkørselsanlæg der måtte blive sparet ved.

6.8 Energi optimering

Togenes energiforbrug forventes at blive lidt lavere, når der installeres et nyt ERTMS 2 baseret signalsystem, idet moderne togkontrol- og fjernstyringsystemer gør det muligt at køre togene mere glidende med færre nedbremsninger. Togenes acceleration og nedbremsning (deceleration) er årsag til en væsentlig del af energiforbruget.

Det skyldes, at det nye signalsystem vil give en mere detaljeret viden om alle togs kørsel, ligesom udbygningen og centralisering af fjernstyringen vil betyde kontakt og kontrol med alle tog. Dermed kan det samlede kørselsmønster optimeres.

De schweiziske statsbaner (SBB) gennemfører for tiden et energibesparelsesprojekt i forbindelse med deres ERTMS- og fjernstyringsystemer. De foreløbige resultater indikerer et besparelspotentiale på 10-20 pct. Selvom de danske og schweiziske forhold ikke er direkte sammenlignelige, vil der muligvis også i Danmark være et potentiale for energibesparelser ved indførelsen af et nyt signalsystem på fjernbanen. Der foreligger imidlertid ikke en konkret opgørelse af besparelspotentialet i Danmark og det vil på nuværende tidspunkt være et meget usikkert skøn.

7 Økonomi

7.1 Indledning

Som beskrevet i afsnit 2.3.1 og 2.3.2 er der opstillet fire scenarier for en totaludskiftning af signalsystemet på hhv. fjernbanen og S-banen. I tabel 7.1 nedenfor ses totaludgiften for fire scenarier for hhv. fjernbanen og S-banen. Anlægsbudgettet mv. for de respektive scenarier gennemgås uddybende i afsnit 7.4.1 og 7.4.2

Anlægsbudgetterne er opstillet efter principperne i ny anlægsbudgettering. Der redegøres uddybende herfor i afsnit 7.2.

Samlet set er det Signalprogrammets vurdering, at de opstillede budgetter for fjernbanen og S-banen er realistiske.

I budgettet for Signalprogrammet er der afsat midler til at etablere nye signalanlæg på eksisterende strækninger, samt strækninger, som der er truffet politisk beslutning om at etablere (f.eks. Århus havnespor). For projekter, som der træffes beslutning om efter juni 2008, vil der særskilt skulle afsættes midler til etablering af signalanlæg i budgettet for disse projekter. Imidlertid vil der i størst muligt omfang blive optimeret mellem nybygningsprojekterne og Signalprogrammet. Dette vil f.eks. være aktuelt for anlægget af Femern bælt forbindelsen og de hertil hørende landanlæg.

| Anlægsbudget for Signalprogrammet for udvalgte scenarier (mio. kr., 2009-niveau) | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|---------|-------|-------|-------|
| Fjernbanen | | | | S-banen | | | |
| 2018 | 2020 | 2021 | 2023 | 2016 | 2018 | 2020 | 2022 |
| 15.726 | 15.121 | 15.076 | 15.301 | 3.371 | 3.313 | 3.123 | 3.256 |

Tabel 7.1

Anlægsbudget for Signalprogrammet for udvalgte scenarier (mio. kr., 2009-niveau).

Anm.: Anlægsudgifterne i tabellen omfatter en totaludskiftning af Banedanmarks signalsystem på fjernbanen med et ERTMS niveau 2 system og på S-banen med et standard bybanesystem. Ekskl. erfaringsbaseret korrektionstillæg ifølge ny anlægsbudgettering på i alt 30 pct.

Samlet besparelse på drift, fornyelse og vedligeholdelse, 2009-niveau (mio. kr. årligt)

| | Nuværende system/år | Nyt system/år | Besparelse/år | Besparelse 25 år |
|--|---------------------|---------------|---------------|------------------|
| Drift af trafikstyring | 176 | 131 | 45 | 1.125 |
| Vedligeholdelse af Banedanmarks signalanlæg | 200 | 140 | 60 | 1.500 |
| Vedligeholdelse tog ¹ | - | - | 27 | 675 |
| Sporvedligeholdelse som følge af slid fra sporisolatorer | 51 | 0 | 51 | 1.275 |
| Fornyelse hardware og software | 364 | 212 | 152 | 3.794 |
| I alt | 791 | 483 | 335 | 8.369 |

Tabel 7.2

Samlet besparelse på drift, fornyelse og vedligeholdelse

Anm.: De årlige omkostninger er gennemsnitsbetragtninger

Note 1: Det bemærkes, at besparelsen er beregnet ud fra en vurdering af vedligeholdelsesomkostningerne for det nye signalsystem og en vurdering af besparelspotentialet set i forhold til i dag. Derfor er der ikke opgivet omkostninger for det nuværende system og det nye system.

7.1.1 Besparelser og effektiviseringer som følge af det nye signalsystem

Når det nye signalsystem er installeret, vil udgifterne til drift og vedligeholdelse være betydeligt lavere end i dag. Samlet ventes der at blive tale om en besparelse på ca. 335 mio. kr. om året svarende til ca. 8,4 mia. kr. i signalsystemernes 25-årige levetid, jf. tabel 7.2. I besparelsen er medregnet drift af trafikstyringen, vedligeholdelse af Banedanmarks signalanlæg, sporvedligeholdelse som følge af slid fra sporisolatorer samt vedligeholdelse af udstyret i tog og arbejdskøretøjer.

På fjernbanen ventes både lavere vedligeholdelsesudgifter og lavere udgifter til at drive trafikstyringen. Det sidstnævnte forhold skyldes en centralisering og automatisering af fjernstyringscentralerne, når der installeres et nyt signalsystem.

På S-banen ventes alene lavere vedligeholdelsesudgifter, idet fjernstyringscentralen allerede i dag er centraliseret og automatiseret.

Det skal understreges, at der vil være nogen usikkerhed om besparelsens konkrete størrelse, indtil leverandørerne er udvalgt, og de endelige tekniske løsninger kendes.

7.1.2 Økonomisk sammenligning af scenarierne

Der er foretaget en økonomisk sammenligning af de udvalgte udrulningsscenarier, jf. afsnit 7.5. I tabel 7.3 nedenfor ses den relative samfundsøkonomiske effekt for de fire scenarier. Som det fremgår, scenariet med afslutning i 2021 på fjernbanen og afslutning i 2020 på S-banen den relativt bedste samfundsøkonomiske effekt.

Grunden til at scenariet med afslutning i 2021 samlet set har en bedre samfundsøkonomisk effekt i forhold til scenariet med afslutning i 2020 er primært, at nutidsværdien af anlægsudgifterne reduceres ved at udskyde gennemførelsen af projektet. Dertil kommer, at der færre risici forbundet ved scenariet med afslutning i 2021. Det

| Sammenligning af udrulningsscenarier, relativ samfundsøkonomisk effekt (mio. kr.) | | | | | | | |
|---|------|------|------|---------|------|------|--------|
| Fjernbanen | | | | S-banen | | | |
| 2018 | 2020 | 2021 | 2023 | 2016 | 2018 | 2020 | 2022 |
| -2.154 | 0 | 902 | -677 | -800 | -544 | 0 | -1.840 |

Tabel 7.3

Sammenligning af udrulningsscenarier, relativ samfundsøkonomisk effekt (mio. kr.).

Anm.: Der regnes relativt i forhold til 2020-scenarierne på både fjernbanen og S-banen.

samme forklarer, at 2020 scenariet på S-banen har en bedre samfundsøkonomisk effekt end 2016 og 2018 scenariet, mens en udskydelse til 2022 indebærer store udgifter til traditionel teknologi.

Den relative samfundsøkonomiske effekt på S-banen og fjernbanen skal blandt andet ses i forhold til, at de samlede udgifter på fjernbanen (omkring 15 mia. kr.) er markant større end udgifterne på S-banen (omkring 3 mia. kr.).

2020-scenarierne på både fjernbanen og S-banen har de laveste totalomkostninger målt i 2009-priser, jf. tabel 7.4.

Kapitel 7 er opdelt i følgende afsnit:

- Afsnit 7.2 Udarbejdelse af anlægsbudgettet; afsnittet fortæller kort om den metode, der er anvendt.
- Afsnit 7.3 Anlægs- og fornyelsesomkostninger ved udrulningsscenarierne; afsnittet fortæller kort om de principper, der er lagt til grund for opgørelsen af omkostningerne ved de enkelte udrulningsscenarier
- Afsnit 7.4 Resultater; afsnittet indeholder opgørelse af anlægsbudgettet for udrulningsscenarierne samt årsfordelinger og fordeling på virksomheder. Afsnittet indeholder ligeledes opgørelse af besparelspotentialet på drift, fornyelse og vedligeholdelse samt omkostningerne til drift, fornyelse og vedligeholdelse fordelt på projekt- og driftsperioden. Afsnittet er opdelt i en fjernbane del og en S-bane del.
- Afsnit 7.5 Økonomisk sammenligning af udrulningsscenarier; afsnittet indeholder sammenligninger af effekten på statsfinanserne, den relative samfundsøkonomiske effekt, totalomkostninger samt omkostningerne i perioden 2009-2014 for de udvalgte udrulningsscenarier på henholdsvis fjernbanen og S-banen.
- Afsnit 7.6 Sammenligning med Signalanalysen; afsnittet indeholder en sammenligning af Signalanalysens vurdering af anlægsbudgetterne for henholdsvis fjernbanen og S-banen med Signalprogrammets opgørelser af samme.
- Afsnit 7.7 Sammenligning med ERTMS niveau 1; afsnittet indeholder en overordnet sammenligning mellem signalfornyelse på basis af ERTMS niveau 2 (hovedforslaget) og ERTMS niveau 1

Tabel 7.4

Totalomkostning
(mio. kr., 2009-niveau).

| Totalomkostning (mio. kr., 2009-niveau) | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|---------|-------|-------|-------|
| Fjernbanen | | | | S-banen | | | |
| 2018 | 2020 | 2021 | 2023 | 2016 | 2018 | 2020 | 2022 |
| 20.508 | 20.064 | 20.704 | 23.550 | 4.326 | 4.301 | 4.132 | 6.042 |

Tabel 7.5

Udgiftselementer for fjernbanen og S-banen.

Note 1: GSM-R Voice er finansieret særskilt som led i Trafikaftalen fra 2006.

7.2 Udarbejdelse af anlægsbudgettet

Anlægsbudgettet for Signalprogrammet på henholdsvis fjernbanen og S-banen er opgjort i henhold til principperne i ny anlægsbudgettering.

Hovedformålet med ny anlægsbudgettering er at opstille realistiske budgetter. Forudsætningerne for budgettet skal dokumenteres, så eventuelle senere ændringer i bud-

| Udgiftselementer for fjernbanen og S-banen | |
|--|---|
| <p>1 Signalanlæg (centrale)</p> <ul style="list-style-type: none"> Fjernstyring Sikringsanlæg (centrale) Centrale togkontrollsystemer Omfatter produktion og installation | <p>6 Hjelpearbejder og -services</p> <ul style="list-style-type: none"> Bortskaffelse af gammelt udstyr og bygninger Udgifter under udrulning til erstatnings-busser mv. |
| <p>2 Signalanlæg (langs sporerne)</p> <ul style="list-style-type: none"> Sikringsanlæg (langs sporerne) Togkontrol langs sporerne Omfatter produktion og installation | <p>7 Udstyr i togene</p> <ul style="list-style-type: none"> Togkontrol i togene (inkl. privatbaner) Teknisk grænseflade til eksisterende togkontrollsystem på fjernbanen (STM) GSM-R udstyr (voice og data) i togene (Fjernbanen) samt voice og data radio (S-banen). |
| <p>3 Andre anlæg langs sporene</p> <ul style="list-style-type: none"> Tilpasning af kørestrømsanlæg Sporbesættelsesudstyr Omfatter produktion og installation | <p>8 Design, udvikling, test og godkendelser</p> <ul style="list-style-type: none"> Design og udvikling Test og sikkerhedsgodkendelse Manualer og systemdokumentation |
| <p>4 Telekommunikation</p> <ul style="list-style-type: none"> GSM-R data¹ infrastruktur (Fjernbanen) og radiosystem (S-banen) Fast transmissionsnetværk | <p>9 Projektledelse og -styring</p> <ul style="list-style-type: none"> Generel projektledelse og -styring Yderligere studier Trafikale regler |
| <p>5 Jord og bygninger</p> <ul style="list-style-type: none"> Bygninger til fjernstyringscentraler Bygninger til overordnede sikringsanlæg Hytter til mindre sikringsanlæg mv. | <p>10 Personaleforhold og uddannelse</p> <ul style="list-style-type: none"> Rekruttering Uddannelse og træning Fastholdelsesinitiativer |

gettet kan forklares. Dokumentationen indgår desuden i den eksterne kvalitetssikring af budgettet.

Budgetterne for fjernbanen og S-banen er i størst muligt omfang udarbejdet på baggrund af erfaringsbaserede priser. Imidlertid har det været en særlig udfordring i forbindelse med signalprojektet at fremskaffe erfaringsbaserede priser for især projektet på fjernbanen, idet der ikke tidligere er gennemført ERTMS niveau 2 baserede projekter af den størrelse eller kompleksitet. Derfor er priserne baseret på informationer fra en række kilder: leverandører, andre ERTMS niveau 2 projekter, Banedanmarks egne erfaringer mv. På den baggrund er der blevet opstillet prisintervaller. Derefter er der på baggrund af eksplicite ekspertvurderinger udvalgt enhedspriser. Begrundelsen for valgene er dokumenteret i budgetrapporten, jf. boks 7.1. I budgetterne er der afsat midler til afhjælpning af en række risici, som vurderes at indtræffe med meget stor sandsynlighed.

De overordnede udgiftselementer i budgetterne er beskrevet i tabel 7.5. En stor del af anlægsudgifterne er IT-investeringer, idet moderne signalsystemer er baseret på IT-systemer. Herudover vil der blandt andet være udgifter til fysiske anlæg (f.eks. bygninger) og projektstyring.

Anlægsudgiften er opgjort efter "skadevolderprincippet". Hvis en investering er nødvendig som følge af udskiftningen af signalsystemet på fjernbanen eller S-banen, er udgiften medtaget i et af budgetterne. Eksempelvis er der afsat midler i budgetterne til ændringer i kørestrømsanlægget og andre anlæg med en teknisk grænseflade til signalsystemet samt til bortskaffelse af de gamle signalanlæg. En del af anlægsudgifterne vedrører togkontrol og andet udstyr i togene og arbejdskøretøjerne,

Opgørelse af anlægsbudgettet

Anlægsbudgettet er opgjort ved en "bottom-up" tilgang, hvor der er forudsat en enhedspris og en mængde (dvs. antallet af komponenter) for hver del af det nye signalsystem på henholdsvis fjernbanen og S-banen.

Det er estimeret, hvor mange komponenter af forskellige typer der skal til for at implementere et nyt signalsystem. Disse skøn er baseret på arbejdshypoteserne om de tekniske løsninger for henholdsvis fjernbanen og S-banen, jf. kapitel 4 og 5. Estimerne er udarbejdet ved at inddele alle stationer og mellemliggende sporstrækninger i nogle standardtyper. For at installere det nye signalsystem på for eksempel en station af en given standardtype forudsættes der at være behov for et vist antal sporskiftedrev, et sikringsanlæg af en vis kompleksitet osv. Det er på denne baggrund skønnet, hvor mange komponenter der behøves i Signalprogrammet, ved at opregne til alle stationer og alle strækninger på Banedanmarks jernbanenet.

De anvendte enhedspriser for de forskellige typer af komponenter afspejler en samlet vurdering af indsamlede oplysninger fra flere kilder. Der er blandt andet indhentet oplysninger fra projekter i andre lande og fra Banedanmarks prisdatabase. For fjernbanen er de seks ERTMS leverandører i UNISIG desuden blevet bedt om at prissætte en fiktiv strækning med forskellige anlæg. Signalprogrammet har vurderet disse oplysninger og argumenteret for de anvendte enhedspriser i budget-rapporterne.

Boks 7.1

Opgørelse af anlægsbudgettet.

som finansieres inden for Signalprogrammet, men afholdes af togoperatørerne og entreprenørerne.

Anlægsbudgetterne for henholdsvis fjernbanen og S-banen præsenteres i afsnit 7.4.

7.3 Anlægs- og fornyelsesomkostninger ved udrulningsscenarierne

Udgangspunktet for analysen af de forskellige scenarier er, at de grundlæggende omkostninger til implementering af det nye signalsystem forudsættes at være uafhængige af udrulningsplanen. Denne antagelse er baseret på, at det er grundlæggende det samme, der skal installeres. Der vil i sagens natur være variationer – f.eks. flere timer til ledelse og tilsyn ved en længere udrulningsperiode, men dette vurderes at ligge indenfor usikkerheden.

Således kan variationen mellem scenarierne henføres til følgende elementer:

1. Midler til at imødegå risici.
2. Ekstraomkostninger som følge af udskudt opstart.
3. Midler til fornyelse og vedligeholdelse af de eksisterende anlæg indtil det nye anlæg kan tages i brug.

Nedenfor redegøres for de ovenstående tre udgiftstyper. Omkostningen for de enkelte scenarier gennemgås i afsnit 7.4.

Ad 1) Midler til at imødegå risici

I Signalprogrammets risikoanalyse er der identificeret en række risikoelementer, som vil indtræffe med meget stor sandsynlighed, jf. kapitel 8. I budgetterne for de forskellige udrulningsscenarier er der afsat midler til at imødegå sådanne risici. Disse budgetposter kan betragtes som budgetposter, hvor der knytter sig en forholdsvis stor usikkerhed til mængderne og priserne i forhold til de øvrige budgetposter.

Risikoanalysen for 2020-scenarierne både på fjernbanen og S-banen er lagt til grund for risikoanalysen for de øvrige udrulningsscenarier. Det er vurderet, om de risici, der er identificeret i 2020-scenarierne påvirkes, når udrulningsplanerne ændres, ligesom det er vurderet, om der opstår nye risici i medfør heraf, jf. projektforslagenes risikoreport [Ref. 3 og 4] for fjernbanens 2018-scenarie og S-banens 2016-scenarie samt appendiks 1 for de øvrige scenarier.

Ad 2) Ekstraomkostninger som følge af forlænget forberedelse eller udskudt opstart

I scenarierne med afslutning senere end 2020 på fjernbanen vil der skulle afholdes ekstraomkostninger, idet taledelen af det nye radiosystem (GSM-R) vil skulle anlægges tidligere end datadelen. Derudover vil der i fjernbane scenarierne, hvor opstarten udskydes til senere end 2009, skulle afholdes midler til genopstart af Signalprogrammet.

Ad 3) Midler til fornyelse og vedligeholdelse

Det vil være nødvendigt at afsætte midler til at forny og vedligeholde de nuværende signalanlæg indtil de nye signalsystemer kan tages i brug. Størrelsen af omkostningen hertil vil afhænge af, hvor hurtigt de nye signalsystemer tages i drift. Vurderingen af ekstraomkostningen udover det, der allerede er afsat midler til i forbindelse med trafiktalet fra 2006 [Ref. 1], er foretaget med udgangspunkt i oplysninger fra Banedanmarks Asset Management system og koordineret med Banedanmarks Fornyelsesplan for sikrings- og fjernstyringsområdet [Ref. 14], jf. Appendiks 1. Disse omkostninger indgår i den økonomiske sammenligning af udrulningsscenarierne, jf. afsnit 7.5.

7.4 Resultater

Nærværende afsnit indeholder følgende underafsnit for henholdsvis fjernbanen og S-banen:

- Opgørelse af de grundlæggende anlægsomkostninger
- Anlægsbudgettet for udrulningsscenarierne
- Anlægsbudgettets fordeling på år
- Anlægsomkostningernes fordeling på virksomheder
- Besparelser på drift, fornyelse og vedligeholdelse
- Drift, fornyelse og vedligeholdelse i projektperioden
- Drift, fornyelse og vedligeholdelse efter ibrugtagning af det nye signalsystem
- Igangværende og kommende anlægsprojekter med betydning for Signalprogrammet

7.4.1 Fjernbanen

På fjernbanen afspejler budgettet en totaludskiftning af signalsystemet med et nyt ERTMS niveau 2 baseret system. Der henvises til kapitel 4 for en beskrivelse af den tekniske løsning på fjernbanen.

7.4.1.1 De grundlæggende anlægsomkostninger

De grundlæggende anlægsomkostninger for fjernbanen, der er uafhængige af udrulningsscenarierne, er fordelt på de enkelte udgiftselementer i tabel 7.6.

Den største udgiftspost er signalanlæggene langs sporerne og i centrale bygninger. Dette omfatter blandt andet sikringsanlæg og fjernstyringen. Udgiften til disse anlæg på fjernbanen er opgjort til i alt 8,1 mia. kr. Heri er medregnet udgifter til produktion og installation af anlæggene, mens de tilknyttede udgifter til blandt andet bygninger, design og sikkerhedsgodkendelser indgår i andre budgetposter.

Telekommunikation er budgetteret til 1,0 mia. kr. på fjernbanen. Det skal ses i sammenhæng med, at ERTMS niveau 2 er baseret på datakommunikation mellem sikringsanlæggene og togene. Kommunikationsanlæggene er således en integreret del af sikkerhedssystemerne og skal sikkerhedsgodkendes som andre sikkerhedssystemer.

Tabel 7.6

Grundlæggende anlægsomkostninger på fjernbanen fordelt på udgiftselementer ekskl. midler til håndtering af risici.

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

| Grundlæggende anlægsomkostninger på fjernbanen fordelt på udgiftselementer ekskl. midler til håndtering af risici, 2009-niveau (mio. kr.) | | Grundlæggende anlægsomkostninger |
|---|---|----------------------------------|
| 1 | Signalanlæg (centrale) | 5.076 |
| 2 | Signalanlæg (langs sporerne) | 2.961 |
| 3 | Øvrige anlæg langs sporene | 73 |
| 4 | Telekommunikation | 988 |
| 5 | Jord og bygninger | 436 |
| 6 | Hjælpearbejder og -services | 353 |
| 7 | Udstyr i togene (togkontrol mv.) | 1.211 |
| 8 | Design, udvikling, test og sikkerhedsgodkendelser | 1.767 |
| 9 | Projektledelse og -styring | 1.402 |
| 10 | Personaleforhold og uddannelse | 280 |
| I alt | | 14.546 |

Jord og bygninger samt hjælpearbejder og -services er budgetteret til i alt 0,8 mia. kr.

Udstyret i togene og arbejdskøretøjerne på fjernbanen er budgetteret til 1,2 mia. kr. Dette omfatter nye togkontrolanlæg og kommunikationssystemer, der skal monteres i det rullende materiel, jf. afsnit 13.2. Budgetposten omfatter endvidere indkøb og installation af en såkaldt dansk STM, der skal monteres på alle tog med ERTMS udstyr, så de i udrulningsfasen forsat kan køre på strækninger med det nuværende ATC-system, jf. afsnit 4.3.8. Udgifterne til signaludstyret i togene (inkl. udgifterne til installation) er medregnet i Signalprogrammets budget, men kontrakterne og installationen af udstyret vil blive håndteret af togoperatørerne og entreprenørerne, der ejer det respektive rullende materiel.

Design, udvikling, test og sikkerhedsgodkendelser på fjernbanen er budgetteret til 1,8 mia. kr.

For fjernbanen alene udgør udgifterne til projektledelse og -styring 1,4 mia. kr. hvilket svarer til ca. 10 pct. af de samlede udgifter på fjernbanen²². Udgiften til projektledelse og -styring udgør en forholdsvis lav andel af projektets totaludgift i forhold til typiske projekters benchmark. Dette kan henføres til, at der er tale om en totaludrul-

²² Her er medregnet visse udgifter, der i budgettet ikke indgår under "projektledelse og -styring".

| Anlægsbudget på fjernbanen fordelt på scenarier | | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 2018 | 2020 | 2021 | 2023 |
| Grundlæggende anlægsomkostninger | 14.546 | 14.546 | 14.546 | 14.546 |
| Opdatering af programfasen | 0 | 0 | 0 | 75 |
| Deling af GSM-R kontrakt | 0 | 0 | 105 | 105 |
| Risikotillæg | 1.180 | 575 | 425 | 575 |
| I alt | 15.726 | 15.121 | 15.076 | 15.301 |

ning, hvor udgifterne til udvikling, sikkerhedsgodkendelse, fejlfinding, projektstyring mv. fordeles på en stor anlægsmasse.

Personaleforhold og uddannelse er budgetteret til 0,3 mia. kr. på fjernbanen. Dette omfatter bl.a. uddannelse af lokomotivførerne i det nye signalsystems virkemåde og de nye trafikale regler samt lokomotivførernes løn under uddannelsen, som finansieres inden for Signalprogrammet, men vil blive afholdt af togoperatørerne.

7.4.1.2 Anlægsbudgettet for udrulningsscenarierne

Det er kendetegnende for udrulningsscenarierne, at de alle grundlæggende omkostninger til implementering af det nye signalsystem forudsættes at være uafhængige af udrulningsplanen. Variationen mellem udrulningsscenariernes anlægsbudget består primært i et ændret risikobillede, jf. tabel 7.7 og afsnit 7.3.

Figur 7.1 illustrerer på overordnet niveau tidsplanerne for de 4 udrulningsscenarier, der er nærmere beskrevet i kapitel 9.

Tabel 7.7

Anlægsbudget på fjernbanen fordelt på scenarier.

Figur 7.1

Overordnede tidsplaner, Fjernbane.

| Overordnede tidsplaner, Fjernbane | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|------|-----------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------------|------|-----------------------|------|------|------|------|------|
| | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| 2018 | Udbud og kontrakt (2 år) | | Design (2 ½ år) | | Test og afprøvning (2 ½ år) | | Udrulningsfase (3 år) | | | | | | | | |
| 2020 | Udbud og kontrakt (2 år) | | Design (2 ½ år) | | Test og afprøvning (2 ½ år) | | Udrulningsfase (5 år) | | | | | | | | |
| 2021 | Udbud og kontrakt (3 år) | | | Design (3 år) | | Test og afprøvning (3 år) | | Udrulningsfase (4 år) | | | | | | | |
| 2023 | | | Op- mand. | Udbud og kontrakt (2 år) | | Design (2 ½ år) | | Test og afprøvning (2 ½ år) | | Udrulningsfase (4 år) | | | | | |

I *2020-scenariet* er der til risiko i budgettet medtaget 575 mio. kr., jf. principperne for Ny anlægsbudgettering [Ref. 6]. Dette beløb er begrundet i 4 hovedpunkter:

- Nødvendigheden af at benytte opdaterede version af standard GSM-R og ETCS kan komme i konflikt med leverandørernes interesser under udførelse. Endvidere kan grænseflader til andre leverandører (lande/rullende materiel) foranledige yderligere opdateringer.
- Fejl og mangler i de udarbejdede kravspecifikationer: Erfaringen viser, at der selv i de bedste projekter, altid er fejl og mangler i kravspecifikationer.
- Systemer og grænseflade problemer: Banedanmark har rollen som systemer og skal derved tage vigtige beslutninger og skære igennem ved tekniske problemer med eventuelle ekstra omkostninger for leverandørerne, der kan føre til tvister eller omkostninger, som Banedanmark må påtage sig.
- Det vil være nødvendigt at gennemføre undersøgelser af bygninger, master og tekniskabe med henblik på at identificere f.eks. asbest problemer, samt lignende studier. Omfanget heraf er ikke kendt.

I *2018-scenariet* er risikoposten øget med 605 mio. kr. i forhold til 2020 scenariet. Denne forøgelse er begrundet i følgende hovedforhold:

- Grundet det kortere tidsforløb skal der benyttes flere ledelsesressourcer. Dette giver flere projektinterne grænseflader og en øget arbejdsmængde til at styre dem. En øget arbejdsmængde øger risikoen for at der tages dårlige beslutninger under pres, hvis konsekvenser enten er øget arbejdsmængde eller flere erstatningskrav (claims) fra leverandører.
- Kortere tid til udbud vil øge risikoen for fejl i kravspecifikationer yderligere.
- Den kortere tid til udbud, design og udrulning vil øge risikoen for, at der skal foretages rettelser i det allerede udrullede system.
- Den kortere tidsplan øger risikoen for forsinkelser i sikkerhedsgodkendelserne både hos Trafikstyrelsen og assessorer.
- Den øgede parallelitet i udrulning i 2018 scenariet i forhold til 2020 scenariet øger risikoen for, at fejl udbredes til flere strækninger og medfører større forstyrrelser/forsinkelser.
- Den forkortede tidsplan øger risikoen for at datadelen af GSM-R nettet ikke bliver klar til tiden.

I *2021-scenariet* er risikoposten i budgettet reduceret med 150 mio. kr. i forhold til 2020-scenariet, fordi den ekstra tid, der afsættes til udbud og kontrahering samt design vurderes at reducere risikoen for fejl, mangler og misforståelser i kravspecifikationen. Til gengæld bliver det nødvendigt at opdele GSM-R kontrakten, hvilket medfører ekstraomkostninger for 105 mio. kr.

I *2023-scenariet* er risikoposten den samme som for 2020-scenariet. I 2023-scenariet er der endvidere sat 75 mio. kr. af til en opdatering af programfasen og 105 mio. kr. som følge af, at GSM-R kontrakten er nødt til at blive opdelt, fordi projektopstarten udskydes 4 år.

7.4.1.3 Anlægsbudgettets fordeling på år

Det samlede anlægsbudget for fjernbanen udgør mellem 15,1 og 15,7 mia. kr. for de udvalgte udrulningsscenarier. Anlægsbudgettet er fordelt på år i tabel 7.8.

I perioden 2009-2014 ligger omkostningerne på omkring 4 mia. kr. for både 2018- og 2020-scenarierne, mens der ved forlængelse af udbud og kontrahering samt design med i alt 2 år i 2021-scenariet opnås en halvering af omkostningerne i perioden. I 2023-scenariet, hvor projektopstarten udskydes til 2013 er det muligt at reducere anlægsudgiften i perioden til ca. 0,4 mia. kr., hvilket dog modsvares af yderligere fornyelsesudgifter, jf. afsnit 7.4.1.6.

I perioden 2015-2020 er der stort set ingen forskel på omkostningsniveauet for 2018-, 2020- og 2021-scenarierne, der alle ligger omkring 11 mia. kr. Det er i denne periode, at udrulningen primært gennemføres.

For 2023-scenariet, hvor udrulningen først afsluttes i 2023, ses det, at omkostningerne fordeler sig næsten ligeligt på omkring 7,5 mia. kr. i perioderne 2015-2020 og 2021-2023, hvilket skyldes, at udrulningen finder sted fra 2017-2023.

2018-scenariet har ingen aktiviteter efter 2020 og 2020-scenariet har i denne periode kun aktiviteter i forbindelse med projektafslutning. I 2021-scenariet afsluttes udrulningen først i 2021, hvilket afspejler sig i en omkostning på ca. 1,5 mia. kr., der afholdes efter 2020.

Det skal understreges, at anlægsbudgettets fordeling på år er foreløbig, idet de endelige udrulningsplaner først vil blive fastlagt, når leverandørerne er valgt, jf. kapitel 9.

7.4.1.4 Anlægsomkostningernes fordeling på virksomheder

Signalprogrammets grundlæggende anlægsomkostninger skal fordeles på fire typer af virksomheder, jf. tabel 7.9.

For at give et billede af de samlede omkostninger ved udskiftning af signalsystemerne er alle omkostninger medtaget i budgettet, uanset om de afholdes af Banedanmark, operatører eller andre. Således vil det f.eks. være operatørerne, som vil stå for

Tabel 7.8

Anlægsudgift for fjernbanen fordelt på tidsperioder.

| Anlægsudgift for fjernbanen fordelt på tidsperioder, 2009-niveau (mio. kr.) | | | | |
|---|-------------|-------------|---------|--------|
| Aktivetsperiode | 2009 - 2014 | 2015 - 2020 | 2021 -> | I alt |
| 2018-scenariet (2009 - 2018) | 4.326 | 11.400 | 0 | 15.726 |
| 2020-scenariet (2009 - 2020) | 4.007 | 11.037 | 77 | 15.121 |
| 2021-scenariet (2009 - 2021) | 1.987 | 11.642 | 1.447 | 15.076 |
| 2023-scenariet (2013 - 2023) | 418 | 7.609 | 7.275 | 15.301 |

Tabel 7.9

Fordeling af Signalprogrammets grundlæggende anlægsomkostninger for fjernbanen.

Anm.: Omkostningerne er eksklusiv risikotillæg.

| Fordeling af Signalprogrammets grundlæggende anlægsomkostninger for fjernbanen, 2009 niveau (mio. kr.) | |
|---|---|
| | Grundlæggende anlægsomkostninger |
| Banedanmark | 13.180 |
| Togoperatører | 1.204 |
| Entreprenører | 144 |
| Trafikstyrelsen | 17 |
| I alt | 14.546 |

implementering af mobile anlæg i togene. Derfor vil operatørerne stå for betalingen for denne udrustning, men operatørernes udgifter vil blive kompenseret over Signalprogrammets budget (den konkrete model herfor er endnu ikke fastlagt).

Banedanmarks investeringer til gennemførelse af Signalprogrammet udgør knap 13,2 mia. kr. Det svarer til mere end 90 pct. af de samlede investeringer.

Investeringerne for togoperatørerne og entreprenører med arbejdskøretøjer på fjernbanen udgør henholdsvis 1.189 og 144 mio. kr. til indkøb og installering af signaludstyr i det rullende materiel samt uddannelse af personale i det nye signalsystem, jf. tabel 7.9. Entreprenørerne er virksomheder, der udfører anlægs-, fornyelses- og vedligeholdelsesopgaver på jernbanenet.

Trafikstyrelsen skønnes at få behov for 16 mio. kr. for at varetage opgaver vedrørende fjernbanen, der er afledt af Signalprogrammet. Heri er ikke medregnet udgifter til den væsentlige del af Trafikstyrelsens opgaver i forhold til sikkerhedsgodkendelser, der forudsættes udført af assessorer, jf. Appendiks 3, og som dermed indgår i den del af budgettet, der er afsat til Banedanmark (jf. tabel 7.9). Den generelle assessorer betales af Signalprogrammet, og de specifikke assessorer betales af den leverandør, der skal have godkendelsen.

7.4.1.5 Besparelser på drift, fornyelse og vedligeholdelse

Det nye signalsystem på fjernbanen vil betyde lavere udgifter til både driften af trafikstyringen og vedligeholdelse af systemet. Den samlede besparelse på fjernbanen skønnes på nuværende tidspunkt til ca. 267 mio. kr. om året, når det nye signalsystem er installeret på alle strækninger, svarende til en samlet besparelse på ca. 6,7 mia. kr. over systemets levetid jf. tabel 7.10. Da der er tale om besparelsen, efter at det nye signalsystem er fuldt ibrugtaget er besparelsen uafhængig af det udrulnings-scenarie, der vælges.

| Besparelse på drift, fornyelse og vedligeholdelse, 2009-niveau (mio. kr.) | | | | |
|---|---------------------|----------------|----------------|------------------|
| | Nuværende system/år | Nyt system /år | Besparelse /år | Besparelse 25 år |
| Drift af trafikstyring | 144 | 99 | 45 | 1.125 |
| Vedligeholdelse af Banedanmarks signalanlæg | 160 | 112 | 48 | 1.200 |
| Vedligeholdelse tog ¹ | - | - | 20 | 500 |
| Sporvedligeholdelse som følge af slid fra sporisolatorer | 39 | 0 | 39 | 975 |
| Fornyelse hardware og software | 291 | 176 | 115 | 2.884 |
| I alt | 634 | 387 | 267 | 6.684 |

Drift af trafikstyringen

Trafikstyringen på fjernbanen vil blive billigere at drive end i dag, fordi der bliver færre trafikstyringscentraler, og fordi trafikstyringen vil være mere automatiseret. Der ventes at blive behov for 50-100 færre trafikstyringsmedarbejdere, hvilket er beskrevet nærmere i kapitel 12.

Udgiften til at drive trafikstyringen på fjernbanen ventes reduceret med ca. 45 mio. kr. årligt fra det nuværende niveau på ca. 144 mio. kr. til ca. 99 mio. kr., når det nye signalsystem er installeret på alle strækninger.

Vedligeholdelse af Banedanmarks signalanlæg

Det nye signalsystem på fjernbanen vil være billigere at vedligeholde end det nuværende system. Der vil være færre vedligeholdelsestunge komponenter i sporene, og det vil desuden bidrage til at reducere omkostningerne, at der bliver øgede muligheder for overvågning, forebyggelse af fejl og fjernvedligeholdelse end i dag.

Udgifterne til løbende vedligeholdelse og fornyelse af Banedanmarks signalanlæg skønnes reduceret fra 160 mio. kr.²³ til ca. 112 mio. kr. årligt. Dette afspejler en forventet reduktion på 30 pct. i udgifterne til løbende vedligeholdelsesopgaver (fejlretelse og forebyggende vedligeholdelse), hvortil kommer lavere udgifter til nødvendige fornyelser for at sikre anlæggenes funktion i deres forventede levetid.

Fornyelsesudgifterne for det nye system dækker hardware og software opgraderinger. Der forventes en årlige besparelse på 115 mio. kr. i forhold til Banedanmarks nuværende bevilling til fornyelse (for fjernbanen).

Opgørelsen af udgifterne til vedligeholdelse af det nye signalsystem er imidlertid forbundet med nogen usikkerhed. Vedligeholdelsesudgifterne for signalanlæggene

Tabel 7.10

Besparelse på drift, fornyelse og vedligeholdelse.

Anm.: De årlige omkostninger er gennemsnitsbetragtninger.

Note 1: Det bemærkes, at besparelsen er beregnet ud fra en vurdering af vedligeholdelsesomkostningerne for det nye signalsystem og en vurdering af besparelspotentialet set i forhold til i dag. Derfor er der ikke opgivet omkostninger for det nuværende system og det nye system.

²³ Et skøn baseret på en gennemsnitsbetragtning af vedligeholdelsesudgifterne i perioden 2006-2008.

afhænger således blandt andet af de tekniske løsninger, som forskellige leverandører tilbyder. Ved tildelingen af kontrakterne vil der blive lagt vægt på såvel anlægsudgifterne som de løbende udgifter til drift og vedligeholdelse (Life Cycle Cost) for derigennem at sikre den optimale løsning, hvor anlægsudgifter og løbende udgifter betragtes i sammenhæng. Vedligeholdelsesudgifterne kan derfor ikke opgøres nøjagtigt, før leverandørerne er udvalgt.

Der findes ikke sammenlignelige udgiftstal fra jernbaner i andre lande. Vurderingen af de fremtidige vedligeholdelsesudgifter for signalanlæggene 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 i anlæggenes levetid.

Sporvedligeholdelse som følge af slid fra sporisolatorer

Det forventes, at der vil være færre vedligeholdelsesomkostninger på sporområdet som følge af det nye udstyr til at registrere, om der er et tog i et fast blokafsnit, i forhold til i dag. I dag benyttes såkaldte sporisationer til at registrere togene i blokafsnittene. Sporisationerne forudsætter, at skinnerne skæres over, hvilket giver anledning til et stort slid på skinnerne omkring sporisationerne og ekstra vedligeholdelsesudgifter, jf. boks 3.1.

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

Vedligeholdelse af signalanlæg i tog og arbejdskøretøjer

De nye togkontrolanlæg i det rullende materiel er funktions- og omfangsmæssigt sammenligneligt med det eksisterende ATC udstyr, men det nye udstyr forventes at være mere pålideligt og billigere at vedligeholde end det eksisterende udstyr. Der forventes blandt andet at blive bedre mulighed for automatisk overvågning af udstyrets tilstand samt fjerndiagnosticering og -vedligeholdelse.

Besparselsen for togoperatørerne skønnes til ca. 20 mio. kr. om året. Det er Signalprogrammets vurdering, at der kan forventes en besparelse på vedligeholdelsesudgifterne på 30 pct. i forhold til i dag. Den samlede udgift til fremtidig vedligeholdelse vurderes at udgøre ca. 48 mio. kr. pr. år (eksklusiv arbejdskøretøjer, som i dag ikke er udrustet med togkontrolanlæg). Udgifterne omfatter løbende vedligeholdelse samt nødvendige hardware og software opgraderinger.

Der findes ikke sammenlignelige udgiftstal for vedligeholdelse af udstyret i det rullende materiel fra jernbaner i andre lande. Den estimerede besparelse er således forbundet med en vis usikkerhed og kan først vurderes endeligt, når leverandørerne er udvalgt, og de endelige tekniske løsninger kendes.

Øvrige besparelser

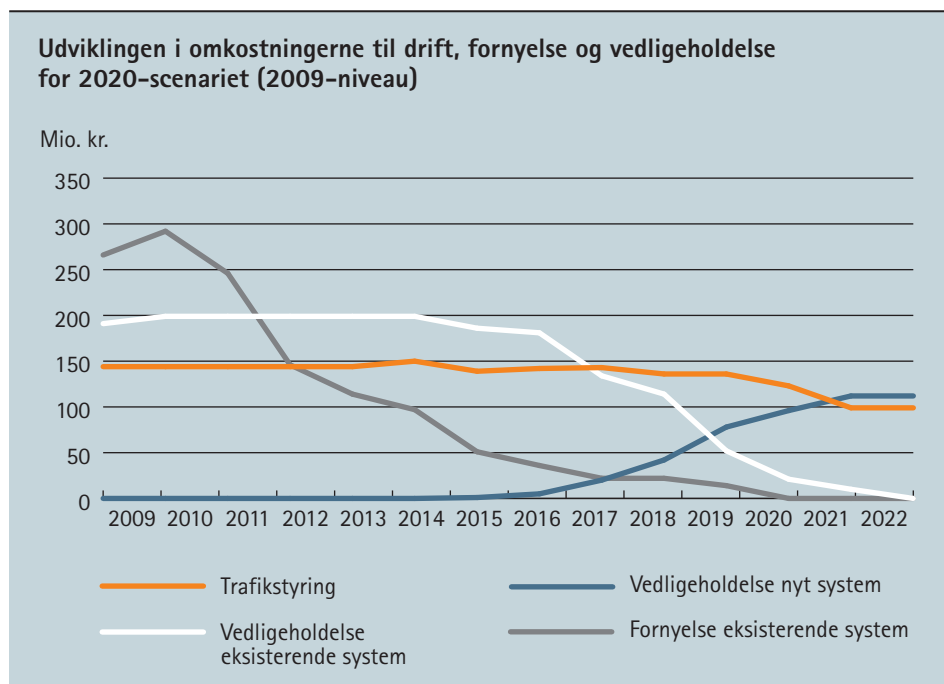
Togenes energiforbrug forventes at blive lavere, når der installeres et nyt ERTMS baseret signalsystem, idet moderne togkontrol- og fjernstyringssystemer gør det muligt at køre togene mere glidende med færre nedbremsninger, jf. afsnit 6.4.1. Togenes acceleration og nedbremsning (deceleration) er årsag til en væsentlig del af energiforbruget.

De schweiziske statsbaner (SBB) gennemfører for tiden et energibesparelsesprojekt i forbindelse med deres ERTMS- og fjernstyringssystemer. De foreløbige resultater indikerer et besparelspotentiale på 10-20 pct. Selvom de danske og schweiziske forhold ikke er direkte sammenlignelige, vil der muligvis også i Danmark være et potentiale for energibesparelser ved indførelsen af et nyt signalsystem på fjernbanen. Der foreligger imidlertid ikke en konkret opgørelse af besparelspotentialet i Danmark, hvorfor et lavere energiforbrug ikke er medregnet i opgørelsen af besparelserne på vedligeholdelses- og driftsudgifterne i tabel 7.10.

7.4.1.6 Drift, fornyelse og vedligeholdelse i projektperioden

Mens det nye signalsystem bliver installeret på fjernbanen, vil der i en periode være behov for at drive to trafikstyringssystemer, og der vil være visse udgifter til fornyelse og vedligeholdelse af både det eksisterende og det nye signalsystem.

Figur 7.2 illustrerer udviklingen i omkostningerne til drift, fornyelse og vedligeholdelse for det eksisterende signalsystem og det nye signalsystem for 2020-scenariets projektperiode. Fornyelses- og vedligeholdelsesomkostninger for det eksisterende signalsystem aftager, efterhånden som signalsystemet udfases, mens

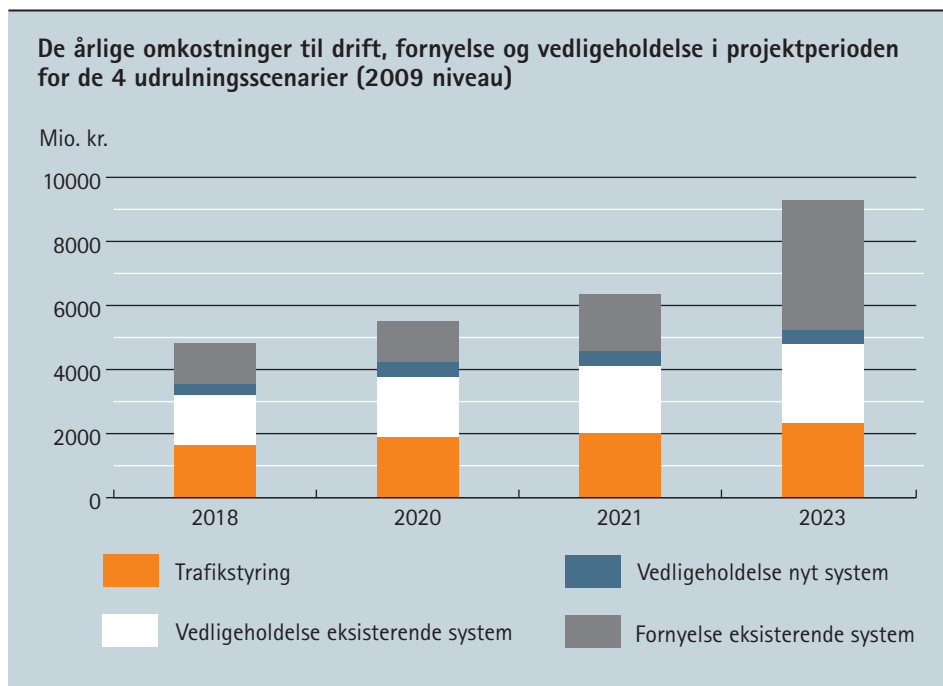


Figur 7.2

Udviklingen i omkostningerne til drift, fornyelse og vedligeholdelse for 2020-scenariet (2009-niveau).

Figur 7.3

De årlige omkostninger til drift, fornyelse og vedligeholdelse i projektperioden for de 4 udrulningsscenarier (2009 niveau).



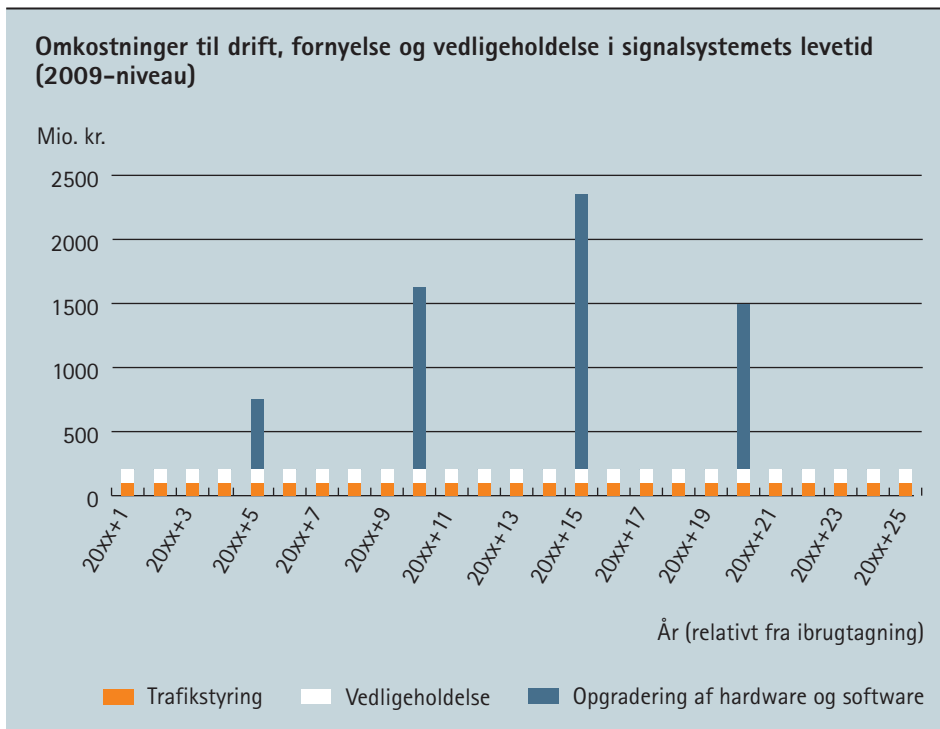
vedligeholdelsesomkostningerne for det nye signalsystem tiltager efterhånden, som det nye signalsystem tages i brug. Det bemærkes, at der også vil være knyttet fornyelsesomkostninger til det nye signalsystem, men behovet for fornyelse opstår først, når det nye signalsystem har været i normaldrift i en årrække, jf. afsnit 7.4.1.7, og fremgår derfor ikke af figur 7.2.

Omkostningerne til trafikstyring stiger en smule under udrulningen, da der er behov for at betjene både det eksisterende og det nye signalsystem, for derefter at falde til et niveau på ca. 99 mio. kr., når det eksisterende signalsystem er udfaset og det nye signalsystem er fuldt ibrugtaget. Der vil være et tilsvarende forløb for de øvrige scenarier.

Figur 7.3 viser omkostningerne til drift, fornyelse og vedligeholdelse i projektperioden for de 4 udrulningsscenarier. Omkostningerne varierer dels, fordi projektperioderne varierer (jo længere projektperiode, jo højere omkostninger) og dels fordi omfanget af nødvendige fornyelser varierer (jo længere projektet udskydes, jo højere fornyelsesomkostninger). I 2018- og 2020-scenarierne er det aktiviteter, som anført i Fornyelsesplanen [Ref. 14], der gennemføres, mens der i 2021- og 2023-scenarierne er et voksende behov for fornyelser udover det, der er planlagt i medfør af Fornyelsesplanen (eksempelvis fornyelse af type 1990 sikringsanlæg).

7.4.1.7 Drift, fornyelse og vedligeholdelse efter ibrugtagning af det nye signalsystem

Det nye signalsystem forventes generelt at have en levetid på ca. 25 år under forudsætning af, at der afsættes de fornødne midler til vedligeholdelse af anlæggene. Dette omfatter nødvendige opgraderinger af hardware og software i anlæggets levetid.



Figur 7.4
Omkostninger til drift, fornyelse og vedligeholdelse i signalsystemets levetid (2009-niveau).

Om 25 år forventes der at blive behov for at gennemføre en renovering af signalsystemet på fjernbanen, som ikke er dækket af de forudsatte vedligeholdelsesomkostninger. Til den tid vil fornyelsen være så omfattende, at det formentligt vil være økonomisk mest hensigtsmæssigt at skifte til et nyt signalsystem.

Trafikstyringssystemerne forventes at have en levetid på ca. 15 år. En fornyelse af trafikstyringssystemerne efter 15 år er indeholdt i de estimerede udgifter til vedligeholdelse og fornyelse.

Figur 7.4 illustrerer omkostningerne til drift, fornyelse og vedligeholdelse, når det nye signalsystem er fuldt ibrugtaget. Omkostningerne er uafhængige af det udrulningsscenarie, der vælges. Sidst i signalsystemets levetid skal det besluttes, om det skal etableres et nyt signalsystem eller om man vil søge at forlænge levetiden for det eksisterende signalsystem. Midler til denne fornyelse eller levetidsforlængelse er ikke medtaget.

Det bemærkes, at fornyelsesomkostningerne her forudsættes afholdt ca. hvert 5. år i systemets levetid. Dette skal blot illustrere, at der vil være behov for større opgraderinger af hardware og software i systemets levetid. Præcist, hvornår disse gennemføres i virkeligheden, afhænger af den løsning, der vælges.

7.4.1.8 Igangværende og kommende anlægsprojekter med betydning for Signalprogrammet

Signalprogrammets anlægsbudget tager udgangspunkt i, at signalsystemet skal udskiftes på alle de nuværende strækninger. Derudover er der i Signalprogrammets budget

indregnet udgifter til etablering af signalanlæg i forbindelse med de anlægsprojekter, der på nuværende tidspunkt er under udførelse i Banedanmark

For fjernbanen der i Signalprogrammets budget medregnet udgifter til signalanlæg for følgende igangværende anlægsprojekter, jf. tabel C.1.2 i Banedanmarks årsrapport for 2007 [Ref. 13]:

- KØR-projektet
- Århus Havnespor
- Perrontilpasning IC4 tog.

Projekter, hvor der ikke var truffet en endelig politisk beslutning, da Signalprogrammets projektforslag forelå i juni 2008, er ikke inkluderet i Signalprogrammets budget. Det gælder for eksempel etableringen af landanlæg i forbindelse med Femern Bælt forbindelsen, der først er besluttet i september 2008, og en række projekter under forberedelse i Trafikstyrelsen. Hertil kommer projekter, der igangsættes, mens det nye signalsystem udrulles.

For ovennævnte og øvrige ikke besluttede projekter vil der i deres budgetter særskilt skulle indregnes udgifter til etablering af signalanlæg samt tilslutning til fjernstyringscentraler.

I forbindelse med beslutning om nye anlægsprojekter vil det i størst muligt omfang blive tilstræbt at opnå stordriftsfordele ved koordinering mellem Signalprogrammet og nyanlægsprojekterne. Det kan for eksempel omhandle fælles sporspærringer, eller at etableringen af signalsystemet for andre projekter håndteres via Signalprogrammet.

Hvis nye projekter besluttes, inden Signalprogrammets endelige udbudsmateriale udsendes, vil disse projekters kapacitetsbehov i forhold til fjernstyringscentralen mv. blive søgt inkluderet i den endelige kravspecifikation. Eventuelle ekstraomkostninger herved bæres af det nye projekt.

7.4.2 S-banen

På S-banen er budgettet udarbejdet for en udskiftning af hele det nuværende signalsystem med et nyt standard bybane system. Den tekniske løsning på S-banen er beskrevet i kapitel 5.

7.4.2.1 De grundlæggende anlægsomkostninger

De grundlæggende anlægsomkostninger for S-banen, der er uafhængige af udrulningsscenerne, er fordelt på de enkelte udgiftselementer i tabel 7.11.

Den største udgiftspost på S-banen er signalanlæggene langs sporerne og i centrale bygninger, ligesom det er tilfældet på fjernbanen. Udgiften til sikringsanlæg, fjernstyring mv. udgør 1,4 mia. kr. på S-banen, når udgifter til produktion og installation af anlæggene m.v. medregnes, men ikke de tilknyttede udgifter til blandt andet design og sikkerhedsgodkendelser, som indgår i andre budgetposter, jf. tabel 7.11.

| Grundlæggende anlægsomkostninger for på S-banen fordelt på udgiftselementer ekskl. midler til at imødegå risici, 2009-niveau (mio. kr.) | | |
|---|---|----------------------------------|
| | | Grundlæggende anlægsomkostninger |
| 1 | Signalanlæg (centrale) | 767 |
| 2 | Signalanlæg (langs sporerne) | 291 |
| 3 | Øvrige anlæg langs sporene | 27 |
| 4 | Telekommunikation | 172 |
| 5 | Jord og bygninger | 103 |
| 6 | Hjælpearbejder og -services | 75 |
| 7 | Udstyr i togene (togkontrol mv.) | 462 |
| 8 | Design, udvikling, test og sikkerhedsgodkendelser | 548 |
| 9 | Projektledelse og -styring | 469 |
| 10 | Personaleforhold og uddannelse | 58 |
| I alt | | 2.972 |

Tabel 7.11

Grundlæggende anlægsomkostninger for på S-banen fordelt på udgiftselementer ekskl. midler til at imødegå risici.

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

Der er afsat knap 0,5 mia. kr. til udstyret i togene på S-banen. Dette omfatter togkontrolanlæg og kommunikationssystemer i togene inkl. installation og etablering af tekniske grænseflader til de nuværende togkontrolsystemer. Disse udgifter afholdes inden for Signalprogrammet, men kontrakterne på udstyret i togene og selve implementeringen af udstyret i togene vil blive håndteret af togoperatørerne (langt overvejende DSB S-tog).

Design, udvikling, test og sikkerhedsgodkendelser på S-banen er budgetteret til 0,5 mia. kr.

For S-banen alene udgør udgifterne til projektledelse og -styring godt 0,5 mia. kr.

Personaleforhold og uddannelse er budgetteret til knap 0,1 mia. kr. på S-banen. Dette omfatter bl.a. uddannelse af lokomotivførerne i det nye signalsystems virkemåde og de nye trafikale regler samt lokomotivførernes løn under uddannelsen, som finansieres inden for Signalprogrammet, men vil blive afholdt af togoperatørerne.

7.4.2.2 Anlægsbudgettet for udrulningsscenarierne

Det er kendetegnende for udrulningsscenarierne, at de alle grundlæggende omkostninger til implementering af det nye signalsystem forudsættes at være uafhængige af udrulningsplanen. Variationen mellem udrulningsscenariernes anlægsbudget består i et ændret risikobillede, jf. tabel 7.12 og afsnit 7.3.

| Anlægsbudget på fjernbanen fordelt scenarier, 2009-niveau (mio. kr.) | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 2016 | 2018 | 2020 | 2022 |
| Grundlæggende anlægsomkostninger | 2.972 | 2.972 | 2.972 | 2.972 |
| Risikotillæg | 400 | 340 | 150 | 283 |
| I alt | 3.372 | 3.312 | 3.122 | 3.255 |

Tabel 7.2

Anlægsbudget på fjernbanen fordelt scenarier.

Figur 7.5 illustrerer på overordnet niveau tidsplanerne for de 4 udrulningsscenarier, der er nærmere beskrevet i kapitel 10.

I *2020-scenariet* er der til risiko i budgettet medtaget 150 mio. kr. Dette beløb er begrundet i sandsynligheden for fejl og mangler i kravspecifikationerne. Erfaringen viser at der altid er fejl og mangler i kravspecifikationer, selv i de bedste projekter

I *2016-scenariet* er risikoposten øget med 250 mio. kr. i forhold til 2020-scenariet. Denne forøgelse er begrundet i følgende hovedforhold:

- Grundet det kortere udrulningsfase skal der benyttes flere ledelsesressourcer. Dette giver flere projektinterne grænseflader og en øget arbejdsmængde til at styre dem. En øget arbejdsmængde øger risikoen for at der tages dårlige beslutninger under pres, hvis konsekvenser enten er øget arbejdsmængde eller flere erstatningskrav (claims) fra leverandører.
- Selve risikoen for fejl og mangler i kravspecifikationer er den samme i 2016 scenariet og i 2020 scenariet. Konsekvensen er dog større i 2016 på grund af den øgede parallelitet i udrulningen i 2016 scenariet, hvilket gør, at eventuelle rettelser i allerede installerede komponenter skal foretages på hele/større dele af S-banen.
- Hvis der er fejl og mangler i leverandørens produkt, vil den kortere tid til udrulning og derved større parallelitet øge risikoen for nødvendigheden af rettelser på hele S-banen i stedet for dele af det.
- Ved forsinkelser i sikkerhedsgodkendelser hos Trafikstyrelsen og assessor vil den kortere udrulningstidsplan gøre, at chancen for at indhente en sådan forsinkelse er mindre. Dette giver en øget risiko i forhold til 2020 scenariet.
- Den øgede parallelitet i udrulning i 2016 scenariet i forhold til 2020 scenariet øger risikoen for at flere, mindre forstyrrelser/forsinkelser på dele af S-banen bliver til større forstyrrelser/forsinkelser på hele S-banen.
- I tilfælde af uenighed om brug af frekvenser til et nyt radiosystem til S-banen vil det være nødvendigt for leverandøren at gendesigne sit radiosystem. Den kortere udrulningstidsplan giver mindre mulighed for at indhente denne forsinkelse og derved den samlede risiko for projektet.

| 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) | | | | | |

I 2018-scenariet er de nødvendige risikoreducerende tiltag vurderet til at være 190 mio. kr. større end i 2020 scenariet.

Risikovurderingen for dette scenarie er baseret på 2016 scenariet. Tidsplanen for 2018 scenariet er baseret på 2020 tidsplanen til og med den første linie efter EDS strækningen. De to sidste linier vil i modsætning til 2020 scenariet blive rullet ud i parallel.

Sammenlignet med 2016 scenariet, hvor alle tre linier er rullet ud i parallel efter EDS strækningen, er det vurderet, at de afsatte midler til risikoreducerende tiltag kan reduceres med 25 pct. Denne vurdering er baseret på, at paralleliteten i udrulningen af de to sidste linier stadigvæk nødvendiggør risikoreducerende tiltag på grund af et øget ressourcebehov og sandsynligheden for at eventuelle fejl udbredes til flere linier end tilfældet ville være i 2020 scenariet.

I 2022-scenariet er de nødvendige risikoreducerende tiltag vurderet til at være 133 mio. kr. højere end i 2020 scenariet. Det beløb er begrundet i to forhold, som er forklaret nedenfor.

I 2016 scenariet er den kortere udrulningsfase vurderet til at nødvendiggøre risikoreducerende tiltag svarende til 250 mio. kr. I 2022 er udrulningsfasen længere end i 2016 scenariet, men dog stadigvæk kortere end i 2020 scenariet. De risikoreducerende tiltage som følge af den kortere udrulningsfase er vurderet til at være 25 pct. af de 250 mio. kr. vurderet i 2016 scenariet, altså 63 mio. kr.

I forhold til 2020 scenariet er det desuden nødvendigt at gennemføre konventionel resignalering på nogle dele af S-banen. Et resignaleringsprojekt og Signalprogrammet skal derfor arbejde på S-banen samtidigt. Denne parallelitet er vurderet til at nødvendiggøre risikoreducerende tiltag svarende til 60 mio. kr.

Figur 7.5

Overordnede tidsplaner, S-bane.

Anlægsudgift for S-banen fordelt på tidsperioder, 2009-niveau (mio. kr.)

| Aktivtetsperiode | 2009 – 2014 | 2015 – 2020 | 2021 -> | I alt |
|------------------------------|-------------|-------------|---------|-------|
| 2016-scenariet (2009 – 2016) | 2.505 | 866 | 0 | 3.371 |
| 2018-scenariet (2009 – 2018) | 2.027 | 1.286 | 0 | 3.313 |
| 2020-scenariet (2009 – 2020) | 1.900 | 1.212 | 11 | 3.123 |
| 2022-scenariet (2012 – 2022) | 289 | 2.625 | 341 | 3.256 |

Tabel 7.13

Anlægsudgift for S-banen fordelt på tidsperioder.

7.4.2.3 Anlægsbudgettets fordeling på år

Det samlede anlægsbudget for S-banen udgør mellem 3,1 og 3,4 mia.kr. for de udvalgte udrulningsscenarier. Anlægsbudgettet er fordelt på år i tabel 7.13.

I perioden 2009-2014 ligger omkostningerne på omkring 2,5 mia. kr. for 2016-scenariet og på omkring 2 mia. kr. for både 2018- og 2020-scenarierne, hvilket skyldes, at alle aktiviteter til og med Early Deployment (=test og afprøvning) afholdes i denne periode. I 2022-scenariet, hvor projektopstarten udskydes til 2012, er det muligt at reducere omkostningerne til ca. 0,3 mia. kr.

I perioden 2015-2020 afholdes for 2016-, 2018- og 2020-scenarierne de resterende omkostninger til udrulningen, hvilket beløber sig til mellem 0,9 og 1,3 mia. kr. I 2022-scenariet ligger udrulningen efter 2014, hvilket er forklaringen på, at der i denne periode ligger omkostninger for ca. 2,6 mia. kr.

Det er kun 2022-scenariet, der har udgifter af betydning efter 2020, ca. 0,3 mia. kr., hvilket skyldes, at udrulningen først afsluttes i 2022.

Det skal understreges, at anlægsbudgettets fordeling på år er foreløbig, idet de endelige udrulningsplaner først vil blive fastlagt, når leverandørerne er valgt, jf. kapitel 10.

7.4.2.4 Anlægsomkostningernes fordeling på virksomheder

Signalprogrammets grundlæggende anlægsomkostninger skal fordeles på fire typer af virksomheder, jf. tabel 7.14.

For at give et billede af de samlede omkostninger ved udskiftning af signalsystemerne er alle omkostninger medtaget i budgettet, uanset om de afholdes af Banedanmark, operatører eller andre. Således vil det f.eks. være operatørerne, som vil stå for implementering af mobile anlæg i togene. Derfor vil operatørerne stå for betalingen for denne udrustning, men operatørernes udgifter vil blive kompenseret over Signalprogrammets budget (den konkrete model herfor er endnu ikke fastlagt).

Banedanmarks investeringer til gennemførelse af Signalprogrammet udgør ca. 2,4 mia. kr. Det svarer til mere end 80 pct. af de samlede omkostninger.

| Fordeling af Signalprogrammets grundlæggende anlægsomkostninger for S-banen, 2009-niveau (mio. kr.) | |
|--|----------------------------------|
| | Grundlæggende anlægsomkostninger |
| Banedanmark | 2.426 |
| Togoperatører | 485 |
| Entreprenører | 51 |
| Trafikstyrelsen | 11 |
| I alt | 2.972 |

Tabel 7.14

Fordeling af Signalprogrammets grundlæggende anlægsomkostninger for S-banen.

Anm.: Omkostningerne er eksklusiv risikotillæg.

Togoperatørernes (primært DSB S-tog) og entreprenørernes investeringer udgør henholdsvis 485 og 51 mio. kr. til indkøb og installering af signaludstyr i togene samt uddannelse af personale i det nye signalsystem, jf. Tabel 7.14.

Trafikstyrelsen skønnes at få behov for 11 mio. kr. for at varetage opgaver vedrørende S-banen, der er afledt af Signalprogrammet. Heri er ikke medregnet udgifter til den væsentlige del af Trafikstyrelsens opgaver i forhold til sikkerhedsgodkendelser, der forudsættes udført af assessorer, jf. Appendiks 3, og som dermed indgår i den del af budgettet, der er afsat til Banedanmark (jf. tabel 7.14). Den generelle assessorer betales af Signalprogrammet, og de specifikke assessorer betales af den leverandør, der skal have godkendelsen.

7.4.2.5 Besparelser på drift, fornyelse og vedligeholdelse

På S-banen ventes det nye signalsystem at blive billigere at vedligeholde, ligesom det er tilfældet på fjernbanen. De samlede vedligeholdelsesudgifter på S-banen skønnes på nuværende tidspunkt at blive ca. 67 mio. kr. lavere om året, når det nye signalsystem er installeret på alle strækninger, svarende til ca. 1,7 mia. kr. over 25 år, jf. tabel 7.15. Da der er tale om besparelsen, efter at det nye signalsystem er fuldt ibrugtaget, er besparelsen uafhængig af det udrulningsscenarie, der vælges.

For driften af trafikstyringen på S-banen ventes der ikke at blive tale om en besparelse, idet det nuværende system allerede er centraliseret og automatiseret.

Drift af trafikstyringen

Driften af trafikstyringen på S-banen koster i dag ca. 32 mio. kr. om året, hvilket som nævnt forventes at svare til niveauet, når det eksisterende signalsystem er udskiftet på alle strækninger.

Vedligeholdelse af Banedanmarks signalanlæg

Vedligeholdelsesudgifterne for det nye signalsystem på S-banen forventes at blive lavere end i dag. Som på fjernbanen skyldes det blandt andet færre vedligeholdel-

| Besparelse på drift, fornyelse og vedligeholdelse, 2009-niveau (mio. kr.) | | | | |
|---|---------------------|---------------|---------------|--------------------|
| | Nuværende system/år | Nyt system/år | Besparelse/år | Besparelse i 25 år |
| Drift af trafikstyring | 32 | 32 | 0 | 0 |
| Vedligeholdelse af Banedanmarks signalanlæg | 40 | 28 | 12 | 300 |
| Vedligeholdelse tog ¹ | - | - | 7 | 175 |
| Sporvedligeholdelse som følge af slid fra sporisolatorer | 12 | 0 | 12 | 300 |
| Fornyelse hardware og software | 73 | 36 | 36 | 910 |
| I alt | 157 | 96 | 67 | 1.685 |

Tablet 7.15

Besparelse på drift, fornyelse og vedligeholdelse.

Anm.: De årlige omkostninger er gennemsnitsbetragtninger

Note 1: Det bemærkes, at besparelsen er beregnet ud fra en vurdering af vedligeholdelsesomkostningerne for det nye signalsystem og en vurdering af besparelsespotentialiet set i forhold til i dag. Derfor er der ikke opgivet omkostninger for det nuværende system og det nye system.

sestunge komponenter i sporene og bedre muligheder for at udføre forebyggende vedligeholdelse.

Udgifterne til vedligeholdelse vurderes at falde fra ca. 40 mio. kr.²⁴ til ca. 28 mio. kr. pr/år, når det nye signalsystem er installeret på alle strækninger. Størrelsen af besparelsen er dog forbundet med nogen usikkerhed, jf. ovenfor. Som på fjernbanen forudsættes udgifterne til løbende vedligeholdelse at blive reduceret med 30 pct., hvortil kommer markant lavere udgifter til løbende nødvendige fornyelser (fremover vil fornyelse alene omfatte opgraderinger af hardware og software).

Sporvedligeholdelse som følge af slid fra sporisolatorer

Som på fjernbanen forventes der også på S-banen en besparelse på sporvedligeholdelsen i forbindelse med fjernelsen af sporisationerne. Det ventes, at omkostningerne kan reduceres med 12 mio. kr. om året.

Vedligeholdelse af signalanlæg i tog og arbejdskøretøjer

Vedligeholdelsesudgifterne for det nye signalanlæg i tog og arbejdskøretøjer forventes at blive lavere end i dag. Som på fjernbanen forventes udstyret funktions- og omfangsmæssigt at være sammenligneligt med de eksisterende togkontrolanlæg, men mere pålideligt og billigere at vedligeholde end det eksisterende udstyr.

Besparselsen for togoperatørerne skønnes til ca. 7 mio. kr. om året. Det er Signalprogrammets vurdering, at der kan forventes en besparelse på vedligeholdelsesudgifterne på 20-30 pct. i forhold til i dag. Den samlede udgift til fremtidig vedligeholdelse vurderes at udgøre ca. 15 mio. kr. pr. år (eksklusiv arbejdskøretøjer, som i dag ikke er udrustet med togkontrolanlæg). Udgifterne omfatter løbende vedligeholdelse samt nødvendige hardware og software opgraderinger.

²⁴ Et skøn baseret på en gennemsnitsbetragtning af vedligeholdelsesudgifterne i perioden 2006-2008.

Usikkerheden på den estimerede besparelse er den samme som på fjernbanen.

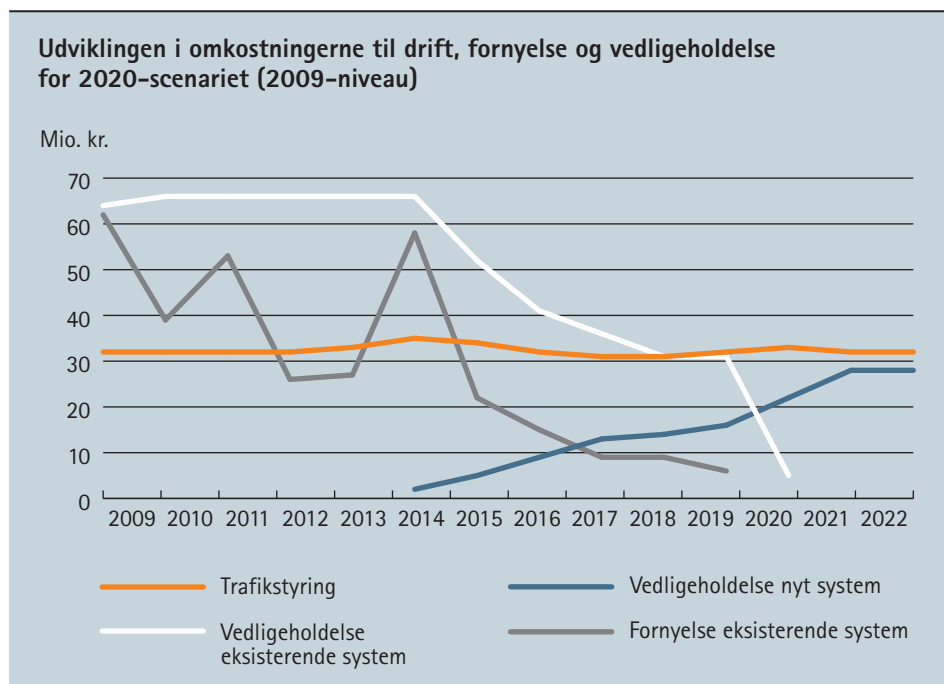
Øvrige besparelser

Togenes energiforbrug forventes at blive lavere, når signalsystemet på S-banen udskiftes med et moderne system. Implementeringen af et system med flydende blok og semi-automatisk drift samt forbedrede muligheder for en løbende tilpasning af køreplanerne til driftssituationen muliggør en mere jævn kørsel. Der foreligger imidlertid ikke en konkret opgørelse af besparelspotentialet, hvorfor et lavere energiforbrug ikke er medregnet i opgørelsen af besparelserne på vedligeholdelses- og driftsudgifterne i tabel 7.15.

7.4.2.6 Drift, fornyelse og vedligeholdelse i projektperioden

Mens det nye signalsystem bliver installeret på S-banen, vil der i en periode være behov for at drive to trafikstyringssystemer, og der vil være visse udgifter til vedligeholdelse af både det eksisterende og det nye signalsystem.

Figur 7.6 illustrerer udviklingen i omkostningerne til drift, fornyelse og vedligeholdelse for det eksisterende signalsystem og det nye signalsystem for 2020-scenariets projektperiode. Fornyelses- og vedligeholdelsesomkostninger for det eksisterende signalsystem aftager, efterhånden som signalsystemet udfases, mens vedligeholdelsesomkostningerne for det nye signalsystem tiltager efterhånden, som det nye signalsystem tages i brug. Det bemærkes, at der også vil være knyttet fornyelsesomkostninger til det nye signalsystem, men behovet for fornyelse opstår først, når det nye signalsystem har været i normaldrift i en årrække, jf. afsnit 7.4.2.7, og fremgår derfor ikke af figur 7.6.

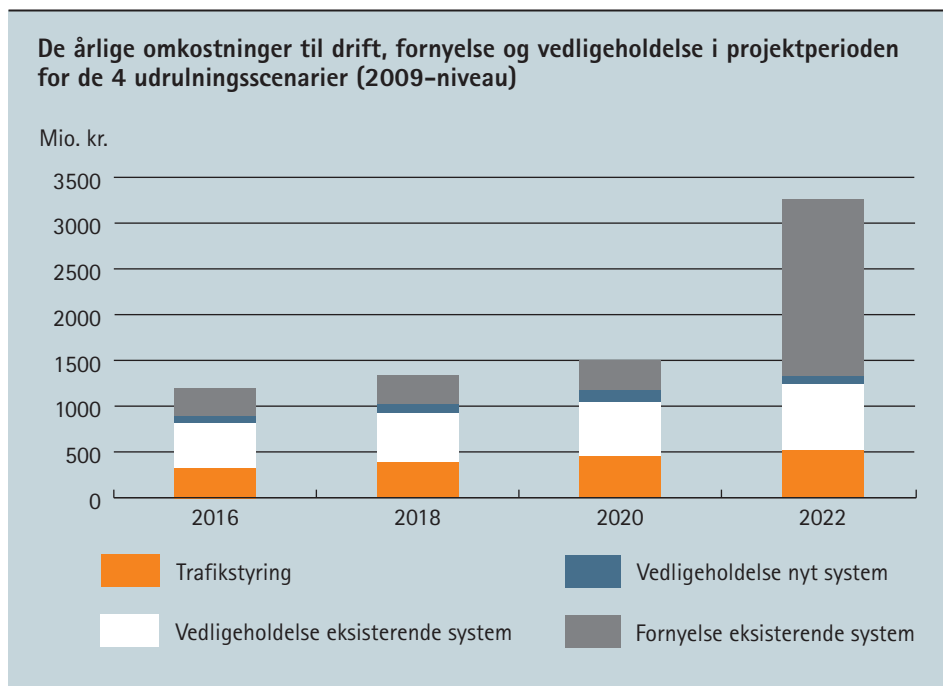


Figur 7.6

Udviklingen i omkostningerne til drift, fornyelse og vedligeholdelse for 2020-scenariet (2009-niveau)

Figur 7.7

De årlige omkostninger til drift, fornyelse og vedligeholdelse i projektperioden for de 4 udrulningsscenarier (2009-niveau).



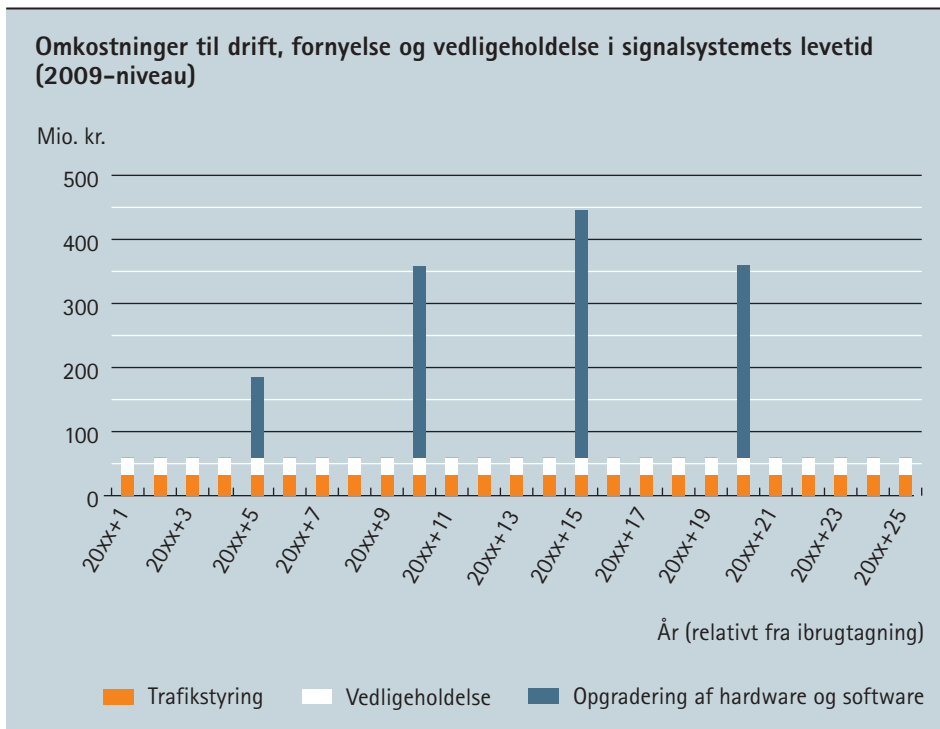
Omkostningerne til trafikstyring stiger en smule under udrulningen, da der er behov for at betjene både det eksisterende og det nye signalsystem, for derefter at ende på et niveau på ca. 32 mio. kr. svarende til niveauet i dag, når det eksisterende signalsystem er udfaset og det nye signalsystem er fuldt ibrugtaget. Der vil være et tilsvarende forløb for de øvrige scenarier.

Figur 7.7 viser omkostningerne til drift, fornyelse og vedligeholdelse i projektperioden for de 4 udrulningsscenarier. Omkostningerne varierer dels, fordi projektperioderne varierer (jo længere projektperiode, jo højere omkostninger) og dels fordi omfanget af nødvendige fornyelser varierer (jo længere projektet udskydes, jo højere fornyelsesomkostninger). I 2016-, 2018- og 2020-scenarierne er det aktiviteter, som anført i Fornyelsesplanen [Ref. 14], der gennemføres, mens der i 2022 scenariet er et markant øget behov for fornyelser (eksempelvis fornyelse af signalsystemet på strækningen Lyngby-Hillerød), jf. Appendiks 1.

7.4.2.7 Drift, fornyelse og vedligeholdelse efter ibrugtagning af det nye signalsystem

Signalsystemet på S-banen forventes at have en levetid svarende til signalsystemet på fjernbanen.

Figur 7.8 illustrerer omkostningerne til drift, fornyelse og vedligeholdelse, når det nye signalsystem er fuldt ibrugtaget. Omkostningerne er uafhængige af det udrulningsscenarie, der vælges. Sidst i signalsystemets levetid skal det besluttes, om det skal etableres et nyt signalsystem eller om man vil søge at forlænge levetiden for det eksisterende signalsystem. Midler til denne fornyelse eller levetidsforlængelse er ikke medtaget.



Figur 7.8

Omkostninger til drift, fornyelse og vedligeholdelse i signalsystemets levetid (2009-niveau).

Det bemærkes, at fornyelsesomkostningerne forudsættes afholdt ca. hvert 5. år i systemets levetid. Dette skal blot illustrere, at der vil være behov for større opgraderinger af hardware og software i systemets levetid. Præcist, hvornår disse gennemføres i virkeligheden, afhænger af den løsning, der vælges.

7.4.2.8 Igangværende og kommende anlægsprojekter med betydning for Signalprogrammet

I Signalprogrammets anlægsbudget for S-banen er medregnet udgifter til signalanlæg for følgende igangværende anlægsprojekter, jf. afsnit 7.2.1.5 og tabel C.1.2 i Banedanmarks årsrapport for 2007 [Ref. 13]:

- Nyt S-togsspor København H - Dybbølsbro (6. hovedspor)
- Nye S-tog, infrastruktur (for at de nye S-togs højere hastighed kan udnyttes, opgraderes jernbaneinfrastrukturen).

Øvrige projekter, hvor der ikke er truffet endelig politisk beslutning, er ikke inkluderet i Signalprogrammets budget, herunder projekter under forberedelse i Trafikstyrelsen.

7.5 Økonomisk sammenligning af udrulningsscenarierne

De forskellige udrulningsscenarier er sammenlignet økonomisk ud fra følgende parametre:

1. Effekten på *statsfinanserne* omregnet til en nutidsværdi.
2. Scenariets relative "*samfundsøkonomiske effekt*" der viser omkostningen for samfundet ved finansieringen 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).
3. *Totalomkostningen* der svarer til
 - Anlægsudgiften inkl. 30 pct. korrektionstillæg (reserve) som følge af ny anlægsbudgettering
 - Udgifter til fornyelse og vedligeholdelse af det gamle system udover de budgetterede udgifter i perioden 2007-2014, som finansieres af trafikafbalancen fra 2006.
 - Fra totalomkostningen fratrækkes overskydende midler til fornyelse og vedligehold fra trafikafbalancen fra 2006.

7.5.1 Effekten på statsfinanserne

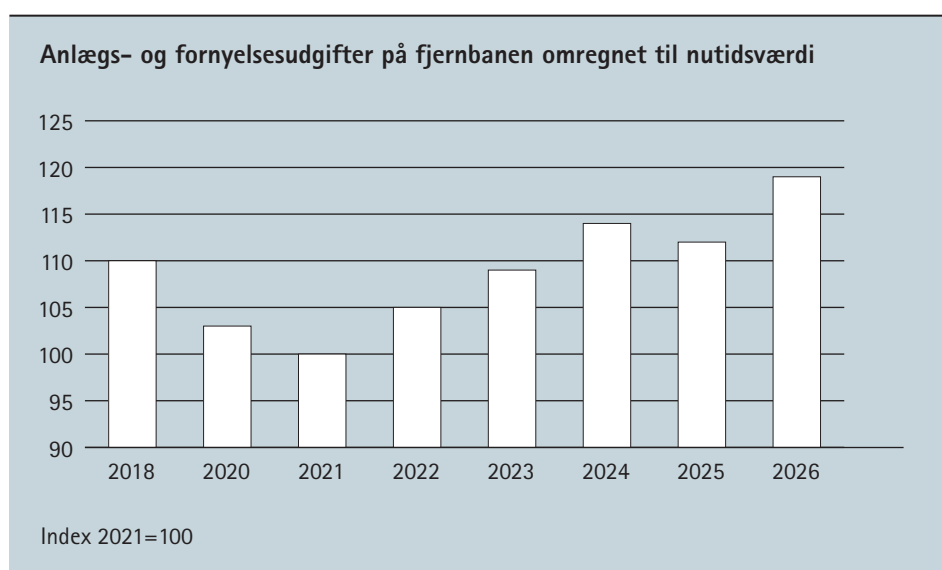
For at kunne foretage konsistente sammenligninger af beløb i forskellige perioder tilbagediskonteres fremtidige udgifter til en nutidsværdi.

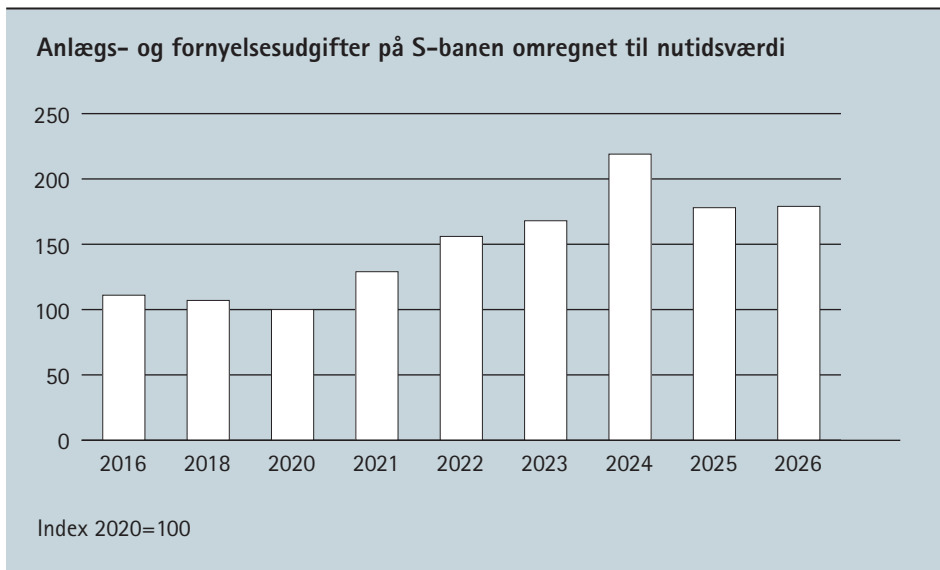
Figur 7.9 viser anlægs- og fornyelsesudgifter på fjernbanen indtil afslutningen af udrulningsperioden. Udgifterne er tilbagediskonteret til en nutidsværdi i 2009 priser.

Figur 7.9

Anlægs- og fornyelsesudgifter på fjernbanen omregnet til nutidsværdi.

Note: Kalkulationsrenten i beregningen af effekten på statsfinanserne udgør 4 pct. Der indgår anlægs- og fornyelsesudgifter indtil det nye anlæg er installeret. Der er ikke medtaget afskrivninger af anlægget i beregningen.





Figur 7.10

Anlægs- og fornyelsesudgifter på S-banen omregnet til nutidsværdi.

Anm.: Se bemærkninger under figur 7.11

Det fremgår af figuren, at anlægs- og fornyelsesudgifterne målt som en nutidsværdi minimeres i scenariet med afslutning i 2021 på trods af, at de samlede udgifter er ca. 500 mio. kr. højere end i 2020 scenariet. Det skyldes, at starttidspunktet for udrulningen af signalprogrammet skydes 2 år i forhold til 2020 scenariet, mens sluttidspunktet skydes med 1 år. Herved opnår staten en markant rentegevinst.

I scenarierne med afslutning senere end 2021 er anlægs- og fornyelsesudgifterne omregnet til en nutidsværdi større end i 2020 scenariet. Det skyldes, at såfremt sluttidspunktet skydes mere end 2 år, vil det kræve store investeringer i fornyelse af det eksisterende anlæg. Derved vil rentegevinsten ved at udskyde investeringer i det nye system mere end modsvares af yderligere fornyelsesudgifter i det eksisterende system.

På S-banen minimeres anlægs- og fornyelsesudgifterne omregnet til en nutidsværdi i scenariet med afslutning i 2020, jf. figur 7.10.

Det forudsættes, at der skal foretages investeringer på 500 mio. kr. i traditionel teknologi på strækningen Lyngby-Hillerød, såfremt sluttidspunktet for signalprogrammet er senere end 2020. I scenariet med afslutning i 2021 er anlægs- og fornyelsesudgifterne derfor ca. 30 pct. større end i scenariet med afslutning i 2020. I scenarierne med afslutning i 2016 og 2018 øges risikoen i budgettet i forhold til scenariet med afslutning i 2020, og fremrykningen af udgifterne indebærer, at den tilbagediskonterede udgift bliver højere.

7.5.2 Samfundsøkonomisk effekt

Beregningsforudsætninger i beregningen af den samfundsøkonomiske effekt følger anbefalingerne i Transportministeriets og Finansministeriets vejledninger om samfundsøkonomiske analyser²⁵. Principperne og forudsætningerne i beregningen fremgår nedenfor:

- Alle beløb er omregnet til en markedspris med en nettoafgiftsfaktor på 1,35
- Alle beløb er omregnet til en nutidsværdi med en realrente på 5 pct.
- Kalkulationsperioden er 2009-2038
- Skatteforvridningen udgør 20 pct. af udgifterne
- Regularitetsgevinster opgøres relativt set til scenariet med afslutning i 2020
- Der regnes i 2009 priser
- Restværdien af anlægget i 2038 medtages
- Eksternaliteter er udeladt (luftforurening, klima, uheld, støj mv.).

Tabel 7.16 viser beregningen af den samfundsøkonomiske effekt på fjernbanen. I beregningen af den samfundsøkonomiske effekt indgår udgifter til:

- Anlægsudgifter fratrukket en restværdi ved kalkulationsperiodens afslutning
- Fornyelsesudgifter til eksisterende systemer og nye systemer
- Vedligeholdelse og trafikstyring
- Risiko.

Kalkulationsperioden er valgt til 2009-2038, da investeringen i et nyt signalanlæg i de tidligste scenarier starter omkring 2038. Anlæggene har forskellig restværdi i 2038 alt afhængig af slutåret for anlægsinvesteringen. Det tages der højde for i beregningen ved at fratække restværdien af anlægget i 2038 fra anlægssummen. Tabel 7.16 viser beregningen af den samfundsøkonomiske effekt på fjernbanen.

Anlægsinvesteringen omregnet til en nutidsværdi er lavest i scenariet med afslutning i 2023. Fornyelsesudgifterne er fornyelse af de nuværende og kommende anlæg. En udskydelse af sluttidspunktet til 2021 og 2023 kræver yderligere investeringer i traditionel teknologi. Fornyelsesudgifterne er derfor størst i scenariet med afslutning i 2023.

Vedligeholdelse og trafikstyringsudgifter er lavest i scenariet med afslutning i 2018, hvor besparelserne på drift og vedligeholdelse opnås tidligere end i de øvrige scenarier.

Risikoen er højest i scenariet med afslutning i 2018 og lavest i scenariet med afslutning i 2021, jf. kapitel 8, mens regularitetsgevinsten ved det nye system opnås tidligst i scenariet med afslutning i 2018.

²⁵ Transportministeriet (2004) "Manual for samfundsøkonomisk analyse - anvendt metode og praksis på transportområdet". Finansministeriets (2008) er forudsætningerne fra Finansministeriets kommende vejledning, som var sendt i høring i diverse ministerier i maj 2008.

| Samfundsøkonomisk effekt på fjernbanen, mio. kr. | | | | |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 2018 | 2020 | 2021 | 2023 |
| Anlægsudgifter ¹ | 14.720 | 13.478 | 12.093 | 10.641 |
| Fornyelsesudgifter | 3.989 | 3.793 | 4.191 | 6.068 |
| Vedligeholdelse og trafikstyring | 5.627 | 5.923 | 6.069 | 6.339 |
| Omkostninger før risiko | 24.336 | 23.194 | 22.353 | 23.048 |
| Risiko | 3.837 | 2.861 | 2.749 | 3.093 |
| Omkostninger inkl. risiko | 28.173 | 26.055 | 25.102 | 26.141 |
| Skatteforvridning | 5.635 | 5.412 | 5.279 | 5.565 |
| Totale omkostninger | 33.808 | 31.467 | 30.381 | 31.706 |
| Regularitetsgevinster | 186 | 0 | -184 | -439 |
| Nettoposition | 33.621 | 31.467 | 30.565 | 32.145 |
| Samfundsøkonomisk effekt i forhold til 2020¹ | -2.154 | 0 | 902 | -677 |

Det fremgår af tabel 7.16, at scenariet med afslutning i 2021 har den bedste relative samfundsøkonomiske effekt. Det skal dog ses i forhold til at øvrige gevinster, herunder højere sikkerhed, bedre passagerinformationer mv. (se kapitel 6) også kommer senere i 2021 scenariet end i 2020 scenariet. Disse fordele ved en tidligere udrulning er ikke kvantificeret i beregningen. Tilsvarende øges risikoen for større nedbrud i det eksisterende signalsystem, jo ældre anlæggene bliver. Denne effekt er ligeledes ikke indregnet. Scenarierne med afslutning i hhv. 2018 og 2023 har de dårligste samfundsøkonomiske effekter. Banedanmark har ingen indikation på, at en kvantificering af disse forhold vil ændre på den overordnede konklusion.

På S-banen opnås den bedste samfundsøkonomiske effekt i scenariet med afslutning i 2020, jf. tabel 7.17.

Anlægsudgiften til signalprogrammet målt i 2009 priser er lavere i scenariet med afslutning i 2020 end i scenarierne med afslutning i 2016, 2018 og 2022, jf. kapitel 7.4. Anlægsudgiften omregnet til en nutidsværdi med en realrente på 5 pct. er imidlertid lavest i scenariet med afslutning i 2022. Det trækker i samme retning, at restværdien ved kalkulationsperiodens afslutning er størst i scenariet med afslutning i 2022. Således er nutidsværdien af signalprogrammet fratrukket restværdien af anlægget ca. 0,4 mia. kr. lavere i 2022 scenariet end i scenariet med afslutning i 2020.

I modsat retning trækker, at en udskydelse af sluttidspunktet for signalprogrammet øger fornyelsesudgifterne til det eksisterende system, jf. Appendiks 1. Således

Tabel 7.16

Samfundsøkonomisk effekt på fjernbanen, mio. kr.

Anm.: Anlægsudgiften er fratrukket restværdien ved udgangen af kalkulationsperioden.

Note 1: Forskellen mellem nettoposition 2020 og nettoposition 2018, 2021 henholdsvis 2023.

| Samfundøkonomisk effekt på S-banen, mio. kr. | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | 2016 | 2018 | 2020 | 2022 |
| Anlægsudgifter ¹ | 3.577 | 3.401 | 3.161 | 2.737 |
| Fornyelsesudgifter | 873 | 857 | 837 | 2.389 |
| Vedligeholdelse og trafikstyring | 1.628 | 1.638 | 1.666 | 1.698 |
| Omkostninger før risiko | 6.079 | 5.894 | 5.665 | 6.824 |
| Risiko | 862 | 805 | 555 | 875 |
| Omkostninger inkl. risiko | 6.941 | 6.699 | 6.220 | 7.699 |
| Skatteforvriddning | 1.409 | 1.364 | 1.271 | 1.587 |
| Totale omkostninger | 8.350 | 8.063 | 7.490 | 9.286 |
| Regularitetsgevinster | 60 | 28 | 0 | -45 |
| Nettoposition | 8.290 | 8.035 | 7.490 | 9.330 |
| Samfundøkonomisk effekt i forhold til 2020 1) | -800 | -544 | | -1.840 |

Tabel 7.17

Samfundøkonomisk effekt på S-banen, mio. kr.

Anm.: Anlægsudgiften er fratrukket restværdien ved udgangen af kalkulationsperioden.

Note 1: Forskellen mellem nettoposition 2020 og nettoposition 2016, 2018 henholdsvis 2022:

er fornyelsesomkostningerne ca. 1,5 mia. kr. højere i 2022 scenariet end i de øvrige scenarier.

Det nye system indebærer en række besparelser på vedligeholdelse af spor og signaler, jf. afsnit 7.4. Besparelserne opnås tidligst i scenariet med afslutning i 2016. Udgifterne til vedligeholdelse og trafikstyring er derfor lavest i scenariet med afslutning i 2016

Omkostningerne før risiko minimeres i scenariet med afslutning i 2020. Omkostningerne er ca. 0,2 mia. kr. lavere i scenariet med afslutning i 2020 end i scenariet med afslutning i 2018 og ca. 0,4 mia. kr. lavere i scenariet med afslutning i 2020 end i scenariet med afslutning i 2016. Scenariet med afslutning i 2022 har den højeste omkostning. Risikoen minimeres i scenarierne med afslutning i 2020, mens den er væsentligt større i de øvrige scenarier, jf. kapitel 8.

De totale omkostninger for de danske borgere ved finansieringen af projektet inklusiv risiko og skatteforvriddningstabet ved opkrævningen af skatterne er lavest i scenariet med afslutning i 2020 og højest i scenariet med afslutning i 2022.

De højere totale omkostninger ved finansieringen af projektet i scenariet med afslutning i 2020 skal ses i forhold til, at gevinsterne ved det nye system opnås senere end i scenariet med afslutning i 2016 og 2018, jf. kapitel 6. Omregnet til kroner er regularitetsgevinsten ved tidligere udrulning ca. 28 mio. kr. højere i scenariet med afslutning i 2018 end scenariet med afslutning i 2020 og ca. 60 mio. kr. højere i scenariet med

afslutning i 2016 end i scenariet med afslutning i 2020. Regularitetsgevinsten ved en hurtigere udrulning i 2016 og 2018 scenarierne kan således ikke opveje de større omkostninger til risiko mv.

Det skal dog ses i forhold til at øvrige gevinster, herunder højere sikkerhed og højere hastighed mv. (se kapitel 6) også kommer senere i 2020 scenariet end i 2016 og 2018 scenariet. Disse fordele ved en tidligere udrulning er ikke kvantificeret i beregningen. Tilsvarende øges risikoen for større nedbrud i det eksisterende signalsystem, jo ældre anlæggene bliver. Denne effekt er ligeledes ikke indregnet. Banedanmark har ingen indikation på, at en kvantificering af disse forhold vil ændre på den overordnede konklusion.

7.5.3 Totalomkostningen

Totalomkostningen svarer til:

- Anlægsudgiften inkl. 30 pct. korrektionstillæg (reserve) som følge af ny anlægsbudgettering.
- Udgifter til fornyelse og vedligeholdelse af det gamle system udover de budgetterede udgifter i perioden 2007-2014, som finansieres af trafikaftalen fra 2006.
- Fra totalomkostningen fratrækkes overskydende midler til fornyelse og vedligehold fra trafikaftalen fra 2006.

Derimod indgår udgifter til at holde de nye signalsystemer i drift samt besparelser som følge af det nye signalsystem ikke i totalomkostningen.

På fjernbanen har scenariet med afslutning i 2020 den laveste totalomkostning, jf. tabel 7.18. I scenariet med afslutning i 2018 afsættes, der flere midler til risiko, mens der i scenariet med afslutning i 2021 og 2023 skal foretages yderligere investeringer i fornyelse af de eksisterende anlæg, da disse skal levetidsforlænges længere eller

Tabel 7.18

Totalomkostningen på fjernbanen (mio. kr., 2009-niveau)

Anm.: Anlægsudgifterne i tabellen omfatter en totaludskiftning af Banedanmarks signalsystem på fjernbanen med et ERTMS niveau 2 system. Udgifterne er opgjort i faste 2009-priser.

Note 1: Udover den gældende bevilling for 2007-2014.

| Totalomkostningen på fjernbanen, 2009-niveau (mio. kr.) | | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 2018 | 2020 | 2021 | 2023 |
| Anlægsbudget | 15.726 | 15.121 | 15.076 | 15.301 |
| Korrektionstillæg | 4.718 | 4.536 | 4.523 | 4.590 |
| Fornyelsesbudget (eks. signalsystemer) ¹ | 107 | 145 | 645 | 2.800 |
| Vedligeholdelse (eks. signalsystemer) ¹ | 392 | 697 | 896 | 1.294 |
| Mindreforbrug trafikaftale for 2007-2014 | -435 | -435 | -435 | -435 |
| Totaludgift i alt | 20.508 | 20.064 | 20.704 | 23.550 |

| Totalomkostningen på fjernbanen fordelt på tidsperioder, 2009-niveau (mio. kr.) | | | | |
|--|--------------------|--------------------|-------------------|---------------|
| Aktivitetsperiode | 2009 – 2014 | 2015 – 2020 | 2021 -> | I alt |
| 2009 – 2018 | 5.188 | 15.320 | | 20.508 |
| Anlægsbudget | 4.326 | 11.400 | | 15.726 |
| Korrektionstillæg | 1.298 | 3.420 | | 4.718 |
| Fornyelsesbudget (eks. signalsystemer) | | 107 | | 107 |
| Vedligeholdelse (eks. signalsystemer) | | 392 | | 392 |
| Mindreforbrug trafikaftale for 2007-2014 | -435 | | | -435 |
| 2009 – 2020 | 4.774 | 15.180 | 110 | 20.064 |
| Anlægsbudget | 4.007 | 11.037 | 77 | 15.121 |
| Korrektionstillæg | 1.202 | 3.311 | 23 | 4.536 |
| Fornyelsesbudget (eks. signalsystemer) | | 145 | | 145 |
| Vedligeholdelse (eks. signalsystemer) | | 687 | 10 | 697 |
| Mindreforbrug trafikaftale for 2007-2014 | -435 | | | -435 |
| 2009 – 2021 | 2.342 | 16.449 | 1.921 | 20.704 |
| Anlægsbudget | 1.987 | 11.642 | 1.447 | 15.076 |
| Korrektionstillæg | 596 | 3.493 | 434 | 4.523 |
| Fornyelsesbudget (eks. signalsystemer) | 195 | 450 | | 645 |
| Vedligeholdelse (eks. signalsystemer) | | 867 | 31 | 896 |
| Mindreforbrug trafikaftale for 2007-2014 | -435 | | | -435 |
| 2013 – 2023 | 787 | 13.109 | 9.653 | 23.550 |
| Anlægsbudget | 418 | 7.609 | 7.275 | 15.301 |
| Korrektionstillæg | 125 | 2.283 | 2.182 | 4.590 |
| Fornyelsesbudget (eks. signalsystemer) | 680 | 2.120 | | 2.800 |
| Vedligeholdelse (eks. signalsystemer) | | 1.098 | 196 | 1.294 |
| Mindreforbrug trafikaftale for 2007-2014 | -435 | | | -435 |

Tabel 7.19

Totalomkostningen på fjernbanen fordelt på tidsperioder, 2009 niveau (mio. kr.).

| Totalomkostningen på S-banen, 2009-niveau (mio. kr.) | | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 2016 | 2018 | 2020 | 2022 |
| Anlægsbudget | 3.371 | 3.313 | 3.123 | 3.256 |
| Korrektionstillæg | 1.011 | 994 | 937 | 977 |
| Fornyelsesbudget (eks. signalsystemer) 1) | 37 | 47 | 62 | 1.667 |
| Vedligeholdelse (eks. signalsystemer) 1) | 93 | 135 | 196 | 329 |
| Mindreforbrug trafikaftale for 2007-2014 | -187 | -187 | -187 | -187 |
| Totaludgift i alt | 4.326 | 4.301 | 4.132 | 6.042 |

udskiftes. Totalomkostningen udgør ca. 20,1 mia. kr. i scenariet med afslutning i 2020, mens den udgør ca. 23,5 mia. kr. i scenariet med afslutning i 2023.

Den totale merbevilling Banedanmark har behov for, indtil det nye anlæg ibrugtages er større, da der vil være behov for yderligere midler til vedligeholdelse af de nuværende systemer samt yderligere midler til trafikstyring mv. Det skal ses i forhold til, at den årlige bevilling, efter anlægget ibrugtages, reduceres markant blandt andet som følge af besparelser på det nye system.

Totaludgiften opdelt på tidsperioder fremgår af tabel 7.19. I scenarierne med afslutning i 2018, 2020 og 2021 udgør anlægsudgiften ca. 11-11,5 mia. kr. i perioden 2015-2020. I scenariet med afslutning i 2023 udgør anlægsudgiften efter 2020 ca. 7,3 mia. kr. Fornyelsesudgifterne til de eksisterende anlæg er som nævnt væsentligt større i scenariet med afslutning i 2023 end i de øvrige scenarier. Alene i perioden fra 2015-2020 udgør fornyelsesudgifterne i scenariet med afslutning i 2023 2,1 mia. kr.

Totalomkostningen på S-banen minimeres i scenariet med afslutning i 2020. Fornyelsesbudgettet er markant større i scenariet med afslutning i 2022 end i de øvrige scenarier. Det skyldes, at en udskydelse på 2 år indebærer betydelige investeringer i sikringsanlæg og linieblokke, herunder på strækningen Lyngby-Hillerød.

I scenariet med afslutning i 2016 falder de fleste udgifter indtil 2014. I scenarierne med afslutning i 2018 og 2020 er udgifterne stort set ligeligt fordelt på perioderne 2009-2014 og 2015-2020. I scenariet med afslutning i 2020 udgør udgifterne i perioden 2015-2020 ca. 5 mia. kr.

Tabel 7.20

Totalomkostningen på S-banen. 2009 niveau (mio. kr.).

| Totalomkostningen på S-banen fordelt på tidsperioder, 2009-niveau (mio. kr.) | | | | |
|---|--------------------|--------------------|-------------------|--------------|
| Aktivitetsperiode | 2009 – 2014 | 2015 – 2020 | 2021 -> | I alt |
| 2009 – 2016 | 3.070 | 1.256 | | 4.326 |
| Anlægsbudget | 2.505 | 866 | | 3.371 |
| Korrektionstillæg | 752 | 260 | | 1.011 |
| Fornyelsesbudget (eks. signalsystemer) | | 37 | | 37 |
| Vedligeholdelse (eks. signalsystemer) | | 93 | | 93 |
| Mindreforbrug trafikaftale for 2007-2014 | -187 | | | -187 |
| 2009 – 2018 | 2.448 | 1.853 | | 4.301 |
| Anlægsbudget | 2.027 | 1.286 | | 3.313 |
| Korrektionstillæg | 608 | 386 | | 994 |
| Fornyelsesbudget (eks. signalsystemer) | | 47 | | 47 |
| Vedligeholdelse (eks. signalsystemer) | | 135 | | 135 |
| Mindreforbrug trafikaftale for 2007-2014 | -187 | | | -187 |
| 2009 – 2020 | 2.283 | 1.773 | 14 | 4.132 |
| Anlægsbudget | 1.900 | 1.212 | 11 | 3.123 |
| Korrektionstillæg | 570 | 364 | 3 | 937 |
| Fornyelsesbudget (eks. signalsystemer) | | 62 | | 62 |
| Vedligeholdelse (eks. signalsystemer) | | 196 | | 196 |
| Mindreforbrug trafikaftale for 2007-2014 | -187 | | | -187 |
| 2012 – 2022 | 717 | 4.845 | 479 | 6.042 |
| Anlægsbudget | 289 | 2.625 | 341 | 3.256 |
| Korrektionstillæg | 87 | 788 | 102 | 977 |
| Fornyelsesbudget (eks. signalsystemer) | 528 | 1.140 | | 1.667 |
| Vedligeholdelse (eks. signalsystemer) | | 293 | 36 | 329 |
| Mindreforbrug trafikaftale for 2007-2014 | -187 | | | -187 |

Tabel 7.21

Totalomkostningen på S-banen
fordelt på tidsperioder,
2009-niveau (mio. kr.)

7.6 Sammenligning med Signalanalysen

For fjernbanen er anlægsudgifterne knap 3,5 mia. kr. højere for 2020-scenariet i Signalprogrammet i forhold til Signalanalysen [Ref. 2] (2009-niveau). For S-banen er de samlede anlægsudgifter for 2020-scenariet 0,2 mia. kr. højere end i Signalanalysen²⁶.

Signalanalysens udgiftsskøn blev udarbejdet i 2006 for at kunne foretage en konsistent sammenligning af forskellige investerings- og migrationsstrategier, der spænder fra en simpel fornyelse af signalerne til en totaludskiftning med helt ny teknologi. I Signalanalysen var fokus således primært rettet mod at sammenligne forskellige strategier. Udgiftsskønnene for de enkelte strategier i Signalanalysen blev derfor udarbejdet på et betydeligt mindre detaljeret niveau i forhold til Signalprogrammet.

7.6.1 Fjernbanen

Signalanalysens udgiftsskøn for fjernbanen beror i høj grad på enhedsomkostninger baseret på strækningsslængde. Det gælder især for de fundamentale ERTMS-anlæg.

I Signalanalysen er udgifterne til design, udvikling, test og godkendelse, ledelse, bortskaffelse osv. ikke opgjort særskilt. Anlægspriserne blev således defineret inklusive disse udgiftsposter. I Signalprogrammet er disse udgiftselementer derimod opgjort som særskilte budgetposter, hvilket gør det vanskeligt at sammenligne enhedsomkostningerne. En række andre budgetposter er opgjort særskilt i Signalprogrammet, men ikke i Signalanalysen, for eksempel udgifterne til det faste transmissionsnetværk.

For at opnå sammenlignelighed mellem Signalanalysen og Signalprogrammet er udgifterne til design, udvikling, test og godkendelse, ledelse, bortskaffelse osv. fordelt på de øvrige udgiftsposter i Signalprogrammets anlægsbudget i figur 7.11.

Udgifterne til de fleste grundlæggende elementer i signalsystemet er i store træk ens i Signalanalysen og Signalprogrammet. For overkørselsanlæg, telekommunikation, udstyret i togene samt fjernstyring er der imidlertid en forskel på Signalanalysen og Signalprogrammet:

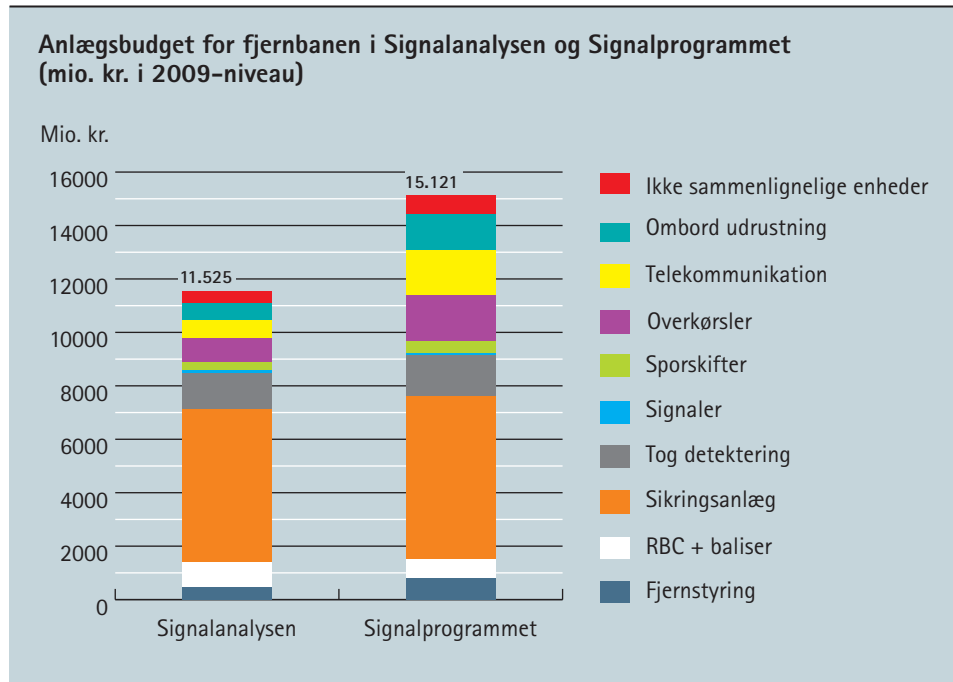
- *Overkørselsanlæg.* I Signalanalysen fra 2006 var det forudsat, at der kun skulle udskiftes mindre dele af overkørselsanlæggene. Imidlertid viser analyserne, der ligger til grund for Signalprogrammet, at det vil være nødvendigt at udskifte hele overkørselsanlægget.

²⁶ Der er sammenlignet med 2020-scenarierne, fordi disse er hovedscenarierne i medfør af Kommis-soriet.

Figur 7.11

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

Anm.: Anlægsbudgettet fra Signalanalysen er for strategi 1x i BAH rapporten, og fra Signalprogrammet er det budgettet for udrulningsscenariet med afslutning i 2020.

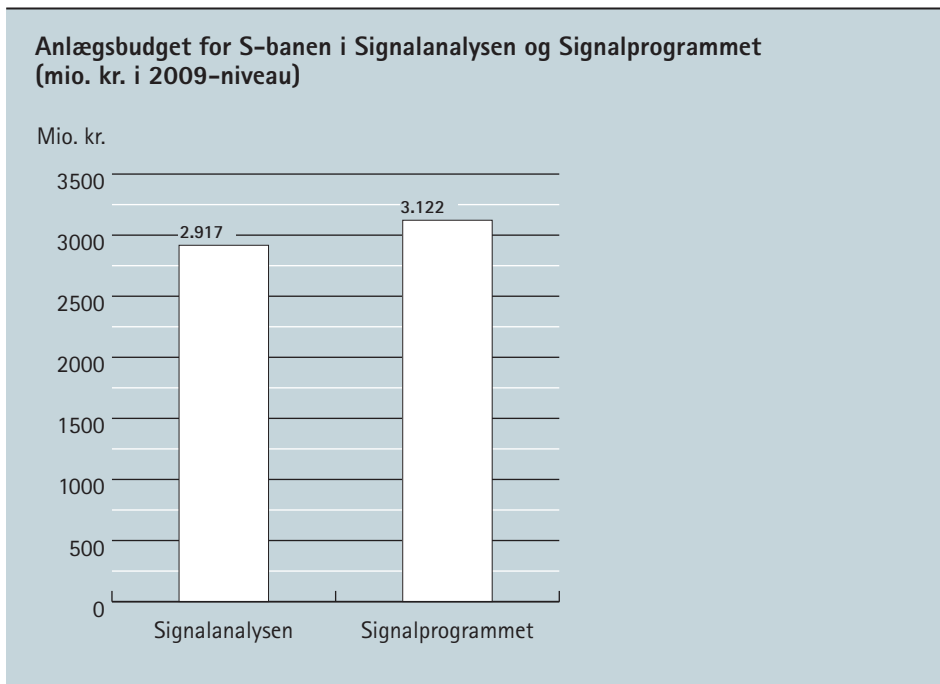


- *Telekommunikation.* I Signalanalysen er der ikke eksplicit medregnet udgifter til det faste transmissionsnetværk. I Signalprogrammet er det faste transmissionsnetværk et betydeligt udgiftselement.
- *Udstyr i togene.* I Signalanalysen er der regnet med, at færre tog skal udstyres med de nye signalanlæg end i Signalprogrammet. Forskellen vedrører blandt andet arbejdskøretøjer. I Signalanalysen er der desuden ikke eksplicit medregnet udgifter til STM og GSM-R Voice udstyr i togene.
- *Fjernstyring.* Signalanalysen indeholder et overordnet og uspecificeret estimat for fjernstyring, hvilket ikke gør det muligt at foretage en kvalificeret sammenligning med Signalprogrammets detaljerede estimat.

7.6.2 S-banen

I Signalanalysen blev der udarbejdet et groft udgiftsskøn for S-banen. På baggrund af erfaringer fra andre projekter blev der beregnet en standardudgift pr. strækningsslængde ved en total udskiftning af signalsystemet på S-banen. Der var ingen yderligere præcisering af, hvordan de enkelte udgiftselementer bidrager til enhedsomkostninger pr. strækningsslængde.

Det grove udgiftsskøn i Signalanalysen er knap 0,2 mia. kr. lavere end det betydeligt mere detaljerede anlægsbudget, der er udarbejdet i Signalprogrammet. Fordi udgiftsskønnet i Signalanalysen er udarbejdet uden opdelinger på udgiftselementer, er det ikke muligt at foretage en mere detaljeret sammenligning for Signalanalysen og Signalprogrammet, jf. figur 7.12.



Figur 7.12

Anlægsbudget for S-banen i Signalanalysen og Signalprogrammet (mio. kr. i 2009-niveau).

Anm.: Anlægsbudgettet fra Signalanalysen er for strategi 1x i BAH rapporten, og fra Signalprogrammet er det budgettet for udrulningsscenarioet med afslutning i 2020.

7.7 Sammenligning med ERTMS niveau 1

BAH anbefalede i Signalanalysen [Ref. 2] at basere et nyt signalsystem på ERTMS niveau 2, da ERTMS niveau 1 blev beregnet til at være dyrere og have færre fordele. Signalprogrammets eftervisning af dette konkluderer ligeledes, at ERTMS 2 er det bedste valg.

Som en del af Signalprogrammet er konklusionen fra BAH blevet efterprøvet ved en sammenligning mellem signalfornyelse på basis af ERTMS niveau 2 (hovedforslaget) og ERTMS niveau 1 (alternativ). Sammenligningen har understøttet konklusionen om, at ERTMS niveau 1 ikke er den bedste løsning i forbindelse med en total fornyelse af signalsystemet.

Sammenligningen mellem signalsystemet baseret på ERTMS niveau 1 og 2 er gennemført ved opstilling af sammenlignelige signalsystemmodeller indeholdende de nødvendige centrale anlæg såvel som komponenter i sporet ved de forskellige signalkoncepter. Den økonomiske opregning er baseret på samme metoder og omkostningsdata (internationale benchmarks og erfaringer) på begge signalsystemer.

For ERTMS niveau 1 er systemet søgt optimeret til at levere tilnærmelsesvist den samme kapacitet som det tilsvarende ERTMS niveau 2 baserede system. Denne optimering kan dog ikke opnå helt samme kapacitet for ERTMS niveau 1, idet et signalsystem baseret på ydre signaler og punktvis opdatering grundlæggende ikke har det samme potentiale for kapacitetsudnyttelse.

| ERTMS niveau 1 og 2 | | |
|---|-----------------------|---|
| ERTMS niveau 1 i forhold til ERTMS niveau 2 | Signalanalysen | Signalprogrammet |
| Regularitetsforbedring | -1,4% (0,7% mod 2,1%) | -1,4 % ¹ |
| Anlægspris | +500 mio. kr. | +1.950 mio. kr. |
| Anlægstid | Ikke undersøgt | Anslået +50-100% ² |
| 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 7.22

7.22. ERTMS niveau 1 og 2.

Note 1: Yderligere er der bedre muligheder for at reetablere normal drift efter nedbrud i signalsystemet baseret på ERTMS niveau 2 end 1.

Note 2: Det har været problematisk, at opstille en tidsplan med acceptable passager gener under byggeperioden, der leder til færdiggørelse i 2020 med ERTMS niveau 1. Det omfattende udstyr i og omkring sporet kræver mange installationstimer og sporspæringer.

Anlægsudgifterne til ERTMS niveau 1 er beregnet til at være 1,95 mia. kr. større end for ERTMS niveau 2, når der tages udgangspunkt i 2020-udrulningsscenarioet²⁷. Det er navnlig behovet for flere signalanlæg langs sporerne, som gør ERTMS niveau 1 dyrere. ERTMS niveau 1 indebærer isoleret set nogle besparelser i forhold til især datakommunikation, men disse er mindre end merudgifterne til ydre signaler, aktive baliser mv.

En række argumenter fremført under signalanalysen er stadig fundet valide:

- Der kan opnås større regularitetsforbedringer ved en ERTMS 2 løsningen i fht. en ERTMS 1 løsning. En af de basale grunde er, at udover at skifte ældre fejlbehæftede infrastruktur elementer med nye er ERTMS 2 konfigureret, så der er mulighed for en højere kapacitetsudnyttelse og dermed en højere regularitet.
- Anlægsprisen og vedligeholdelsesprisen vil være højere for ERTMS 1 end ERTMS 2. Hovedårsagen skal findes i, at der er langt flere sporbundne komponenter i ERTMS 1 modsat ERTMS 2, hvor der dog er ekstra udgifter til de såkaldte Radio Blok Centre. Samlet vurderede Booz Allen Hamilton, at merprisen for ERTMS 1 ville være ca. 500 mio. kr. Signalprogrammet vurderer merprisen for ERTMS 1 til knap 2 mia. kr.
- En udrulning af ERTMS 1 løsning vil følge det samme principper som for ERTMS 2. De flere sporbundne komponenter vil betyde behov for flere sporspæringer med flere gener for passagerne og forlængelse af implementeringstiden.

²⁷ I Signalanalysen fra 2006 blev der alene gennemført en analyse af omkostningen ved ERTMS niveau 1 ved en trinvis udskiftning af signalsystemet. Der blev således ikke opstillet et scenarium for ERTMS niveau 1 med afslutning i 2020.

- Færdiggørelse og indholdet af den europæiske standard (version 3.0.0), som indeholder alle de funktioner, der skal bruges på det danske banenet, vedrører både ERTMS 1 og 2, da en række af standardens funktioner er en forudsætning for at kunne drive togdrift på hele Banedanmarks net.
- Vedligeholdelsesudgifterne vil være højere for ERTMS niveau 1 end 2, fordi der er flere komponenter i sporet

Konklusioner fra Signalanalysen sammenholdt med resultaterne for Signalprogrammets behandling af ERTMS 1 er opsummeret i tabel 7.22.

8 Risikostyring

8.1 Indledning

I dette kapitel gives en status på risici i Signalprogrammet samt arbejdet med at nedbringe dem. Først gives en kort introduktion til risici og risikostyring. Derefter gennemgås det metodiske grundlag for risikoanalyserne, hvorefter det forklares, hvorledes en række centrale risici, identificeret i forbindelse med Signalstrategianalysen fra 2006, er blevet nedbragt. Afslutningsvis gennemgås centrale risici for de forskellige scenarier.

Hovedkonklusionen er, at risiciene forbundet med Signalprogrammet er væsentligt reduceret som følge af en mere grundig planlægning samt opstilling af mere robuste budgetter, hvor der bl.a. er afsat midler til at imødegå konkrete risici.

Det er samlet set Banedanmarks vurdering, at risiciene i Signalprogrammet er nedbragt mest muligt i forhold til Signalprogrammets nuværende stade, og at det fremlagte budget er realistisk ud fra de foreliggende oplysninger i forhold til at håndtere de identificerede risici.

8.1.1 Forskellen mellem usikkerheder og risici

I Signalprogrammet skelnes mellem usikkerheden på priser og mængder og egentlige risici. Usikkerheden på priser og mængder er håndteret via budgetteringen, jf. principperne for ny anlægsbudgettering. Ved risici forstås derimod en række forhold som f.eks. den teknologiske udvikling, risici ved udrulningsplaner osv. der ikke kan henføres til en bestemt budgetpost, men som kan påvirke projektet. Ofte vil sådanne risici kunne håndteres via planlægning (f.eks. mere tid til udrulning, der mindsker risikoen for fejl i kravsspecifikationen).

Udgangspunktet for Signalprogrammet har været, at der i Signalanalysen fra 2006 [Ref. 2] blev identificeret en række væsentlige risici. Det har således været et centralt formål med Signalprogrammets planlægningsfase at nedbringe disse risici gennem mere detaljeret planlægning og budgettering.

I de tidlige faser af et stort projekt som Signalprogrammet er der i sagens natur usikkerhed om, hvordan projektet konkret skal gennemføres, og hvorvidt projektet kan gennemføres inden for budgettet og tidsplanerne. Efterhånden som projektet skrider frem sker en stigende afklaring af hvordan risiciene kan håndteres, og det må således forventes, at risiciene ved projektet falder.

I Signalprogrammet gennemføres en systematisk risikostyring, hvor risici ved projektet løbende revurderes, og der igangsættes tiltag til at imødegå betydende risici. Der vil blive afrapporteret på risikovurderingen af projektet til Folketinget og Transportministeriet i forbindelse med blandt andet afslutningen af de enkelte faser i projektet (udbudsfase, designfase mv.), jf. kapitel 13.

Signalprogrammets risikovurderinger er centreret omkring udrulningsscenarierne på fjernbanen og S-banen med afslutning i 2020. For de øvrige udrulningsscenarier er risikovurderingen foretaget som en deltavurdering i forhold til 2020 udrulningsscenarierne.

Den samlede risikoværdi på fjernbanen og S-banen er reduceret til ca. en fjerdedel i forhold til Signalanalysen. Risikoværdien er nedbragt fra i alt 13,9 mia. kr. i Signalanalysen til i alt 3,4 mia. kr. for udrulningsscenarierne med afslutning i 2020 (2009-prisniveau).

Alle øvrige udrulningsscenarier, jf. Appendiks 1, på nær 2021 for fjernbanen vurderes at have en større risikoværdi end 2020 udrulningsscenarierne, jf. afsnit 8.4.1.

I afsnit 8.2 og 8.3 gives en generel gennemgang af metodegrundlag samt nedbringelse af risici i Signalprogrammets planlægningsfase med udgangspunkt i 2020 udrulningsscenarierne, mens afsnit 8.4 giver en oversigtlig status for alle udrulningsscenarierne.

8.2 Risikostyringens metodegrundlag

Signalprogrammets risikostyring følger gængse principper for risikostyring i forbindelse med større projekter og understøtter principperne for Ny anlægsbudgettering [Ref. 6]. Risikostyringen er gennemført som en systematisk proces, hvor der sker en løbende dokumentation af vurderinger og resultater.

Risikostyringen er en iterativ proces igennem hele Signalprogrammets levetid. I risikostyringen er der primært fokus på omkostninger og tidsplaner, men risikoelementerne vurderes også i forhold til regulariteten, øvrige fordele for passagererne og Banedanmarks omdømme.

Det centrale i risikostyringen er grundige kvalitative beskrivelser og vurderinger af de enkelte risikoelementer på baggrund af input fra en bred kreds af relevante eksperter. Hermed opnås et grundlag for at vurdere, hvordan hvert enkelt risikoelement mest hensigtsmæssigt kan håndteres.

Som led i risikostyringen er risikoeksponeringen desuden opgjort kvantitativt som en risikoværdi, hvilket blandt andet giver mulighed for en systematisk opfølgning på udviklingen i eksponeringen.

Risikoværdien vurderes ud fra, hvor stor sandsynligheden er for, at risikoen indtræffer, og hvor store konsekvenserne forventes at være (udtrykt ved en kvantitativ værdi). En sådan vurdering af sandsynligheder og konsekvenser er i sagens natur forbundet med stor usikkerhed, og risikoværdien for de enkelte risikoelementer skal derfor fortolkes med forsigtighed.

Den samlede risikoværdi for alle risikoelementerne i projektet er en målestok for projektets afklaringsniveau i forhold til de opstillede målsætninger. Opgørelsen af den samlede risikoværdi følger gængse metoder på området. Den samlede risikoværdi er et værktøj, som anvendes af projektet til at vurdere konsekvensen af forskellige tiltag i forhold til risikoeksponeringen og udviklingen i den samlede risikoeksponering igennem projektets levetid. Projektet vil således løbende igennem hele projektet gentage overnævnte risikovurderinger og opdatere den samlede risikoværdi for hele tiden at holde fokus på de risici, som er mest kritiske, og sikre at eventuelt nye risici bliver behandlet systematisk.

Det skal understeges, at den samlede risikoværdi ikke umiddelbart kan fortolkes som potentielle omkostninger, idet risiciene så vidt muligt vil blive imødegået og reduceret i de kommende faser. Dette vil ske som et led i den løbende projektledelse og risikostyring, uden at dette nødvendigvis vil medføre øgede omkostninger.

Signalprogrammets budget er opstillet efter principperne i ny anlægsbudgettering. For at begrænse projektrisiciene er der afsat midler til udvalgte fremtidige risikoreducerende tiltag i budgettet. De risikoreducerende tiltag er identificeret ved en systematisk gennemgang af alle risikoelementerne.

En række risikoreducerende tiltag indebærer ikke umiddelbart merudgifter, f.eks. forlængelsen af udrulningsperioden i forhold til Signalanalysen.

Herudover er der under gennemgangen af risikoelementerne identificeret risikoelementer, hvor risikoen ikke knytter sig til, om hændelsen indtræffer, men primært til udgiftens størrelse. Denne type risici kan betragtes som budgetposter, hvor der knytter sig en forholdsvis stor usikkerhed til mængderne og priserne. I budgettet er der afsat midler til sådanne risici, jf. kapitel 7.

Det følger af ny anlægsbudgettering, at der afsættes et erfaringsbaseret korrektionstillæg på 30 pct. af anlægsbudgettet. Korrektionstillægget afsættes til at håndtere de fremtidige risici og usikkerheder på pris og mængder, der erfaringsmæssigt knytter sig til projekter.

Signalprogrammet har ikke medtaget korrektionsslægget i risikovurderingen af anlægsbudgettet, som således er Signalprogrammets bedste nuværende skøn for, hvad projektet kan gennemføres for uden at anvende det erfaringsbaserede korrektionstillæg.

8.3 Nedbringelse af risici i Signalprogrammets planlægningsfase

I Signalanalysen fra 2006 [Ref. 2] blev der identificeret en betydelig samlet risikoværdi på i alt 13,9 mia. kr. (2009-niveau) ved en totaludskiftning af signalsystemet på fjernbanen og S-banen, jf. tabel 8.1. Det skal sammenlignes med, at det samlede anlægsbudget for fjernbanen og S-banen tilsammen blev anslået til ca. 15 mia. kr. I Signalanalysen var risikoværdien og det samlede budgetoverslag dermed på cirka samme niveau.

I Signalprogrammets planlægningsfase har det på den baggrund været et centralt mål at nedbringe risikoeksponeringen. Gennem yderligere planlægning er risikoværdien nedbragt til omkring en fjerdedel fra 13,9 mia. kr. til 3,4 mia. kr. for 2020 udrulningsscenarierne.

I Signalprogrammets planlægningsfase er der samtidig udarbejdet et mere detaljeret og robust budget i forhold til Signalanalysen, hvor der blandt andet er afsat midler til afhjælpning af forventede risici på fjernbanen og S-banen. I de kommende faser i projektet kan der forventes en yderligere reduktion af risikoeksponeringen, efterhånden som der sker en afklaring af flere risikoelementer.

I Signalanalysen var de største risikoelement,

1. at utilstrækkelig projektledelse og projektstyring i Banedanmark kunne medføre udvidelser, ændringer og forsinkelser i projektet og
2. at en uhensigtsmæssig kontraktstruktur og kontraktstyring kunne resultere i erstatningssager fra leverandøren. Andre væsentlige risikoelementer var blandt andet risici i Signalanalysen vedrørende
3. omfattende implementering flere steder samtidigt,
4. risikoen for at leverandøren ikke kunne opfylde kravspecifikationen og
5. risici i forbindelse med grænseflader til andre projekter.

Den detaljerede planlægning af signalprogrammets udrulning har i høj grad været baseret på valg af løsninger, der nok er teknisk økonomisk optimale men også med en risikominimerende tilgang. I det følgende beskrives de væsentligste risikoreducerende tiltag i Signalprogrammets planlægningsfase, der danner grundlag for nedbringelsen af risikoeksponeringen i forhold til Signalanalysen.

| Risikoværdi i Signalanalysen og Signalprogrammet (mia. kr. 2009-niveau) | | |
|---|------------------|---------|
| Signalanalysen | Signalprogrammet | Forskel |
| 13,9 | 3,4 | 10,5 |

Tabel 8.1

Risikoværdi i 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 Signalanalysen. Vedrører strategi 1x* i Signalanalysen og udrulningsscenarierne med afslutning i 2020 for fjernbanen og S-banen i Signalprogrammet.

* Strategi 1x i signalanalysen var et totaludrulningsscenarie der lignede signalprogrammets 2020 scenarie med den undtagelse at det var antaget at investeringerne i perioden 2009-14 kunne holdes indenfor de afsatte midler i budgettet for 2007-2014.

Ad 1) Banedanmarks organisation

Et væsentligt tiltag til imødegåelse af de kompetencemæssige risici er beslutningen om at organisere Signalprogrammet som en selvstændig projektorganisation i Banedanmark med danske og internationale eksperter tilknyttet.

Herudover er der gennemført en organisationsanalyse, hvor udfordringerne med hensyn til projektstyring og projektets organisering og interaktion med resten af Banedanmarks organisation beskrives, og hvor der anvises en række konkrete aktiviteter til at håndtere disse udfordringer, jf. kapitel 13.

Ad 2) Kontraktstrukturen

Udbuds- og kontraktstrategien er i Signalprogrammet udarbejdet på et betydeligt mere detaljeret niveau end i Signalanalysen. Forskellige kontraktkonstellationer er analyseret og sammenlignet med hensyn til konkurrenceforhold, tekniske grænseflader, udrulningstakt, leverandørens kapacitet, fremtidig fleksibilitet mv. På denne baggrund er der udarbejdet en samlet udbuds- og kontraktstrategi, jf. kapitel 11.

Ad 3) Samtidig udrulning

Tilsvarende er der gennemført en betydeligt mere detaljeret analyse af, hvordan udrulningen af det nye signalsystem kan gennemføres mest hensigtsmæssigt, jf. kapitel 9 og 10. I forhold til Signalanalysen lægges der blandt andet større vægt på at opnå praktiske erfaringer med det nye system under overvåget prøvedrift på de første såkaldte Early Deployment (= test og afprøvning) strækninger, inden systemet udrulles på det øvrige jernbanenet. Desuden tages i højere grad højde for leverandørernes kapacitet.

Ad 4) Grænseflader til andre projekter

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, jf. kapitel 12. Endvidere vil der blive etableret aftaler med togoperatørerne, andre forvaltere af jernbaneinfrastruktur og myndigheder om deres konkrete involvering, jf. kapitel 14.

Ad 5) Manglende opfyldelse af kravspecifikationen

I forhold til risikoen for at leverandøren ikke kan opfylde funktions-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 fortolkninger og dermed kontraktlige tvister.

Fremtidig risikostyring

Det er en naturlig del af risikostyringen, at analyse, planlægning og gennemførelse af aktiviteter gradvist reducerer risiciene, efterhånden som projektet skrider frem. Det er imidlertid ikke alle risici, som det er muligt at imødegå gennem planlægning på dette stade af projektet. I det næste afsnit beskrives den aktuelle status for risikostyringen efter planlægningsfasen.

8.4 Status for risikostyring efter planlægningsfasen

Efter Signalprogrammets planlægningsfase er der identificeret i alt 72 risikoelementer for 2020 udrulningsplanerne, som er beskrevet i risikoanalysen. Heraf tegner 8 risikoelementer sig for hovedparten af den samlede risikoeksponering. Disse 8 risikoelementer er beskrevet i tabel 8.2.

For hvert risikoelement er der planlagt eller igangsat en række tiltag for at begrænse eller eliminere risikoen, som er beskrevet i tabellen. Det er Signalprogrammets vurdering på det nuværende grundlag, at nedenstående risici kan håndteres inden for det fremlagte budget.

Risikoelementerne er i hovedsagen de samme for fjernbanen og S-banen, men sandsynligheden og de relative konsekvenser kan være forskellige.

Tabel 8.2

De betydeligste tilbageværende risikoelementer i Signalprogrammet.

| De betydeligste tilbageværende risikoelementer i Signalprogrammet | |
|---|--|
| Risikoelement | Respons |
| <p>Signalprogrammet er ikke placeret i en selvstændig juridisk enhed.</p> <p>Fra andre store infrastrukturprojekter er det erfaringen, at der kan opnås styringsmæssige fordele ved at organisere projekterne som selvstændige selskaber, der kan agere på vilkår, der ligner private virksomheder. Det gælder fx Storebælts-forbindelsen og den københavnske metro. Signalprogrammet vurderes imidlertid ikke at kunne organiseres som en selvstændig juridisk enhed på grund af Signalprogrammets mange grænseflader til Banedanmarks øvrige anlæg, det forhold at signalsystemet vil være i drift under udskiftningen, og Signalprogrammets indvirkning på arbejdsfunktionerne for en stor del af de ansatte i Banedanmark.</p> | <p>For at kunne opnå de samme styringsmæssige fordele som en selvstændig juridisk enhed er der planlagt at Signalprogrammet organiseres som en selvstændig enhed i Banedanmark med direkte reference til den administrerende direktør i Banedanmark og med selvstændig økonomi- og budgetstyring, jf. kapitel 13.</p> |
| <p>At det optimale tilbud ikke kan vælges i udbudsprocessen.</p> <p>En eller flere tilbudsgivere kan spekulere i at byde en kunstigt lav pris, som det er vanskeligt for Signalprogrammet at fravælge, for senere at forsøge at hente fortjenesten hjem gennem ekstrakrav og retssager.</p> | <p>Udbudsprocessen udføres, så det er muligt at vælge den leverandør, som giver 'mest værdi for pengene', herunder lave Life Cycle Cost, jf. kapitel 11.</p> <p>Udbuds- og kontraktstrategien indebærer desuden, at Banedanmark på visse tidspunkter efter kontraktindgåelsen får en ubetinget ret til at afbryde kontrakten med et nærmere angivet varsel.</p> |
| <p>Mangel på kvalificeret arbejdskraft.</p> <p>Der er en generel mangel på ekspertise inden for signalområdet. Det er afgørende for projektet, at der er både kvalitet og kontinuitet i forhold til bemanningen i Banedanmark.</p> | <p>Der er iværksat en række tiltag i Banedanmark for at gøre organisationen til en attraktiv arbejdsplads. Det planlægges desuden at oplyse om de særlige jobmuligheder, som Signalprogrammet kan tilbyde.</p> <p>Det vil herudover være vigtigt for muligheden til at imødegå denne risiko, at Banedanmark får mulighed for at tilbyde lønninger, der, inden for det statslige lønsystem, kan tiltrække og fastholde de nødvendige kompetencer, jf. kapitel 12 og 13.</p> |

| | |
|--|--|
| <p>Usikkerhed med hensyn til Banedanmark generelt og ledelsen af Signalprogrammet specifikt i forhold til styringen af et projekt af Signalprogrammets størrelse.</p> <p>Signalprogrammet er et stort og kompliceret projekt, som vil være en udfordring for enhver organisation. Dette risikoelement havde i Signalanalysen den største risikoværdi, men er siden reduceret pga. tiltag i Banedanmark generelt og i Signalprogrammet specifikt de seneste 1½ år. Der er stadig en række udfordringer, som skal håndteres ved en mere detaljeret planlægning, før risikoen kan nedskrives yderligere.</p> | <p>En række tiltag er planlagt eller igangsat for at imødegå denne risiko. Der henvises til kapitel 13 for en mere detaljeret beskrivelse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Signalprogrammet er organiseret som en selvstændig projektorganisation i Banedanmark. • Projektforslagene og planlægningen er udarbejdet i tæt samarbejde med eksterne konsulenter, fra ind- og udland for at sikre den bedst mulige rådgivning og for at oparbejde viden i Banedanmark. • Der er lavet en plan for den fremtidige organisering samt styring og ansvarsfordeling imellem projektet og de øvrige afdelinger Banedanmark. • I Signalprogrammets planlægningsfase er der gennemført et delprojekt om håndteringen og forberedelsen af den organisatoriske forandring i Banedanmark. Yderligere respons vil være at udarbejde mere detaljerede planer og at få dem ført ud i livet. • Se desuden punktet kvalificeret arbejdskraft. |
| <p>Mangler i Banedanmarks anlægsmasseregistre.</p> <p>Der kan forventes at være unøjagtigheder i Banedanmarks anlægsmasseregistre, der kan føre til fejl i leverandørens projektering, som Signalprogrammet kan holdes ansvarlig for.</p> | <p>Der er afsat midler i Signalprogrammets budget til at sikre, at projektets grundlag fra Banedanmarks anlægsmasseregistre dækker leverandørernes behov – i første omgang som en aktivitet Banedanmark selv udfører og derefter evt. som en del af udbuddet.</p> |
| <p>Mangler, uklarheder og fejl i funktions- kravspecifikation.</p> <p>Signalprogrammet vil blive udbudt ved en overordnet funktionskravspecifikation, hvilket samlet set er en fordel, idet leverandørernes know how kan udnyttes optimalt. En ulempe ved denne udbudsform er, at der kan opstå fejl og misforståelser, som fører til ekstrakrav fra leverandørerne. Risikoen er desuden udtryk for, at disse fejl i værste fald først opdages, når de er implementeret.</p> | <p>Planlagt respons er, at leverandørerne under udbuddets forhandlingsfase skal være med til at tilpasse funktionskravspecifikationen, og at Banedanmark deltager i arbejdet med at omforme funktionskravene til detaljerede systemdesign, jf. kapitel 11. Desuden vil projektet lægge op til forskellige partneringmodeller.</p> |
| <p>Tvister mellem Banedanmark og leverandør efter kontraktindgåelse om fortolkning af kontrakten.</p> <p>Risikoen har sammenhæng med risikoen ovenfor.</p> | <p>Mulig respons kan være etablering af et Conflict Solution Board som en del af kontrakten.</p> |
| <p>Mangelfuld konkurrence mellem leverandørerne.</p> <p>Hvis flere potentielle leverandører afstår fra at byde, begrænses konkurrencen på de enkelte kontrakter.</p> | <p>Udført respons har været at vurdere en oversigt over de samlede europæiske ERTMS udrulningsplaner i forhold til risikoen for overophedning af markedet.</p> <p>Desuden er der indledt en dialog med de mulige leverandører for at gøre dem interesserede i projektet.</p> <p>Udbudet er tilpasset til leverandørmarkedet, således at kontraktstørrelserne bliver håndterbare for flest mulige leverandører, jf. kapitel 11.</p> |

8.4.1 Fjernbanen

Den samlede risikoværdi for udrulningsscenarioet med afslutning i 2020 er opgjort til 2.865 mio. kr. på fjernbanen, jf. tabel 8.3. Dette afspejler den resterende risiko – dvs. risikoelementer, hvor der enten ikke er identificeret forebyggende tiltag, eller hvor der alene er identificeret ideer, men ikke gennemført tiltag.

I budgettet er der afsat midler til håndtering af risici, der forventes at finde sted med stor sandsynlighed, hvilket der er korrigeret for i opgørelsen af den resterende risikoværdi, jf. principperne for ny anlægsbudgettering. For 2020 scenarioet er det afsatte beløb på 575 mio. kr.

Tidsplanerne er udarbejdet for 2020 scenarioet, så det mest sandsynlige forløb er, at tidsplanerne overholdes. Der er således plads til nogle forsinkelser, uden den samlede tidsplan skrider, men der vil naturligvis også være en vis risiko for, at tidsplanen ikke kan overholdes.

Med udgangspunkt i 2020 scenarioet er der blevet foretaget en vurdering af, om de enkelte risici ved 2020-scenarioet er uændrede eller skal op- eller nedskrives i de tre andre scenarier, samt om der er yderligere risici ved de andre scenarier, der ikke forekommer i 2020 scenarioet.

Idet den tekniske løsning er den samme på tværs af scenarierne kan forskellen i scenariernes risikoeksponering i hovedsagen henføres til tidsplanen for scenarierne. I figur 8.1 ses en sammenligning af tidsplanen for de 4 scenarier således man kan se hvorledes hovedelementerne adskiller sig i scenarierne.

Figur 8.1
Tidsplaner for fjernbanen.

| Overordnede tidsplaner, Fjernbane | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|------|-----------------|---------------|-----------------------------|------|---------------------------|------|-----------------------------|-----------------------|------|-----------------------|------|------|------|
| | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| 2018 | Udbud og kontrakt (2 år) | | Design (2 ½ år) | | Test og afprøvning (2 ½ år) | | Udrulningsfase (3 år) | | | | | | | | |
| 2020 | Udbud og kontrakt (2 år) | | Design (2 ½ år) | | Test og afprøvning (2 ½ år) | | Udrulningsfase (5 år) | | | | | | | | |
| 2021 | Udbud og kontrakt (3 år) | | | Design (3 år) | | | Test og afprøvning (3 år) | | | Udrulningsfase (4 år) | | | | | |
| 2023 | | | | Op- mand. | Udbud og kontrakt (2 år) | | Design (2 ½ år) | | Test og afprøvning (2 ½ år) | | | Udrulningsfase (4 år) | | | |

Tabel 8.3

Risiko for udrulningsscenarierne på fjernbanen (ERTMS niveau 2).

| Risiko for udrulningsscenarierne på fjernbanen (ERTMS niveau 2) | | |
|---|---------------------------|----------------------------------|
| Scenarium | Risikoværdi (mio. kr.) | Sandsynlig forsinkelse (mdr.) |
| 2018 | 3.775 | 8-16 |
| 2020 | 2.865 | 0 |
| 2021 | 2.755 | 0 |
| 2023 | 3.181 | 2-3 |

Resultatet af risikovurderingen for de fire scenarier er resumeret i tabel 8.3.

I det følgende beskrives den reviderede risikovurdering for scenarierne 2018, 2021 og 2023. En lang række risici vil være uafhængige af scenariernes forskellige udrulninger, og der er derfor kun medtaget risici, der rent faktisk ændrer sig i forhold til 2021.

8.4.1.1 2018

En hurtigere udrulning betyder, at nogle risikoelementer bliver mere sandsynlige eller får større konsekvenser, hvorfor den samlede risikoeksponering stiger. En forceret udrulning med afslutning i 2018 betyder, at risikoværdien øges med 910 mio. kr. til 3775 mio. kr.

Endvidere er der i budgettet afsat midler til håndtering af risici, der forventes at finde sted med stor sandsynlighed, hvilket der er korrigeret for i opgørelsen af den resterende risikoværdi, jf. principperne for ny anlægsbudgettering. For 2018 scenariet er det afsatte beløb på 1180 mio. kr.

I forbindelse med en forceret udrulning kan manglen på kvalificeret arbejdskraft hos leverandørerne og Banedanmark blive mere udtalt. Hvis der ikke kan skaffes det fornødne antal kvalificerede medarbejdere, må der påregnes forsinkelser. Desuden vil Trafikstyrelsen skulle gennemføre sikkerhedsgodkendelse af det nye signalsystem på kortere tid. Hertil kommer risikoen for, at eventuelle 'børnesygdomme' i signalsystemet udbredes til et større område, idet signalsystemet udrulles på flere strækninger samtidigt i 2018-scenariet for at opnå fordelene ved det nye signalsystem tidligere.

I 2018-scenariet er der kun begrænset plads til forsinkelser. Med mindre udrulningen forløber uden større problemer, må der således påregnes forsinkelser i forhold til denne tidsplan. Det mest sandsynlige forløb vurderes at være en forsinkelse på 8-16 måneder.

De enkelte risikoelementer med indvirkning på tidsplanen er metodemæssigt vanskelige at summere til en samlet risiko for forsinkelser. Den samlede forsinkelse vil kun svare til summen af forsinkelserne fra alle de enkelte risikoelementer i det ekstreme

tilfælde, hvor alt går galt samtidig, og hver forsinkelse påvirker projektets samlede tidsplan. Dette vurderes at være usandsynligt.

I risikoanalysen udgør denne ekstreme forsinkelse i 2018-scenariet omkring 26 måneder. Den nævnte sandsynlige forsinkelse på 8-16 måneder er baseret på en ekspertvurdering af samspillet mellem de væsentligste risici i forhold til tidsplanen, som primært stammer fra øget pres på knappe ressourcer hos Banedanmark, leverandører og myndigheder samt rettelser af fejl og mangler som følge af den forcerede færdiggørelse af designet.

8.4.1.2 2021

Den forøgede tid til udbud, design og test & afprøvning betyder, at nogle risikoelementer bliver mindre sandsynlige eller får mindre konsekvens. Samtidig betyder den forcerede udrulning, at andre risikoelementer bliver mere sandsynlige eller får større konsekvenser. Samlet set betyder dette, at risikoværdien i 2021 scenariet reduceres med 110 mio. kr. til 2755 mio. kr. Endvidere vurderes de afsatte midler i budgettet til håndtering af risici at kunne reduceres med 150 mio. kr. til 425 mio. kr. som følge af forøget tid til udbud og design.

Den forøgede tid til udbud og design betyder, at leverandørerne får mere tid til at udvikle ETCS produkter til ERTMS kravspecifikationen 3.0.0 og bliver mere erfarne. Desuden betyder det, at der vil blive mere tid til at udarbejde kravspecifikationen, hvilket reducerer sandsynligheden for fejl og mangler. Dette betyder, at risikoen på disse risikoelementer kan reduceres. Desuden betyder den forøgede tid, at der er en større sandsynlighed for, at en besparelse ved at udruste nogle strækninger med ERTMS Regional vil kunne realiseres.

Den forcerede udrulning giver generelt en øget risiko for flere fejl samt en øget risiko for, at disse ruller ud i et større område, men dette vurderes at kompenseres af, at entreprenørerne bliver mere erfarne og den bedre forberedelsestid i kontraherings og design perioden giver også en positiv effekt. Den parallelle udrulning gør dog, at der sandsynligvis skabes større trafikale forstyrrelser, men det forsinker ikke nødvendigvis projektet.

Med hensyn til forsinkelse betyder den forcerede udrulning, at der er mindre slæk i tidsplanen til at indhente forsinkelser, men dette kompenseres af, at der generelt vil være færre fejl som følge af den forøgede tid til udbud, design og early deployment (=test og afprøvning). For 2021 scenariet er det mest sandsynlige forløb således, at tidsplanerne overholdes.

8.4.1.3 2023

Udskydelsen vil betyde, at flere andre lande vil være i gang med deres ERTMS projekter²⁸ samtidigt, hvilket vil betyde øget mangel på ressourcer i SP og mindre konkur-

28 ERTMS implementeringsplaner for andre lande som f.eks. Tyskland, England, Frankrig og Sverige viser stigende aktivitet fra ca. 2017 frem mod 2025-2030, hvor det forventes at toppe.

rence blandt entreprenørerne. Samtidig vil det kræve betydelige ressourcer at skulle holde det eksisterende signalanlæg kørende i yderligere 3 år.

Omvendt vil en udskydelse betyde, at leverandørerne får mere tid til at udvikle ETCS produkter til ERTMS Kravspecifikation 3.0.0, at de bliver mere erfarne, og at der er en større sandsynlighed for, at en besparelse ved at udruste nogle strækninger med ERTMS Regional vil kunne realiseres.

Den forcerede udrulning giver generelt en øget risiko for flere fejl samt en øget risiko for, at disse rulles ud i et større område. Til gengæld vurderes det, at entreprenørerne bliver mere erfarne, hvilket kompenserer for den øgede risiko for fejl. Den parallelle udrulning gør, at der må forventes større trafikale forstyrrelser.

Samlet set betyder disse risikoelementer, at risikoværdien i 2023 scenariet øges med 316 mio. kr. til 3181 mio. kr.

Endvidere er der i budgettet afsat midler til håndtering af risici, der forventes at finde sted med stor sandsynlighed, hvilket der er korrigeret for i opgørelsen af den resterende risikoværdi, jf. principperne for ny anlægsbudgettering. For 2023 scenariet er det afsatte beløb på 575 mio. kr. som for 2020 scenariet.

Med hensyn til forsinkelse betyder den forcerede udrulning, at der er mindre slæk i tidsplanen til at indhente forsinkelser. Desuden vil manglen på ressourcer øge sandsynligheden for forsinkelser. Dette vil dog delvis kompenseres af at leverandørerne bliver mere erfarne. Samlet set vurderes den mest sandsynlige forsinkelse i 2023 scenariet at blive 2-3 måneder.

8.4.2 S-banen

På S-banen er risikoværdien 517 mio. kr. for det teknisk/økonomiske optimale udrulningsscenario med afslutning i 2020, jf. tabel 8.4.

Der er afsat midler i budgettet for S-banen til håndtering af risici med en stor sandsynlighed, hvilket der er korrigeret for i opgørelsen af den resterende risikoværdi, jf. principperne for ny anlægsbudgettering. For 2020 scenariet er det afsatte beløb på 150 mio. DKK.

Tidsplanerne er udarbejdet for det teknisk/økonomiske optimale udrulningsscenario (2020 scenariet), så det mest sandsynlige forløb er, at tidsplanerne overholdes. Der er således plads til nogle forsinkelser, uden den samlede tidsplan skrider, men der vil naturligvis også være en vis risiko for, at tidsplanen ikke kan overholdes.

Med udgangspunkt i 2020 scenariet er der blevet foretaget en vurdering af, om de enkelte risici ved 2020-scenariet er uændrede eller skal op- eller nedskrives i de tre andre scenarier samt om der er yderligere risici ved de andre scenarier der ikke forekommer i 2020 scenariet, jf. tabel 8.4.

| Tidsplaner for S-banen | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|------|---------------|--------------------------|---------------------------|---------------|-----------------------|---------------------------|------|-----------------------|------|------|------|------|------|
| | 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) | | | | | |

Idet den tekniske løsning er den samme på tværs af scenarierne kan forskellen i scenariernes risikoeksponering i hovedsagen henføres til tidsplanen for scenarierne. I figur 8.2 ses en sammenligning af tidsplanen for de 4 scenarier således man kan se hvorledes hovedelementerne adskiller sig i scenarierne.

Figur 8.2
Tidsplaner for S-banen.

Resultatet af risikovurderingen for de fire scenarier er resumeret i tabel 8.4.

I det følgende beskrives den reviderede risikovurdering for scenarierne 2016, 2018 og 2022. En lang række risici vil være uafhængige af scenariernes forskellige udrulninger, og der er derfor kun medtaget risici, der rent faktisk ændrer sig.

8.4.2.1 2016

Ved den hurtigst mulige udrulning med afslutning i 2016 stiger risikoværdien med 308 mio. kr. til 825 mio.kr. Dette kan henføres til øget risiko for arbejdskraftmangel og flaskehalse i forbindelse med sikkerhedsgodkendelse, risikoen for at udbrede fejl til et større område, når signalsystemet udrulles parallelt på flere strækninger, samt

| Risiko for udrulningsscenarierne på S-banen | | |
|---|------------------------|-------------------------------|
| Scenarium | Risikoværdi (mio. kr.) | Sandsynlig forsinkelse (mdr.) |
| 2016 | 825 | 12 |
| 2018 | 748 | 6-8 |
| 2020 | 517 | 0 |
| 2022 | 637 | 3-5 |

Tabel 8.4
Risiko for udrulningsscenarierne på S-banen.

risikoen for et øget antal fejl og mangler i funktions-kravspecifikationen på grund af den hurtigere udrulning.

Endvidere er der i budgettet afsat midler til håndtering af risici, der forventes at finde sted med stor sandsynlighed, hvilket der er korrigeret for i opgørelsen af den resterende risikoværdi, jf. principperne for ny anlægsbudgettering. For 2016 scenariet er det afsatte beløb 400 mio. kr.

Tidsplanen for det teknisk/økonomisk optimale scenarium med afslutning i 2020 er udarbejdet, så det mest sandsynlige er, at tidsplanen kan holdes. For det hurtigst mulige scenarium udgør den mest sandsynlige forsinkelse 12 måneder. I risikoanalysen kan en ekstrem forsinkelse udgøre op til 20 måneder, men en forsinkelse på 12 måneder vurderes som nævnt at være det mest sandsynlige, jf. afsnit 8.3.1.

8.4.2.2 2018

Ved den 2 år forcerede udrulning i 2018 scenariet i forhold til 2020 udrulningsscenarioet udføres de to sidste linier i parallel hvilket øger presset på ressourcerne i SP, hos leverandør og hos Trafikstyrelsen og samtidig øges risikoen for at fejl introduceres på flere linier.

Samlet set betyder disse risikoelementer, at risikoværdien i 2018 scenariet øges med 231 mio. kr. til 748 mio. kr. og den mest sandsynlige forsinkelse forventes at blive 6-8 måneder.

8.4.2.3 2022

Det vil kræve betydelige ressourcer at skulle holde det eksisterende signalanlæg kørende i yderligere 2 år og derved gøre det vanskeligere for SP at skaffe den nødvendige kvalificerede arbejdskraft. Samtidig betyder 2022 scenariet en forcerede udrulning der tager 1 år kortere uanset at linierne stadig udføres serielt som i 2020 scenariet, men nu med mere overlap og mindre slæk. Dette giver generelt flere fejl og gør tidsplanen mindre velegnet til at indhente forsinkelser.

Samlet set betyder disse risikoelementer, at risikoværdien i 2022 scenariet øges med 120 mio. kr. til 637 mio. kr. og den mest sandsynlige forsinkelse forventes at blive 3-5 måneder.

Endvidere er der i budgettet afsat midler til håndtering af risici, der forventes at finde sted med stor sandsynlighed, hvilket der er korrigeret for i opgørelsen af den resterende risikoværdi, jf. principperne for ny anlægsbudgettering. For 2022 scenariet er det afsatte beløb 340 mio. kr.

9 Udrulning på fjernbanen

9.1 Indledning

Det fulgte direkte af trafikaftalen fra 2006 [Ref. 1], at Banedanmark skulle analysere to scenarier for udrulningen af et nyt signalsystem på fjernbanen med afslutning i hhv. 2018 og 2020. Det fulgte endvidere af trafikaftalen fra 2006, at Banedanmark skulle undersøge muligheden at holde den samlede udgift til signalområdet inden for den med trafikaftalen fra 2006 afsatte ramme hertil. Derudover skulle Banedanmark undersøge evt. andre hensigtsmæssige udrulningsscenarier.

Banedanmark har opstillet 10 alternative udrulningsscenarier, og har på den baggrund identificeret et scenarie med afslutning i 2021 som værende det samfundsøkonomisk mest optimale samt et scenarie med afslutning i 2023 som værende det scenarium, der i størst muligt omfang reducerer omkostningerne inden 2015. For nærmere gennemgang af den økonomiske analyse se kap. 7.

Det forudsættes, at signaldelen for anlægsprojekter, der besluttet inden Signalprogrammets udbud, håndteres af Signalprogrammet, idet der derved kan opnås betydelige koordineringsgevinster og stordriftsfordele både i anlægsfasen og den efterfølgende drift.

9.1.1 Beskrivelse af scenarierne på fjernbanen

Som nævnt indledningsvist præsenteres i det følgende fire scenarier for udrulning af et nyt signalsystem på fjernbanen. Scenarierne med afslutning i 2020 og 2018 er de oprindelige grundscenarier (jf. trafikaftalen fra 2006), mens scenarierne med afslutning i 2021 og 2023 er udvalgt på baggrund af en følsomhedsanalyse. Således er scenarierne med afslutning i 2020 og 2018 udarbejdet på et højere detaljeringsniveau end scenarierne med afslutning i 2021 og 2023. Der er foretaget en ekstern kvalitets sikring af denne fremgangsmåde, hvor det konkluderes, at denne fremgangsmåde må anses for valid inden for den samlede usikkerhed, der uanset hvad knytter sig til sådanne scenarieanalyser.

De otte øvrige alternative udrulningsscenarier, der indgår i følsomhedsvurderingen, behandles ikke yderligere i dette kapitel. Der henvises til Appendiks 1 for en mere uddybende beskrivelse af de alternative udrulningsscenarier.

Scenarierne adskiller sig fra hinanden med hensyn til starttidspunkt for og hastigheden, hvormed udskiftningen gennemføres. Kort opsummeret er en hurtig gennemførelse af projektet kendetegnet ved, at risikoen for at der sker fejl, der medfører fordyrelser og forsinkelser, er større, mens fordelene i form af den forbedrede rettidighed opnås hurtigere, samt at der skal anvendes lidt færre midler til vedligeholdelse og fornyelse af det nuværende anlæg. På samme måde vil en udskydelse af starttidspunktet medføre ekstraomkostninger til at holde det nuværende signalsystem i drift, ligesom fordelene som f.eks. forbedring af kanalregularitet samt besparelsen på vedligeholdelse og fornyelse opnås senere. For en fuldstændig gennemgang af alle undersøgte scenarier se Appendiks 1 og kap 7.

Det gælder således generelt, at des senere udrulningen af det nye signalsystem afsluttes, des større omkostninger vil der være til øget fornyelse af de eksisterende signalanlæg.

9.1.1.1 Indpasning af Femern landanlæg (Ringsted – Rødby Færge)

Beslutningen om anlægget af Femern Bælt forbindelsen blev truffet i august 2008, efter færdiggørelsen af Signalprogrammets projektforslag. I Signalprogrammets endelige udrulningsplaner er der derfor taget højde for beslutningen om anlægget af Femern Bælt forbindelsen, på basis af en faglig vurdering ved omdisponering af udrulningsrækkefølgen for de enkelte strækninger i den østlige fjernbanekontrakt. Da den samlede arbejdsomfang ved opgradering af Ringsted-Rødby Færge kun er marginalt forøget, er vurderingen at afslutningstidspunktet for den samlede udrulning ikke at forrykkes.

I 2018-, 2020- og 2021-scenariet er udrulningsplanerne koordineret med Femern Bælt, så det er sikret, at arbejderne på Early Deployment strækningerne (test- og afprøvningsstrækningerne) og dermed afprøvning og godkendelse er tilendebragt, inden der skal etableres signalanlæg på Ringsted - Rødby Færge som følge af beslutningen om Femern Bælt forbindelsen.

Signalprogrammets udrulningsplan for 2020 scenariet vil med mindre omdisponeringer af de sjællandske hovedstrækninger kunne afpasses til en udrustning af den opgraderede Ringsted-Rødby Færge strækning ved udgangen af 2018. Udrulningsplanen med afslutning i 2021 kan ligeledes afpasses, idet Ringsted-Rødby Færge indpasses som den første strækning efter Early Deployment strækningen (EDS).

Udrulningskort på basis af disse vurderinger fremgår i afsnit 9.2.3.

I 2023 scenariet, vil der skulle etableres et traditionelt signalsystem på Femern Bælt landanlæg, medmindre projektet udskydes tilsvarende. Signalsystemet vil så skulle udskiftes, når det nye signalsystem kort efter etableres.

Det bemærkes, at det først vil være muligt at gennemføre en timemodel, når signalsystemet er udskiftet.

| Overordnede tidsplaner for fjernbanen (for øvrige scenarier se Appendiks 1) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|------|-----------------|---------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|------|-----------------------|------|------|------|------|
| | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| 2018 | Udbud og kontrakt (2 år) | | Design (2 ½ år) | | Test og afprøvning (2 ½ år) | | Udrulningsfase (3 år) | | | | | | | | |
| 2020 | Udbud og kontrakt (2 år) | | Design (2 ½ år) | | Test og afprøvning (2 ½ år) | | Udrulningsfase (5 år) | | | | | | | | |
| 2021 | Udbud og kontrakt (3 år) | | | Design (3 år) | | Test og afprøvning (3 år) | | Udrulningsfase (4 år) | | | | | | | |
| 2023 | | | | Op- mand. | Udbud og kontrakt (2 år) | | Design (2 ½ år) | | Test og afprøvning (2 ½ år) | | Udrulningsfase (4 år) | | | | |

I afsnit 9.2 beskrives principper og rækkefølgen i udrulningen af signalsystemet, herunder Early Deployment konceptet. I samme afsnit gennemgås de enkelte scenarier. I afsnit 9.3 beskrives konsekvenserne for passagerne under udrulningen.

Figur 9.1

Overordnede tidsplaner for fjernbanen (for øvrige scenarier se Appendiks 1)

9.2 Udrulning af det nye signalsystem

9.2.1 Principperne for udrulning af det nye signalsystem

Signalsystemet på fjernbanen vil blive udskiftet i to selvstændige delprojekter for henholdsvis den vestlige og østlige del af landet, som udbydes i særskilte kontrakter, jf. kapitel 11. De to delprojekter gennemføres parallelt i Signalprogrammet. Skillelinjen mellem de to kontrakter er foreløbigt fastsat ved Lillebælt for at få en simpel grænseflade mellem de to leverandører. Dette fastlægges dog først endeligt i udbudsfasen.

Der udbydes herudover en samlet kontrakt for udrustningen i togene. Udrustningen i togene skal installeres, så togene er klar til at køre på strækninger med det nye signalsystem, efterhånden som det udrulles, jf. kapitel 14.

De nye fjernstyringscentraler skal tilsvarende bygges, inden det nye signalsystem tages i brug på den første strækning. Herefter overgår de øvrige strækninger til de nye fjernstyringscentraler, efterhånden som det nye signalsystem rulles ud.

Signalprogrammet – fra politisk beslutning til ibrugtagning af systemet

Signalprogrammet kan opdeles i fire overordnede faser fra tidspunktet for den politiske beslutning:

- Udbud
- Generelt og specifikt design af det nye signalsystem til danske strækninger
- Udrulning og afprøvning på de første strækninger (Early Deployment)
- Udrulning på de øvrige strækninger.

Udbudsfasen

Den første aktivitet i Signalprogrammet efter en politisk beslutning vil være at igangsætte opbygningen af Signalprogrammets projektor-organisation. Signalprogrammet vil fortsat være en selvstændig enhed i Banedanmark, men organisationen vil blive betydeligt større i de kommende faser. Der skal således ansættes flere medarbejdere i Signalprogrammet, der skal gennemføres et udbud for rådgivningsydelser, og styringsværktøjer for projektet skal udvikles. Organiseringen af Signalprogrammet er beskrevet i kapitel 13.

Herefter skal der i Signalprogrammet udarbejdes funktions-kravspecifikationer, som beskriver, hvad leverandøren skal levere. Sammen med den juridiske kontrakt udgør funktions-kravspecifikationer kernen i udbudsmaterialet. Funktionskravene udarbejdes på grundlag af projektforslaget fra planlægningsfasen. Funktionskravene er en overordnet beskrivelse af, hvilke krav der stilles til det nye signalsystem, mens de fleste tekniske beslutninger træffes af leverandørerne.

Gennemførelsen af selve udbuddet består af prækvalifikation, forhandling med mulige leverandører i flere runder, evaluering af indkomne tilbud og udvælgelse af de bedste tilbud, jf. kapitel 11. Udbudsfasen slutter, når kontrakterne med de valgte leverandører underskrives.

Generel og specifik design fase

I denne fase vil leverandørerne tilpasse deres basissystemer til det danske jernbanenet og danske trafikale regler samt udvikle 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, begyndes det strækningsspecifikke design, hvor systemet tilpasses de strækninger, hvor det udrulles.

Early Deployment fase (test- og afprøvningsstrækninger)

Early Deployment er den første udrulning af signalsystemet med henblik på at opdage fejl og mangler, inden systemet udrulles på de øvrige strækninger.

Først skal der udvikles et strækningsspecifikt design for Early Deployment strækningen, hvor placeringen af spor, sporskifter, overkørsler mv. indarbejdes i signalsystemet. Når anlæggene er produceret og installeret, gennemføres en grundig validering af det installerede udstyr.

Når udstyret på strækningen er testet grundigt, gennemføres først en lang række test med tog uden for normal drift (om natten), hvorefter strækningen overgår til overvåget prøvedrift, hvor der køres normal drift på strækningen med det nye signalsystem. Formålet med den grundige afprøvning er at finde eventuelle fejl i systemet, inden det rulles ud på de øvrige strækninger.

Udrulningen på de øvrige strækninger kan begynde, når driften af det nye signalsystem på Early Deployment strækningen forløber tilfredsstillende. Dette sker efter formel aftale mellem leverandøren, Trafikstyrelsen og Banedanmark.

Udrulning på øvrige strækninger

Udrulningen på de øvrige strækninger efter Early Deployment omfatter de samme aktiviteter som under Early Deployment, men perioden med prøvedrift er betydeligt kortere. Det strækningsspecifikke design af signalanlæggene kan indledes, inden Early Deployment er afsluttet, men selve udrulningen på de øvrige strækninger indledes først, når driften på Early Deployment er tilfredsstillende. Der kan fortsat opstå behov for tilpasninger af systemet baseret på de opnåede erfaringer, men omfanget forventes at være meget begrænset efter Early Deployment.

Efter ibrugtagningen af de sidste strækninger forventes Signalprogrammet at fortsætte i ca. 1-2 år. I denne periode afsluttes blandt andet udestående mangeludbedringer og ændringer, som er aftalt med leverandøren.

Boks 9.1

Signalprogrammet – fra politisk beslutning til ibrugtagning af systemet.

Udrulningsplanerne i Signalprogrammet er udarbejdet, så alle signalanlæggene udskiftes i ét samlet og kontinuert forløb. Dette indebærer en række fordele:

- Et kontinuert udrulningsforløb giver leverandør og bygherre mulighed for at planlægge et jævnt ressourceforbrug og produktionsflow.
- Anlæggene kan efterhånden udskiftes hurtigere og med et mindre ressourceforbrug, fordi der er en betydelig ”lærekurve-effekt” hvor viden om og metoderne til at installere og ibrugtage anlæggene kan optimeres under udrulningsforløbet.
- Der kan udarbejdes en typegodkendelse, der giver mulighed for en mere effektiv sikkerhedsgodkendelsesproces for de installerede anlæg jf. Appendiks 3.
- Da udrulningen af et nyt signalsystem også indebærer nye trafikale regler skal skiftet mellem forskellige regelsæt sikkerhedsmæssigt begrænses til et minimum, hvilket fordrer en successiv og ensartet udrulning.

Scenarierne er specificeret ud fra forskellige tidsmæssige, tekniske og økonomiske hensyn for at danne et grundlag for en politisk beslutning om, hvad der skal lægges vægt på ved udrulningen af det nye signalsystem.

Tidsplanerne for scenarierne er udtryk for Banedanmarks vurdering af, hvor lang tid de enkelte aktiviteter under udrulningen vil vare, jf. boks 9.1. Tidsplanerne er udarbejdet i samarbejde med eksterne rådgivere fra ind- og udland på baggrund af oplysninger fra sammenlignelige projekter, leverandører, andre forvaltere af jernbaneinfrastruktur mv.

De leverandører, som vinder udbuddet, kan imidlertid have en anderledes vurdering af, hvordan signalsystemet mest hensigtsmæssigt udrulles. Leverandørernes synspunkter vil blive inddraget i en revurdering af udrulningsplanerne i løbet af udbudsfasen, hvilket kan give anledning til justeringer af de udrulningsplaner, som skitseres i dette beslutningsgrundlag.

9.2.2 Early Deployment (test- og afprøvningsstrækninger)

Early Deployment er det første sted, hvor det nye signalsystem installeres på en konkret jernbanestrækning. Alle de undersøgte scenarier tager udgangspunkt i samme Early Deployment strækninger.

I Early Deployment afprøves signalsystemet på en begrænset del af jernbanen, inden det udrulles på resten af jernbanenettet. Det er afgørende, at signalsystemet testes grundigt, inden det udrulles på resten af jernbanenettet for at indgå at udbrede eventuelle fejl til et større område. Early Deployment gennemføres som udgangspunkt af begge leverandører, dvs. i både den østlige og vestlige del af landet.

Frederikshavn-Langå er valgt til Early Deployment i det vestlige Danmark, og Roskilde-Køge-Næstved er valgt i den østlige del af landet. Beslutningen om at gennemføre

Boks 9.2

Early Deployment strækninger.

Early Deployment strækninger

De nye signalsystemer skal afprøves på en afgrænset jernbanestrækning, inden de udrulles på resten af jernbanenet for at undgå at sprede eventuelle fejl til et større område. Denne afprøvning på den første strækning kaldes Early Deployment og er et helt central element i udrulningsplanerne.

På fjernbanen er Frederikshavn-Langå valgt til Early Deployment i det vestlige Danmark, og Roskilde-Køge-Næstved er valgt i den østlige del af landet. Disse strækninger er udvalgt til Early Deployment ud fra en samlet vurdering af flere forhold:

- Early Deployment strækningerne bør udgøre et driftsmæssigt sammenhængende og afgrænset område.
- Strækningerne skal være repræsentative for det samlede jernbanenet, så flest mulige elementer af signalsystemet testes, fx overkørsler, relativ tæt togtrafik, enkelt- og dobbeltsporsdrift, stationer og rangering.
- Signalsystemet udskiftes som udgangspunkt først på strækninger med de ældste anlæg og på strækninger med systemer, der har en forholdsvis lav funktionalitet i forhold til sammenlignelige strækninger. På den måde imødegås risikoen for svigt i en stor del af de ældste anlæg og der opnås tidlige fordele ved udskiftningen.
- De mest komplekse og mest trafikerede stationer og strækninger indgår ikke i Early Deployment f.eks. større stationer og Kystbanen
- Fejl på strækningen bør indebære forholdsvis små driftspåvirkninger i forhold til resten af jernbanenet, dvs. at Early Deployment bør gennemføres på strækninger med en relativt isoleret togtrafik.

Frederikshavn-Langå er valgt til Early Deployment i Vestdanmark i lyset af signalanlæggenes alder på denne strækning. Signalanlæggene på strækningen har desuden en lavere funktionalitet end på sammenlignelige strækninger på fjernbanen. Nord for Hobro er der i dag ikke installeret togkontrol. Mellem Hobro og Ålborg er der herudover ikke installeret sikringsanlæg mellem stationerne eller fjernstyring. Indførelse af ERTMS nord for Hobro vil således øge signalsystemets sikkerhedsniveau og dets funktion. Hertil kommer, at Frederikshavn-Langå kan isoleres trafikalt fra resten af jernbanenet, og at strækningen er nogenlunde repræsentativ for hele fjernbanen. Strækningen har længe stået øverst på listen over de strækninger, der skulle have nyt signalsystem. Med henblik på at opnå maksimal effekt af testen samtidig med en minimering af driftsforstyrrelse, planlægges det at starte udbygningen på den nordlige del (Aalborg-Frederikshavn) først. Derved opnås en gradvis udbygning og udnyttelse af den opbyggede erfaring.

For den østlige udrulning kan valget af strækningen Roskilde-Køge-Næstved til Early Deployment ligeledes henføres til signalanlæggenes alder. Strækningen kan desuden isoleres fra den øvrige trafik på Sjælland, således at den betydelige og sårbare trafik til og fra Københavns Hovedbanegård ikke påvirkes under afprøvningen af signalsystemet. Komplexiteten på denne strækning er ikke umiddelbart tilstrækkelig til at afprøve alle signalsystemets funktioner, men der kompenseres herfor ved at indsætte ekstra testtog på strækningen i Early Deployment perioden. Roskilde-Køge-Næstved er i dag bestykket med såkaldte 77 signalanlæg som er særdeles nødlidende og stort set umulige at levetidsforlænge.

Early Deployment på netop disse strækninger er baseret på en samlet vurdering af en række forhold som beskrevet i boks 9.2.

De første testkørsler med tog uden passagerer for at afprøve det nye system vil foregå om natten. I denne periode fortsætter togdriften om dagen ved hjælp af det eksisterende signalsystem.

Når de natlige testkørsler forløber tilfredsstillende, overgår driften af banen fra det eksisterende til det nye signalsystem i såkaldt overvåget prøvedrift. Fra dette tidspunkt kan togtrafikken afvikles på det nye signalsystem.

Under overvåget prøvedrift vil der i begyndelsen være et ekstra beredskab i form af blandt andet erstatningsbusser, hvis det nye signalsystem fejler. Tilsvarende fjernes det eksisterende signalsystem ikke, før der er opnået en stabil drift på det nye system. Konsekvenserne for passagererne i overgangsperioden, hvor det nye signalsystem installeres, er beskrevet i næste afsnit.

Det er afgørende, at signalsystemet testes grundigt, inden det udrulles på resten af jernbanenettet for derved at undgå at udbrede eventuelle fejl til et større område. Early Deployment fasen er således den samme i alle scenarier

Udrulningen på de øvrige strækninger kan begynde, når driften af det nye signalsystem på Early Deployment strækningen forløber tilfredsstillende. Der vil i samarbejde med operatørerne og Trafikstyrelsen blive opstillet en række indikatorer herfor.

9.2.3 Udrulning på de øvrige strækninger

9.2.3.1 2020-scenariet

I 2020-scenariet installeres signalsystemet som udgangspunkt på hovedstrækningerne umiddelbart efter Early Deployment (test- og afprøvningsstrækninger). Derefter udrulles det nye system på regional- og lokalbanerne. Ved at udrulle først på hovedstrækningerne opnås fordelene ved ERTMS niveau 2 først på de mest trafikerede strækninger til gavn for flest passagerer.

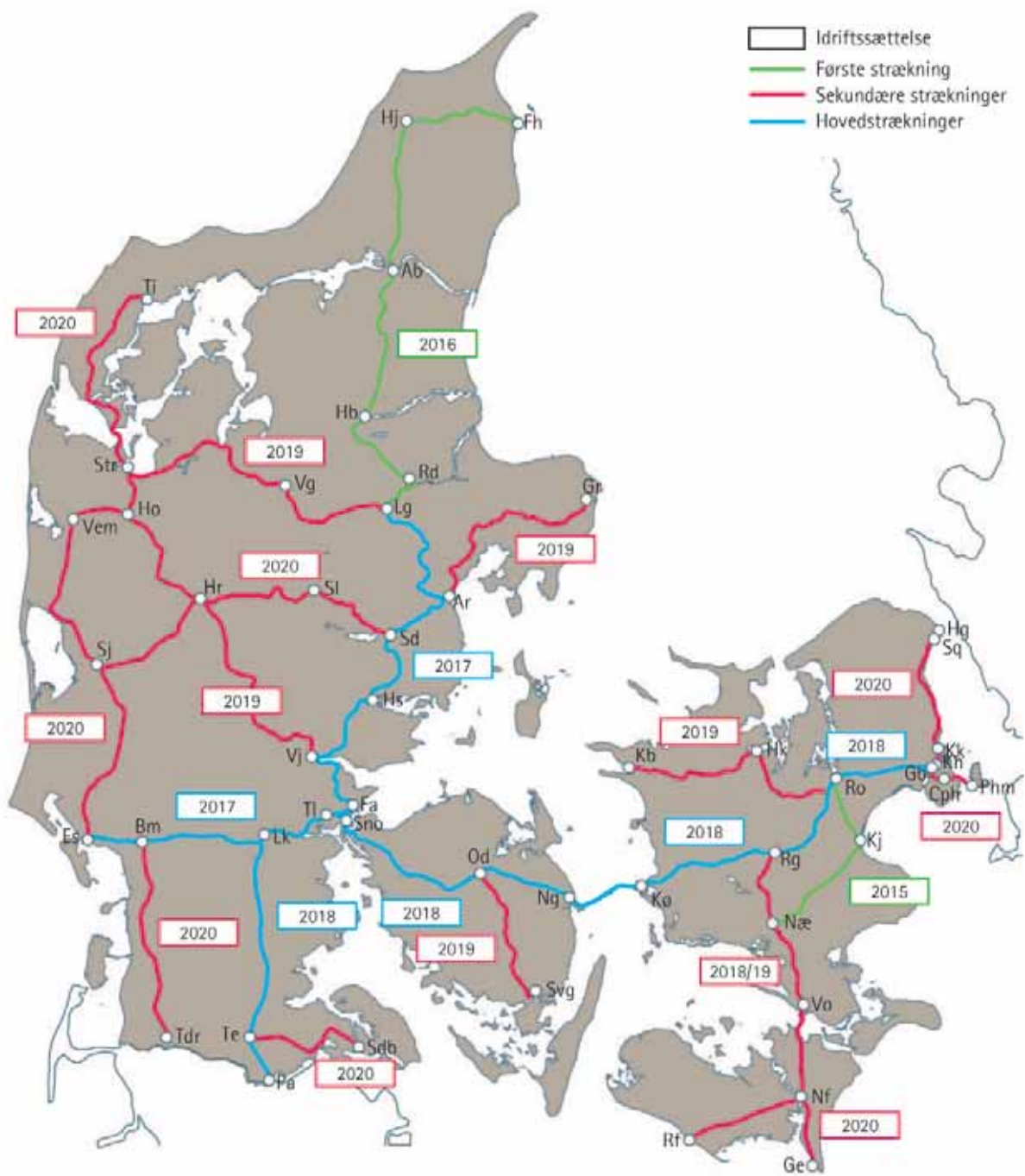
Herudover er der i 2020-scenariet taget hensyn til, at de mest komplicerede anlæg bør udskiftes sent i udrulningsforløbet, så man har nået toppen af læringskurven og risiciene derved minimeres.

Efter Early Deployment i den vestlige del af landet på Frederikshavn - Langå fortsætter udrulningen på hovedstrækningen Langå - Fredericia, jf. figur 9.1. Herefter udrulles det nye signalsystem på de øvrige hovedstrækninger Fredericia-Esbjerg og Lunderskov-Padborg. Signalsystemet forventes at være udskiftet på alle jyske hovedstrækninger medio 2018. På regional- og lokalbanerne ibrugtages det nye signalsystem derefter gradvist i perioden 2019-2020.

I den østlige del fortsætter udrulningen på hovedstrækningen fra København til Lillebælt efter Early Deployment på Roskilde-Næstved. Signalsystemet på hovedstrækningen i den østlige del af landet forventes at være i normal drift ultimo 2018 i 2020-scenariet. Københavns Hovedbanegård ibrugtages dog først i 2020 som den sidste del af udrulningen i øst, fordi Københavns Hovedbanegård er den største og mest komplekse station på fjernbanen, jf. ovenfor. Det vurderes at strækningen Ringsted-Rødby Færges kan etableres for tilslutning til Femern broen ved udgangen af 2018. De resterende regional- og lokalbaner i den østlige del af landet ibrugtages i perioden 2019-2020.

Figur 9.1

Udrulningsplanen med afslutning i 2020 på fjernbanen.



9.2.3.2 2021-scenariet

I 2021-scenariet installeres signalsystemet som udgangspunkt i samme rækkefølge og med samme prioritering som i 2020 planen. I forhold til 2020 planen forlænges de tidlige faser kontrahering og design med 2 år inden anlæggene i lighed med 2020 scenariet udrulles på Early Deployment strækningerne. Dernæst udrulles i en hurtigere takt – 4 år i stedet for 5 år – end i 2020 scenariet. Samlet set forlænges programmet med 1 år, men de tunge investeringer i starten af projektet udskydes i ca. 2 år og dermed reduceres investerings behovet i perioden 2009-14 betydeligt. Det er skønnet at fordelene ved den bedre forberedelse i de tidlige faser og dermed en reduktion af en række risici opvejer de øgede risici i den kortere udrulningsperiode sidst i perioden.

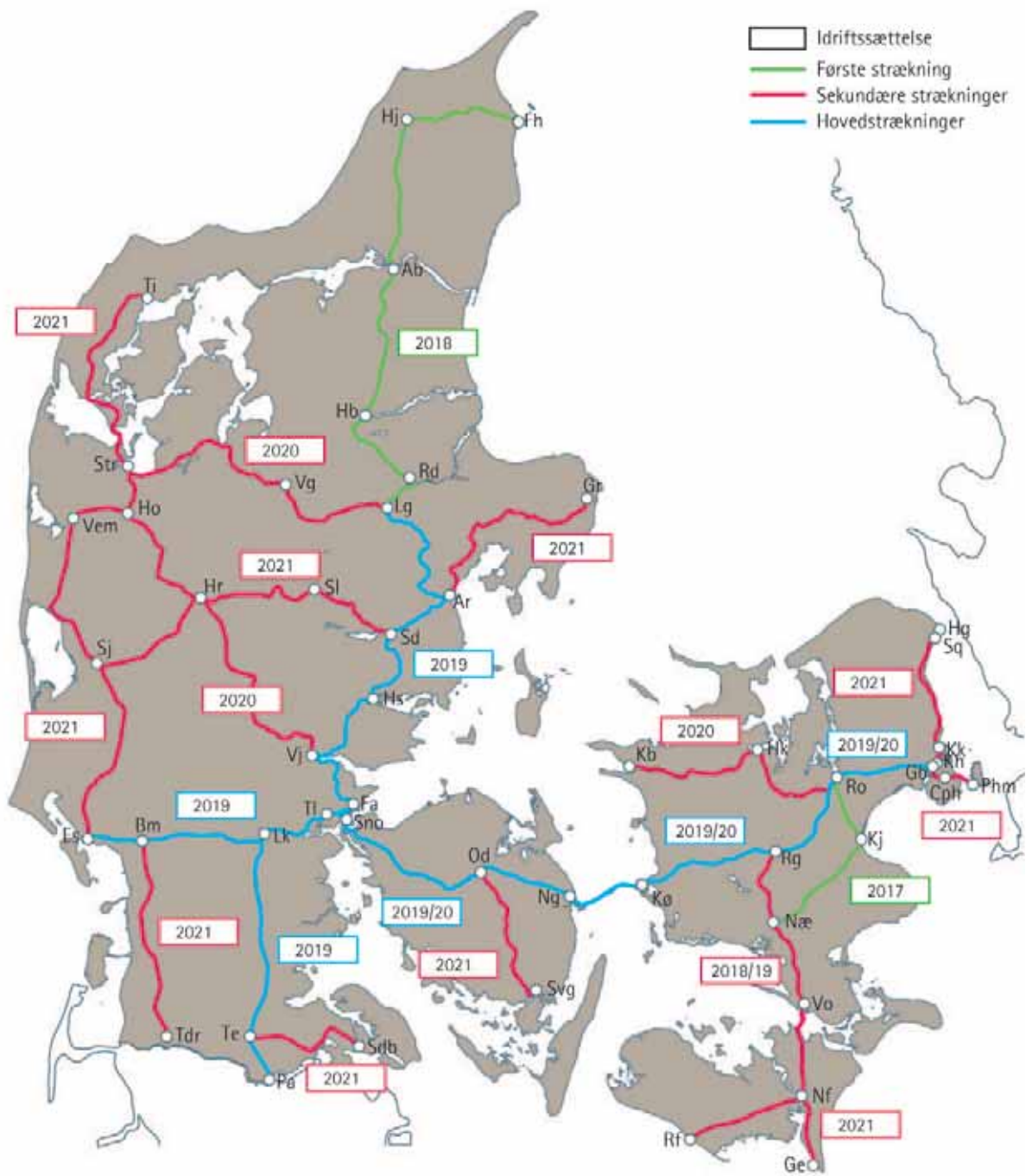
Efter Early Deployment i den vestlige del af landet på Frederikshavn - Langå fortsætter udrulningen på hovedstrækningen Langå - Fredericia, jf. figur 9.2. Herefter udrulles det nye signalsystem på de øvrige hovedstrækninger Fredericia-Esbjerg og Lunderskov-Padborg. Signalsystemet forventes at være udskiftet på alle jyske hovedstrækninger medio 2019. På regional- og lokalbanerne ibrugtages det nye signalsystem derefter gradvist i perioden 2020-2021.

I den østlige del fortsætter udrulningen på strækningen Ringsted - Rødby Færge for tilslutning til Femern broen ved udgangen af 2018, efter Early Deployment på Roskilde-Næstved. Efter Ringsted - Rødby Færge fortsættes ad hovedstrækningen fra København til Lillebælt. Signalsystemet på hovedstrækningen i den østlige del af landet forventes at være i normal drift ultimo 2019/primus 2020 i 2021-scenariet. Københavns Hovedbanegård ibrugtages dog først ultimo 2021 som den sidste del af udrulningen i øst, fordi Københavns Hovedbanegård er den største og mest komplekse station på fjernbanen, jf. ovenfor. De resterende regional- og lokalbaner i den østlige del af landet ibrugtages i perioden 2020-2021.

Afslutningen forventes således fortsat i slutningen af 2021, men som konsekvens af den øgede arbejdsomfang relateret til udbygning af strækningen Ringsted - Rødby færge, er der en forøget risiko for at Københavns hovedbanegård og Kystbanen først kan ibrugtages med det nye signalsystem i løbet af 2022.

Figur 9.2

Udrulningsplanen med afslutning i 2021 på fjernbanen.



9.2.3.3 2018-scenariet

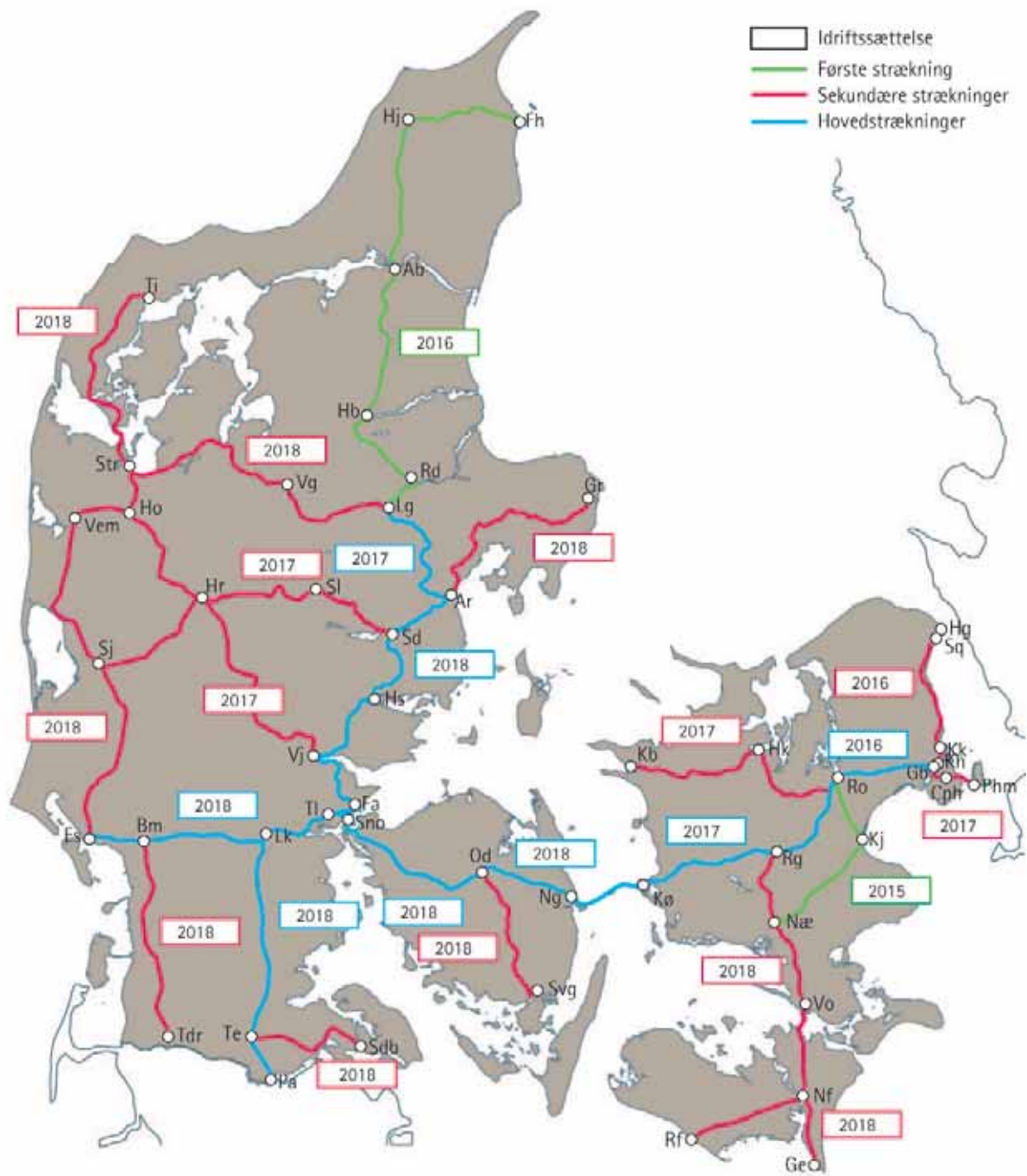
Udrulningsplanerne i 2018-scenariet afspejler navnlig hensynet til en effektiv tilrettelæggelse af arbejdet for at opnå en hurtigere udrulning end de teknisk/økonomiske udrulningsplaner med afslutning i 2020 og 2021. 2018-scenariet afspejler således en lavere prioritering af hensynet til at opnå fordelene ved det nye system først på de mest trafikerede strækninger og hensynet til at udskifte de mest komplekse signalanlæg sent i udrulningsforløbet, mod at der opnås en tidligere færdiggørelse af den samlede udrulning

Forskellen på 2018- og 2020/2021-scenarierne er, at udrulningen efter Early Deployment foregår parallelt på flere strækninger i 2018-scenariet, mens udrulningen i 2020/2021-scenarierne foregår serielt på én strækning ad gangen. I 2018-scenariet foregår udrulningen af det nye signalsystem blandt andet i højere grad parallelt på hovedstrækningerne og regional- og lokalbanerne. Signalanlæggene på Københavns Hovedbanegård udskiftes desuden i begyndelsen af 2017, hvilket er 2½-3 år tidligere end i 2020-scenariet. Udrulningsplanen for den vestlige og østlige del af landet i 2018-scenariet er vist i figur 9.3.

Udbygningen af strækningen Ringsted-Rødby og eventuelt København-Køge-Ringsted, som konsekvens af den nylige aftale om Femern passer med tidsplanen, idet de udrulles i umiddelbar forlængelse af de andre strækninger.

Figur 9.3

Udrulningsplanen med afslutning i 2018 på fjernbanen.



9.2.3.4 2023-scenariet

I 2023-scenariet installeres signalsystemet som udgangspunkt i samme rækkefølge som i 2020 planen, men starten af programmet er udskudt til 2013. Efter Early Deployment udrulles i en hurtigere takt – 4 år i stedet for 5 år – end i 2020 scenariet. Samlet set forlænges programmet med 3 år, men de tunge investeringer i starten af projektet udskydes i ca. 4 år og dermed bortfalder investerings behovet i perioden 2009-14 næsten helt. Det er skønnet at fordelene ved leverandørernes øgede erfaring fra ERTMS projekter i andre lande opvejer de øgede risici i den kortere udrulningsperiode sidst i perioden.

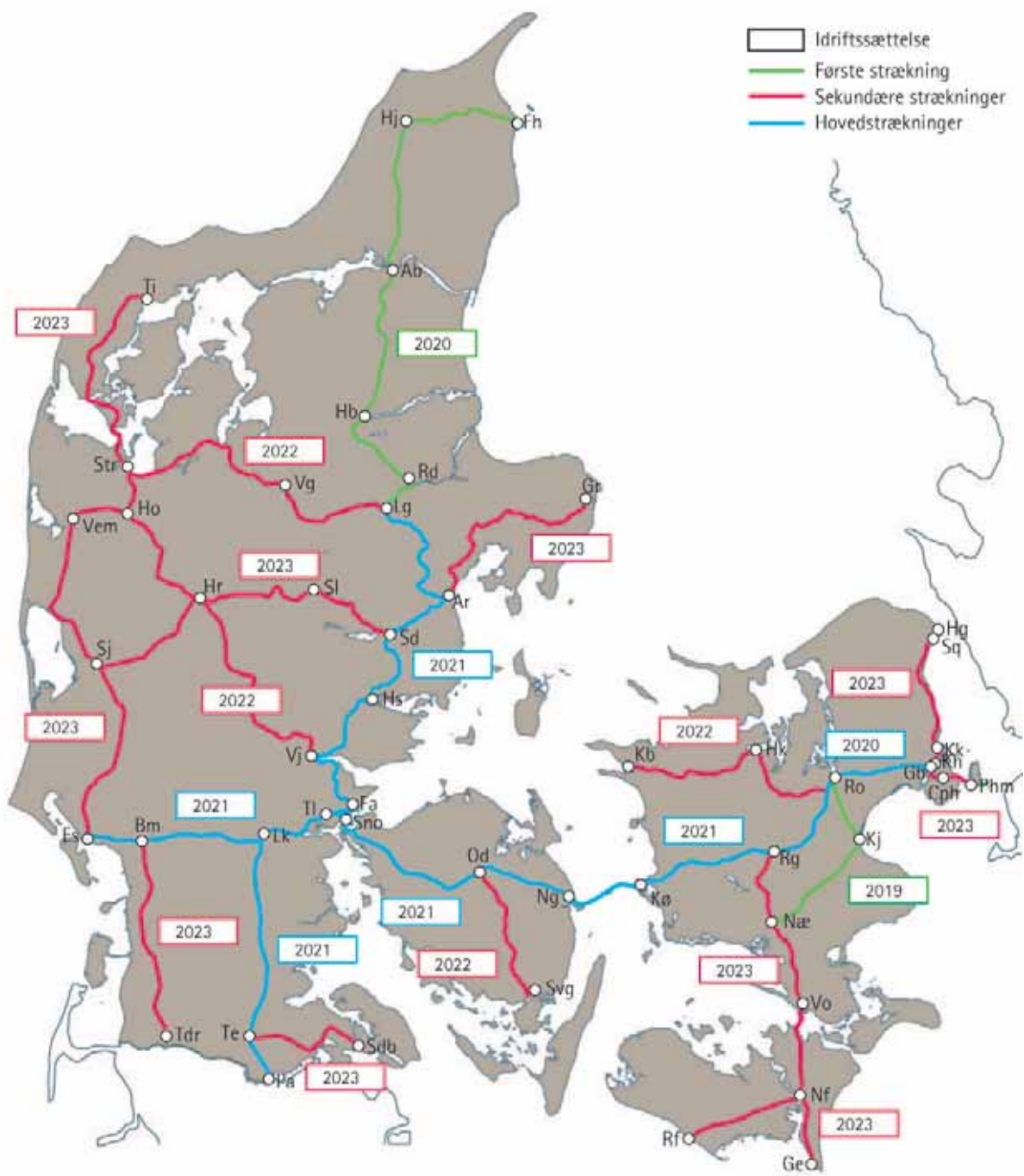
Efter Early Deployment i den vestlige del af landet på Frederikshavn - Langå fortsætter udrulningen på hovedstrækningen Langå - Fredericia, jf. figur 9.4. Herefter udrulles det nye signalsystem på de øvrige hovedstrækninger Fredericia-Esbjerg og Lunderskov-Padborg. Signalsystemet forventes at være udskiftet på alle jyske hovedstrækninger medio 2021. På regional- og lokalbanerne ibrugtages det nye signalsystem derefter gradvist i perioden 2020-2023.

I den østlige del fortsætter udrulningen på hovedstrækningen fra København til Lillebælt efter Early Deployment på Roskilde-Næstved. Signalsystemet på hovedstrækningen i den østlige del af landet forventes at være i normal drift ultimo 2021 i 2023-scenariet. Københavns Hovedbanegård ibrugtages dog først i 2023 som den sidste del af udrulningen i øst, fordi Københavns Hovedbanegård er den største og mest komplekse station på fjernbanen, jf. ovenfor. De resterende regional- og lokalbaner i den østlige del af landet ibrugtages i perioden 2022-2023.

Udbygningen af strækningen Ringsted-Rødby Færge som konsekvens af den nylige aftale om Femern vil ikke kunne indpasses i tidsplanen før 2020. Med mindre anlægsprojekterne udskydes, må de gennemføres med traditionel teknik og efterfølgende fornyes igen efter 2020.

Figur 9.4

Udrulningsplanen med afslutning i 2023 på fjernbanen.



9.3 Konsekvenser for passagererne i udrulningsperioden

Udrulningen af signalsystemet vil ske, mens fjernbanen er i fuld drift. Det kan derfor ikke undgås, at der vil blive afledte påvirkninger for passagerne i udrulningsperioden. Dette kendes også fra større sporarbejder.

Det nye ERTMS 2 signalsystem består dog primært af anlæg, som ikke placeres direkte i eller ved sporene, men centraliseres i bygninger, teknik bokse mv. Det er således kun en mindre del af komponenterne i signalsystemet, som skal installeres i direkte tilknytning til sporene, og som derfor forudsætter fri adgang til sporene. Disse anlæg kan typisk installeres om natten, mens der alligevel ikke kører tog.

Fordelene ved at anvende totale sporspæringer vil derfor være markant mindre, end det er tilfældet for fx sporfornyelsesarbejder, jf. nedenfor. Det er derfor foreløbigt lagt til grund, at sporspæringer og erstatningsbusser i forbindelse med installationen af det nye signalsystem overvejende anvendes på de tidligste afgang om morgenen og de seneste afgang om aftenen, hvis de overhovedet bliver nødvendige. Behovet for spæringer ved udrulningen af det nye signalsystem vil løbende blive vurderet, men omfanget er som sagt ikke sammenligneligt med det der kendes fra sporarbejder.

Ved at bruge sporspæringer om morgenen og aftenen kan de enkelte arbejdssjak arbejde en fuld "arbejdsdag" natten over og dermed opnå en effektiv arbejdstilrettelæggelse. Omkostningerne til erstatningsbusser vil endvidere være forholdsvis begrænsede for de tidligste og seneste afgang, fordi passagertallet er mindre end i dagtimerne. Der kan ikke forventes besparelser ved at bruge mere omfattende sporspæringer.

Der vil blive iværksat et informationsarbejde, der skal orientere passagerne om påvirkningerne af driften under udrulningen af signalsystemet. Køreplanerne vil desuden blive justeret i henhold til de planlagte signalarbejder ved sporene med henblik på at minimere de ikke-planlagte forsinkelser. Dette vil navnlig berøre køreplanerne for de tidligste afgang om morgenen og de seneste afgang om aftenen.

Justeringerne af køreplanen i overgangsperioden vil betyde en vis forringelse af servicen i forhold til de tidligste og seneste afgang, men derudover forventes regulariteten ikke at blive forringet nævneværdigt i udrulningsperioden.

Togdriften vil i større eller mindre grad kunne påvirkes i forbindelse med følgende aktiviteter under udrulningen af det nye signalsystem:

- Installation af signalanlæg i eller ved sporet
- Testkørsler
- Ibrugtagning af det nye signalsystem
- Første normale driftsperiode.

Når der installeres anlæg i sporet, skal sporet selvsagt være frit. Eksempler på anlæg, der skal installeres i sporerne, er sporskiftedrev og akseltællere der registrerer, om der er et tog på sporet. Typisk vil det være forholdsvis ukompliceret at installere enkelte

af disse anlæg, og ofte kan det foregå om natten. Den vanskeligste komponent i den henseende er sporskiftedrev, der skal tilkobles sikringsanlægget. Dette er dog et velkendt problem, som der findes en række afprøvede metoder til at håndtere.

De første testkørsler vil forudsætte, at sporet er frit. De vil derfor primært foregå om natten. Senere testkørsler vil ske i almindelig drift sammen med andre tog. Testkørsler gennemføres navnlig under Early Deployment.

I forbindelse med selve ibrugtagningen af det nye signalsystem på delstrækninger vil der under alle omstændigheder være behov for fulde sporspæringer. Dette vil i videst muligt omfang ske i weekender og på helligdage. Dette er helt parallelt med ibrugtagning af sikringsanlæg i dag.

I den første normale driftsperiode med det nye signalsystem vil der være en øget risiko for fejl, hvilket kan betyde forsinkede tog. I denne fase vil det løbende blive vurderet, hvordan generne for passagererne i tilfælde af fejl kan begrænses, fx ved erstatningsdrift med busser.

Det bemærkes, at organiseringen af udrulningen vil afhænge af den valgte leverandør. De endelige udrulningsplaner vil blive fastlagt i fællesskab af leverandørerne, Trafikstyrelsen, togoperatørerne og Banedanmark.

10 Udrulning på S-banen

10.1 Indledning

Det fulgte af kommissoriet for Signalprogrammet [Ref. 9], at Banedanmark skulle analysere to alternativer for udrulningen af et nyt signalsystem på S-banen, hhv. den hurtigst mulige udrulning og den teknisk/økonomisk optimale udrulning af et nyt signalsystem på S-banen. Derudover fulgte det af trafikaftalen fra 2006 [Ref. 1], at Banedanmark skulle undersøge muligheden for at holde den samlede udgift til signalområdet inden for den med trafikaftalen fra 2006 afsatte ramme hertil, samt at Banedanmark skulle undersøge evt. andre hensigtsmæssige udrulningsscenarier.

Banedanmarks undersøgelser har vist, at det vil være teknisk/økonomisk mest hensigtsmæssigt at gennemføre udrulningen af et nyt signalsystem på S-banen med afslutning i perioden 2009-2020. Derudover har undersøgelsen vist, at etableringen af et nyt signalsystem tidligst kan være afsluttet i 2016. For nærmere gennemgang af den økonomiske analyse se kapitel 7.

Herunder har Banedanmark efterfølgende undersøgt elleve alternative udrulningsscenarier. På baggrunden af analysen af disse alternative scenarier, er det besluttet at afrapportere på to af disse scenarier, henholdsvis med afslutning i 2018 og i 2022. Der henvises til appendiks 1 for afrapporteringen på de resterende ni alternative scenarier.

10.1.1 Beskrivelse af scenarierne på S-banen

I det følgende præsenteres de 2 alternative udrulningsscenarier med afslutning i 2018 og 2022 sammen med 2016 og 2020 udrulningsplanerne. Disse adskiller sig fra hinanden med hensyn til starttidspunkt og hastigheden, hvormed udskiftningen gennemføres. Kort opsummeret er en hurtig gennemførelse af projektet kendetegnet ved, at risikoen for at der sker fejl, der medfører fordyrelser og forsinkelser, er større, mens fordelene i form af f.eks. forbedret rettidighed opnås hurtigere, samt at der skal anvendes lidt færre midler til vedligeholdelse og fornyelse af det nuværende anlæg. En udskydelse af starttidspunktet medfører ekstraomkostninger til at holde det nuværende signalsystem i drift, ligesom den forbedrede kanalregularitet samt besparelsen på vedligeholdelse og fornyelse opnås senere.

| Overordnede tidsplaner for S-banen | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------|---------------|--------------------------|---------------------------|---------------|-----------------------|---------------------------|------|-----------------------|------|------|------|------|------|
| | 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 S-banen konkluderes, at scenariet med afslutning i 2020 er det økonomisk set mest optimale, både hvad angår samfundsøkonomi, totalomkostning og projektrisiko, se kapitel 7 og 8, samt Appendiks 1 for en uddybning.

Tidsplanen for de 2016, 2018, 2020 og 2022 scenarierne opsummeres i figur 10.1.

I afsnit 10.2 beskrives principperne for udrulning af et nyt system på S-banen, Early Deployment konceptet (=test og afprøvning) og de enkelte planer med forskellig afslutningstidspunkt. I afsnit 10.3 beskrives de få konsekvenser udrulningen kan have på passagererne i perioden.

10.2 Udrulning af det nye signalsystem

10.2.1 Principperne for udrulning af det nye signalsystem

Signalsystemet skal som udgangspunkt leveres af én leverandør på S-banen, jf. kapitel 5. Den samme leverandør skal således levere og installere signalsystemet på hele S-banen inkl. udstyret i S-togene.

På S-banen udrulles signalsystemet ligesom på fjernbanen først på en Early Deployment strækning (=test og afprøvning) efterfulgt af en udrulning på de øvrige strækninger.

Fjernstyringssystemet skal være klar, så det kan styre togtrafikken, når det nye signalsystem tages i brug på den første strækning. Det holdes åbent i udbuddet, om der skal etableres et nyt fjernstyringssystem i en nybygget central, eller om det eksisterende fjernstyringssystem genbruges, jf. kapitel 5. Uanset om der bygges et nyt system, vil fjernstyringen af de eksisterende og nye signalsystemer foregå særskilt i udrulningsperioden.

Figur 10.1

Overordnede tidsplaner for S-banen.

Udrulningsplanerne i Signalprogrammet for de 4 scenarier er udarbejdet, så alle signalanlæggene udskiftes i ét samlet og kontinuert forløb. Dette indebærer en række fordele:

- Et kontinuert udrulningsforløb giver leverandør og bygherre mulighed for at planlægge et jævnt ressourceforbrug og produktionsflow.
- Anlæggene kan efterhånden udskiftes hurtigere og med et mindre ressourceforbrug, fordi der er en betydelig "lærekurve-effekt", hvor viden om og metoderne til at installere og ibrugtage anlæggene kan optimeres under udrulningsforløbet.
- Der kan udarbejdes en typegodkendelse, der giver mulighed for en mere effektiv sikkerhedsgodkendelsesproces for de installerede anlæg, jf. Appendiks 3.

Tidsplanerne for 2016 og 2020 scenarierne er udtryk for Signalprogrammets vurdering af, hvor lang tid de enkelte aktiviteter under udrulningen vil vare, jf. boks 9.1 i forrige kapitel. Tidsplanerne er udarbejdet i samarbejde med eksterne rådgivere fra ind- og udland på baggrund af oplysninger fra sammenlignelige projekter, leverandører, andre forvaltere af jernbaneinfrastruktur mv. Tidsplanerne for de alternative udrulningsscenarioer er baseret på deltabetragtninger i forhold til 2016 og 2020 scenarierne.

Den leverandør, som vinder udbuddet, kan imidlertid have en anderledes vurdering af, hvordan signalsystemet mest hensigtsmæssigt udrulles baseret på praktisk erfaring. Leverandørens synspunkter vil blive inddraget i en revurdering af udrulningsplanerne i løbet af udbudsfasen, hvilket kan give anledning til justeringer af de udrulningsplaner, som skitseres i denne baggrundsrapport.

10.2.2 Early Deployment (=test og afprøvning)

Early Deployment er det første sted, hvor det nye signalsystem installeres på en konkret jernbanestrækning.

I Early Deployment afprøves signalsystemet på en begrænset del af jernbanen, inden det udrulles på resten af jernbanenettet. Det er afgørende, at signalsystemet testes grundigt, inden det udrulles på resten af jernbanenettet for at indgå at udbrede eventuelle fejl til et større område. Det bemærkes, at der i S-bane udrulningsplanerne tillades en større parallelitet imellem aktiviteterne i Early Deployment og den efterfølgende udrulning end på fjernbanen, idet det antages, at det nye S-bane signalsystem vil være mere gennemprøvet end et ERTMS 2 system til fjernbanen.

På S-banen er Lyngby-Hillerød valgt til Early Deployment i 2016, 2018 og 2020 scenarierne. Det skyldes, at anlæggene på denne strækning under alle omstændigheder skal udskiftes snarest, jf. afsnit 5.2. Anlægge på strækningen er de ældste på S-banen, og togkontrollsystemet mellem Lyngby og Hillerød har et lavere sikkerhedsniveau end på resten af S-banen. Strækningen har desuden den nødvendige kompleksitet til at gennemføre en omfattende test af det nye signalsystem, jf. boks 9.2. i forrige kapitel

I 2022 scenariet er det nødvendigt på grund af udskydelsen af projektets opstart at gennemføre en udskiftning af sikringsanlæggene på Lyngby-Hillerød med den traditionelle teknologi. Som Early Deployment er i stedet valgt strækningen Hundige-Køge. Denne strækning er valgt, da den har den nødvendige kompleksitet til test af det nye signalsystem.

De første testkørsler vil foregå om natten. I denne periode fortsætter togdriften om dagen ved hjælp af det eksisterende signalsystem.

Når de natlige testkørsler forløber tilfredsstillende, overgår driften af banen fra det eksisterende til det nye signalsystem i såkaldt overvåget prøvedrift. Fra dette tidspunkt kan togtrafikken afvikles på det nye signalsystem.

Under overvåget prøvedrift vil der i begyndelsen være et ekstra beredskab i form af blandt andet erstatningsbusser, hvis det nye signalsystem fejler. Tilsvarende fjernes det eksisterende signalsystem ikke, før der er opnået en stabil drift på det nye system. Konsekvenserne for passagererne i overgangsperioden, hvor det nye signalsystem installeres, er beskrevet i næste afsnit.

Det er afgørende, at signalsystemet testes grundigt, inden det udrulles på resten af S-banen for derved at undgå at udbrede eventuelle fejl til et større område. Early Deployment fasen er ikke kortere i udrulningsscenerierne med afslutning i 2016, 2018 og 2022 end i 2020-scenariet.

Udrulningen på de øvrige strækninger kan begynde, når driften af det nye signalsystem på Early Deployment strækningen forløber tilfredsstillende. Dette vil ske efter en aftale mellem leverandøren, Trafikstyrelsen, DSB S-tog og Banedanmark.

10.2.3 Udrulning på de øvrige strækninger

Udrulningen på de øvrige strækninger efter Early Deployment er baseret på en inddeling af S-banen i tre eller fire områder. Udrulningen udføres af samme leverandør, men som et selvstændigt delprojekt for hvert område.

Efter Early Deployment på Lyngby-Hillerød er udrulningsplanerne for 2016, 2018 og 2020 scenarierne foreløbigt baseret på følgende inddeling:

- Fra henholdsvis Frederikssund og Høje Taastrup til Enghave
- Fra Køge til Vesterport
- Vesterport-Jægersborg, Farum banen og Ringbanen til sidst.

For 2022 scenariet er udrulningsplanen efter Early Deployment strækningen Hundige – Køge foreløbigt baseret på følgende inddeling:

- Fra henholdsvis Ishøj og Enghave til Dybbølsbro
- Fra henholdsvis Frederikssund og Høje Taastrup til Enghave
- Fra Dybbølsbro til Hellerup

- Til sidst Farum-(Svanemøllen), Klampenborg-(Hellerup), (Lyngby)-(Hellerup) og Ringbanen.

Ovenstående rækkefølge er dels en sikkerhedsmæssig afvejning af, at der skal være færrest mulige overgange mellem nyt og gammel signalsystem i implementeringsperioden, dels en sammenvejning af risiko, hvor de ældste anlæg skiftes først og den centrale strækning sent, da den er trafikalt mest sårbar overfor fejl under udrulningen. Den endelige sammensætning af den rækkefølge, som udrulningen gennemføres i, fastlægges dog først i udbudsfasen på baggrund af drøftelser mellem de potentielle leverandører, togoperatøren på S-banen og Banedanmark.

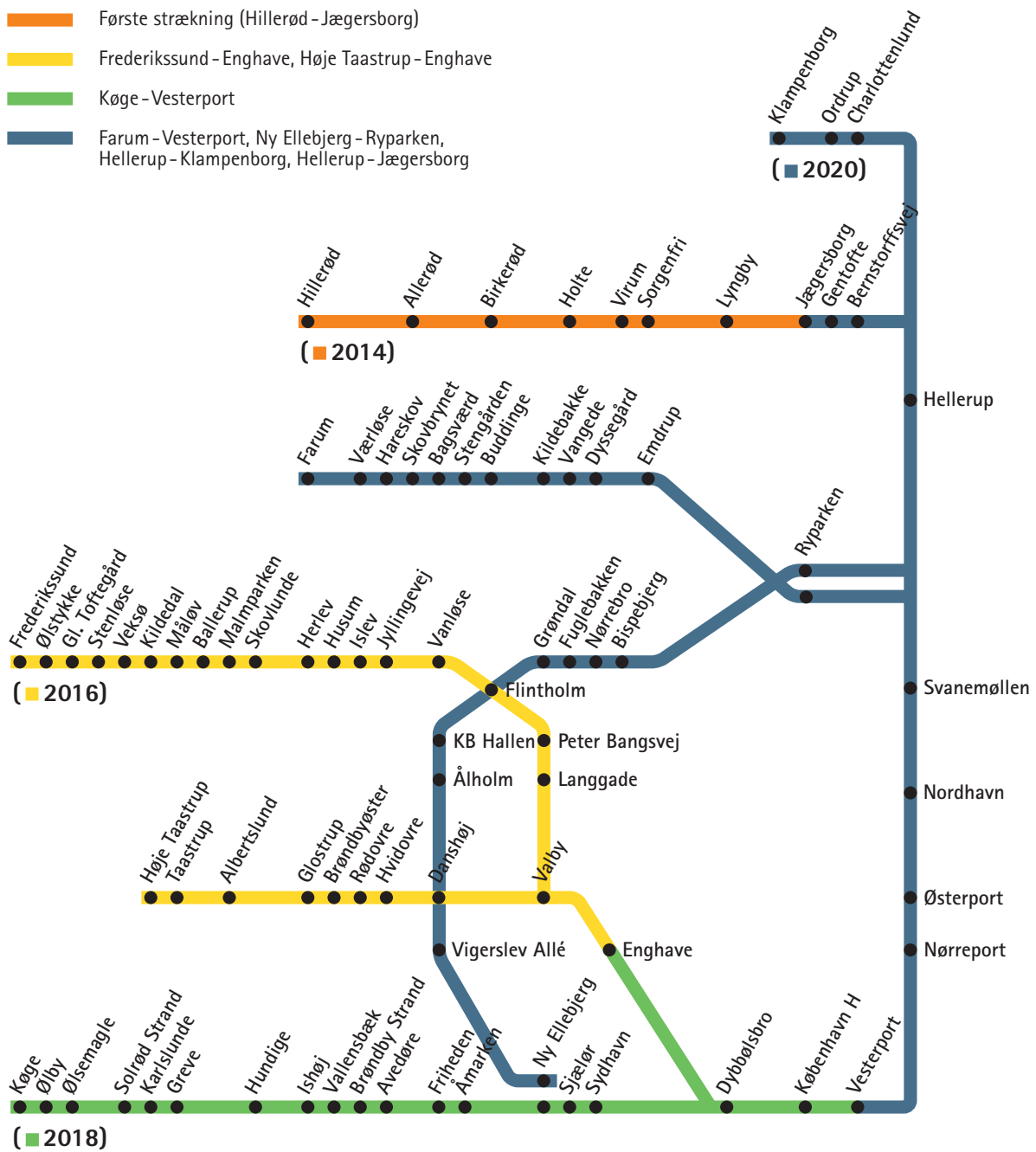
10.2.3.1 2020-scenariet

I 2020-scenariet foregår udrulningen efter Early Deployment serielt i ét område ad gangen, jf. figur 10.2.

Udrulningen for et område er skønnet til 4 år og er planlagt til at foregå i et samlet forløb uden pauser. Udrulningen i de tre områder foregår forskudt i forhold til hinanden. For eksempel når det strækningsspecifikke design er afsluttet i ét område, fortsættes designarbejdet umiddelbart efter i det næste område. Udrulningen er planlagt på denne måde for at sikre et optimalt ressourceforbrug og en løbende optimering af processerne. Sammenlagt vil det give en udrulningsperiode på syv år for de tre områder.

Figur 10.2

Udrulningsplanen med afslutning i 2020 på S-banen.



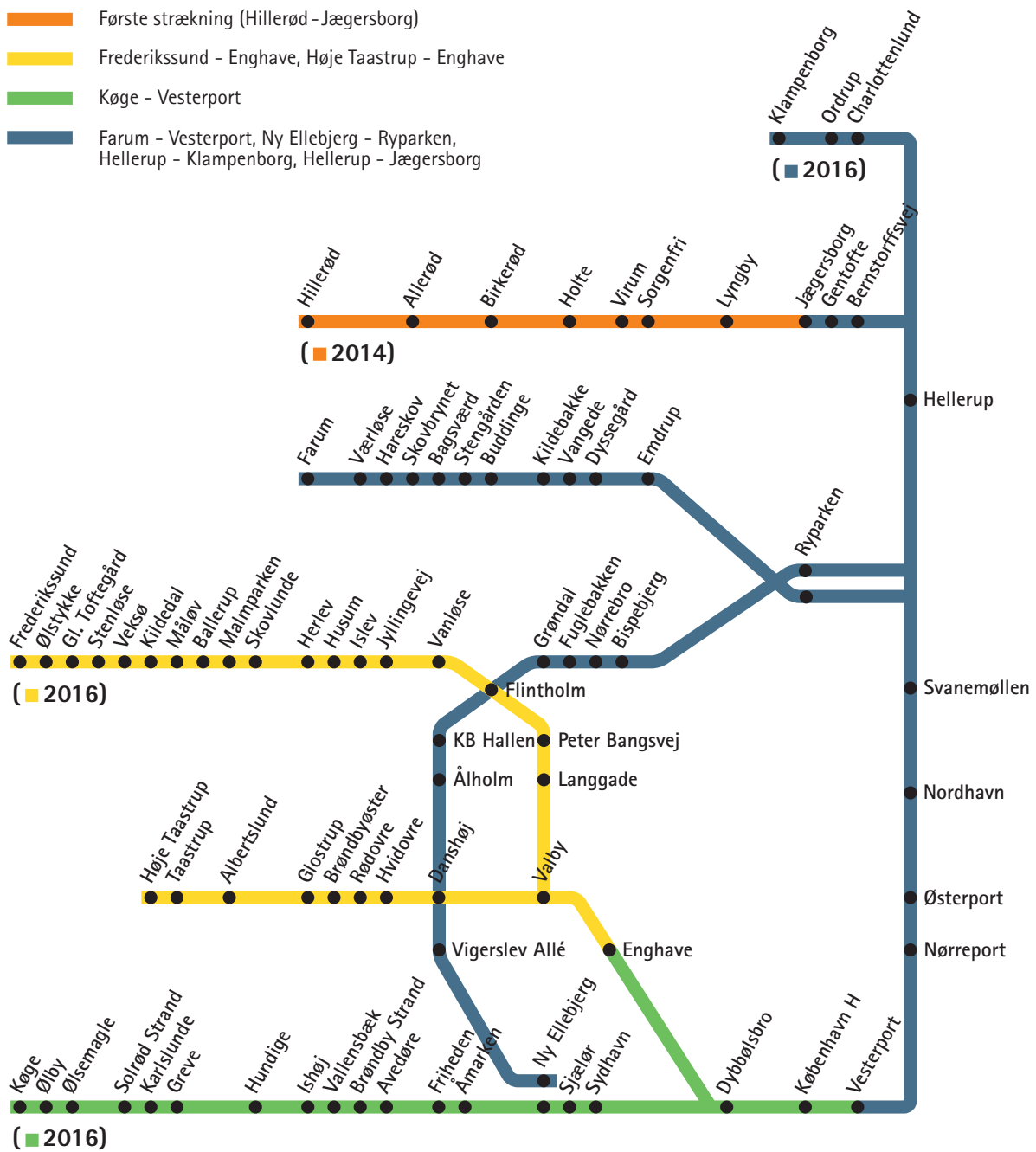
10.2.3.2 2016-scenariet

Den hurtigst mulige udrulning med afslutning i 2016 er tilrettelagt som en samtidig udrulning i alle 3 områder, jf. figur 10.3. Herved reduceres udrulningsperioden til ca. 4 år. Denne plan forudsætter flere ressourcer og indebærer en højere risiko for, at fejl udbredes på en større del af jernbanenettet. Samtidig udrulning på flere strækninger forudsætter, at leverandørerne, de sikkerhedsgodkendende myndigheder og Bane-danmark anvender flere ressourcer ad gangen, fordi der skal udføres mere arbejde på samme tid, hvilket meget vel kan blive en flaskehals.

Forskellen på 2016- og 2020-scenarierne er, at udrulningen efter Early Deployment i 2016-scenariet foregår parallelt i alle tre områder, hvor den i 2020-scenariet foregår serielt i ét område ad gangen. Det indledende forløb frem til og med Early Deployment er ens for de to scenarier for at sikre en grundig afprøvning af systemet inden udrulningen på resten af S-banen.

Figur 10.3

Udrulningsplanen med afslutning i 2016 på S-banen.



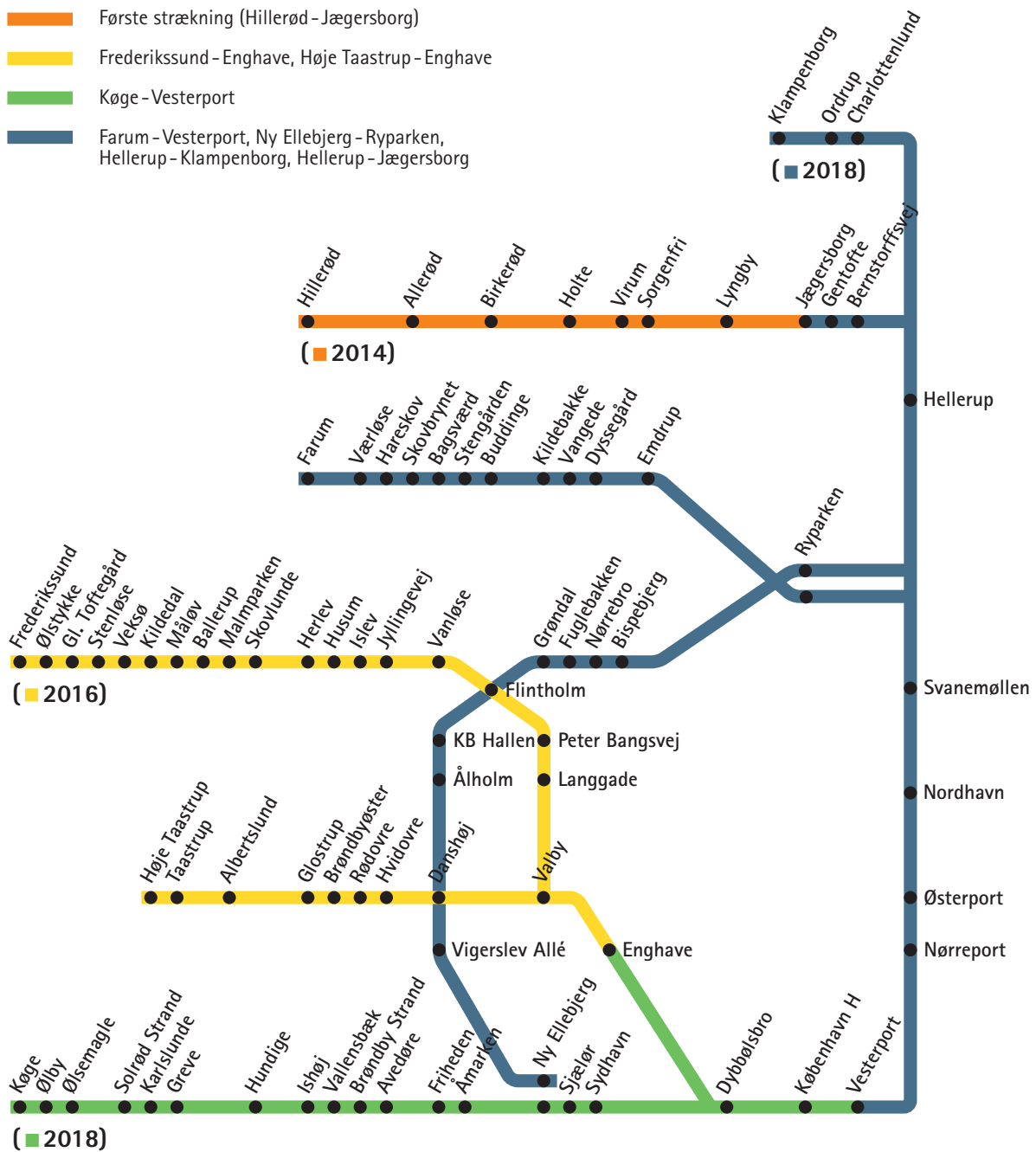
10.2.3.3 2018-scenariet

Forskellen på 2018- og 2020-scenarierne er, at udrulningen efter Early Deployment i 2018-scenariet foregår parallelt for de sidste to områder (Køge-Vesterport samt Farum-(Svanemøllen), Vesterport-Hellerup, Klampenborg-(Hellerup), (Lyngby)-(Hellerup) og Ringbanen), hvor den i 2020-scenariet foregår serielt i ét område ad gangen. Det indledende forløb frem til og med Early Deployment og det første område herefter er ens for de to scenarier for at sikre en grundig afprøvning af systemet inden udrulningen på resten af S-banen og for at reducere risikoen for at udbrede fejl til flere områder.

Dette skal sammenlignes med 2016 scenariet hvor alle strækninger efter Early Deployment udrulles i parallel. Tidsplanen for 2018 scenariet er illustreret i figur 10.4.

Figur 10.4

Udrulningsplanen med afslutning i 2018 på S-banen.



10.2.3.4 2022-scenariet

I 2022 scenariet er udbuddet udskudt i 3 år og udrulningen er forkortet med 1 år i forhold til 2020 scenariet. Det betyder, at Signalprogrammet for S-banen først starter i 2012 og slutter i 2022.

I 2022 scenariet er det nødvendigt på grund af udskydelse at gennemføre en udskiftning af sikringsanlæggene på Lyngby-Hillerød med den eksisterende teknologi. Som Early Deployment er i stedet valgt strækningen Hundige-Køge, jf. figur 10.5. Denne strækning er valgt, da den har den nødvendige kompleksitet til test af det nye signalsystem og er den strækning med de ældste sikringsanlæg efter Jægersborg-Hillerød strækningen.

Af sikkerhedsmæssige grunde minimeres antallet af skift mellem eksisterende og nyt signalsystem i udrulningsperioden. Af denne grund er nedenstående rækkefølge valgt, selvom det i nogle tilfælde betyder en tidlig udskiftning af forholdsvis nye sikringsanlæg:

- Fra henholdsvis Ishøj og Enghave til Dybbølsbro
- Fra henholdsvis Frederikssund og Høje Taastrup til Enghave
- Fra Dybbølsbro til Hellerup
- Til sidst Farum-, Klampenborg- og Ringbanen

10.3 Konsekvenser for passagererne i udrulningsperioden

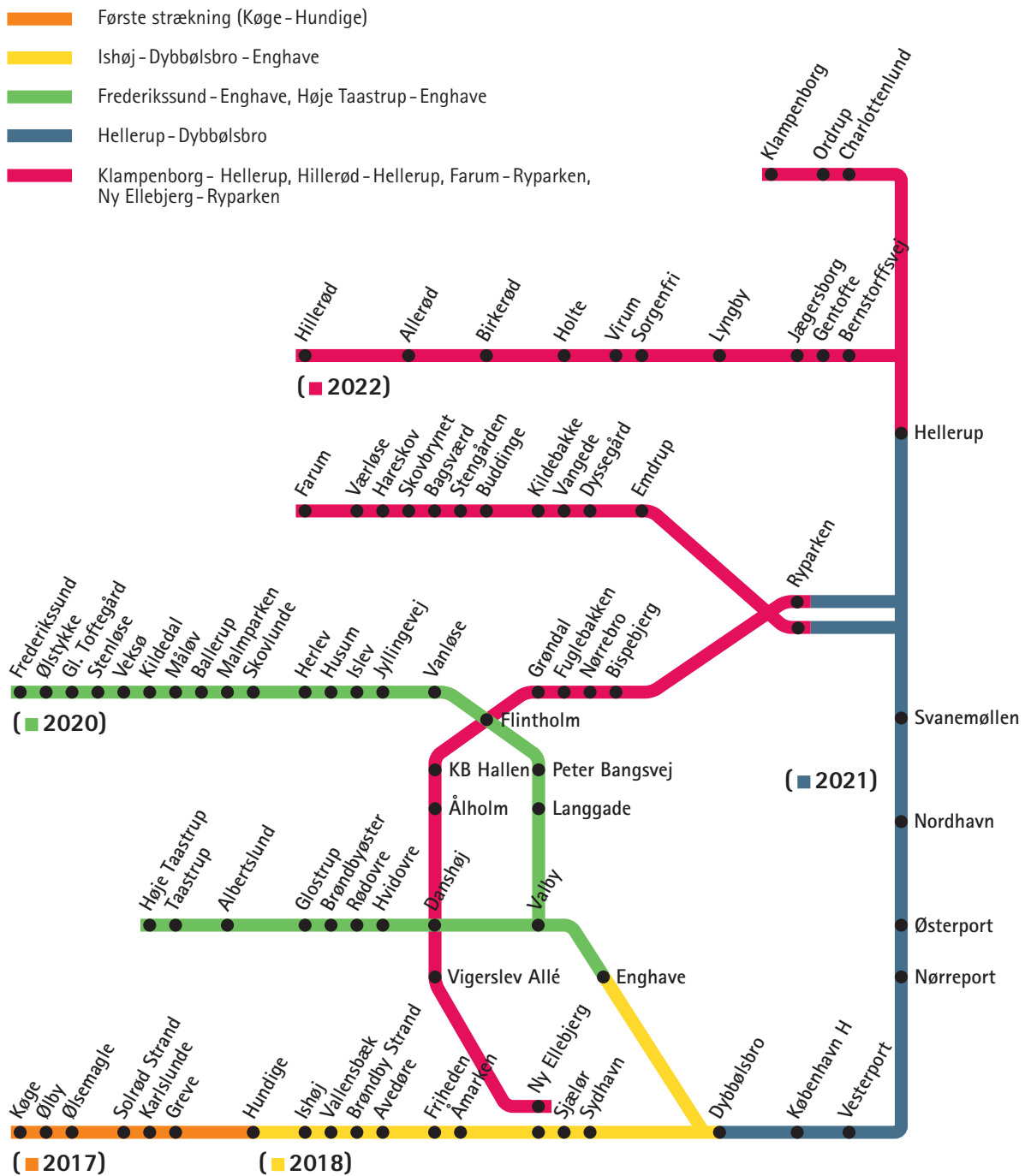
Udrulningen af signalsystemet vil ske, mens S-banen er i fuld drift. Det kan derfor ikke undgås, at der vil blive afledte påvirkninger for passagerne i udrulningsperioden. Dette kendes også fra større sporarbejder.

Behovet for sporspæringer vil imidlertid være markant mindre, end det er tilfældet for f.eks. sporfornyelsesarbejder. Det skyldes, at kun en mindre del af komponenterne i det nye signalsystem skal installeres i direkte tilknytning til sporene.

Konsekvenserne for passagererne i udrulningsperioden er parallelt til dem på fjernbanen og beskrevet i afsnit 9.3.

Figur 10.5

Udrulningsplanen med afslutning i 2022 på S-banen.



11 Udbuds- og kontraktstrategi

11.1 Indledning

Signalprogrammets udbuds- og kontraktstrategi fastlægger de overordnede principper for, hvordan de nye signalsystemer på fjernbanen og S-banen skal indkøbes. De overordnede udbuds- og kontraktmæssige principper er ens på fjernbanen og S-banen, men de udbudte kontrakter vil have en forskellig struktur.

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.

Udbudsstrategien beskrives i afsnit 11.2. Udbuddet for de nye signalsystemer vil blive udformet som funktionsudbud. Banedanmarks krav til leverandørerne vil således omhandle systemernes funktion, økonomi mv., mens de konkrete tekniske løsninger i høj grad vil blive specificeret af leverandørerne. Leverandørerne kan dermed indarbejde deres knowhow og deres eksisterende tekniske løsninger i tilbuddene for på den måde at styrke deres position i forhold til konkurrenterne.

Det juridiske grundlag for udbudsproceduren vil give Banedanmark mulighed for at forhandle med prækvalificerede leverandører under udbudsprocessen. Leverandørerne kan dermed bidrage til at udvikle den endelige funktionskravspecifikation. Det vil medvirke til at reducere Signalprogrammets risikoeksponering, idet udmøntningen af funktionskravene erfaringsmæssigt ofte er genstand for uenigheder og kontraktlige tvister.

Kontrakternes konkrete indhold (kontraktstrategien) beskrives i afsnit 11.3-11.5.

For fjernbanen vil der blive tildelt to separate delkontrakter for signalsystemets fundamentale infrastruktur i den vestlige og østlige del af landet inden for en rammeaftale. Opdelingen i to kontrakter vil styrke konkurrencen. Flere leverandører vil således have kapacitet til at byde på kontrakterne, og leverandørerne vil endvidere få en tilskyndelse til at opnå gode resultater i forhold til hinanden for at tiltrække ordrer i andre lande.

Med to kontrakter på fjernbanen stilles Banedanmark desuden bedre i en situation, hvis den ene leverandørs arbejde ikke er tilfredsstillende. Hvis kontrakten med den ene leverandør må afbrydes, kan den resterende del af kontrakten således tilbydes den anden leverandør inden for de indgåede rammeaftaler.

Udstyret i togene på fjernbanen udbydes i en særskilt kontrakt, fordi disse anlæg har en åben teknisk grænseflade til de øvrige signalanlæg ifølge ERTMS standarden og den bedste leverandør på infrastrukturen har ikke nødvendigvis den bedste løsning på ombordudrustningen.

På S-banen skal signalsystemet udskiftes med et standard bybanesystem. Derfor skal den samme leverandør levere de fundamentale sikkerhedssystemer, togkontrollsystemet og evt. fjernstyringsanlægget for at undgå tekniske grænseflader mellem systemer fra flere forskellige leverandører.

Kontrakterne for den fundamentale signalinfrastruktur på både fjernbanen og S-banen vil dække både design, installation og efterfølgende vedligeholdelse af anlæggene i såkaldte Design Build Maintain (DBM) kontrakter.

I kontrakterne vil der endvidere blive fastsat en række betingelser, som regulerer bestemte forhold og situationer, herunder vilkårene for bod og belønning, kontraktændringer samt håndteringen af tvister og eventuel kontraktafbrydelse.

Signalprogrammets overvejelser om mulighederne for at anvende Offentlige Private Partnerskaber (OPP) er beskrevet i afsnit 11.6. I Signalprogrammet lægges der op til et tæt samarbejde med leverandørerne i form af Design Build Maintain (DBM) kontrakter og brug af en del af de metoder der typisk benyttes i OPP. Det vurderes imidlertid ikke at være fordelagtigt at inddrage privat finansiering i Signalprogrammet. Det skal blandt andet ses i sammenhæng med, at Signalsystemet har en lang række komplekse grænseflader til andre tekniske systemer og togoperatørerne.

I afsnit 11.2 beskrives signalprogrammet udbudsstrategi med udbudstype og -proces, tidsplan og tildelingskriterier. I afsnit 11.3 og 11.4 de foreslåede kontrakttyper og kontraktsammensætningen på hhv. fjern- og S-bane. I afsnit 11.5 gennemgås principper for kontraktbetingelser og i afsnit 11.6 er en vurdering af offentligt-privat samarbejde (OPP)

11.2 Udbudsstrategi

11.2.1 Funktionsudbud

Udbud for de nye signalsystemer vil blive udformet som 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.

Ved at udbyde kontrakterne som funktionsudbud får leverandørerne mulighed for at optimere deres tilbud inden for rammerne af kravspecifikationen. Leverandørerne har dermed et incitament til at indarbejde deres knowhow og bruge deres tekniske løsninger i tilbuddene for at styrke deres position i forhold til konkurrenterne.

I funktionsudbuddene vil en række tekniske beslutninger blive holdt åbne med henblik på at stille leverandørerne frit til at optimere løsningen i tilbuddet ud fra den enkelte leverandørs forudsætninger. Dette kan illustreres ved, at leverandørerne på S-banen kan tilbyde både CBTC systemer og DTG systemer, jf. kapitel 5. Tildelingen af kontrakten vil ikke ske ud fra en på forhånd valgte teknologi, men på baggrund af opfyldelsen af funktionskravene og Signalprogrammets øvrige målsætninger.

Det er afgørende, at de funktionelle krav er dækkende og entydige, for så vidt angår de produkter og ydelser, der efterspørges, 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 er derfor hensigten at anvende betydelig tid og ressourcer på udarbejdelsen af de funktionelle specifikationer, og herunder engagere de prækvalificerede leverandører i videreudvikling og færdiggørelse af de funktionelle krav, jf. afsnit 11.2.2.

11.2.2 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 vil indeholde aftaler om konkrete leverancer men vil desuden specificere vilkårene for efterfølgende indgåelse af kontrakter for konkrete produkter og ydelser. Denne fremgangsmåde anvendes fx af Statens og Kommunernes Indkøbsservice (SKI).

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.

11.2.3 Udvalgelses- og tildelingskriterier

Leverandører, der ønsker at afgive tilbud, skal først prækvalificeres på baggrund af konkrete udvælgelseskriterier, herunder en vurdering af leverandørernes finansielle forhold, deres tekniske kompetencer og deres kapacitetsmæssige mulighed for at gennemføre kontrakten.

Tildelingen af de endelige kontrakter vil 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 (Life Cycle Costs), hvor der medregnes udgifter til anlæg, vedligeholdelse, drift og efterfølgende tilpasninger af signalsystemet.

I et projekt af signalprogrammets størrelse er det en reel risiko, at en leverandør vil afgive et lavt tilbud for at vinde opgaven, hvorefter leverandørens gevinst forsøges hentet hjem, ved at stille tvivlsspørgsmål ved kontraktgrundlaget osv. Udformningen af tildelingskriterierne er et væsentligt element i at undgå sådanne situationer; et andet element er det langstrakte forhandlingsforløb, der inkluderer dybtgående forhandlinger om kontraktvilkår, herunder særligt videreudvikling af kravspecifikation i fællesskab med de prækvalificerede, jf. afsnit 11.2.2.

Tabel 11.1

Tidsplan for udbudsprocessen i 2020 scenarierne (fjernbane og S-bane).

Anm.: Den afsatte tid til de enkelte aktiviteter i udbudsprocessen kan blive justeret.

| Tidsplan for udbudsprocessen i 2020 scenarierne (fjernbane og S-bane) | |
|---|-----------------------------------|
| Hovedaktiviteter | Periode |
| Ekstern rådgivning (udbud og kontrahering) | 2. kvartal 2009 |
| Udarbejdelse af udbudsmateriale | 1.- 4. kvartal 2009 |
| Prækvalifikation | 3. kvartal 2009 |
| Udsendelse af udbudsmateriale | 4. kvartal 2009 |
| Forhandlinger med leverandører | 1. kvartal 2010 - 4. kvartal 2010 |
| Kontraktindgåelse | 1. kvartal 2011 |

11.2.4 Tidsplan

Nedenstående tabel giver en oversigt over, hvornår de forskellige hovedaktiviteter i så fald vil blive gennemført, såfremt scenarierne med afslutning i 2020 anvendes for både fjernbanen og S-banen.²⁹

I udbudsfasen skal der først udbydes og indgås kontrakt om rådgivningsydelser, hvilket forventes at være gennemført i 2. kvartal 2009, jf. tabel 11.1.

Prækvalifikationen af leverandører, der ønsker at afgive tilbud, forventes afsluttet 3. kvartal 2009. Prækvalificeringen sker efter fremsendelse af EU-bekendtgørelser, der annoncerer alle de udbudte kontrakter.

De prækvalificerede leverandører vil herefter modtage udbudsmaterialet og kontraktudkast for alle delleverancer, jf. afsnit 11.4.

Forhandlingerne med potentielle leverandører begynder primo 2010 og fortsætter knap ét år frem. Der gennemføres flere forhandlingsrunder med hver leverandør. I denne fase skal indholdet af leverancerne præciseres, funktions-kravspecifikationen videreudvikles, og kontrakterne skal specificeres for at skabe et solidt fundament for den efterfølgende implementering. Herefter evalueres leverandørernes endelige tilbud.

Kontrakterne med de valgte leverandører på henholdsvis fjernbanen og S-banen vil herefter indgås i begyndelsen af 2011.

²⁹ Den samme tidsplan finder anvendelse for fjernbanen ved scenariet med afslutning i 2018, og for S-banen ved scenarierne med afslutning i 2016 og 2018. Fjernbane-scenariet med afslutning i 2023 og S-bane scenariet med afslutning i 2022 har tilsvarende afsat 2 år til udbudsfasen, som dog først afvikles på et senere tidspunkt (2013-2014 for fjernbanen og 2012-2013 for S-banen).

| Tidsplan for udbudsprocessen for S-bane (ved 2020-scenariet) og fjernbane (ved 2021-scenariet) | | |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Hovedaktiviteter | S-bane | fjernbane |
| Ekstern rådgivning (udbud og kontrahering) | 2. kvartal 2009 | 2. kvartal 2009 |
| Udarbejdelse af udbudsmateriale | 1.- 4. kvartal 2009 | 1. kvartal 2009 - 1. kvartal 2010 |
| Prækvalifikation | 3. kvartal 2009 | 3. - 4. kvartal 2009 |
| Udsendelse af udbudsmateriale | 4. kvartal 2009 | 1. kvartal 2010 |
| Forhandlinger med leverandører | 1. kvartal 2010 - 4. kvartal 2010 | 2. kvartal 2010 - 3. kvartal 2011 |
| Kontraktindgåelse | 1. kvartal 2011 | 4. kvartal 2011 |

Tabel 11.2

Tidsplan for udbudsprocessen for S-bane (ved 2020-scenariet) og fjernbane (ved 2021-scenariet).

Anm.: Den afsatte tid til de enkelte aktiviteter i udbudsprocessen kan blive justeret.

Såfremt scenarierne med afslutning i 2020 anvendes for både fjernbanen og S-banen, følger det af ovenstående tidsplan, at udbuddene for fjernbanen og S-banen vil blive afviklet parallelt i perioden 2009- 1. kvartal 2011.

I modsætning hertil vil scenariet for fjernbanen med afslutning i 2021 indebære, at der afsættes 3 år (2009-2011) til gennemførelse af udbud og kontraktindgåelse. Hvis dette scenario anvendes for fjernbanen, medens der for S-banen anvendes scenariet med afslutning i 2020, vil udbuddene for fjernbanen og S-banen således påbegyndes samtidig, men udbudet for fjernbanen vil først blive afsluttet knap ét år efter udbudet for S-banen.

Nedenstående tabel giver en oversigt over, hvornår de forskellige hovedaktiviteter vil blive gennemført for S-banen i 2020-scenariet og for fjernbanen i 2021-scenariet.

Det ekstra år til fjernbane-udbuddet, som vil blive resultatet af 2021-scenariet, vil potentielt give mulighed for at opnå bedre kvalitet i begge udbud, idet to år er en ambitiøs tidsplan. Således har det eksterne konsulentbureau Booz&Co anbefalet at afsætte ekstra tid til udarbejdelsen af funktionskravspecifikationen. For S-bane opnås dette resultat ved at prioritere dette udbud ressourcemæssigt i den tidlige del af den treårige periode. For fjernbane-udbuddet opnås dette resultat ved at tildele mere tid til udbuddet, herunder til fælles udvikling af optimale funktionelle specifikationer, der samtidig skal kunne opfyldes tilfredsstillende af to forskellige leverandører).

11.3 Kontrakttyper

Kontrakterne for den fundamentale signalinfrastruktur vil dække både design, installation og vedligeholdelse af anlæggene i såkaldte 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. Banedanmark 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.

11.4 Udbudte kontrakter

I dette afsnit gennemgås de kontrakter, der forventes udbudt som led i Signalprogrammet.

11.4.1 Fjernbanen

For fjernbanen udbydes signalsystemets fundamentale infrastruktur på en rammekontrakt, hvorefter der tildeles to separate delkontrakter inden for rammeaftalen. Delkontrakterne dækker henholdsvis Øst- og Vestdanmark. Disse kontrakter indbefatter

de fundamentale sikkerhedssystemer, togkontrol og fjernstyring og vil dermed være de største kontrakter på fjernbanen.

Beslutningen om at udbyde to kontrakter for den fundamentale infrastruktur på fjernbanen afspejler en balance mellem en række modsatrettede hensyn, idet der både er fordele og ulemper ved at anvende mere end én leverandør, jf. tabel 11.3.

Anvendelse af flere leverandører betyder blandt andet, at stordriftsfordelene mindskes og højere udgifter til udvikling til leverandørspecifikke tekniske løsninger.

Det har imidlertid været centralt for beslutningen om at udbyde mere end én kontrakt på fjernbanen, at det vil styrke konkurrencen:

- Flere leverandører vil have tilstrækkelig kapacitet til at håndtere kontrakterne og dermed have mulighed for at afgive tilbud, når der ikke udbydes én stor kontrakt, men to mindre. Dette vil styrke konkurrencen i udbudsfasen.
- Leverandørerne vil generelt have en tilskyndelse til at opnå gode resultater i Danmark med henblik på at tiltrække ordrer i andre lande. Denne effekt forstærkes, når flere leverandørers fremgang og resultater under udrulningen kan sammenholdes.
- Banedanmark stilles bedre i en situation, hvor den ene leverandørs arbejde ikke er tilfredsstillende. Hvis kontrakten med den ene leverandør må afbrydes, kan kontrakten således tilbydes den anden leverandør inden for rammeaftalen.

Leverandørerne forventes at få mulighed for også at byde på begge kontrakter, og det er således ikke på forhånd udelukket, at én leverandør ville kunne varetage implementeringen af det nye signalsystem på hele fjernbanen. De eventuelle fordele og ulemper ved dette i form af tid, økonomi og risici vil blive klart når tilbuddene afgives.

| Fordele og ulemper ved at anvende flere leverandører på fjernbanen | |
|--|---|
| Fordele ved flere leverandører | Ulemper ved flere leverandører |
| <ul style="list-style-type: none">• Styrket konkurrence under og efter udbuddet.• Hensynet til de enkelte leverandørers kapacitet.• Reduktion af risici ved én leverandørs misligholdelse. | <ul style="list-style-type: none">• Mindre udnyttelse af stordriftsfordele.• Større omkostninger til udvikling af leverandørspecifikke tekniske løsninger, herunder flere Early Deployment strækninger (=test og afprøvning).• Flere tekniske grænseflader (mellem hver leverandør vil der være en grænseflade).• Mere ressourcekrævende for Banedanmark, herunder i forhold til udbudsprocedure, fordi der er flere kontrakter. |

Tabel 11.3

Fordele og ulemper ved at anvende flere leverandører på fjernbanen.

Fjernstyringssystemerne i den østlige og vestlige del af landet leveres af leverandøren af den fundamentale signalinfrastruktur i det pågældende område. Leverandørerne er dermed ansvarlige for at designe de tekniske grænseflader mellem de fundamentale sikkerhedsanlæg og fjernstyringssystemerne i henholdsvis den vestlige og østlige del af landet.

Banedanmark vil imidlertid eje rettighederne til grænsefladerne til fjernstyringssystemerne. 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. Ved at eje grænsefladerne bliver det desuden nemmere at foretage en senere særskilt udskiftning af fjernstyringssystemerne, der forventes at have en kortere levetid end den fundamentale signalinfrastruktur.

Udstyret i togene har en åben grænseflade til de øvrige signalanlæg i ERTMS standarden, og det vil derfor være muligt at anvende særskilte leverandører for denne del af signalsystemet. De mest konkurrencedygtige leverandører af signaludstyr til togene vil ikke nødvendigvis være sammenfaldende med leverandørerne af sikringsanlæg, fjernstyringsanlæg mv.

Udstyret i togene udbydes som en særskilt rammeaftale med én leverandør for at opnå stordriftsfordele. Denne leverandør vil være forpligtet til at levere på samme vilkår til alle operatører. Rammeaftalen udbydes og indgås af Banedanmark i tæt samarbejde med DSB, men det er de enkelte togoperatørerne, som skal indgå de konkrete kontrakter. Togoperatøren vil dermed fortsat være ansvarlig for sikkerhedsgodkendelse af udstyret i togene og ansvarlig for at have det fornødne materiel driftsklar. Togoperatørerne kan frit vælge, om de vil gøre brug af rammeaftalerne, men forud for kontraktindgåelsen skal leverandøren garanteres et minimumsvolumen for at opnå attraktive priser.

Entreprenører, der anvender egne arbejdskøretøjer til anlægs-, fornyelses- og vedligeholdelsesopgaver på fjernbanen, skal ligeledes installere nyt signaludstyr i togene.

11.4.2 S-banen

Signalsystemet på S-banen skal udskiftes med et standard bybanesystem. Det betyder, at den samme leverandør skal levere de fundamentale sikkerhedssystemer, togkontrollsystemet og evt. fjernstyringsanlægget. Leverandøren vil være ansvarlig for og eje alle de tekniske grænseflader mellem de forskellige dele af signalsystemet på S-banen.

Hvis der inddrages flere leverandører, vil Signalprogrammet påtage sig en risiko ved at skulle udvikle grænseflader mellem systemer fra forskellige leverandører. Det skal ses i sammenhæng med, at der ikke findes en international signalstandard for bybanesystemer som fx ERTMS på fjernbanerne. Det taler også imod anvendelse af flere leverandører, at S-banen er et meget integreret banenet, hvor togene benyttes

fleksibelt på hele nettet, og hvor alle linjer passerer Københavns Hovedbanegård (bortset fra Ringbanen).

Togkontrolsystemet i togene udbydes sammen med de øvrige fundamentale signalanlæg, men i en selvstændig rammekontrakt, der indgås af togoperatøren på S-banen. Togoperatøren vil dermed fortsat være ansvarlig for sikkerhedsgodkendelse af udstyret i S-togene og ansvarlig for at have det fornødne materiel driftsklar. De privatbaner og ejere af arbejdskøretøjer, der bruger S-banen, skal ligeledes installere det nye togkontrolsystem. Den valgte leverandør vil være forpligtet til at levere udstyret til privatbanerne på samme vilkår, som tilbydes togoperatøren på S-banen.

For fjernstyringscentralen på S-banen holdes det åbent, om den eksisterende fjernstyringscentral fortsat skal anvendes sammen med det nye signalsystem, eller om der etableres et nyt system, jf. afsnit 5.3.3.

For at det eksisterende fjernstyringssystem fortsat kan benyttes, skal der udvikles en teknisk grænseflade til det nye signalsystem i samarbejde med leverandøren af det eksisterende system. Et sådant grænsefladeprojekt vil indebære risici for merudgifter og forsinkelser. Det er en særlig udfordring i den forbindelse, at det nuværende system skal varetage den daglige styring af det eksisterende signalsystem, samtidigt med at systemet skal udbygges med en teknisk grænseflade til det nye signalsystem. På den baggrund konkurrenceudsættes løsningen for fjernstyringen i forbindelse med udbuddet.

11.4.3 Øvrige kontrakter

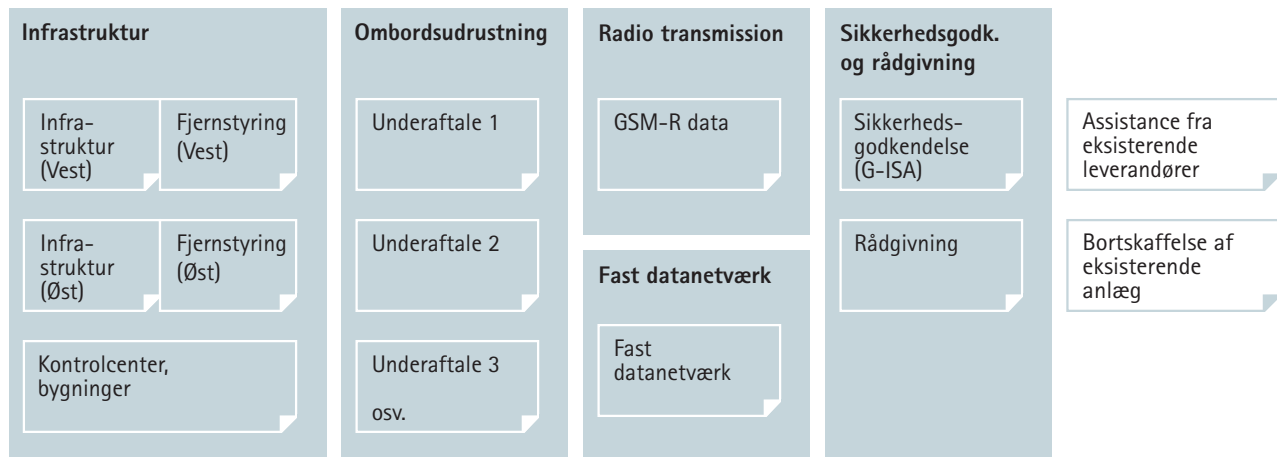
Der forventes udbudt særskilte kontrakter for bygningerne til fjernstyringscentralerne, radiotransmission til Fjernbanen, faste datatransmissionsnet, konsulentbistand og sikkerhedsvurdering, assistance fra leverandører af eksisterende signalsystem og nedtagning af anlæg efter udrulning af de nye signalsystemer. De fleste af disse kontrakter udbydes separat for fjernbanen og S-banen, men nogle kontrakter kan evt. udbydes samlet, fx kontrakten på bygninger til fjernstyringscentralerne.

11.4.4 Oversigt over kontrakter

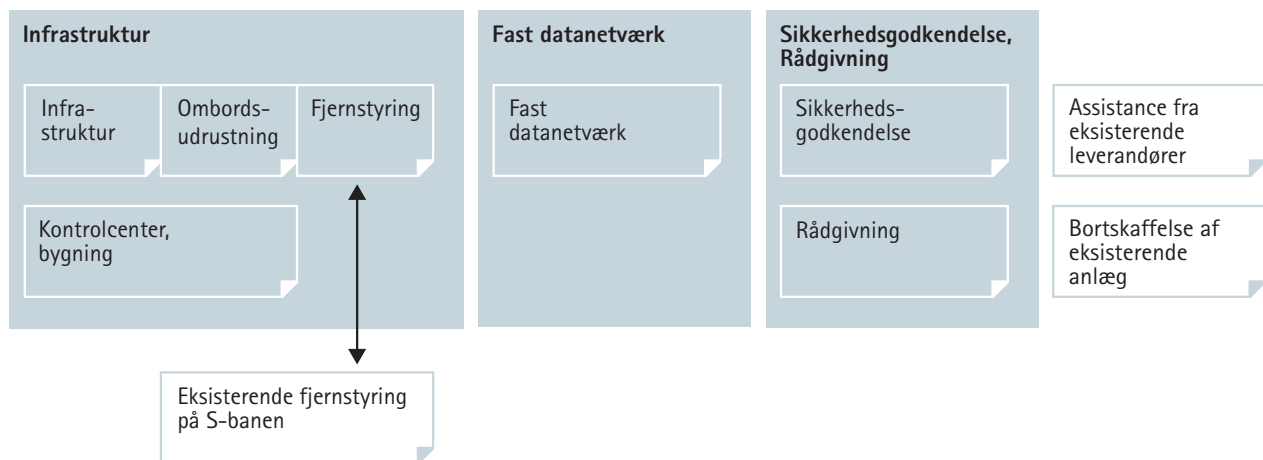
Figur 11.1 og 11.2 giver en oversigt over de kontrakter, der forventes indgået vedrørende henholdsvis Fjernbanen og S-banen. Hver blå boks illustrerer ét udbud, medens hver label illustrerer én kontrakt. Labels placeret udenfor blå bokse vedrører kontrakter, der efter omstændighederne kan indgås uden udbud.

I figur 11.1 er GSM-R Data illustreret som en særskilt kontrakt. Rent praktisk forventes anskaffelsen af GSM-R Data dog at blive integreret i kontrakten for anskaffelsen af det GSM-R (Voice) radiosystem, som Banedanmark med trafikaftalen fra 2006 fik bevilling til at anlægge.

Oversigt over udbud og kontrakter vedrørende Fjernbanen



Oversigt over udbud og kontrakter vedrørende S-banen



Figur 11.1

Oversigt over udbud og kontrakter vedrørende Fjernbanen.

Figur 11.2

Oversigt over udbud og kontrakter vedrørende S-banen.

11.5 Kontraktbetingelser

I kontrakterne vil der blive fastsat en række betingelser, som regulerer bestemte forhold og situationer.

11.5.1 Bod og belønning

Betalingen til leverandørerne vil bestå af en fast del og en resultatafhængig del. Hvis leverandørernes resultater er dårligere eller bedre end den aftalte norm, kan der falde henholdsvis en bod eller en belønning. Den resultatafhængige betaling skal udformes, så leverandøren får en tilskyndelse til at bidrage til opfyldelse af Signalprogrammets målsætninger. Den præcise struktur fastlægges i udbudsmaterialet.

11.5.2 Kontraktændringer

Kontrakterne i Signalprogrammet vil være store, komplekse og langvarige, hvorfor der kan opstå behov for at aftale større ændringer, inden kontrakterne afsluttes.

Hvis det under kontraktforhandlingerne vurderes, at nogle ændringer med stor sandsynlighed vil blive påkrævet efterfølgende, kan disse søges indarbejdet i kontrakterne. Leverandørerne skal give et tilbud på disse optioner i form af en teknisk løsning og en pris. Optioner betyder kort fortalt, at leverandøren forpligter sig til at levere på de angivne vilkår, hvis Banedanmark kræver det indenfor en fastsat frist. Banedanmark skal derfor først tage stilling til, om optionerne skal udnyttes, under udrulningen af det nye signalsystem. Banedanmark kan dermed sikres en stor fleksibilitet.

Som eksempel på en option kan nævnes, at udrulningen af ERTMS niveau 2 signal-systemer på regionale strækninger kunne være en option for Banedanmark. Dermed får Banedanmark mulighed for i stedet at vælge ERTMS regional til disse linier, hvis ERTMS regional produkter bliver klar i tide, jf. kapitel 4.

Optioner vil på et tidligt tidspunkt konkurrenceudsætte forventede tilkøbsydelse. Banedanmark opnår dermed en større sikkerhed for pris og vilkår for sådanne ekstra leverancer. Optioner kan således medvirke til at give et billede af de samlede Life Cycle Costs inklusive det forventede behov for tilkøb.

Optioner er imidlertid ikke altid en fordel for Banedanmark, navnlig fordi evalueringskriterierne for tildeling af kontrakterne kan blive mere uklare, og fordi det ofte er svært at forudsige det fremtidige behov præcist, så optionerne vil være brugbare, når de skal benyttes. Det skal derfor overvejes konkret i hvert tilfælde, om det vil være mest fordelagtigt at angive optioner i kontrakterne eller konkurrenceudsætte ydelsen særskilt på et senere tidspunkt.

I kontrakterne angives herudover et grundlag for håndtering af ændringer, der ikke kan forudses med samme detaljeringsgrad. Det skal blandt andet fremgå af kontrakterne, hvordan ændringer af leverancerne skal prisfastsættes. De mulige mekanismer til prisfastsættelse af ændringer omfatter lister over enhedspriser for delydelser, der

typisk kan indgå i senere tilkøb (faste priser med prisregulering i henhold til et prisindeks), "Open Books" hvor leverandøren kan beregne et aftalt "Mark Up" i forhold til sine omkostninger, benchmarking med konkurrenternes priser, samt klausuler om at leverandøren altid skal tilbyde Banedanmark mindst lige så lave priser som andre af deres kunder.

Kontrakterne med signalleverandørerne vil indeholde priskataloger over delydelser, der kan tilkøbes fra samme leverandør til på forhånd fastsatte priser (med prismekanismen som beskrevet ovenfor). Det vil dermed være muligt at tilkøbe ydelser til en fast pris, der allerede er fuldt konkurrenceudsat, fx i forbindelse med anlæg af nye baner. Det er dog begrænset, hvor præcist et sådan priskatalog kan udformes, når det skal dække potentielle indkøb i en længere årrække fremover.

Det er vigtigt på forhånd at sikre sig faste vilkår for tilkøb, idet mange tilkøb i praksis kun vil kunne foretages hos den oprindelige leverandør. For ydelser, hvor der kan være flere mulige leverandører, bør en fornyet konkurrenceudsættelse overvejes forud for større tilkøb. Særligt for fjernbanen vil rammeaftalen for infrastruktur gøre det forholdsvis enkelt at foretage en ny konkurrenceudsættelse mellem de allerede udvalgte leverandører.

Ændringer i design og specifikationer forventes at blive den væsentligste årsag til kontraktændringer, herunder prisændringer. Dette gælder allerede fra leverandørernes afgivelse af deres indledende tilbud på basis af Banedanmarks kontraktudkast. Prisjusteringer vil derfor fra et tidligt tidspunkt i udbudsfasen blive foretaget på en transparent og sporbar måde, hvor leverandørerne og Banedanmark har en fælles tilskyndelse til at reducere behovet for prisjusteringer.

11.5.3 Tvister og kontraktafbrydelse

I kontraktbetingelserne fastsættes vilkår for løsning af tvister mellem Banedanmark og leverandørerne.

Det fastsættes desuden, under hvilke omstændigheder Banedanmark kan afbryde kontrakten. Der lægges op til, at Banedanmark ved afslutning af visse projektfaser skal være berettiget til at evaluere leverandørernes præstationer og derefter have adgang til at opsiges en leverandør, hvis præstation ikke anses for tilfredsstillende – uanset om præstationen kan betegnes som egentlig misligholdelse.

Der skal således være tale om, at Banedanmark på visse tidspunkter får en ubetinget ret til at afbryde kontrakten med et nærmere angivet varsel. Leverandørerne vil i sin pris indregne risikoen for, at kontrakten afbrydes, men samtidig sikrer Banedanmark sig en løsningsmulighed, hvis der opstår problemer med en leverandør, hvor det kan være vanskeligt at dokumentere, om problemerne egentlig skyldes misligholdelse.

Adgang til kontraktafbrydelse skal ses i sammenhæng med den foreslåede rammekontraktmodel for fjernbanen, hvor bortfald af én leverandør kan kompenseres delvist

ved forøgelse af engagementet med den tilbageværende. Dette er et af de væsentligste risikoreducerende tiltag, som kontraktmodellen indebærer.

11.5.4 Sporbarhed ifølge ny anlægsbudgettering

Leverandørerne skal stille budgetoplysninger til rådighed på et detaljeringsniveau, der giver grundlag for sporbarhed ifølge ny anlægsbudgettering, jf. afsnit 2.4.

11.6 Offentlig-Privat samarbejde

Det er regeringens politik, at det ved alle større statslige bygge- og anlægsprojekter undersøges, om der vil være fordele forbundet med anvendelse af modeller for offentligt-privat samarbejde, herunder offentlig-private partnerskaber (OPP).

I Signalprogrammet lægges der op til et tæt samarbejde med leverandørerne i form af DBM kontrakter, hvor leverandører ikke alene designer og bygger signalsystemerne, men også varetager vedligeholdelsen i en periode, efter det nye signalsystem er installeret. Der er således tale om kontrakter, der ligner det koncept for "Samlet Udbud", som er udviklet af Erhvervs- og Byggestyrelsen. Fordelene ved DBM kontrakter i sammenhæng med Signalprogrammet er beskrevet tidligere i dette kapitel.

I Signalprogrammet har det herudover været taget i betragtning, om der med fordel kunne indgås et offentlig-privat partnerskab, hvor signalsystemet yderligere finansieres af private investorer. Signalsystemet skulle i givet fald stilles til rådighed for Banedanmark mod en løbende afgift. Denne partnerskabsform kendes fra andre offentlige bygge- og anlægsprojekter (fx Rigsarkivet).

Signalsystemet har imidlertid en række karakteristika, der gør, at privat finansiering ikke vil være fordelagtig i Signalprogrammet.

| Sammenligning af DBM kontrakter og OPP model | | |
|--|----------------------------|-------------------------------|
| Tema | Design, Maintain and Build | Offentligt-Privat-Partnerskab |
| Ansvar for anlæg | Ja | Ja |
| Ansvar for vedligehold | Ja | Ja |
| Ansvar for drift | Nej | Ja |
| Brugerfinansiering | Nej | Ja |
| Privat finansiering | Nej | Ja |

Tabel 11.4

Sammenligning af DBM kontrakter og OPP model.

Signalsystemet har blandt andet en række komplekse grænseflader til andre tekniske systemer i Banedanmark og andre aktører, herunder togoperatørerne og Banedanmark, som varetager den daglige drift af henholdsvis togene og signalsystemet. Der er fx en tæt sammenhæng mellem signaler, kørestrøm og spor. I en OPP kontekst vil det være næsten umuligt at afgrænse et entydigt ansvar for risici omkring grænseflader mellem Banedanmark og OPP kontrakten, og netop afgræsningen af risici er en fundamental forudsætning for OPP kontraktens succes.

For Banedanmark er det desuden afgørende at fastholde en meget høj grad af driftsmæssig kontrol for at kunne varetage forpligtigelserne som infrastruktur-leverandør. Kravene til Banedanmark som infrastrukturleverandør er desuden under løbende forandring.

For den private part, der skulle bidrage med finansieringen, begrænser disse forhold mulighederne for at optimere leverancerne inden for projektet. Den private part har dermed færre muligheder for at innovere og udforme projektet med henblik på at opnå effektiviseringsgevinster. Dette vil sammen med en forholdsvis stor risiko for den private part komme til udtryk i prisen. Signalprogrammet gennemføres derfor med traditionel offentlig finansiering.

12 Forankring i Banedanmarks organisation

12.1 Indledning

I de følgende afsnit gennemgås de personalemæssige aspekter af den omstilling af Banedanmarks organisation som Banedanmark skal gennemføre som følge af udskiftningen af signalsystemet.

Banedanmark skal sikre omstillingen af ca. 500 medarbejderne til et nyt trafikstyringssystem, der ikke kun er teknologisk anderledes men også bygger på andre trafikale regler og betyder en centralisering af en række arbejdsfunktioner.

På nuværende tidspunkt vurderes det, at centralisering af trafikstyring på fjernbanen kan betyde, at 90-140 stillinger, der i dag er placeret i forbindelse med mindre stationer i yderkantsområder af Danmark, enten nedlægges eller flyttes til de forudsatte to trafikstyringscentraler på fjernbanen, som bemannes med større teams end i dag.

Ændringer på fjernbanen skønnes på nuværende tidspunkt at medføre at ca. 40 medarbejdere flyttes og en personalereduktion i trafikstyringen på netto 50-100 årsværk, når det nye signalsystem er taget i brug over hele landet. Reduktionen af medarbejderstyrken skal planlægges i god tid for derved at sikre, at reduktionen i så stor udstrækning som muligt klares med naturlig afgang.

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

12.2 Overordnede problemstillinger

En af de betydeligste udfordringer for gennemførelsen af Signalprogrammet er, at mange medarbejdere i Banedanmark vil få markant ændrede arbejdsforhold, og at en del vil få ændrede arbejdssteder. I dette afsnit beskrives, hvorledes denne udfordring søges håndteret.

Udgangspunktet for implementeringen af et nyt signalsystem i Banedanmark er positivt. Medarbejderne er positivt indstillet overfor et nyt trafikstyringssystem og nyt

signalsystem og ser frem til på et tidspunkt at få bedre værktøjer til deres arbejde. For en del medarbejdere bliver der tale om større forandringer i både arbejdsindhold, arbejdssted og kompetencekrav. De mulige forandringer medfører spørgsmål, som i sagens natur ikke kan besvares på nuværende tidspunkt, hvilket kan lede til en vis usikkerhed og utryghed.

Det vil være en central opgave at skabe tryghed omkring omstillingsprocessen ved at sikre en åben proces baseret på medarbejderinddragelse.

I forbindelse med processen kan der peges på en række centrale udfordringer:

- I en periode vil der være vedligeholdelse på både eksisterende og nye anlæg i parallelle organisationer.
- Trafikstyring på det eksisterende anlæg skal opretholdes mens udrulning af nye anlæg pågår, det vil blandt andet sige, at der i perioden skal være flere trafikstyringsmedarbejdere end i dag, men til sidst i udrulningsperioden reduceres antallet af trafikstyringsmedarbejdere i forhold til niveauet i dag.
- Uddannelse af medarbejdere i det nye system og de nye trafikale regler.
- For en række medarbejdere betyder ændringen, at deres arbejdssted ændres geografisk.
- Signalprogrammet forventes at medføre netto 50-100 overtallige trafikstyringsmedarbejdere.

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

Omstillingsprocessen vil grundlæggende bestå af to faser. I den første fase, der dækker perioden, mens det nye signalsystem implementeres, vil det være nødvendigt at holde det gamle signalsystem i drift. I den forbindelse vil det være nødvendigt at øge medarbejderstyrken, hvorfor det bliver afgørende at kunne fastholde medarbejdere, der for en dels vedkommende er tæt på pensionsalderen. Den anden fase i omstillingsprocessen vil bestå i at tilpasse medarbejderstyrken til de nye behov som følge af indførelsen af det nye signalsystem.

Begge faser vil være en stor udfordring for ledelsen af de pågældende områder. Opgaven vil blandt andet indebære en detaljeret planlægning af omstillingsprocessen, medarbejderinddragelse og kontinuerlig og præcis information til medarbejderne om deres situation fremover.

Forandringerne berører navnlig Banedanmarks enhed for trafikstyring ("Drift Trafikstyring") og den tekniske driftsafdeling ("Teknisk Drift").

Den konkrete opgave med at gennemføre de specifikke nødvendige forandringer vil ligge i de berørte enheder. Banedanmarks HR-funktion og kommunikationsafdeling vil blive inddraget i dette arbejde, ligesom Signalprogrammets team vedrørende "organisatoriske forandringer" vil sikre den samlede koordinering med Signalprogrammet på dette område og bistå med erfaring og arbejdskraft.

Banedanmarks relevante samarbejdsorganer vil blive orienteret efterhånden som situationen afklares og inddraget i henhold til gældende aftaler.

12.3 S-banen

For trafikstyringsmedarbejdere på S-banen vil forandringerne ikke være så store. Der er ikke tale om væsentlig geografisk flytning, og kompleksiteten og principperne i det nuværende trafikstyringssystem ligner kompleksiteten og principperne i det kommende trafikstyringssystem. En videreuddannelse i det nye system vil være nødvendig, men for trafikstyringsmedarbejderen vil betjeningen af det nye system ligne betjening i det eksisterende system, derudover skal trafikstyringsmedarbejderne uddannes i nye trafikale regler.

12.4 Drift Trafikstyring

For Drift Trafikstyring betyder udskiftningen af signalsystemet, at trafikstyringen samles i få moderne centraler. Antallet af trafikstyringscentraler og deres placering vil blive besluttet i den senere planlægning, men det er indtil videre forudsat, at fjernbanen styres fra to centraler.

På nuværende tidspunkt vurderes det, at centralisering af trafikstyring på fjernbanen kan betyde, at 90-140 stillinger, der i dag er placeret i forbindelse med mindre stationer i yderkantsområder af Danmark, enten nedlægges eller flyttes til de forventede to trafikstyringscentraler, som bemannes med større teams end i dag.

Ændringer på fjernbanen skønnes på nuværende tidspunkt at medføre ca. 40 flytninger og en personalereduktion i trafikstyringen på netto 50-100 årsværk, som bliver overtallige, når det nye signalsystem er taget i brug over hele landet. Reduktionen vil ikke blive aktuel før et stykke ind i udrulningsperioden på fjernbanen, da medarbejderne først bliver overtallige, når den tager fart. 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.

I forbindelse med ibrugtagningen af de nye trafikstyringscentraler skal der være samtidig drift på både de nye og de gamle centraler. Derfor vurderes det, at der skal bruges flere medarbejdere i perioden under udrulningen. Det er vurderingen, at 25-30 pct. af dagens medarbejdere i Trafikstyring vil gå på pension frem til og med 2020. Det kan således blive nødvendigt med særlige tiltag for at fastholde medarbejdere,

som er tæt på pensionen, for at sikre bemanning af de eksisterende anlæg til sidste driftsdag.

I Drift Trafikstyring vil omstillingen til det nye trafikstyringssystem kræve en betydelig ledelses- og planlægningsmæssig indsats for at gennemføre forandringerne.

Der skal ansættes dedikerede projektfolk til omstillingsprojektet og ledelsen skal uddannes til håndtering af forandringsprocesserne.

Planlægning og tilrettelæggelse af aktiviteter, som skal igangsættes i Drift, for at sikre at de nødvendige ændringer gennemføres, skal varetages af en dedikeret projektgruppe i Drift. Signalprogrammets organisationsforandringsprojekt har en koordinerende og støttende funktion under denne proces.

En interviewundersøgelse foretaget af Signalprogrammet viser, at der er stor usikkerhed i Drift Trafikstyring om de kommende ændringer. Det er især yngre medarbejdere og dem, der er midt i deres arbejdsliv, som giver udtryk for, at udsigten til de organisatoriske ændringer kan få dem til at overveje at skifte til andet arbejde. Dette giver en vis risiko i forhold til opretholdelse af den daglige drift i projektperioden.

12.5 Teknisk drift – vedligeholdelse

Signalteknikerne i Teknisk Drift skal sikre, at det eksisterende anlæg kan opretholde en rettidig og sikker drift indtil hele det nye anlæg er installeret og i drift. I takt med at signalprogrammet udrulles, vil de færdigt udrustede delstrækninger blive overdraget til Teknisk Drift for almindelig drift og vedligehold. Teknologien vil være helt anderledes og arbejdsopgaverne vil i højere grad være en teknisk faglig kontraktopfølgning på leverandørens drift og vedligehold af anlægget og i mindre grad fokusere på detaljeret teknisk og operationel opfølgning.

Kravene til de tekniske kompetencer i Teknisk Drift vil fremover være baseret på computer og moderne kommunikationsteknologi og i mindre grad viden inden for elektromekanisk teknologi såsom relæer mv.

Det er en særlig udfordring at fastholde kompetencerne til at vedligeholde de eksisterende anlæg, indtil det nye signalsystem er udrullet på alle strækninger. Gennemsnitsalderen er over 50 år for de ca. 35 personer, som i dag arbejder med at administrere vedligeholdelseskontrakter og føre tilsyn med vedligeholdelsen. Flere af disse medarbejdere besidder en viden om de eksisterende anlæg, som ikke umiddelbart kan overføres til nye medarbejdere med en anden teknisk baggrund, ikke mindst fordi de har arbejdet med dem i næsten hele deres liv. Der vil muligvis kunne opnås en hvis tilgang af medarbejdere, der kunne oplæres til at viderefører denne viden. Det er dog erfaringsmæssig vanskeligt at fastholde og tiltrække yngre medarbejdere, der skal uddannes i en utidssvarende teknologi, som allerede er udfaset i andre industrier.

Hovedudfordringen for Teknisk Drift er således at fastholde de særlige kompetencer om de eksisterende anlæg, så længe anlæggene findes på banenettet.

Efterhånden som det nye signalsystem tages i brug, skal Teknisk Drift rekruttere nye medarbejdere, der skal overtage ansvaret for de nye anlæg. Det er pt. planen, at en del af de medarbejdere, der skal overtage det nye signalsystem, ansættes allerede under design- og testfasen af systemet og arbejder med leverandøren i en længere periode med specifikation og test af systemet. Når de første strækninger er færdige til overdragelse, vil disse medarbejdere være rygraden i Teknisk Drifts nye organisation, der står for den løbende opfølgning på driften af signalsystemet. Der budgetteres med 21 ansatte i Signalprogrammets organisation til denne opgave i periode. Modellen har været brugt under implementeringen af det nye trafikstyringssystem på S-banen med stor succes.

12.6 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. Når den aftalte privatisering er afsluttet, kan Entreprise på lige fod med andre leverandører byde på opgaver i Signalprogrammet. Entreprise besidder stor erfaring og ekspertise på relevante signaltekniske områder.

Hvis en privatisering ikke gennemføres og Entreprises opgaveportefølje på sikringsområdet bortfalder i perioden 2016-2020, vil en række medarbejdere, herunder tjenestemænd, blive berørt. Disse forventes at kunne genplaceres i passende stillinger, men hvis det ikke er muligt, kan det medføre afskedigelser på grund af manglende arbejdsopgaver. I tilfælde af afskedigelser af tjenestemænd skal staten efter tjenestemandsløvgivningen udbetale rådigheds løn og derefter utilregnelighedspension.

Det er i denne baggrundsrapport dog lagt til grund, at den besluttede privatisering er gennemført forinden.

12.7 Implementering i BDK organisationen

Nedenfor er opstillet en oversigt over de planlagte aktiviteter i det samlede forandringsprojekt som følge af implementering af Signalprogrammet. Tidsplanens udgangspunkt er 2020 scenariet for både S-banen og fjernbanen. Aktiviteterne i tidsplanen er indbyrdes afhængige, men er også flytbare. Tidsplanen kan således tilpasses et andet sluttidspunkt, også hvis det besluttes, at der er forskellige sluttidspunkter for henholdsvis S-banen og fjernbanen.

Således vil valget af et 2021-scenarie på fjernbanen betyde en svag forskydning af nogle aktiviteter. F.eks. vil perioden med uddannelse blive længere. Medarbejdere,

der arbejder i forbindelse med S-banen, vil blive uddannet i den første del af perioden, og medarbejdere, der arbejder i forbindelse med fjernbanen, vil blive uddannet i den sidste del af perioden. Den midterste periode, hvor der køres uddannelse for begge medarbejdergrupper, vil således blive kortere i dette scenarie.

For udbudsaktiviteterne vil det betyde en svag forskydning således, at S-bane-udbuddet slutter tidligere.

For de strategiske overvejelser om rekruttering, fastholdelse og uddannelse vil der ikke være en væsentlig forskel, idet disse med fordel kan bearbejdes samtidig, fordi der er væsentlige lighedspunkter.

De enkelte deadlines er fastsat efter bedste skøn over både indbyrdes sammenhæng og tidsmæssige krav til et fornuftigt procesforløb og skal ses som første bud på en rullende planlægning, som vil blive stadig mere detaljeret senere i forløbet.

Hvis der ikke er anført andet, omhandler de nævnte aktioner primært HR-afdelingen, Drift Trafikstyring, Teknisk Drift, Kommunikationsafdelingen og Signalprogrammet.

Bemærk at denne tidsplan også indeholder aktiviteter i relation til togoperatører og andre infrastrukturejere, begrundet i at en del af samarbejdet med togoperatører og andre infrastrukturejere vil have sammenhænge til forandringsarbejdet i Bane-danmark. Involveringen af togoperatører og andre infrastruktur ejere er beskrevet i kapitel 14. "Interessenter"

| Tabel 12.1 Milepæle i den organisatoriske proces | | |
|--|--|-------------------|
| Ansvarlig for aktiviteten | Aktion | Periode / Milepæl |
| Direktionssekretariatet | Indarbejdelse af krav i Banedanmarks resultatkontrakt med transportministeren. | 2009 |
| Signalprogrammet | <p>Udarbejdelse af projektmanual, herunder processer / forretningsgange, procedurer og metoder.</p> <p>Indeholder bl.a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Projektstyringsværktøjer til kontrol og opfølgning på økonomi, risici, tidsplaner og leverancer. ▪ Rapporteringsformater til afrapportering på økonomi, risici, tidsplaner og leverancer, herunder korrigerende handlinger. ▪ Økonomistyring. Regnskabs- / konteringsinstruktioner. ▪ Ændringshåndtering, beføjelser og dokumentation. ▪ Kvalitetssikringsprocesser ▪ Journaliseringsregler ▪ Procedurer for evaluering og opfølgning og tilpasning af projektmanual. ▪ Procedure for vurdering af behov for tilpasning af programorganisation. ▪ Audit af programmets brug af projektmanual ▪ Mødestruktur og format for mødereferater. <p>Beslutning om Signalprogrammets styringsværktøjer – både benyttelse af Banedanmarks eksisterende (f.eks. løn- og personalehåndtering) og erhvervelse af specielle systemer – derefter implementering heraf.</p> <p>Signalprogrammets interne økonomiafdeling oprettes og samarbejdsmodel med Banedanmarks generelle økonomiafdeling fastlægges.</p> <p>Opbygning og ibrugtagning af Signalprogrammets styrings og rapporteringsværktøjer. Herunder særlige krav til Banedanmarks SAP-system.</p> | 2009 |
| Signalprogrammet og togoperatørerne Både nationale og internationale togoperatører, herunder også privatbaner | <p>Der etableres et samarbejde med togoperatørerne for at planlægge og fastlægge togoperatørernes interesser, deltagelse og aktiviteter i forbindelse med udrulning af nye signalprogrammer.</p> <p>Samarbejdet omfatter især:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Detaljeret kravspecificering af signalsystemer ▪ Udrustning af tog, herunder også udbud ▪ Uddannelse af personale ▪ Godkendelsesprocesser ▪ Udrulningsplaner, herunder evt. ændringer i køreplaner | 2009 |
| Banedanmarks bestyrelse | Godkendt organisation til Signalprogrammet, herunder også aftaler om bl.a. rollefordeling og ansvarsplacering, udvalg, bestyrelse, styregruppe. | 2009 1.h |
| Banedanmarks bestyrelse | Ankerbudget (uddelt på delbudgetter) godkendt | 2009 1.h |
| Signalprogrammet kontrahering | Kontrakt med bygherre Rådgiver team for perioden 2009 – 2020 | 2009 2.h |

| | | |
|--|---|-----------|
| Togoperatører / Transportministeriets departement | Grænsefladeaftaler er underskrevet. Grænsefladeaftaler rummer beskrivelse af togoperatørernes involvering i, bidrag til og koordinering med Signalprogrammet, samt beskrivelse af togoperatørernes ansvar og aktiviteter i udrulningsperioden. Inden grænsefladeaftalerne underskrives, er princippet godkendt af Transportministeriet. | 2010 2.h |
| HR | Afklaring med Personalestyrelsen af tilbud vedr. fastholdelse, aftrædelse mv. | 2010 1.h |
| Signalprogrammet | Underskrevet aftale med berørte danske infrastrukturforvaltere som Storebæltsforbindelsen, privatbanerne og internationale (Sverige og Tyskland) | 2010 1.h |
| Signalprogrammet/ | Underskrevet aftale med berørte togoperatører | 2010 1.h |
| Togoperatører og Signalprogrammet | Togoperatører accepterer oplæg vedr. drift og funktionskrav til trafikale funktioner | 2010 1.h |
| Signalprogrammet Kontrahering | Kontraktindgåelse Underskrevet kontrakter om levering af: 1. Nyt signalsystem til fjernbanen 2. Nyt signalsystem og trafikstyring til S-banen 3. Nyt trafikstyringssystem til fjernbanen 4. Nyt trafikstyringssystem til S-banen 5. Nyt signalsystem til rullende materiel på fjernbanen 6. Nyt signalsystem til rullende materiel på S-banen 7. Tilpasning af BDK's transmissionsnetværk 8. Bygninger til nye trafikstyringscentraler | 2011 |
| Change management + HR | Endelig fastlæggelse af tilbud vedr. fastholdelse, aftrædelse etc. (godkendt af Personalestyrelsen, forhandlet med faglige organisationer mv.) | 2012 |
| Togoperatører + Transportministeriets departement | Overdragelse af rammekontrakt på levering af mobilanlæg til de berørte operatører | 2011 |
| Togoperatører | Uddannelse af togoperatørernes personale til kørsel på early deployment strækninger (=test og afprøvning) | 2013-15 |
| Change management | Gennemførelse af uddannelse af medarbejderne i Trafiksikkerhed, undervisere og eksperter i sikkerhed, lokale instruktører, Teknisk drift, teknisk driftsansvarlige og fagspecialister, på Strøm og Spor. Der skal uddannes lærere og superbrugere også til EDS, og alle lærere skal være uddannet forud for de menige medarbejdere. | 2017-20 |
| Banedanmarks ledelse | Overgang til nye driftscentraler | 2019(-20) |

Tabel 12.2 Ansvars- og arbejdsdeling mellem Signalprogrammet og det øvrige Banedanmark

Nedenfor er for alle væsentligste aktiviteter, som involverer både Signalprogrammet og afdelinger i Banedanmark, beskrevet hvor det pågældende ansvar for aktiviteten er placeret.

| Aktivitet | Beskrivelse | Ansvar | Styring |
|--|---|---------------------------------------|--|
| Tilsyn med Signalprogrammet | Det overordnede ansvar for hele projektet | Transportministeren | Transportministeren orienteres forud for vigtige, irreversible beslutninger. Derudover orienteres transportministeren løbende via de faste rapporteringer (anlægsstatus, afrapportering på trafikaftaler samt årsrapporten). |
| | | Bestyrelsen | Da Signalprogrammet er en del af Banedanmark, har bestyrelsen samme ansvar for Programmet som for den øvrige del af Banedanmark. Dette ansvar er defineret i lov om Banedanmark, vedtægter mv. Bestyrelsen godkender efter indstilling fra direktionen såvel Programmets ankerbudget uddelt på delbudgetter som organisering, herunder ansvarsplacering. |
| | | Direktion | Banedanmarks direktion har det samme ansvar for Signalprogrammet som for den øvrige del af Banedanmark. Dette ansvar er defineret i lov om Banedanmark, vedtægter, direktionsinstruks mv. |
| | | Programstyregruppe | Det eksisterende programstyregruppe med deltagelse af Banedanmarks direktion og Signalprogrammets programdirektør og ledelse vil fortsat på faste møder behandle dels programmets fremdrift og økonomiske udvikling, herunder korrigerende tiltag, dels sikre en koordinering mellem Programmet og de øvrige relevante dele af Banedanmark. |
| | | Forankringsstyregruppe | Under programstyregruppen oprettes der en forankringsstyregruppe til løsning af koordineringsbehov og afklaring af tvivlsspørgsmål mellem Banedanmarks basisorganisation og Signalprogrammet. |
| | | Intern Revision | Intern Revision har samme adgang til at revidere Programmet som de øvrige dele af Banedanmark. Intern Revision skal både i den løbende revision og i årsafslutningen rapportere om Signalprogrammet til bestyrelsen. |
| Information af det politiske system etc. | Orientering til og besvarelse af spørgsmål fra det politiske system, medier, borgere, herunder rapportering vedr. programmets udvikling | Bestyrelse, direktion og -sekretariat | Som udgangspunkt vil det være direktionen og direktionssekretariatet, der bistået af programdirektøren og projektsupport varetager disse områder. Transportministeren vil blive informeret om projektet ved løbende afrapportering på kontrakten med Banedanmark og ved kvartalsmøderne med Banedanmarks formandskab. Den præcise afrapporteringsstruktur fastlægges i resultatkontrakten. Folketinget vil bl.a. blive informeret gennem den halvårige status over Banedanmarks anlægsprojekter og den halvårige afrapportering på trafikaftalen fra 2006. Signalprogrammets afrapportering udformes i overensstemmelse med kravene som følge af ny anlægsbudgettering. Endelig udarbejdes en statusrapport i forbindelse med projektets indgåelse af leverandørkontrakter som indgår i overvejelser om projektets videreførelse. |

| | | | |
|----------------|--|------------------------------------|--|
| Projektmanual | Udarbejdelse og godkendelse af projektmanual | Signalprogrammet | <p>Signalprogrammet udarbejder projektmanual, herunder processer/forretningsgange, procedurer og metoder.</p> <p>Manualen indeholder bl.a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projektstyringsværktøjer til kontrol og opfølgning på økonomi, risici, tidsplaner og leverancer. • Rapporteringsformater til afrapportering på økonomi, risici, tidsplaner og leverancer. • Journaliseringsregler • Procedurer for evaluering og opfølgning og tilpasning af projektmanual. • Procedure for vurdering af behov for tilpasning af programorganisation. • Økonomistyring. Regnskabs-/konteringsinstrukser. • Fastlæggelse af forløb af eksterne audit af Signalprogrammet, herunder dets brug af projektmanual • Ændringshåndtering, beføjelser og dokumentation. • Mødestruktur og formater for mødereferater |
| | | Programstyregruppen | Som led i den endelige godkendelse af Programmets organisation godkendes manualen af programstyregruppen |
| Økonomistyring | Økonomiopfølgning i overensstemmelse med gældende statslige regler, herunder ny anlægsbudgettering | Signalprogrammet | Da Signalprogrammet er en del af statsvirksomheden Banedanmark, skal programmet leve op til de til enhver tid gældende statslige regler, herunder budgetvejledningen og reglerne om statens regnskabsvæsen. |
| | | Økonomi | <p>Signalprogrammets projektsupportteam skal sikre, at økonomistyringen foregår i henhold til såvel statens som projektets krav (ny anlægsbudgettering) f.eks. vedr. budgettering, opfølgning, regnskabsaflæggelse, rapportering og kvalitetssikring.</p> <p>Signalprogrammet vil på en række områder opbygge egne processer og systemer, der er tilpasset projektets særlige behov f.eks. i forhold til ny anlægsbudgettering. På andre områder (f.eks. angående løn og personale) vil de eksisterende processer og systemer i Banedanmark blive brugt.</p> <p>Økonomi skal yde støtte til Programmet vedr. håndtering af de statslige krav, herunder udarbejdelse af bidrag til bevillingslove og evt. aktstykker. Den konkrete samarbejdsmodel fastlægges senere.</p> |
| | | Programstyregruppen og bestyrelsen | Rapportering vedr. udviklingen i økonomi behandles i programstyregruppen og bestyrelsen. Korrigerende handlinger kan besluttes i begge organer. |
| Projektstyring | Planlægning af og opfølgning vedr. tidsplaner, fremdriftskurver etc. | Signalprogrammet | Signalprogrammets projektsupportteam skal sikre at projektstyringen foregår i henhold til fastsatte krav f.eks. vedr. tidsplaner, fremdriftsopfølgning, dokumentation, rapportering og kvalitetssikring. |
| | | Programstyregruppen og bestyrelsen | Rapportering vedr. udviklingen i projektets fremdrift, herunder også samarbejdet med Banedanmarks øvrige dele, foretages til programstyregruppen og bestyrelsen. Korrigerende handlinger kan besluttes i begge organer. |
| Risikostyring | Opfølgning og rapportering vedr. risikovurderinger | Signalprogrammet | Signalprogrammets projektsupportteam skal supportere projektlederne, som har ansvar for tid, risici, økonomi og fremdrift. |
| | | Programstyregruppen og bestyrelsen | Rapportering vedr. udviklingen i projektets fremdrift, herunder også samarbejdet med Banedanmarks øvrige dele, foretages til programstyregruppen og bestyrelsen. Korrigerende handlinger kan besluttes i begge organer. |

| | | | |
|---|--|-----------------------|--|
| Kommunikation | Generel kommunikation til offentligheden, til naboer i forbindelse med udrulningen af projektet, intern kommunikation til berørte medarbejdere mv. | Kommunikation | Banedanmarks eksisterende kommunikationsafdeling, der koordinerer den eksterne og interne kommunikation |
| | | Signalprogrammet | Selve udarbejdelsen af materiale om Programmet og den løbende orientering af Programmets medarbejdere vil primært blive udført af kommunikationsmedarbejdere i Signalprogrammets Organisationsforandrings-projekt i samarbejde med kommunikationsafdelingen. Direkte projektorienteret kommunikation (det vil sige projekts kontakt med projektinteressenter og direkte berørte) vil blive varetaget af Signalprogrammet. |
| Internationalt samarbejde | Internationalt samarbejde vedr. signal- og trafikstyringssystemer | Signalprogrammet | Tekniske forhold vedr. Signalprogrammets indhold f.eks. ang. ERTMS 3.0.0, EOR, teknisk samarbejde med UK og Sverige vedr. ERTMS etc. varetages af Signalprogrammet. |
| | | Teknisk Planlægning | Andre emner som f.eks. Eurointerlocking varetages af Teknisk Planlægning. |
| | | Andre enheder | Der vil være flere internationale samarbejdsfora, hvor der er grænseflader til Signalprogrammet. F.eks. GSM-R, regeludvikling mv. |
| Sikkerhedsgodkendelse | Sikre at Signalprogrammet bliver sikkerhedsgodkendt af Trafikstyrelsen. Der arbejdes på grundlag af en Safety Plan aftalt med Trafikstyrelsen, hvorefter leverandører udarbejder Safety Cases, som bliver godkendt af uafhængig assessor. | Signalprogrammet | Signalprogrammet vil have en medarbejder, med ekspertise vedr. sikkerhedsgodkendelse, der følger op på leverandører og assessor. |
| | | Sikkerhed og kvalitet | Signalprogrammet sikrer gennem koordinering med Sikkerhed og Kvalitet, at der er overensstemmelse med Banedanmarks system for sikkerhedsledelse. Det kan aftales, at Sikkerhed og Kvalitet kan være intern auditor af Signalprogrammet. |
| Udarbejdelse af trafikale regler | Udvikling, udarbejdelse, forberedelse af sikkerhedsgodkendelse og test af nye trafikale regler | Signalprogrammet | Der indlænes yderligere medarbejdere fra Drift. Overgangsløsninger mellem eksisterende og nyt regelsæt koordineres med Drift. |
| Fremtidig organisation af trafikstyring | Fastlæggelse af ny organisationsstruktur | Bestyrelsen | Bestyrelsen træffer efter indstilling fra direktion beslutning om den fremtidige organisering af Drift, Trafikstyring. |
| Personaleforhold i Signalprogrammet | Formel personaleadministration (ansættelseskontrakter, lønkørsler etc.) | Signalprogrammet | Signalprogrammet er ansvarligt for rekruttering til Programmet. |
| | | HR | HR er ansvarlig for, at de personaleretlige regler vedr. hele ansættelsesforholdet overholdes. |
| Personaleforhold i det øvrige Banedanmark | Gennemførelse af den personalerelaterede forandrings proces i Banedanmark | HR | HR er ansvarlig for personalemæssige tiltag vedr. f.eks. rekruttering, fastholdelse, videreuddannelse, aftrædelse mv., herunder forhandlinger med Personalestyrelsen og fagforeninger. |
| Kontrahering og kontraktstyring | Udarbejdelse af materiale til og gennemførelse af udbud, kontraheringsstrategi og senere juridisk ekspertise til Claims Management | Signalprogrammet | Signalprogrammet er ansvarligt for indgåelse af kontrakter vedr. bygherrerådgivning, nye signal- og trafikstyringssystemer til såvel fjern- og S-banen, tilpasning af Banedanmarks transmissionsnetværk og bygninger til nye trafikstyringscentraler. Signalprogrammets projektsupportteam vil rekruttere ekspertise mht. kontrahering og kontraktstyring, herunder Claims Management. Derudover vil Programmet købe assistance hos Kammeradvokaten og hos Indkøb og Ejendomme/Kontrahering (evt. ved indlån af ressourcer f.eks. i kontraheringsfasen). |

| | | | |
|---|--|---------------------|--|
| | | | Programmet vil sikre, at udbudsmaterialet gennemgås af eksperter med international erfaring fra sammenlignelige projekter enten ved direkte involvering eller som et Peer Review. |
| Vedligeholdelse og fornyelse af eksisterende system | Det eksisterende signalsystem skal fungere indtil det nye er implementeret | Teknisk Drift | Teknisk Drift vedligeholder og fornyer det eksisterende system. Ophør af dette arbejde koordineres med Signalprogrammet. |
| Ændring af eksisterende anlæg | Det kan være nødvendigt med tilpasninger af f.eks. kørestrøms-anlæg, spor og bygninger | Anlæg og Fornyelse | Signalprogrammet beskriver tilpasningerne, som bestilles hos Anlæg og Fornyelse med fastlagt tid og økonomi. |
| IT | Support af Signalprogrammets IT-værktøjer | IT | I det omfang der arbejdes med værktøjer, der supporteres af IT, ligger ansvaret der. |
| | | Signalprogrammet | Hvis Signalprogrammet anvender egne IT-løsninger, er Programmet ansvarlig for sikring af support hertil. |
| Transmission | Udbygning af transmissionsnettet så det understøtter udrulningen | Signalprogrammet | Signalprogrammet gennemfører udbygningen med indlån af medarbejdere fra IT |
| GSM-R data | | IT | Signalprogrammet beskriver ydelserne, som bestilles hos IT med fastlagt tid og økonomi. GSM-R data udbydes sammen med GMR voice så projektet smelter sammen til et. Den eksisterende styregruppe, hvor Signalprogrammet deltager til sikring af fremdrift og koordinering, fortsættes. Dette afhænger af den valgte tidsplan. |
| Udvikling af STM | Udvikling og test af STM | Teknisk Planlægning | Projektet håndteres af Teknisk Planlægning. Signalprogrammet følger op på indbygningen i danske tog som en del af Signalprogrammets udrulning. |
| Arealerhvervelse | Erhvervelse af arealer til master, sikringshytter mv. | Indkøb og Ejendomme | Signalprogrammet beskriver ydelserne, som bestilles hos Indkøb og Ejendomme med fastlagt tid og økonomi. |
| Sporspærringer | Planlægning af Signalprogrammets arbejde i spor | Anlæg og Fornyelse | Signalprogrammets projektsupportteam vil have en ansvarlig for sporspærringer, som facilitator i koordineringen mellem Programmet, leverandørerne samt Anlæg og Fornyelse. |
| Uddannelse af medarbejdere i Drift | Uddannelse af primært trafikstyringsmedarbejdere | Drift | Efter koordinering med HR beskriver Signalprogrammet ydelserne, som bestilles hos Drift med fastlagt tid og økonomi. Signalprogrammet yder støtte i forbindelse med hele den organisatoriske ændring i Drift. |
| Uddannelse af medarbejdere i Teknisk Drift | Uddannelse af signaltekniske medarbejdere | Teknisk Drift | Efter koordinering med HR beskriver Signalprogrammet ydelserne, som bestilles hos Teknisk Drift med fastlagt tid og økonomi. Signalprogrammet yder støtte i forbindelse med hele den organisatoriske ændring i Teknisk Drift. |
| Køreplans- og regularitetsmodellering | Udvikling af nye køreplaner samt udvikling og kørsler på regularitetsmodellen | Trafikplanlægning | Signalprogrammet beskriver ydelserne, som bestilles hos Trafikplanlægning med fastlagt tid og økonomi. Ansvar for opgørelse af regulariteten ligger hos Trafikplanlægning. |
| | | Signalprogrammet | Signalprogrammet har ansvar for forklaring af påvirkninger af regulariteten pga. projektet, ligesom Programmet skal sikre overlevering af materialet bag de beregnede regularitetseffekter af projektets implementering. |

13 Signalprogrammets organisering

13.1 Indledning

I dette kapitel beskrives organiseringen af den interne programorganisation, der vil få ansvaret for at gennemføre Signalprogrammet, dens placering i Banedanmarks ledelseshierarki samt bemanningen af projektet. Derefter beskrives, hvorledes koordineringen mellem programorganisationen og resten af Banedanmark forventes håndteret.

Gennemførelsen af et så langvarigt og geografisk stort projekt kræver den rette organisation og de nødvendige kompetencer til at løfte såvel de tekniske som de organisatoriske udfordringer, hvoraf en række af de væsentligste er:

- Signalprogrammet er et teknisk kompliceret projekt og kræver systemintegration med stort set alle banens andre tekniske discipliner samtidig med, at trafikken skal opretholdes gennem hele programperioden.
- Signalprogrammet er et projekt med stor betydning for jernbanesikkerheden, idet der som minimum forudsættes det samme sikkerhedsniveau som i de nuværende signalssystemer.
- Signalprogrammet betyder, at Banedanmark i en periode skal have to signal-systemer i drift med forskellige krav om forskellige kompetencer. Det kræver to forskellige, men parallelle signaltekniske organisationer til henholdsvis de eksisterende og det nye system.
- Signalprogrammet vil være afhængigt af at kunne trække på specialister i Banedanmarks basisorganisation til dels at løse de tekniske opgaver, dels sikre implementering og forberedelse af organisationen til at tage de nye signalanlæg i anvendelse. Denne videndeling og inddragelse i Signalprogrammet skal fungere samtidig med, at Banedanmarks basisorganisation skal løse den daglige driftsopgave.

Der forventes således et ekstra behov for kvalificerede og erfarne medarbejdere i Banedanmark i de år, hvor Signalprogrammet kører - specielt under udrulningen.

Signalprogrammet vil i perioden 2009-2020 gennemsnitligt beskæftige ca. 120 årsværk, hvoraf ca. 1/3 forventes at være fastansatte og resten tilknyttet som konsulenter. Projektet organiseres omkring hovedkontrakterne med såvel jernbanetekniske som organisatoriske støtteam. Se figur 13.

For at sikre kontinuitet i programmets levetid er det ønsket, at ca. 50 pct. af de ansatte i Signalprogrammet er fastansatte i Banedanmark samt at så mange som muligt af de ledende medarbejdere og signaltekniske eksperter er fastansatte. Imidlertid er der stor efterspørgsel på netop disse profiler, både i Danmark og internationalt, og derfor er et skøn på nuværende tidspunkt, at ikke alle stillinger kan besættes med fastansatte. En del funktioner vil således blive varetaget af rådgivere, konsulenter og leverandører.

Banedanmark har ikke tidligere gennemført et reinvesterings- og omstillingsprojekt af Signalprogrammets størrelse. Signalstrategianalysen fra 2006 identificerede dette som en af de største risici ved en totaludskiftning af Banedanmarks signalsystem. Håndteringen heraf har været i centrum i forberedelsen af Programmet. En uafhængig evaluering af Programmet konkluderede, at elementerne i forbindelse med den organisatoriske forandringsproces er adresseret tilfredsstillende for et projekt på dette stade, og at niveauet af planlægning for så vidt angår programledelsesorganisationen og organisatorisk udrulning er, hvor det skal være på nuværende tidspunkt, jf. afsnit 13.5. Endvidere indføres der blandt andet på baggrund af erfaringerne fra DR-byggeriet såkaldt stop-go mekanisme i Signalprogrammet samt en løbende afrapportering til Transportministeriet og Folketinget. Disse tiltag beskrives i afsnit 13.4.

13.2 Organisering af Signalprogrammet

Som det fremgår ovenfor 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. Derfor har det været overvejet at organisere Signalprogrammet som en selvstændig virksomhedskonstruktion.

Imidlertid kompliceres opgaven af, at anlægsprojektet skal gennemføres samtidig med, at der opretholdes togdrift 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 programorganisation i Banedanmark. Hermed menes, at Signalprogrammet på en lang række områder vil opbygge egne processer og systemer, der er tilpasset projektets særlige behov. Dette vil blandt andet blive afspejlet i, at bevillingerne til Signalprogrammet forventes optaget på en selvstændig hovedkonto på finansloven.

I dette afsnit gennemgås først organiseringen af den selvstændige programorganisation i Banedanmark. Derefter fremlægges planen for at sikre koordineringen mellem denne og resten af Banedanmark.

13.2.1 Organisering af den interne programorganisation til gennemførelse af Signalprogrammet

I figur 13.1 ses organisationsplanen for den interne programorganisation til gennemførelse af Signalprogrammet. Der er tale om en traditionelt opbygget programorganisation baseret på opdeling i en række projekter svarende til de kontrakter, som indgås med leverandørerne. Endvidere oprettes enheder med ansvar for jernbanetekniske henholdsvis projektadministrative opgaver.

I figur 13.1 er projekterne illustreret som lodrette kasser med et entydigt ansvar hos hver enkelt projektleder. De faglige ekspertiser i teknik- og projektstyringsdiscipliner går på tværs af projekterne, men er ligeledes entydigt ansvarsplaceret hos fagprojektledere/eksperter i de to teams på siderne af projekterne. Det er illustreret ved den vandrette involvering, der går på tværs af projekterne.

Omdrejningspunktet i organisationen er projekterne, der hver ledes af en projektleder. Projektlederne refererer til en projektchef, der har ansvar for den samlede portefølje af projekter og dermed er kontraktholder på de kontrakter, der indgås med såvel rådgivere som leverandører. Projektchefen fungerer desuden som linieleder for projektlederne.

De syv hovedprojekter er:

- To projekter vedrørende udrulningen af signalsystemet på jernbaneinfrastrukturen i henholdsvis det østlige og det vestlige Danmark.
- Et trafikstyringssystemprojekt for fjernbanen.
- Projekt vedrørende bygning af trafikstyringscentraler på hhv. fjernbanen og S-banen.
- Et S-baneprojekt, inkl. trafikstyringssystem.
- Et projekt vedrørende videreudvikling af trafikale regler.
- Styring af On-board kontrakterne samt et antal mindre kontrakter som f.eks. bygninger til fjernstyringen, transmission etc, her vist under et.

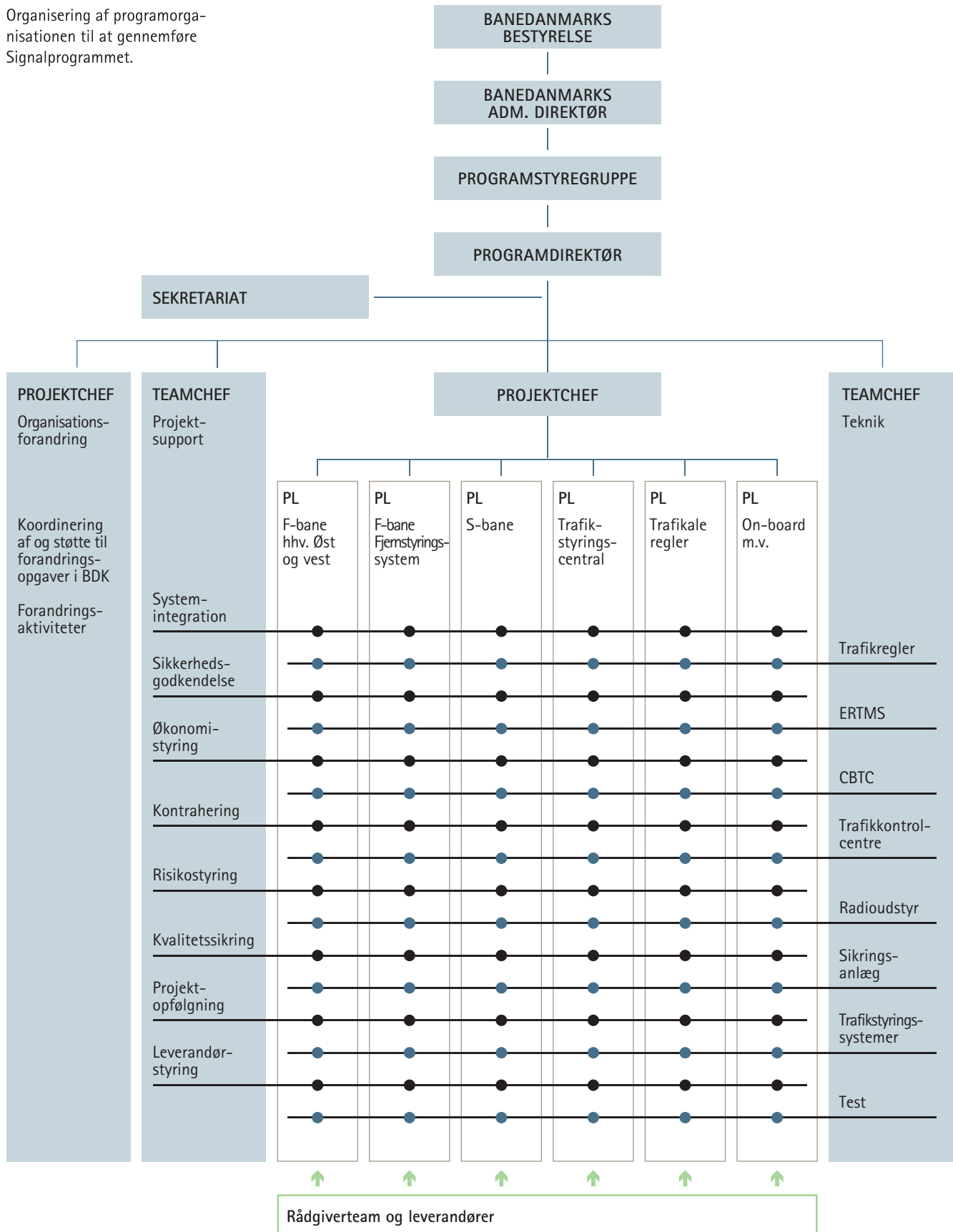
I projekterne arbejder fastansatte medarbejdere sammen med et rådgiverhold. Rådgiverkontrakten eller -kontrakterne er som nævnt forankret hos ovennævnte projektchef og styres af projektlederne med hensyn til tid, økonomi og risici på lige fod med de leverandørkontrakter, der indgås på et senere tidspunkt.

Derudover vil der blive oprettet to tværgående teams:

- Et jernbaneteknisk team med fagligt ansvar for, at leverandører og rådgivere leverer den rette kvalitet inden for de jernbanetekniske discipliner (sikringsanlæg, ERTMS, trafikstyring, trafikale regler osv.). Medarbejderne i dette team er enten

Figur 13.1

Organisering af programorganisationen til at gennemføre Signalprogrammet.



specialister eller fagprojektledere, som sikrer og koordinerer, at den faglige kvalitet og kravopfyldelse er i orden i projekterne.

- Et projektsupportteam skal sikre, at projektstyring og -opfølgning foregår i henhold til aftalte processer, metoder og kvalitet i projekterne. Det gælder f.eks. indenfor økonomi, tidsplaner, fremdriftsopfølgning, dokumentation, rapportering, kvalitetssikring, kravstyring, sikkerhedsgodkendelse, risikostyring, kontraktstyring og håndtering af krav fra leverandøren.

De to teams ledes af hver sin teamchef, som er linieleder for hver af de to grupper af medarbejdere.

Projektsupportteamets fagprojektleder med ekspertise vedrørende sikkerhedsgodkendelse følger op på både leverandører og Programmets assessor. Signalprogrammet sikrer gennem koordinering med Banedanmarks Sikkerhed og Kvalitet, at der er overensstemmelse med Banedanmarks system for sikkerhedsledelse. Det kan aftales, at Sikkerhed og Kvalitet kan være intern auditor af Signalprogrammet. Den endelige godkendelse foretages af Trafikstyrelsen. Denne organisering vurderes at sikre en hensigtsmæssig håndtering af myndighedsgodkendelsen.

Det er ligeledes projektsupportteamet der skal sikre at økonomi- og projektstyring foregår i henhold til såvel statens som projektets krav f.eks. vedrørende budgettering, tidsplaner, opfølgning, dokumentation, herunder regnskabsaflæggelse, rapportering og kvalitetssikring.

De ledelsværktøjer til styring, måling og rapportering, der er nødvendige i en driftsorganisation som Banedanmark til at løse typiske opgaver som infrastrukturforvalter, er ikke nødvendigvis de samme værktøjer og metoder, der er brug for i et så langvarigt og geografisk omfattende anlægs- og installationsprojekt som Signalprogrammet. I den forbindelse vil Programmet på en række områder opbygge egne processer og systemer, der er tilpasset projektets særlige behov f.eks. i forhold til ny anlægsbudgettering. På andre områder (f.eks. angående løn og personale) vil de eksisterende processer og systemer i Banedanmark blive brugt.

Den endelige detaljering og implementering af opfølgningsprocesser skal ske frem til midten af 2009 og fastlægges i en revideret projektmanual, som beskriver Programmets fremtidige processer og forretningsgange, procedurer og metoder. Manualen vil blandt andet omfatte projektstyringsværktøjer og rapporteringsformater til kontrol og opfølgning på økonomi, risici, tidsplaner og leverancer samt regnskabs- og konteringsinstrukser. Projektmanualen skal godkendes af programstyregruppen.

Et særligt projekt vedrørende organisatoriske forandringsaktiviteter skal bistå med at gennemføre forandringsopgaven i hele Banedanmark, jf. kapitel 12. Projektet får en støttende og koordinerende funktion mellem selve signalprogrammet og forandringsopgaverne i Banedanmark. Ledelsesansvaret for forandringsopgaverne ligger i Banedanmarks øvrige enheder, hvor de berørte medarbejdere er ansat.

Organisationsforandringsprojektet ledes af en projektchef, der også fungerer som linieleder for teamet.

Endelig oprettes en sekretariatsfunktion til varetagelse af sekretariatsopgaver og sekretærbistand til hele programmet. Sekretariatet er bindeled til Banedanmarks direktionssekretariat i forbindelse med betjeningen af det politiske system, Banedanmarks ledelse og offentligheden. Som led heri er sekretariatet koordinator for Signalprogrammets rapportering til Banedanmarks ledelse og bestyrelse samt delrapportering til Transportministeriets departement. Medarbejderne refererer til en sekretariatschef.

På et senere tidspunkt skal der desuden oprettes et team for test og tilsyn, der får til opgave at sikre, at leverancerne fungerer og svarer til det aftalte.

13.2.2 Banedanmarks ledelsesstruktur for Signalprogrammet

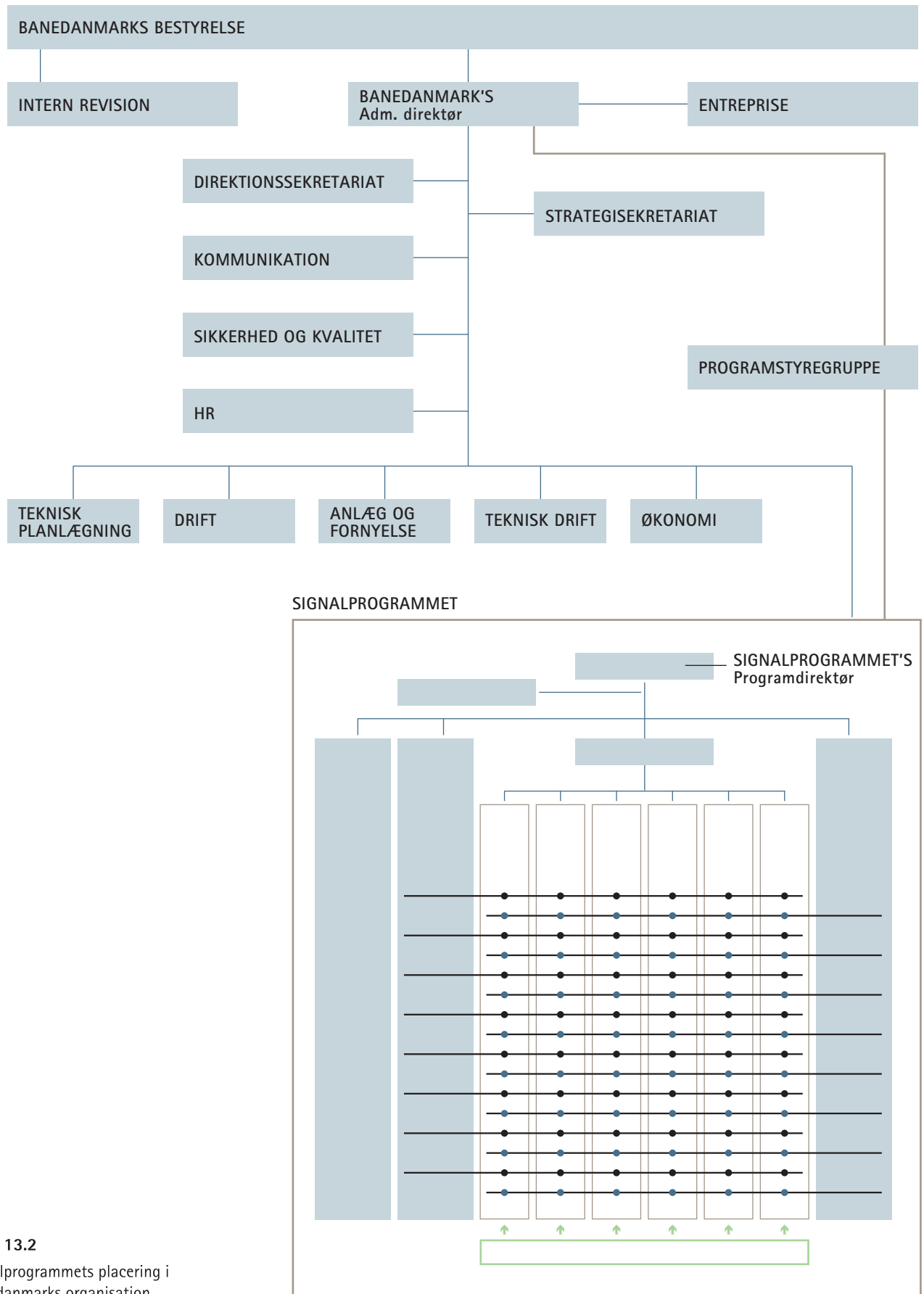
Banedanmarks bestyrelsens har det overordnede ansvar for signalprogrammet. Således vil bestyrelsen f.eks. træffe beslutning om ankerbudget uddelt på delbudgetter samt organiseringen af Signalprogrammet, herunder den overordnede placering af opgaveansvar i og uden for programorganisationen.

Som det fremgår af figur 13.1 vil den interne programorganisation til gennemførelse af Signalprogrammet blive ledet af en programdirektør. Programdirektøren vil have direkte reference til Banedanmarks administrerende direktør. Referencen til den administrerende direktør skal sikre, at alle beslutninger i forbindelse med Signalprogrammet er samlet ét sted, og at Banedanmarks organisation som helhed medvirker til at gennemføre projektet.

For at sikre koordineringen mellem Signalprogrammet og resten af Banedanmark er der nedsat en programstyregruppe bestående af Banedanmarks direktion og Signalprogrammets direktør. Programstyregruppen vil løbende drøfte dels programmets fremdrift, økonomiske udvikling og eventuelle korrigerende tiltag, dels sikre en koordinering mellem Programmet og de øvrige relevante dele af Banedanmark. Bestyrelsens behandling af sager angående Signalprogrammet vil som udgangspunkt ske på grundlag af materiale, som er godkendt i programstyregruppen.

Programstyregruppen vil blive understøttet af en forankringsstyregruppe, som skal sikre løsningen af tværgående opgaver mellem Signalprogrammet og Banedanmarks øvrige enheder. Forankringsstyregruppen består af de enhedschefer som berøres af Signalprogrammet, og hvis enheder skal igennem en omfattende organisationsforandring, for at være klar til udrulning og idriftsættelse af de nye signalsystemer. Som supplement til forankringsstyregruppen kan der eventuelt nedsættes mindre, særlige koordinationsgrupper på relevante områder som f.eks. kommunikation og uddannelse af medarbejdere.

Som udgangspunkt vil det være direktionen og direktionssekretariatet, der varetager kontakten til Transportministeriets departement f.eks. angående spørgsmål stillet i



Figur 13.2
Signalprogrammets placering i
Banedanmarks organisation.

Folketinget og afrapportering på Programmets fremdrift. Dette vil ske i samarbejde med programdirektøren for Signalprogrammet og Signalprogrammets sekretariat.

Banedanmarks intern revision vil have samme adgang til at revidere Signalprogrammet som de øvrige dele af Banedanmark. Intern Revision skal både i den løbende revision og i årsafslutningen rapportere om Signalprogrammet til bestyrelsen.

13.2.3 Bemanding

I perioden 2009-2020 vil der i Signalprogrammet i gennemsnit være beskæftiget godt 120 personer på fuld tid pr. år.

I de indledende faser forventes en organisation på ca. 40 fastansatte suppleret med konsulenter, men allerede i forbindelse med kontraheringen af de store kontrakter vil der være behov for omkring 150 personer inkl. konsulenter.

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 som minimum 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 har en større andel fastansatte, og specielt ledelsesfunktioner samt stillinger som seniorspecialister og seniorprojektledere ønskes besat med fastansatte medarbejdere.

For at understøtte en vellykket gennemførelse af et så stort og komplekst projekt som Signalprogrammet er det i budget, tidsplan og risikovurderingerne forudsat, at Banedanmark kan tiltrække medarbejdere med tilstrækkelige kvalificerede fra det omkringliggende marked inden for f.eks. signaltekniske discipliner, projektledelse, kontraktstyring, forandringsledelse og sikkerhedsgodkendelse.

Da Signalprogrammet samtidig skal trække på specialister fra andre områder i Banedanmark, er det ligeså vigtigt, at disse områder får mulighed for at fastholde og eventuelt ansætte medarbejdere med et tilsvarende højt fagligt niveau.

Der er for øjeblikket stor efterspørgsel på kvalificeret arbejdskraft inden for jernbaneteknik, hvor der ikke mindst er knaphed på sikringsteknikere. Efterspørgslen betyder, at Banedanmark allerede i dag har svært ved at imødekomme de ansættelsesmæssige markedsvilkår og dermed tiltrække de rette kompetencer til såvel Signalprogrammet som driftsorganisationen.

Det vil derfor være centralt, at Banedanmark får mulighed for at tilbyde lønninger, der, inden for det statslige lønsystem, kan tiltrække og fastholde de nødvendige kompetencer

13.2.4 Koordinering mellem Signalprogrammet og Banedanmarks basisorganisation

For at gennemføre Signalprogrammet vil den interne programorganisation skulle trække på specialister i Banedanmarks basisorganisation til dels at løse de tekniske opgaver, dels sikre implementering og forberedelse af organisationen til at tage de nye signalanlæg i anvendelse.

Der er grundlæggende planlagt to samarbejdsmodeller:

1. Signalprogrammet frikøber medarbejdere for et konkret antal timer/uger. I den pågældende periode arbejder disse medarbejdere i Signalprogrammet og under dets ledelse.

Som eksempel på disse typer opgave kan nævnes, at Banedanmark inden for en række faglige discipliner har meget stor ekspertise, som det vil være u hensigtsmæssigt at opbygge parallelt i Signalprogrammet. Det gælder blandt andet ekspropriation, personaleadministration, køreplansmodellering og -simulering, in- og output til og fra Asset Management systemet samt tilpasninger indenfor jernbanespecifikke fagdiscipliner såsom, kørestrøm, stærkstrøm, transmission, spor, planlægningen af sporspæringer mv. Disse opgaver løses bedst af andre enheder i Banedanmark i tæt koordinering med Signalprogrammet.

I implementeringsfasen er projektledelse, byggeledelse og support på mange måder sammenlignelig med større fornyelsesprojekter i Banedanmark. Det kan her være hensigtsmæssigt at trække medarbejdere med kompetence og erfaring fra jernbaneprojekter ind i Signalprogrammets organisation under hensyntagen til Banedanmarks eventuelle øvrige projekter.

2. Opgaven gennemføres af en anden enhed i Banedanmark, men finansieres over budgettet for Signalprogrammet. I sådanne tilfælde vil der blive indgået en samarbejdskontrakt med den pågældende enhed om opgavens konkrete indhold, betaling herfor, det tidsmæssige perspektiv og kvalitetstjek. Det kunne f.eks. være uddannelsesaktiviteter, hvor pågældende afdeling har ansvaret for at planlægge arbejdets tilrettelæggelse, mens uddannelsen foregår. Aktivitetens fremdrift styres af enheden, men koordineres med Signalprogrammet bl.a. ved møder i forankringsstyregruppen på grundlag af løbende fremdriftsrapportering.

Implementeringen af signalprojektet i Banedanmark støttes gennem oprettelsen af et organisationsforandringsprojekt, der søger at skabe optimale forhold til overdragelsen af projektet fra programorganisationen til basisorganisationen i Banedanmark.

Dette team består blandt andet af medarbejdere fra de mest berørte enheder i Banedanmark herunder Drift og Teknisk Drift. Derudover vil der være medarbejdere fra nødvendige støttefunktioner som blandt andet HR og Kommunikation. Opgaverne vil primært bestå af planlægning og koordination, men en del opgaver vil også blive udført i teamet.

Forandringsprojektet danner rammerne for involvering, videndeling og motivation for implementeringen af Signalprogrammets leverancer samt udvikling af de nødvendige relationer til basisorganisationen gennem hele programmet. Gennem arbejdet i teamet bliver medarbejderne forandringsagenter i deres egne enheder. Disse medarbejdere skal derfor opretholde en stærk forbindelse til deres daglige miljø, og en formel organisatorisk reference bibeholdes derfor i basisorganisationen.

En relativ detaljeret gennemgang af den kommende ansvarsfordeling vedrørende gennemførelsen af signalprogrammet findes i kapitel 12 til denne baggrundsrapport.

13.3 Projekt- og økonomistyringsværktøjer

Efter beslutning om gennemførelse af Signalprogrammet vil der blive truffet beslutning om opbygning og ibrugtagning af Signalprogrammets styrings og rapporteringsværktøjer. Signalprogrammet vil på en række områder opbygge egne processer og systemer, der er tilpasset projektets særlige behov. På andre områder (f.eks. angående løn og personale) vil de eksisterende processer og systemer i Banedanmark blive brugt. I løbet af første halvår 2009 vil disse systemer skulle ibrugtages. Der vil ligeledes blive fastlagt en model for samarbejdet mellem Signalprogrammets interne økonomiafdeling, som vil blive oprettet, og Banedanmarks økonomiafdeling.

Banedanmarks bestyrelse har endvidere besluttet at revidere og udbygge SAP-økonomisystemet i 2008 og derigennem styrke økonomistyringen af blandt andet projekter samt at indføre et nyt SAP-element til styrkelse af vedligeholdelsesområdet og videreudvikling af Asset Management Systemet.

Bevillingen til Signalprogrammet forventes givet til Banedanmark på en separat hovedkonto. Programmet vil følgelig operere med eget budget, egen økonomi- og projektopfølgning osv. og har derfor f.eks. et lønbudget, som er adskilt fra det øvrige Banedanmarks. Programmet forventes at få sin egen kontoplan.

13.4 Evaluering af og orientering om projektets fremdrift

Erfaringen fra DR-byggeriet viser, at det i større anlægsprojekter er vigtigt at indbygge en række evalueringer, som forelægges de politiske beslutningstagere. I signalprogrammet er der blevet identificeret to relevante evalueringstidspunkter: 1) udsendelse af udbudsmateriale og 2) underskrivelse af kontrakt, hvor det vil være muligt at stoppe og/eller omdefinere projektet.

Når kontrakten er underskrevet, vil det være meget omkostningsfyldt at indbygge egentlige stopmekanismer i kontrakterne. I stedet vil der blive indbygget en række bod- og bonusmekanismer samt mulighed for Banedanmark til at opsige kontrakter, hvis leverandørerne ikke lever op til deres forpligtelser. Ved fastlæggelsen af sådanne mekanismer vil der blive trukket på erfaringer fra sammenlignelige projekter.

I forbindelse med de fastsatte evalueringer giver Banedanmark en status på økonomi, risici og tidsplan, herunder status på EU's standardiseringsarbejde. Det sker dels på baggrund af arbejdet med udbudsmaterialet inden det udsendes ultimo 2009 for S-banen og ultimo 2010 for fjernbanen (hvis 2021 scenariet vælges), dels inden de endelige kontrakter underskrives. Det vil således være muligt at vurdere om de forhold, der blev påpeget i den eksterne kvalitetssikring, er adresseret, ligesom udviklingen i andre lande vil kunne inddrages i vurderingen.

Derudover vil Banedanmark løbende rapportere om Signalprogrammets status i overensstemmelse med retningslinierne for ny anlægsbudgettering. Denne opfølgning vil ske som led i den eksisterende rapportering til Folketinget i forbindelse med:

- Afrapportering på trafikaftalen fra 2006 (halvårlig)
- Status for anlægsprojekter på Transportministeriets område (halvårlig)

Den præcise struktur for afrapporteringen vil blive fastlagt som led i arbejdet med ny anlægsbudgettering.

I Banedanmarks årlige resultatkontrakt vil der indgå milepæle for Signalprogrammet. Følgelig vil der også blive afrapporteret i

- Banedanmarks årsrapport

Transportministeren vil løbende blive informeret om Programmet ved kvartalsmøderne med Banedanmarks formandskab.

Overordnet er Signalprogrammets placering i Banedanmark og beslutningssystemet illustreret i figur 13.1

13.5 Ekstern evaluering af Banedanmarks planer for at gennemføre signalprojektet

Booz&Co har gennemført en uafhængig evaluering af Signalprogrammets programledelse med henblik på at vurdere Banedanmark og programledelsens evne til at sikre en succesfuld udrulning [Ref 10].

Primært baseret på Change management rapporten og interviews af nøglepersoner har Booz&Co fokuseret på den planlagte programledelsesorganisation, ledelsesprocesser og interaktion med Banedanmarks øvrige enheder, for at vurdere Banedanmarks parathed og kapacitet til understøttelse af Signalprogrammets udrulning. Det

vil sige både en vurdering af Signalprogramorganisationens evne til at gennemføre projektet, og en vurdering af Banedanmarks evne til at yde tilstrækkelig støtte til signalprogrammet.

Specifikt har Booz&Co vurderet:

- Signalprogrammets evne til at gennemføre projektet er vurderet på baggrund af en evaluering af de planlagte aktiviteter for at opmunde og klargøre programorganisationen efter vedtagelse af Signalprogrammet.
- De mest betydende funktioner i Banedanmark i forhold til deres evne til i tilstrækkelig grad at understøtte Signalprogrammet.

Hovedkonklusionen er:

- Elementer i forbindelse med den organisatoriske forandringsproces er adresseret tilfredsstillende for et projekt på dette stade. Niveauet af planlægning for så vidt angår programledelsesorganisationen og organisatorisk udrulning er hvor det skal være på nuværende tidspunkt.

Booz&Co anfører, at udbudsplanen er ambitiøs. Booz&Co vurderer specielt i forhold til dette, at det er tvivlsomt, om Signalprogrammet kan nå en tilstrækkelig kvalitet i udbudsmaterialet til efterår 2009, hvilket forudsættes i tidsplanen med afslutning i 2020.

Rapporten foreslår snarest muligt følgende tiltag igangsat:

Prioritet A:

- Sikre ansættelse / fastholdelse af nøglemedarbejdere i Banedanmarks afdelinger
- Sikre ansættelse / fastholdelse af medarbejdere i Signalprogrammet
- Sikre tilstrækkelig kapacitet i Banedanmark Indkøb og Kontrahering, samt etablere formel samarbejde med Signalprogrammet.

Derudover anbefaler Booz&Co en række lavere prioriterede aktiviteter.

Signalprogrammet er på nuværende tidspunkt ved at forberede ansættelse af medarbejdere, så snart programmet er politisk vedtaget. Endvidere påbegyndes indgåelse af samarbejdsaftaler med de primære samarbejdspartnere i de øvrige dele af Banedanmark – herunder Indkøb og Kontrahering – også umiddelbart efter den politiske beslutning.

For så vidt angår den ambitiøse plan for udbudsfasen, er der i fjernbanens 2021-scenarie yderligere taget højde for denne risiko, idet udbudsfasen er forlænget med et år. Såfremt 2021-scenariet ikke vælges og den ambitiøse plan for udbudsfasen fastholdes, håndteres risiko for forsinkelser som beskrevet i risikoregistreret.

14 Koordinering med eksterne parter

14.1 Indledning

I dette kapitel redegøres for Signalprogrammets påvirkning af og koordinering med en række eksterne parter. Kapitlet omhandler følgende emner:

- Konsekvenser for det rullende materiel
- Uddannelse af personale hos togoperatørerne mv.
- Etablering af nyt signalsystem på privatbanerne
- Togtrafikken til Sverige og Tyskland
- Grænseflader mellem Signalprogrammet og andre infrastrukturprojekter

14.2 Konsekvenser for det rullende materiel

14.2.1 Fjernbanen

Alle tog på fjernbanen skal udrustes med ERTMS udstyr, som er en forudsætning for, at signalerne fra det nye signalsystem kan modtages i togene. Dette skal blandt andet ses i sammenhæng med, at de ydre signaler fjernes.

ERTMS udstyr skal derfor installeres i både passagertog, godstogslokomotiver og arbejdskøretøjer, der opererer på fjernbanen. Der er samlet tale om installation i 500-600 køretøjer³⁰.

Udstyret i tog, der befærder en strækning skal installeres, før udrulningen af det nye signalsystem på den pågældende strækning påbegyndes. Tog med ERTMS togkontrol vil kunne køre på strækninger med det nuværende ATC-system ved hjælp af en såkaldt STM, jf. afsnit 4.3.8.

³⁰ Dette antal dækker også tog fra de privatbaner, der 10 steder landet over ender på stationer på fjernbanen. Nogle af disse tog skal endvidere udstyres med S-banens nye togkontrolsystem, jf. afsnit 13.3. Antallet af køretøjer ændres løbende på grund af nyanskaffelse eller udrangering af køretøjer, eller hvis nye kommercielle godstogsoperatører ønsker at køre på fjernbanen.

ERTMS-udstyret i togene udbydes som en særskilt rammeaftale med én leverandør for at opnå stordriftsfordele. Denne leverandør vil være forpligtet til at levere på samme vilkår til alle operatører. Udgiften til nyt signaludstyr i alle typer af tog på fjernbanen er medregnet i Signalprogrammets anlægsbudget.

Rammeaftalen udbydes og indgås af Banedanmark, men det er togoperatørerne, som skal indgå de konkrete kontrakter. Togoperatøren vil være ansvarlig for at installere og få sikkerhedsgodkendt udstyret i togene og ansvarlig for at have det fornødne materiel driftsklar. Togselskaberne vil blive kompenseret over budgettet for Signalprogrammet i overgangsfasen. Den præcise mekanisme herfor er ikke fastlagt endnu.

Togoperatørerne kan frit vælge, om de vil gøre brug af rammeaftalen, men det tilstræbes forud for kontraktindgåelsen at opnå en aftale med operatørerne om at garantere et minimumsvolumen for at opnå attraktive priser.

Entreprenører, der anvender egne arbejdskøretøjer til anlægs-, fornyelses- og vedligeholdelsesopgaver på fjernbanen, skal ligeledes installere nyt signaludstyr i togene. Entreprenørerne vil blive kompenseret over budgettet for signalprogrammet i overgangsfasen. Den præcise mekanisme herfor er ikke fastlagt endnu.

14.2.2 S-banen

Som led i udskiftningen af signalsystemet på S-banen skal der installeres et nyt togkontrolsystem i alle tog. Togkontrolanlæggene i togene er en integreret del af et standard bybanesystem.

Under udrulningsfasen vil to forskellige signalsystemer være i drift på S-banen. Den billigste og sikreste måde at håndtere dette er ved at udruste alle tog med det nye signalsystem fra starten. Alle tog vil dermed være udrustet med begge systemer og kan dermed køre på begge signalsystemer. På S-banen benyttes alle tog på alle strækninger, da togoperatøren på den måde kan foretage den mest effektive driftsplanlægning, herunder i forhold til togenes vedligeholdelsescyklus.

Udgiften til et nyt togkontrolsystem i alle typer tog på S-banen er medregnet i budgettet for Signalprogrammet. I alt skal omkring 180 tog udrustes på S-banen (inkl. S-tog, arbejdskøretøjer og privatbane tog).

Togkontrolanlæggene i togene udbydes sammen med de øvrige fundamentale signalanlæg, men i en selvstændig rammekontrakt, der benyttes af togoperatøren på S-banen. Togoperatøren vil dermed fortsat være ansvarlig for sikkerhedsgodkendelse af udstyret i S-togene og ansvarlig for at have det fornødne materiel driftsklar. Arbejdet med at installere det nye togkontrolsystem i S-togene skal koordineres mellem togoperatøren og Banedanmark i henhold til udrulningsplanen for signalsystemet.

De privatbaner, der bruger S-banenettet, skal ligeledes installere det nye togkontrolsystem³¹. Den valgte leverandør vil være forpligtet til at levere udstyret til privatbanerne på samme vilkår, som tilbydes togoperatøren på S-banen.

Herudover skal togkontrolsystemet installeres i de arbejdskøretøjer og godstog, der regelmæssigt kører på S-banen. Tog uden togkontrol vil kun kunne beføre S-banen som "specielle transporter" eller lignende, når de ydre signaler fjernes - altså kun under helt særlige forhold.

Operatører - herunder privatbanerne - og entreprenører vil blive kompenseret over budgettet for signalprogrammet i overgangsfasen. Den præcise mekanisme herfor er ikke fastlagt endnu.

14.3 Uddannelse af personale hos togoperatører mv.

Personale hos togoperatører, der anvender Banedanmarks signalsystemer og trafikale regler, skal uddannes i at bruge de nye signalsystemer og regler. Det omfatter personalet hos togoperatørerne på fjernbanen, S-banen og en række privatbaner.

Uddannelse af togoperatørernes personale indgår i Signalprogrammets budgetter og udrulningsplaner.

Uddannelse af det nuværende personale skal gennemføres af de pågældende togoperatører. Det forventede uddannelsesbehov er vurderet af Trafikstyrelsen og Banedanmark. De nye sikkerhedsregler og signalsystemer skal desuden indarbejdes i de offentlige jernbane-uddannelser for nye medarbejdere, herunder lokomotivførernes grunduddannelse.

Tidsplanen for uddannelsen skal koordineres tæt med tidsplanen for udrulningen af de nye signalsystemer, så personalet er forberedt, når de nye systemer tages i brug. [se endvidere kapitel 12].

Af de berørte personalegrupper udgør lokomotivførerne langt den største. Der er tale om op mod 1.500 førere på fjernbanen og ca. 500 på S-banen, som skal efteruddannes. Den nødvendige teoretiske og praktiske efteruddannelse af lokomotivførerne er vurderet til omkring 3 uger pr fører. Dog noget mindre for fx lokomotivførere på privatbanerne, der kun kører ind på endestationer (3 dage).

31 Dette omfatter Lokalbanens tre strækninger med endestation i Hillerød (Hillerød-Frederiksværk-Hundested, Hillerød-Tisvildeleje/Gilleleje og Hillerød-Helsingør) samt strækningen Jægersborg-Nærum, der ligeledes er forbundet til S-banen, for at togene kan køres på værksted.

Andre større personalegrupper hos operatøerne, der skal uddannes, er

- Togpersonale (1 dag)
- Rangerpersonale (7 dage)
- Personale, der vedligeholder togmateriellet (5-10 dage).

14.4 Etablering af nyt signalsystem på privatbaner mv.

Banedanmark har som en del af prisberegningerne for de nye signalsystemer et katalog under udarbejdelse med enhedspriser for de enkelte elementer, der hører til signalsystemerne.

Dette priskatalog kan stilles til rådighed for andre jernbaneinfrastrukturforvaltere (typisk privatbanerne) og for projekter, der skal etablere ny jernbaneinfrastruktur mod at oplysningerne behandles fortroligt.

Ved at anvende priskataloget på den pågældende infrastruktur vil det være muligt at beregne prisen for en nyinstallation eller udskiftning til et signalsystem magen til det, der installeres på statens jernbanenet.

14.5 Togtrafikken til Sverige og Tyskland

Det danske jernbanenet er forbundet med Sverige via Øresundsbron og med Tyskland via Padborg, Rødby og Tønder. I forbindelse med Signalprogrammet vil der være behov for at koordinere med de svenske og tyske forvaltere af jernbaneinfrastrukturen og sikkerhedsmyndigheder.

Jernbaneforbindelser, der krydser landegrænser, er omfattet af EU's direktiv om interoperabilitet, som Danmark har ratificeret³². Et tog fra en godkendt jernbaneoperatør, som opfylder interoperabilitetskravene, vil på længere sigt kunne køre uhindret i hele EU.

ERTMS er den fælles europæiske standard på signal- og togstyringsområdet, mens GSM-R er standarden for togradio, jf. kapitel 4. Signalprogrammet vil således gøre hele fjernbanen interoperabelt på signalområdet. ERTMS førerrumssignalet er internationalt standardiseret. Det gør det enklere for lokomotivførerne at køre over landegrænser, idet signalgivningen ikke ændres ved grænsen.

Alle EU-landene har udarbejdet implementeringsplaner for ERTMS. For at understøtte interoperabiliteten yder EU støtte til jernbaneprojekter på det interoperable jernbanenet.

³² I Danmark er følgende strækninger aktuelt omfattet af EU's direktiv om interoperabilitet: Øresundsbron-København-Padborg, Ringsted-Rødby, Fredericia-Frederikshavn/Hirtshals samt Lunderskov-Esbjerg.

14.5.1 Sverige

Tog, der kører på Øresundsbron, er i dag dobbeltudrustet med dansk og svensk teknik (togkontrol, togradio, kørestrøm mv.). Togene kan skifte mellem de to landes systemer under kørslen. Togkontrolsystemet skiftes automatisk mellem det danske og svenske system, når toget passerer en systemskiftezone på Peberholm.

Togradiosystemet i Sverige er GSM-R. Når det danske GSM-R Voice projekt er gennemført omkring 2010, vil der således ikke længere være behov for to radiosystemer i togene.

Der forventes ibrugtaget en ny jernbaneforbindelse fra Øresund til Malmö Centralstation (Citytunnelen) i 2010. Denne strækning udstyres med ERTMS niveau 2, idet den er en del af Sveriges interoperable jernbanenet. Persontogene på Øresundsforbindelsen skal derfor som de første udstyres med ERTMS niveau 2. Herudover skal godstogslokomotiverne på Øresundsforbindelsen udstyret med ERTMS³³.

Når signalsystemet på den danske del af Øresundsforbindelsen skal fornys, vil det nuværende systemskifte blive erstattet med et systemskifte baseret på ERTMS-standard. Udskiftningen af systemskiftet på Øresundsbron er ikke en del af Signalprogrammet. Jernbaneinfrastrukturen på Øresundsbron ejes af Øresundskonsortiet, som dermed også har ansvaret for systemskiftezoneerne.

14.5.2 Tyskland

Hovedparten af togtrafikken til Tyskland sker via Padborg. Det gælder blandt andet den overvejende del af godstrafikken. Der skiftes i dag mellem de danske og tyske togkontrolsystemer, kørestrømssystemer og radiosystemer, mens togene holder i Padborg. De godstogslokomotiver, der ikke er udstyret til kørsel i både Danmark og Tyskland, udskiftes i Padborg. Regionaltogene fra Hamburg vender i Padborg, fordi disse tog ikke er udrustet til kørsel i Danmark.

For de internationale tog over Rødby-Puttgarden skiftes togkontrol- og radiosystemerne i forbindelse med færgeoverfarten. Der foregår desuden en beskeden person og godstrafik via Tønder. Togtrafikken via Tønder er ikke sikret med togkontrol. Radiosystemet skiftes under opholdet i Tønder.

GSM-R togradiosystemet er i dag installeret på stort set hele det tyske jernbanenet. Når det danske GSM-R Voice projekt er gennemført omkring 2010, vil der således ikke længere være behov for to radiosystemer i togene.

³³ Togene på Øresundsforbindelsen skal i en overgangsperiode udstyres med tre forskellige togkontrolsystemer (ERTMS niveau 2, dansk STM og svensk STM). En STM gør det muligt for ERTMS-udrustede tog at køre på strækninger med de eksisterende togkontrolsystemer, jf. afsnit 4. x Den danske del af STM-projektet håndteres i et igangværende projekt i Banedanmark. Der er ligeledes taget højde for STM-udrustningen i de kontrakter, som Trafikstyrelsen netop har indgået om de kommende års trafikering af kystbanen og øresundstrafikken.

Syd for Padborg og Tønder skal der i forbindelse med Signalprogrammet etableres systemskiftezone mellem tysk og dansk togkontrol. Disse systemskiftezone skal placeres på tysk område, så der vil i denne forbindelse blive behov for en tæt dialog med både de tyske infrastrukturforvaltere og den tyske jernbanesikkerhedsmyndighed.

Når der etableres ERTMS i Padborg og Tønder i forbindelse med Signalprogrammet, kan der blive stillet krav om, at alle tog på ERTMS strækninger skal være udstyret med ERTMS-togkontrol. Et sådant krav skal i givet fald med et passende varsel meddeles de tyske togoperatører, der kører til Padborg og Tønder.

Togtrafikken over Rødby forventes først påvirket, når Femernforbindelsen åbner. Femernforbindelsen skal som en interoperabel strækning ifølge EU's direktiv udstyres med ERTMS. Når forbindelsen åbner, skal der etableres skiftezone på samme måde som beskrevet ovenfor. Skiftezone skal være i brug, indtil der er etableret ERTMS på den tyske forbindelsesstrækning til Femernforbindelsen.

14.6 Projekter med grænseflade til Signalprogrammet

Nedenfor redegøres for håndteringen af grænseflader mellem signalprogrammet og andre anlægsprojekter på banen [Ref. 15]. Redegørelsen falder i tre dele:

1. Grænseflader til besluttede og kommende projekter
2. Overhalingsspor på Vestfyn
3. Koordinering mellem Signalprogrammet og evt. kommende projekter

Ad 1) Grænseflader til besluttede og kommende projekter

Signalprogrammets ankerbudget tager udgangspunkt i, at signalprogrammet skal udskifte signalsystemet på de nuværende strækninger.

Allerede besluttede projekter

Derudover har signalprogrammet indregnet udgifter til etablering af signalanlæg i forbindelse med de anlægsprojekter, der på nuværende tidspunkt er under udførelse i Banedanmark inkl. KØR-projektet og 6. hovedsporsprojektet.

De igangværende anlægsprojekter i Banedanmark fremgår af Banedanmarks årsrapport for 2007 (jf. tabel C.1.2) [Ref. 13]. De centrale projekter for signalprogrammet er som følger:

- KØR-projektet
- Nyt S-togsspor København H – Dybbølsbro (6. hovedspor)
- Århus Havnespor
- Perrontilpasning IC4 tog
- Nye S-tog, infrastruktur
- Overhalingsspor ved Tommerup (Overhalingsspor for godstog på Vestfyn) (se pkt. 2)

Femern Bælt landanlæg er ikke medtaget i signalprogrammets planlægning eller ankerbudget, da projektet først blev besluttet meget sent i programforløbet i efteråret 2008. Det er dog vurderet, at udrulningerne for scenarierne 2018, 2020 og 2021 kan tilpasses en Femern landanlæg udrulning, der slutter i 2018/19.

Kommende projekter

Der er en række projekter under forberedelse i Trafikstyrelsen,. Disse projekter har ikke været endelig politisk besluttet før eller under Signalprogrammets arbejde med projektforslag og omkostningsberegning. Endvidere kan der i perioden frem til udrulningen af signalprogrammet afsluttes, evt. igangsættes yderligere projekter.

Disse projekter er derfor ikke indregnet i signalprogrammets ankerbudget eller udrulningsplan. Det betyder, at der i disse projekter særskilt vil skulle indregnes udgifter (og evt. besparelser som følge af tilpasning af sporgeometrien) til etablering af signalanlæg samt tilslutning til fjernstyringscentraler. Hvis projektet forudsætter udvidelse af fjernstyringscentralerne, vil dette også skulle bæres særskilt.

Det bør bemærkes, at det trafikale grundlag i Signalprogrammet følger de nuværende køreplaner for fjernbanen (K08) og S-banen (S08) udvidet med DSB's lidt mere ambitiøse målsætninger i Gode Tog til Alle (GTA08). Hvis nye anlægsprojekter ændrer grundlæggende på dette kørselsmønster, vil evt. afledte konsekvenser for signalsystemerne skulle håndteres i forbindelse med beslutningen om nye projekter.

Ad 2) Overhalingsspor for godstog på Vestfyn

Der knytter sig en særlig problemstilling til anlægsprojektet Overhalingsspor ved Tommerup.

Etablering af overhalingsspor for godstog på Vestfyn blev sat i stå med aftalen om finansloven for 2008.

Overhalingssporet på Vestfyn er i signalteknisk forstand et mindre projekt. Således vil projektet kunne håndteres inden for den kapacitet, som den tilhørende fjernstyringscentral og det tilhørende sikringsanlæg alligevel skal have.

Hvis der senere træffes beslutning om at etablere overhalingssporet på Vestfyn, vil der således alene skulle afholdes udgifter til selve signaludstyret på overhalingssporet samt tilslutningen af dette til sikringsanlæg og fjernstyringscentralen. Omkostningerne hertil indgår ikke i Signalprogrammets budget og vil således skulle bæres særskilt af projektet.

Ad 3) Orientering om koordinering mellem signalprojekter og evt. kommende projekter

I perioden fra der træffes endelig beslutning om Signalprogrammets økonomi og udrulningsplan og til den faktiske udrulning påbegyndes, kan der potentielt træffes beslutning om en række andre projekter.

I forbindelse med beslutningen om igangsættelse af disse projekter vil det skulle overvejes, om der kan opnås effektiviseringsgevinster ved koordinering med Signalprogrammet. Det kan enten omhandle fælles spærringer eller evt. at Signalprogrammet skal forestå etableringen af signaldelen.

Som nævnt i punkt 1 under "kommende projekter" er sådanne projekter ikke indregnet i ankerbudgettet for Signalprogrammet. Imidlertid forventes der truffet endelig beslutning om udførelsen af en række projekter inden det endelige udbudsmateriale for Signalprogrammet udsendes. Derfor forventes disse projekters kapacitetsbehov at kunne inkluderes i den endelige konfiguration af fjernstyringscentralerne. Eventuelle ekstraomkostninger herved bæres af det særskilte projekt.

Modsat er det afgørende for sammenhængen i det danske signalsystem at evt. nye projekter udrustes med et system svarende til det, som etableres på Banedanmarks net.

Der vil i videst muligt omfang blive forsøgt opnået sådanne koordineringsgevinster.

15 Appendikser og referencer

15.1 Appendikser

- App. 1: Beskrivelser af alternative udrulningsscenarier på fjernbanen og S-banen, dateret 08.10.2008
- App. 2: BDk notat om EQA3, dateret 29.09.08
- App. 3: Sikkerhedsgodkendelse, dateret 17.09.08

15.2 Referencer

- Ref. 1: Aftale om trafik fra 2006, dateret 26.10.06
- Ref. 2: Signalanalysen, dateret 05.09.06
- Ref. 3: Fjernbane Project Proposal, dateret 30.06.08
- Ref. 4: S-bane Project Proposal, dateret 30.06.08
- Ref. 5: Referat fra møde mellem Transportministeriet og Finansministeriet 25.06.08, dateret 26.06.08
- Ref. 6: Ny anlægsbudgettering, aktstykke nr. 16 af 24. oktober 2006
- Ref. 7: - ej anvendt.
- Ref. 8: Indførelse af HKT på Nordbanen, dateret februar 2008
- Ref. 9: Kommissorium for signalprojektet 2007-2008, dateret 01.02.07
- Ref. 10: Booz&Co, Final Report, R00936. Independent Evaluation of the Programme Management of the Signalling Programme, dateret 26.08.08
- Ref. 11: Automation Level for the S-bane, dateret 16.11.07
- Ref. 12: Aftale om trafik fra 2003, dateret 05.11.03
- Ref. 13: Banedanmarks årsrapport for 2007, dateret april 2008
- Ref. 14: Fornyelsesplan – Sikring og fjernstyring, dateret september 2008
- Ref. 15: Faste forudsætninger for Signalprogrammet, FF vers. 3.0c godkendt af Signalprogrammets styregruppe 18.06.08

Appendiks 1

Beskrivelser af alternative udrulnings-scenarier på fjernbanen og S-banen

App 1.1 Indledning

Efter færdiggørelsen af migrationsplanerne for hovedscenarierne i Signalprogrammet (dvs 2018 og 2020 for fjernbanen samt 2016 og 2020 for S-banen) har Signalprogrammet analyseret en række alternative udrulningsscenarier og dokumenteret dem enkeltvis i scenarie beskrivelser [Ref. 1-21].

Alle fjernbane scenarierne samt størstedelen af S-bane scenarierne er udarbejdet for at undersøge muligheden for at holde investeringerne i signalsystemet inden for den med Aftale om trafik for 2007 givne ramme for perioden 2007-2014. Der henvises til referat fra møde mellem Trafikministeriet og Finansministeriet den 25.06.08 [Ref. 26], hvor størstedelen af disse alternative udrulningsscenarier er defineret.

For S-banen er derudover udarbejdet to ekstra scenarier med det formål at illustrere projektgennemførelser, der ligger imellem den hurtigst mulige udrulning (slutter i 2016, herefter omtalt som 2016 udrulningsplanen) og den teknisk/økonomisk optimale udrulning (slutter i 2020, herefter omtalt som 2020 udrulningsplanen).

For alle scenarierne gælder, at den opgave, der skal løses - en total fornyelse af signalsystemerne på fjernbanen og S-banen - er uændret.

Beskrivelsen af scenarierne er alle udarbejdet med udgangspunkt i de væsentligste forskelle mellem 2020 udrulningsplanerne på henholdsvis fjernbanen og S-banen og det aktuelle scenarie. Scenarierne er således "delta" betragtninger, hvor udgangspunktet har været, at de basale aktiviteter, der skal gennemføres, og den samlede udgift til totaludrulningen svarer til 2020 scenariet. For hvert scenarie estimeres konsekvenserne - i form af risiko, tid og større eller mindre omkostninger ved det nye scenarie - i forhold til 2020 scenariet. I alle scenarier har modelleringen bestået af en gennemgang af alle relevante eksisterende anlæg og deres estimerede levetid ud fra et fælles sæt af kriterier, af ændringer i risici som følge af ændringer i tidsplan, samt ændret udrulning af fysikken. Dette er beskrevet nærmere nedenfor.

Da den gennemførte følsomhedsanalyse undersøger et temmelig stort antal scenarier (10 på fjernbanen og 11 på S-banen), er der derved opnået en detaljeret forståelse af, hvordan alternative investeringer og tidsplaner påvirker resultaterne.

Det er aftalt med Transportministeriet, at fjernbane scenarierne F1.1 og F1.3 samt S-bane scenarierne S3.1 og S4.2 – se nedenfor – benyttes videre i de dokumenter, der præsenteres for de politiske beslutningstagere, mens de øvrige scenariebeskrivelser indgår som en følsomhedsanalyse af de grundlæggende udrulningsplaner eller ligger som baggrundsmateriale sammen med projektforslagene. De fire udvalgte scenarier benyttes i denne forbindelse primært til at understøtte argumentationerne for, hvad der er økonomisk optimalt på henholdsvis fjernbanen og S-banen. De resterende scenarier indgår ikke i det videre beslutningsoplæg.

I det følgende gives en overordnet beskrivelse af scenarierne. For yderligere oplysninger henvises til de refererede scenariebeskrivelser.

App 1.2 Forudsætninger og analysemetoder

App 1.2.1 Overordnede principper

De overordnede principper benyttet i vurderingen af scenarierne er følgende:

- Det antages generelt, at omkostningerne til gennemførelse af Signalprogrammet er uændrede i forhold til 2020 udrulningsplanen. Det anerkendes, at der vil være forskelle, men de vurderes at være uden betydning i denne sammenhæng, hvor der kigges på "de store tal" og hvor det er den samlede udrulning og dens cash flow snarere end nøjagtige konsekvensvurderinger, der er formålet.
- I vurderingen af de eksisterende anlæg herunder linieblokanlæg og overkørselsanlæg anvendes en levetid der er væsentlig højere end antaget i Signalanalysen. Den valgte levetid svarer til Signalanalysens levetid for relæbaserede sikringsanlæg (55 år for fjernbanen og 40 år for S-banen) eftersom anlæggene generelt er udført i samme teknologi som sikringsanlæggene. Store dele af det ydre anlæg vil ikke have denne lange levetid og forudsættes udskiftet tidligere i forbindelse med almindelig vedligehold og fejlretning.
- De enkelte tal benyttet i den kvantitative vurdering af de økonomiske konsekvenser både for anlægsbudgettet og for driftsomkostningerne er i PL09. Basis for de enkelte poster har været i henholdsvis prisindeks PL07, PL08 og PL09. For alle poster er der gennemført en omregning/vurdering til PL09.
- Grundforudsætningen i forhold til andre projekter er magen til den benyttet i 2020 udrulningen. Efterfølgende er Femern projektet blevet vedtaget og der er en forventning om vedtagelse af København-Ringsted projektet. Disse projekters mulighed for indpasning er efterfølgende overordnet blevet vurderet på udvalgte scenarier.

App 1.2.2 Fastholdelse af kanalregulariteten

Ved udarbejdelse af scenarierne er det forudsat, at kanalregulariteten fastholdes efter samme principper som i indeværende rammeperiode. Dette betyder at der ikke kan absorberes yderligere efterslæb på kritiske fornyelsesaktiviteter. Efterslæbet på signalfornyelse er dokumenteret i Signalanalysen [Ref. 27]. Omkring 40 % af de større signalanlægs-elementer vil være levetidsudløbet i 2020, hovedparten af de resterende udløber i perioden inden 2034, jf. Figur 1.

Risikoen for negativ påvirkning af togdriften er illustreret nedenfor i Figur 2. Den negative trend skyldes et øget antal fejl i de gamle anlæg. Banedanmark har i den mellemliggende periode søgt gennem målrettede levetidsforlængelser og øget vedligehold at reducere konsekvenserne af dette forhold.

Som det fremgår af kurven, må der ved en fastholdelse af den nuværende bevillingsramme til fornyelse og vedligeholdelse forudses en progressivt forøget forringelse af kanalregulariteten over tid. Dette forhold kan udgøre en betydelig driftsrisiko ved yderligere udskydelse af signalprogrammet.

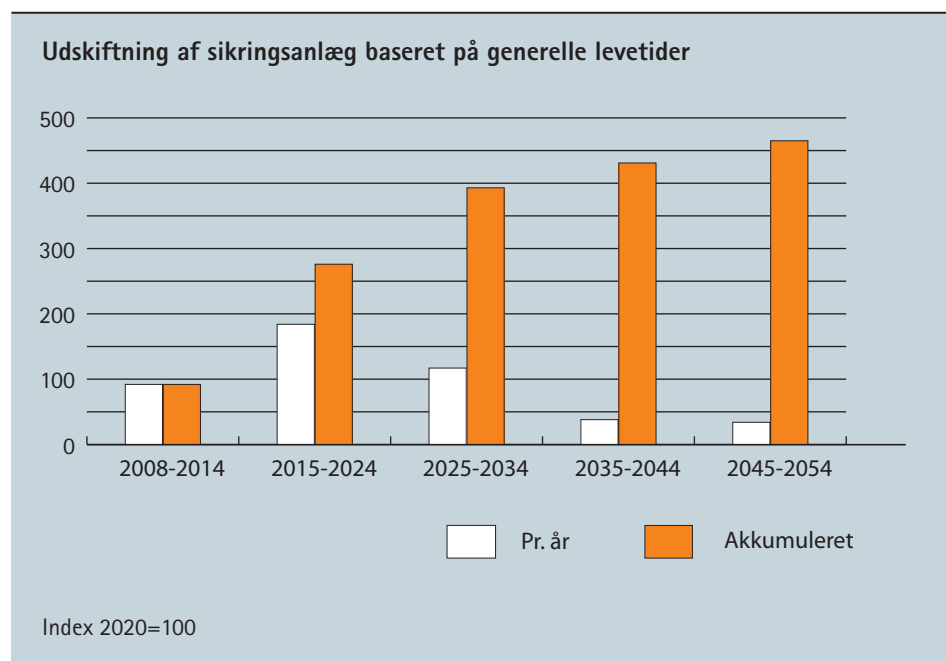
På den baggrund og for at overholde forudsætningen om kanalregulariteten er følgende metode anvendt i fremskrivningen af fornyelsesbehov:

Fælles for fjernbanen og S-banen:

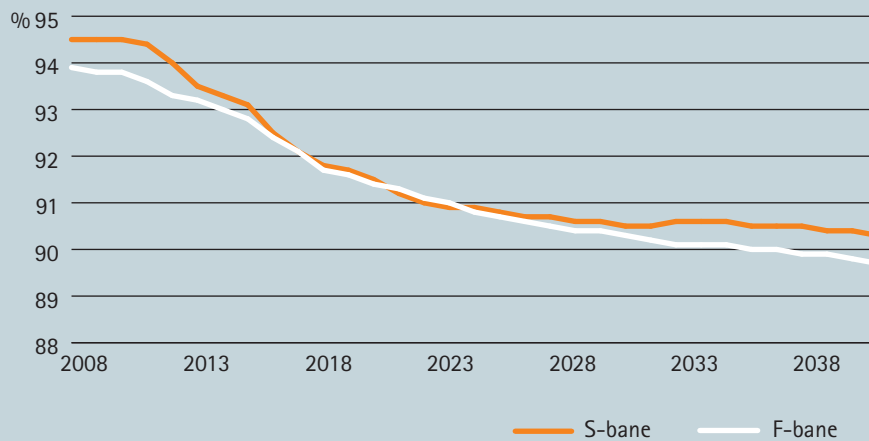
- For ATC & HKT forudsættes de igangværende levetidsforlængelsesaktiviteter at garantere drift frem til 2020. Ved udskydelse gentages levetidsforlængende aktiviteter på basis af tilbagemeldinger fra leverandøren. Der er betydelig risiko for forøgede omkostninger og driftspåvirkninger ved et sandsynligt helt eller

Figur 1

Udskiftning af sikringsanlæg baseret på generelle levetider.



Kanalregulariteten for fjernbane og S-bane, ved fastholdt bevillingsramme 2008-2038



Figur 2

Kanalregulariteten for fjernbane og S-bane, ved fastholdt bevillingsramme 2008-2038.

Anm.: Udarbejdet på basis af Signalanalysens modelapparat [Ref. 27].

Note: Til udregningen er benyttet Booz Allen Hamiltons simuleringværktøj fra Signalanalysen med opdaterede forudsætninger.

delvist bortfald af leverandørsupport. Denne forøgede risiko indgår ikke i risikovurderingen for fjernbanen pt. For HKT er det antaget at det kun er muligt at levetidsforlænge i tre år udover 2020. Herefter er det nødvendigt at erstatte HKT med et CBTC system³⁴ med et specialudviklet interface til de eksisterende sikringsanlæg

- Banedanmarks nuværende planer for fornyelse og vedligeholdelse af de eksisterende signalsystemer [Ref. 30] er koordineret med 2020 udrulningsplanerne, således at anlæg, hvis levetid allerede er udløbet eller vil udløbe i perioden frem til og med, at de udskiftes (jf 2020 udrulningsplanerne), holdes i drift ved en målrettet indsats. Det antages for størstedelen af disse anlæg i udskydelses-scenarierne, at en yderligere leve-tidsforlængelse ikke er mulig og at anlæggene derfor fornyes. Det anerkendes, at dette princip for nogle fornyede anlæg giver en meget kort levetid og at man i virkeligheden i hvert enkelt tilfælde ville undersøge mulighederne for at kunne disponere anderledes, men der er ikke for nærværende forudsætninger for en mere nuanceret vurdering. Set i forhold til formålet med de alternative udrulningsscenarioer vurderes princippet at være acceptabelt.
- For sikringsanlæg, linieblokanlæg og overkørselsanlæg, der i dag holdes kørende med levetidsforlængende aktiviteter baseret på en konkret anlægsvurdering, er det antaget at denne kan fortsætte i op til 6 år (2 år for S-banen) ekstra svarende til den længste udskydelse der er estimeret. Denne levetidsforlængelse omfatter erstatning af udslidte komponenter samt udvikling og godkendelse af erstatningskomponenter. Der vil ligeledes være behov for forøget vedligehold for at imødegå reduktion i regulariteten som følge af forøget fejlfrekvens. Omfanget er sat til 5% af fornyelsessummen årligt for disse anlæg, hvilket er mere end der anvendes i dag men begrundet i at fejlraten stiger progressivt

34 CBTC (Communication Based Train Control) er den nyeste teknologi indenfor togkontrol.

med overskridelsen af levetiden. Eksempler på komponenter der indgår i levetidsforlængelse er relæer, relægrupper, strømforsyninger, øvrige elektronik-kort og togdetektering. Yderligere levetidsforlængelse udgør en risiko for forringet driftsstabilitet, hvilket indgår i det forhøjede prisestimat og derfor ikke i risikovurderingen.

Fjernbane:

- Hovedparten af fjernbanens sikringsanlæg og fjernstyring fornyes konventionelt, når de når deres levetid ifølge Signalanalysen. For relæbaserede sikringsanlæg betyder dette en levetid på 55 år. En levetid på 55 år svarer f.eks. til de engelske baners maksimalestimat (45 år + 10 års yderligere levetidsforlængelse)
- For sikringsanlæg, hvor der er særlige levetidsproblemer, der ikke var dokumenteret i Signalanalysen (f.eks. type BS1990), anvendes korrigeret levetid. Den reducerede levetid er baseret på bedste faglige skøn i samarbejde med BDK teknisk drift. Ved fornyelse af type BS1990 er der taget udgangspunkt i en reduceret fornyelse der allerede er undersøgt i den nuværende fornyelsesplan 2007-14 (intern fornyelse med EBI-LOCK 950 R4 datamat).

S-bane:

- S-banens sikringsanlæg og linieblok fornyes konventionelt, når de når deres levetid på 40 år. Levetiden er fastsat under hensyntagen til at anlæggenes belastning er større end for fjernbanen og de har dermed en kortere levetid.

App 1.2.3 Håndtering af projektrisiko

For hvert enkelt scenarie er der gennemført en revurdering af de største risici i forhold til projektforslaget for 2020, for at fastlægge ændringen. Den afsatte sum til imødegåelse af risici i Signalprogrammets budget fastholdes på niveauet for hovedscenariet, og eventuelle tilsvarende uomgængelige afsættelser i de enkelte scenarier indarbejdes som "additional cost".

Ved udskydelse er der en række risici der reduceres og andre der forøges, ligesom der er identificeret nogle nye risici.

Fælles for fjernbanen og S-banen:

- Der er ved vurderingen af Banedanmarks muligheder for at rekruttere medarbejdere, rådgivere og leverandører, taget hensyn til de store nabolandes planer for større signalprojekter fra omkring 2020. Dette medfører at scenarier, hvor større dele af arbejdet ligger efter 2020 belastes af forøget risiko for mangel på ressourcer, idet sandsynligheden for væsentlig rekruttering udenfor landets grænser reduceres og leverandører kan tænkes at omprioritere til Signalprogrammets ugunst grundet en større volumen i opgaver nabolandene. Ligeledes vil scenarier hvor der gennemføres væsentlige konventionel fornyelse samtidig med Signalprogrammet være forøget risiko for ressourceknaphed.
- Der er en mulighed for at computerdelen af de centraliserede signalanlæg vil falde i pris. Et muligt fald i priserne på computerandelen har dog ikke kunnet dokumenteres at have en effekt på den samlede installationspris i tilsvarende

moderne internationale projekter. Signalanlæg produceres i små serier i sammenligning med andre industrielle IT systemer, og omkostningerne domineres generelt af softwaredesign og installation. Det skal hertil også siges at tidligere tiders brug af speciel udviklet hardware til jernbane brug generelt er et overstået kapitel, da de fleste leverandører i dag benytter standard industrikomponenter. Det er derfor ikke forventeligt at billiggørelse af computerhardware indenfor en horisont på 10-15 år vil have væsentlig indflydelse på de samlede omkostninger. En betydelig billiggørelse af softwaredelen gennem storkøb og national ensartethed er allerede indregnet i Signalprogrammet. Yderligere billiggørelse gennem international standardisering af softwaredelen kan på længere sigt tænkes (horisont +15 år), men vil næppe kunne påvirke omkostningerne for signalfornyelseskontrakter, der tegnes indenfor 10 år.

- Ved en udskydelse af Signalprogrammet er det for visse af scenarierne forsøgt at reducere konsekvensen af den senere start ved at benytte større parallelitet i udrulningen af signalsystemet. Denne øgede parallelitet øger nogen af risiciene fra 2020 projektforslaget.
- Der er en mulighed for at fornyelsesaktiviteterne kan forsinke Signalprogrammet, idet der må forudses en større afhængighed (eksempelvis for så vidt angår dokumentation) samt et yderligere behov for koordinering, når omfanget af fornyelsesaktiviteterne vokser.

Fjernbanen:

- Ved udskydelse reduceres risikoen relateret til paratheden af ERTMS version 3.0.0 og risikoen for mangelfuld driftsmæssig erfaring med signalsystemer baseret på ERTMS niveau 2. Ligeledes kan risikoen forbundet med udviklingsdelen af projektet reduceres lidt ved de større udskydelser, idet dele af designarbejdet vil være udført i andre europæiske projekter.
- Ved udskydelse af Signalprogrammet vil sandsynligheden stige for at en ny ERTMS Regional signalstandard og tilknyttede produkter er tilgængelige for anvendelse på sekundære strækninger. Sandsynligheden bestemmes af det tidspunkt, der indgås kontrakter. Dette er medtaget som en negativ projektrisiko, altså et øget besparelspotentiale. Potentialet er beregnet som den samlede mulige besparelse for de strækninger, der vurderes at kunne etableres på basis af Regional i forhold til ERTMS niveau 2 (20-40 pct.). Potentialet ganges med den skønnede sandsynlighed i de relevante scenarier.

S-banen:

- (Ingen specifikke for S-banen).

App 1.2.4 Håndtering af Regularitet

Der er ikke udarbejdet detaljerede regularitetsmodeller for de supplerende scenarier, da dette er et omfattende arbejde, der blandt andet ville kræve udarbejdelse af detaljerede migrationsplaner. Regulariteten for de alternative scenarier er approksimeret med udgangspunkt i den detaljerede regularitetsmodellering fra projektforslaget for 2018 og 2020 [Ref. 28] for fjernbanen henholdsvis 2016 og 2020 for S-banen [Ref. 29].

App 1.3 Fjernbane

App 1.3.1 Scenariedefinitioner

For fuldstændighedens skyld er samtlige scenarier, som er modelleret, nævnt ved en kort gennemgang. Det er kun scenarie F1.1 og F1.3, der indgår i det videre beslutningsoplæg. For yderligere detaljer henvises til de refererede scenariebeskrivelser. Den kursiverede tekst angiver kravene til scenarierne fra møde mellem Finansministeriet og Transportministeriet om Signalprojektet den 25.06.08 [Ref. 26].

Tabel 1

Overordnet beskrivelse af fjernbane scenarierne.

| Overordnet beskrivelse af fjernbane scenarierne | |
|---|--|
| Scenarie | Overordnet beskrivelse |
| Scenarie F1.1-1.6 (+1 til +6 scenarier) | <p><i>Afslutningen af udrulningen af signalprojektet parallelforskydes ud i tid, således at udgifterne frem til og med 2014 som udgangspunkt afholdes inden for den med trafikaftalen fra 2006 afsat ramme til signaler. Det vil betyde, at der vil være udgifter efter 2020. Det skal foretages en følsomhedsanalyse, hvor udgifterne udskydes længst muligt efter 2020.</i></p> <p><i>Det skal eksplicit overvejes, om en udskydning i tid vil føre til lavere enhedspriser på forskellige komponenter, samt om risici i forhold til f.eks. SRS 3.0.0 kan nedskrives i budgettet ved en sådan parallelforskydning af udrulningsplanen.</i></p> <p>Dette er beskrevet i scenarierne F1.1-1.6, hvor der med udgangspunkt i variationer over 2020 udrulningsplanen forskydes 1 til 6 år. Udskydelsen giver anledning til supplerende fornyelsesudgifter ved konventionel fornyelse af et stigende antal signalanlæg samt udgifter relateret til adskilt indkøb af GSM-R tale og data infrastruktur. Der er ligeledes en stigende udgift til yderligere levetidsforlængelse af ATC og fjernsty-ring.</p> <p>Ved udskydelse reduceres risikoen relateret til parathed af ERTMS version 3.0.0 og risikoen for mangelfuld driftsmæssig erfaring med signalsystemer baseret på ERTMS niveau 2.</p> <p>Ved udskydelse øges sandsynligheden for at dele af nettet kan fornyes med ERTMS Regional i stedet for ERTMS niveau 2.</p> <p>I F1.1 anvendes udskydelsen til at forlænge procurementfasen hvilket reducerer risikoen for fejl og mangler i udbudsgrund-laget.</p> <p>For scenarie F1.3-6 kan migrationsplanen for de 4 scenarier ikke tilpasses til at inkludere strækningen fra Ringsted til Rødby i Femern-projektet eller projektet med en ny linieføring mellem København-Ringsted i 2018. Dette skyldes at det på grund af udskydelsen i disse scenarier er det nye signalsystem ikke klar til roll-out før 2020.</p> |
| Scenarie 2.1 og 2.2 | <p><i>Udrulning i perioden 2015-2020 med to kontraktoldere, hvor udgifterne frem til og med 2014 som udgangspunkt afholdes inden for den med trafikaftalen fra 2006 afsat ramme til signaler.</i></p> <p>Dette er beskrevet i scenarierne 2.1 og 2.2, hvor der anvendes henholdsvis 2018 udrulningsplanen og en yderligere accelereret udrulningsplan 2017. Risikoanalysen for disse scenarier viser at de accelererede udrulningsplaner udgør en betydelig projektrisiko, og det er ikke sandsynligt at udrulningen faktisk kan afsluttes i 2020.</p> |

| | |
|----------------------------|---|
| | <p>Der er betydelig risiko for mangler i driftsstabilitet og funktionalitet i det færdige signalsystem. Det sandsynlige afslutnings-tidspunkt er 1-2 år hhv. 1½-3 år senere, hvilket giver behov for særlige tiltag i de gamle signalanlæg svarende til konventionel fornyelse i scenarierne 1.1 til 1.3.</p> <p>Ud fra en projektrisikobetragtning kan disse scenarier ikke anbefales. Den høje projektrisiko og det afledte behov for konventionelle aktiviteter for at opretholde togdriften, fører til en samlet driftsrisiko der ikke kan imødegås hensigtsmæssigt.</p> |
| <p>Scenarie 3.1</p> | <p><i>Indførelse af en tredje kontrakt holder og hvor udrulningen fortsat kan afsluttes inden for 2020. Givet den større leverandør kapacitet giver det mulighed for en udskydelse af Early Deployment strækningerne. Udgifterne frem til og med 2014 som udgangspunkt afholdes inden for den med trafik-aftalen fra 2006 afsat ramme til signaler.</i></p> <p>Dette er beskrevet i scenarie 3.1, hvor der anvendes 2018 udrulningsplanen. Indførelsen af den tredje leverandør giver anledning til forøgede omkostninger relateret til én ekstra Early deployment test og én ekstra fjernstyringscentral, samt en række supplerende tekniske grænseflader. Den forøgede produktionskapacitet fra 3 leverandører vurderes ikke at betyde at udrulningen kan accelereres yderligere idet de kritiske processer er installation og ibrugtagning hvor hensynet til opretholdelse af togdriften samt Banedanmark og andre parters ressourcer sætter grænsen. Anvendelsen af den accelererede 2018 plan giver ligesom i 2.1 og 2.2 anledning til betydelig projektrisiko, og det er ikke sandsynligt at udrulningen faktisk kan afsluttes i 2020.</p> <p>Der er betydelig risiko for mangler i driftsstabilitet og funktionalitet i det færdige signalsystem. Det sandsynlige afslutnings-tidspunkt er 1-2 år senere, hvilket giver behov for særlige tiltag i de gamle signalanlæg svarende til konventionel fornyelse i scenarierne 1.1/1.2.</p> <p>Ud fra en projektrisikobetragtning kan dette scenarie ikke anbefales. Den høje projektrisiko og det afledte behov for konventionelle aktiviteter for at opretholde togdriften, fører til en samlet driftsrisiko der ikke kan imødegås hensigtsmæssigt.</p> |
| <p>Scenarie 4.1</p> | <p><i>Derudover skal der foretages en analyse af, hvad det vil betyde, hvis udrulningen gennemføres med en leverandør på fjernbanen (f.eks. må risici ved grænsefladen og udgiften early deployment linjen kunne nedskrives - 2020 vil ikke være en fast bagkant). Der skal opstilles to varianter af dette scenarie. Den skal svare til det nuværende 2020-scenarium, mens det andet som udgangspunkt skal holde sig inden for rammen frem til og med 2014.</i></p> <p>Dette er beskrevet i scenarie 4.1 hvor der med udgangspunkt i leverandørkapacitetsvurderingerne fra en let accelereret 2020 plan, er opstillet det sandsynlige udrulningsforløb. Med kun én leverandør er det leverandørens kapacitet der dimensionerer afslutningstidspunktet. Udrulningen vurderes at kunne afsluttes i 2023, og der er således behov for konventionel reinvestering svarende til scenariet F1.3. Hvis udgifterne frem til 2014 skal reduceres yderligere vil det betyde yderligere udskydelse af færdiggørelse 2-3 år.</p> <p>Der spares merudgifterne til verifikation af en Early deployment, men til gengæld er der forøgede omkostninger til håndtering af ikke optimal konkurrence ved udbud. Opgavens størrelse vurderes at begrænse leverandørernes evne til at byde selvstændigt på opgaven.</p> <p>Det vurderes ikke muligt at opstille en realistisk variant med færdiggørelse i 2020.</p> |

Alle scenarie beskrivelserne indeholder følgende:

- En afgrænsning, der beskriver scenariet verbalt inklusiv de væsentlige forudsætninger, der gøres gældende. Dette afsnit indeholder ligeledes en overordnet tidsplan for scenariet
- En kvalitativ vurdering af fordele og ulemper
- En kvantitativ vurdering af risici. Se afsnit ” Håndtering af projektrisiko”
- En kvalitativ vurdering af konsekvenserne for regularitet og passagerer. Se afsnit ” Håndtering af Regularitet”.
- En kvantitativ vurdering af de økonomiske konsekvenser både for anlægsbudgettet og for driftsomkostningerne. Se afsnit ” Forudsætninger og analysemetoder”.
- En illustration af den ændrede årsfordeling af omkostningerne. Illustrationen indeholder både omkostningerne til gennemførelse af Signalprogrammet og omkostningerne i forbindelse med opretholdelsen af den eksisterende sikringstekniske infrastruktur.
- En beregning af nettonutidsværdien af omkostningerne.

App 1.3.2 Resultater

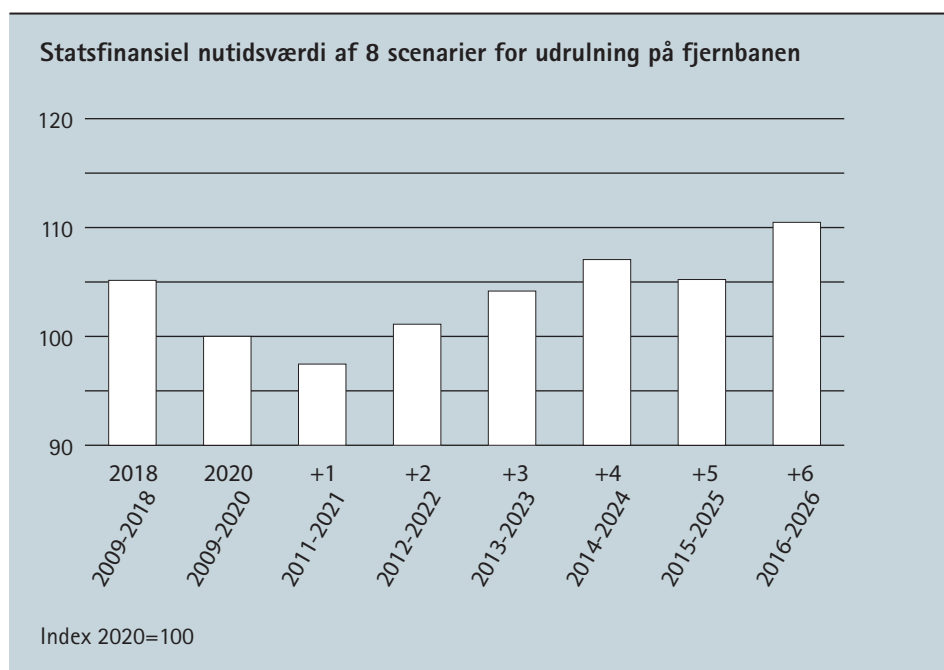
For fjernbanen viser analysen, at scenarie F1.1 (scenariet med afslutning i 2021) giver den laveste omkostning opgjort i nettonutidsværdi. Se Figur 3.

Scenarie F1.1 baserer sig på, at afslutningstidspunktet for fjernbanen udskydes med et år. Dette vil have en mindre positiv nettonutidsværdi og nedbringe projektets risikoudsættelse. Endvidere vil en udskydelse med et år kunne reducere omkostningen før 2015 med ca. 1,8 mia. kr. (ikke opgjort i nutidsværdi).

Figur 3

Statsfinansiell nutidsværdi af 8 scenarier for udrulning på fjernbanen

Note: Figuren viser anlægsudgifter til Signalprogram og udgifterne til at holde det eksisterende anlæg i drift som følge af udskydelse af Signalprogrammet til efter 2020. Udgifterne er omregnet til nutidsværdi med en rente på 4 pct.



| Overordnede tidsplaner, Fjernbane | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|------|-----------------|---------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|------|-----------------------|------|------|------|------|
| | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| 2018 | Udbud og kontrakt (2 år) | | Design (2 ½ år) | | Test og afprøvning (2 ½ år) | | Udrulningsfase (3 år) | | | | | | | | |
| 2020 | Udbud og kontrakt (2 år) | | Design (2 ½ år) | | Test og afprøvning (2 ½ år) | | Udrulningsfase (5 år) | | | | | | | | |
| 2021 | Udbud og kontrakt (3 år) | | | Design (3 år) | | Test og afprøvning (3 år) | | Udrulningsfase (4 år) | | | | | | | |
| 2023 | | | | Op-mand. | Udbud og kontrakt (2 år) | | Design (2 ½ år) | | Test og afprøvning (2 ½ år) | | Udrulningsfase (4 år) | | | | |

I Figur 4 er vist en overordnet tidsplan for de scenarier, der er udvalgt af Transportministeriet for at illustrere, hvordan de enkelte scenarier tidsmæssigt er opbygget. I [Ref. 22] og [Ref. 23] er vedlagt tidsplanskortene for scenarie F1.1 og F1.3.

Figur 4

Overordnede tidsplaner for fjernbanen.

Tabel 2 indeholder en oversigt over omkostningerne før og efter 2015 samt risikoprofilerne for hvert af scenarierne. 2018 og 2020 udrulningsplanerne er medtaget for at muliggøre en sammenligning.

Tabel 2

Oversigt over omkostninger og risikoprofiler for fjernbanen (2009 priser).

På nedenstående tabel kan der overordnet set konkluderes følgende:

- I den gældende bevilling til fornyelse og vedligeholdelse er der ca. 600 mio. kr., som ikke er disponeret i den seneste Fornyelsesplan (august 2008) [Ref. 30]. Det er ikke muligt i nogle af de viste scenarier muligt at holde omkostningerne i perioden 2009-2014 indenfor dette beløb.

Note 1: Omkostninger beregnet som anlægsudgifter til Signalprogrammet plus drift, vedligeholdelse og fornyelse af eksisterende anlæg udover det forudsatte i aftalen om trafik 2007.

| Oversigt over omkostninger ¹ og risikoprofiler for fjernbanen (2009 priser) | | | | | | | |
|--|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|---|-------------------------------|
| Scenarie / udrulningsplan | -> 2010 (Mia. kr.) | 2010-2014 (Mia. kr.) | 2015-2019 (Mia. kr.) | 2020 -> (Mia. kr.) | Totalomk. (Mia. kr.) | Risikoværdi, omkostninger (Mia. kr.) | Risikoværdi, tid (Måneder) |
| 2018 udrulning | 0,2 | 4,1 | 11,9 | 0,0 | 16,2 | 3,8 | 8-16 |
| 2020 udrulning | 0,2 | 3,8 | 11,1 | 0,8 | 15,9 | 2,9 | 0 |
| F1.1 scenarie | 0,0 | 2,1 | 10,4 | 4,1 | 16,6 | 2,8 | 0 |
| F1.3 scenarie | 0,0 | 1,0 | 7,5 | 10,6 | 19,2 | 2,9 | 2-3 |

App 1.4 S-bane

App 1.4.1 Scenariedefinitioner

For fuldstændighedens skyld er samtlige scenarier, som er modelleret, nævnt ved en kort gennemgang. Det er kun scenarie S3.1 og S4.2, der indgår i det videre beslutningsoplæg. For yderligere detaljer henvises til de refererede scenariebeskrivelser. Den kursiverede tekst angiver kravene til scenarierne fra møde mellem Finansministeriet og Transportministeriet om Signalprojektet den 25.06.08 [Ref. 26]. Scenarie 3.1 er efterfølgende efterspurgt af Transportministeriet. De resterende scenarier er udfærdiget på Signalprogrammets egen foranledning for at få et samlet billede, som er sammenligneligt med det efterspurgte for fjernbanen.

Tabel 3

Overordnet beskrivelse af S-bane scenarierne.

| Overordnet beskrivelse af S-bane scenarierne | |
|--|--|
| Scenarie | Overordnet beskrivelse |
| Scenarie 1 | <p><i>Lyngby-Hillerød udskiftes med traditionel teknologi, hvorefter udskiftningen med moderne teknologi udskydes længst muligt. Udskiftningen foretages i to etaper, således at levetiden på Lyngby-Hillerød udnyttes længst muligt.</i></p> <p>S-bane delen af Signalprogrammet udskydes 4 år, således at udbuds- og kontraheringsfasen først påbegyndes i 2013. Dette sker for at reducere omkostningerne i perioden 2009-2014.</p> <p>Implementeringen af det nye signalsystem deles i 2 faser, hvor de ældste sikringsanlæg udskiftes i første fase (frem til 2024), mens de nyeste sikringsanlæg først udskiftes i perioden 2031-2036 for derved at opnå en bedre udnyttelse af deres levetid.</p> |
| Scenarie 2.1 | <p><i>Togløbet på Hillerød-strækningen lukkes ved Svanemøllen, således at kun ganske få tog skal udstyres før 2014 med det nye signalsy-stem. Dette vil have passagermæssige konsekvenser (En efterfølgende analyse viste, at det ikke var muligt at lukke togløbet ved Svane-møllen. Analysen viste at det var muligt i Lyngby i stedet.)</i></p> <p>S-bane infrastrukturen af Signalprogrammet gennemføres som i 2020 udrulningsplanen.</p> <p>Udrustningen af det rullende materiel deles i 2 faser for derved at reducere omkostningerne i perioden 2009-2014. I første fase udrustes kun rullende materiel til lukket kørsel på strækningen Lyngby-Hillerød (2012). Resten af det rullende materiel udrustes i 2015. I dag er ingen S-tog dedikeret til bestemte strækninger, hvilket giver DSB S-tog en stor fleksibilitet i udnyttelsen af det rullende materiel. I dette scenarie reduceres denne fleksibilitet.</p> |
| Scenarie 2.2 | <p><i>En pulje af tog udskilles og anvendes til driften af Hillerødbanen (dermed begrænses DSB's fleksibilitet, men passagerkonsekvenserne vil være minimale).</i></p> <p>S-bane infrastrukturen af Signalprogrammet gennemføres som i 2020 udrulningsplanen.</p> |

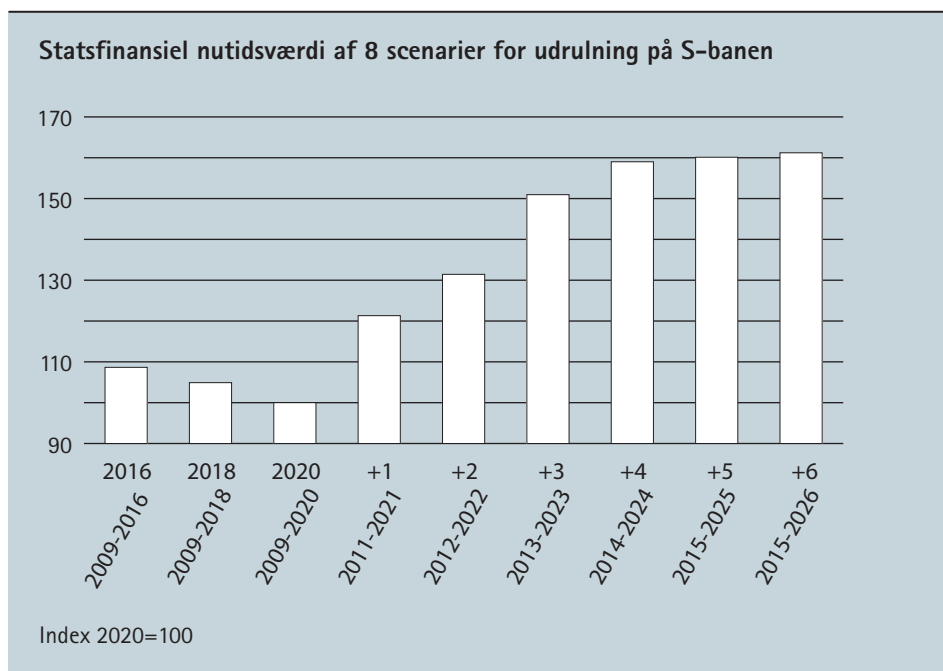
| | |
|----------------------------------|--|
| | <p>Udrustningen af det rullende materiel deles i 2 faser for derved at reducere omkostningerne i perioden 2009-2014. I første fase udrustes kun omkring halvdelen af det rullende materiel (2012), hvilket ikke reducerer fleksibiliteten for DSB S-tog helt så meget som i scenarie 2.1. Resten af det rullende materiel udrustes i 2015.</p> |
| Scenarie 3.1 (2018 scenariet) | <p>S-bane delen af Signalprogrammet gennemføres i perioden 2009-2018. Den reducerede projektgennemførelse opnås ved en mere parallel udrulning end i 2020 udrulningsplanen. Tidsplanen frem til og med Early Deployment er uændret i forhold til 2020 udrulningsplanen.</p> |
| Scenarie 3.2 (2019 scenariet) | <p>S-bane delen af Signalprogrammet gennemføres i perioden 2009-2019. Den reducerede projektgennemførelse opnås ved en mere parallel udrulning end i 2020 udrulningsplanen. Tidsplanen frem til og med Early Deployment er uændret i forhold til 2020 udrulningsplanen.</p> |
| Scenarie 4.1 (+1 scenariet) | <p>S-bane delen af Signalprogrammet gennemføres i perioden 2011-2021. I forhold til 2020 udrulningen udskydes opstarten 2 år for at reducere forbruget i perioden 2009-2014 og udrulningen reduceres med 1 år.</p> |
| Scenarie 4.2 (+2 scenariet) | <p>S-bane delen af Signalprogrammet gennemføres i perioden 2012-2022. I forhold til 2020 udrulningen udskydes opstarten 3 år for at reducere forbruget i perioden 2009-2014 og udrulningen reduceres med 1 år.</p> |
| Scenarie 4.3 (+3 scenariet) | <p>S-bane delen af Signalprogrammet gennemføres i perioden 2013-2023. I forhold til 2020 udrulningen udskydes opstarten 4 år for at reducere forbruget i perioden 2009-2014 og udrulningen reduceres med 1 år.</p> |
| Scenarie 4.4 (+4 scenariet) | <p>S-bane delen af Signalprogrammet gennemføres i perioden 2014-2024. I forhold til 2020 udrulningen udskydes opstarten 5 år for at reducere forbruget i perioden 2009-2014 og udrulningen reduceres med 1 år.</p> |
| Scenarie 4.5 (+5 scenariet) | <p>S-bane delen af Signalprogrammet gennemføres i perioden 2015-2025. I forhold til 2020 udrulningen udskydes opstarten 6 år for at reducere forbruget i perioden 2009-2014 og udrulningen reduceres med 1 år.</p> |
| Scenarie 4.6 (+6 scenariet) | <p>S-bane delen af Signalprogrammet gennemføres i perioden 2015-2026. I forhold til 2020 udrulningen udskydes opstarten 6 år for at reducere forbruget i perioden 2009-2014. Udrulningen reduceres ikke.</p> |
| | |

Alle scenariebeskrivelserne har samme indhold og opbygning som fjernbane scenarierne.

Figur 5

Statsfinansiell nutidsværdi af 8 scenarier for udrulning på S-banen.

Note: Figuren viser anlægsudgifter til Signalprogram og udgifterne til at holde det eksisterende anlæg i drift som følge af udskydelse af Signalprogrammet til efter 2020. Udgifterne er omregnet til nutidsværdi med en rente på 4 pct.



App 1.4.2 Resultater

Figur 5 illustrerer omkostningerne ved 2016 og 2020 udrulningsplanerne samt 2018, 2019 og +1 til +6 scenarierne.

Figuren viser, at 2020 udrulningsplanen samlet set er økonomisk set mest fordelagtig.

Figur 6

Overordnede tidsplaner for S-banen.

| Overordnede tidsplaner for S-banen | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------|---------------|--------------------------|---------------------------|---------------|-----------------------|---------------------------|------|-----------------------|------|------|------|------|------|
| | 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) | | | | | |

| Oversigt over omkostninger ¹ og risikoprofiler for S-banen (2009 priser) | | | | | | |
|---|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| Scenarie / udrulningsplan | 2009-2014 (Mia. kr.) | 2015-2020 (Mia. kr.) | 2021 -> (Mia. kr.) | Totalomk. (Mia. kr.) | Risikoværdi, omkostninger (Mia. kr.) | Risikoværdi, tid (Måneder) |
| 2016 udrulning | 2,505 | 0,997 | 0 | 3,502 | 0,8 | 12 |
| 2020 udrulning | 1,900 | 1,409 | 0,011 | 3,320 | 0,5 | 0 |
| S3.1 scenarie | 2,027 | 1,467 | 0 | 3,494 | 0,7 | 6-8 |
| S4.2 scenarie | 0,817 | 4,050 | 0,367 | 5,234 | 0,6 | 3-5 |

Hvis opstarten af S-bane delen af Signalprogrammet udskydes, vil det allerede i +1 scenariet resultere i en samlet fordyrelse pga. det øgede behov for fornyelse med konventionel teknik. Denne tendens forværres, jo mere opstarten udskydes.

Hvis projektperioden komprimeres, som illustreret ved 2016 udrulningsplanen samt 2018 og 2019 scenarierne, er det den øgede risiko, der gør disse økonomisk set mindre attraktive end 2020 udrulningsplanen.

I Figur 6 er vist en overordnet tidsplan for de scenarier, der er udvalgt af Transportministeriet for at illustrere hvordan de enkelte scenarier tidsmæssigt er opbygget. I [Ref. 24] og [Ref. 25] er vedlagt tidsplanskortene for scenarie S3.1 og S4.2.

Tabel 4 indeholder en oversigt over omkostningerne før og efter 2015 samt risikoprofilerne for hvert af scenarierne. 2016 og 2020 udrulningsplanerne er medtaget for at muliggøre en sammenligning.

På ovenstående tabel kan der overordnet set konkluderes følgende:

- I den gældende bevilling til fornyelse og vedligeholdelse er der ca. 600 mio. kr., som ikke er disponeret i den seneste Fornyelsesplan (august 2008) [Ref. 30]. Det er ikke muligt i nogle af de viste scenarier at holde omkostningerne i perioden 2009-2014 indenfor dette beløb.

Tabel 4

Oversigt over omkostninger og risikoprofiler for S-banen (2009 priser)

Note 1: Omkostninger beregnet som anlægsudgifter til Signalprogrammet plus drift, vedligeholdelse og fornyelse af eksisterende anlæg udover det forudsatte i aftalen om trafik 2007.

App 1.5 Referencer

App 1.5.1 Fjernbane

- Ref. 1: Scenarie F1.1
- Ref. 2: Scenarie F1.2
- Ref. 3: Scenarie F1.3
- Ref. 4: Scenarie F1.4
- Ref. 5: Scenarie F1.5
- Ref. 6: Scenarie F1.6
- Ref. 7: Scenarie F2.1
- Ref. 8: Scenarie F2.2
- Ref. 9: Scenarie F3.1
- Ref. 10: Scenarie F4.1

App 1.5.2 S-bane

- Ref. 11: Scenarie S1
- Ref. 12: Scenarie S2.1
- Ref. 13: Scenarie S2.2
- Ref. 14: Scenarie S3.1
- Ref. 15: Scenarie S3.2
- Ref. 16: Scenarie S4.1
- Ref. 17: Scenarie S4.2
- Ref. 18: Scenarie S4.3
- Ref. 19: Scenarie S4.4
- Ref. 20: Scenarie S4.5
- Ref. 21: Scenarie S4.6

App 1.5.3 Tidsplanskort

- Ref. 22: Fjernbanen, scenarie F1.1
- Ref. 23: Fjernbanen, scenarie F1.3
- Ref. 24: S-banen, scenarie 3.1
- Ref. 25: S-banen, scenarie 4.2

App 1.5.4 Baggrundsmateriale

- Ref. 26: Referat fra Styregruppemøde 20.06.08
- Ref. 27: Signalanalysen, dateret 05.09.06
- Ref. 28: Fjernbane Project Proposal, dateret juni 2008
- Ref. 29: S-bane Project Proposal, dateret juni 2008
- Ref. 30: Fornyelsesplan, dateret august 2008

Appendiks 2

Banedanmark respons på ekstern kvalitetssikring

App 2.1 Indledning

Signalprogrammet arbejder som beskrevet i kapitel 2.4 efter principperne for ny anlægs-budgettering. I denne sammenhæng anvendes ekstern kvalitetssikring som redskab til at sikre den rette kvalitet i de udarbejdede planer og budgetter.

Den eksterne kvalitetssikring for Signalprogrammets programfase har været delt i 4 dele benævnt EQA1, EQA2, EQA3 og EQA4. EQA1 og EQA2 er gennemført under udarbejdelsen af selve projektforslagene, hvorfor korrektioner og anbefalinger fra disse er direkte indarbejdet i de endelige projektforslag. EQA3 og EQA4 er derimod gennemført efter færdiggørelsen af hovedprojektforslagene, og resultaterne behandles derfor separat i dette appendiks.

App 2.2 EQA 3 respons

I forbindelse med den tredje runde af den eksterne kvalitetssikring blev det besluttet, at der skulle være særligt fokus på følgende punkter:

1. en vurdering af, om projektgrundlaget og budgettet (opgjort ekskl. det erfaringsbaserede korrektionstillæg) samlet er tilfredsstillende og realistisk i forhold til at gennemføre projektet.
2. en konkret vurdering af de største budgetposter. Vurderingen skal tage udgangspunkt i en vurdering af enhedspriser og mængder, der ligger til grund for budgetposterne.
3. en eksplicit vurdering af Banedanmarks vurdering af teknologiens modenhed - herunder især i forhold til udviklingen af EU-standarder på området samt Banedanmarks vurdering af og planer for håndtering af de hertil knyttede risici.

EMCon/Scott Wilson har afrapporteret deres eksterne kvalitetssikring af signalprojektet i rapporten "The Signalling Programme - External Quality Assessment 3" - heraf EQA3.

Nedenfor redegøres for Banedanmarks opfattelse af konklusionerne i EQA3 samt Banedanmarks respons herpå:

Ad 1) vurdering projektgrundlaget og budgettet

Den overordnede konklusion i EQA3 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 (jf. s. 4).

Ifølge EQA3 indeholder budgettet fortsat en stor grad af usikkerhed, og det er derfor svært at evaluere om budgettet for både fjernbanen og S-banen er tilstrækkeligt.

Hertil bemærker Banedanmark følgende:

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 Banedanmark ikke har inddraget reserven til uforudsete udgifter på 30 pct. af anlægsudgiften ved fastlæggelsen af budgettet. Der er således midler til imødegå uforudsete udgifter.

Endelig vil Banedanmark forelægge et revideret omkostningsestimater på baggrund af arbejdet med funktionskravspecifikationen herunder programmet projektbasis, i forbindelse med udsendelse af udbudsmateriale samt inden den endelige kontraktindgåelse hvor de tilbudte kontraktpriser vil være udgangspunktet.

Ad 2) konkret vurdering af de største budgetposter

EQA3 anfører, at fastsættelsen af enhedspriser for hovedkomponenter så som spor-skiftedrev, sikringsanlæg, akseltællere og kabling ligger inden for de forventede intervaller (jf. s. 7). Endvidere ligger de angivne mængder for hovedkomponenter inden for det forventede interval, ligesom selve anlægsmetoden svarer til det forventede (jf. s. 8).

Således giver hovedrapporten ifølge EQA3 en valid dokumentation for centrale enhedspriser.

Imidlertid fremhæves det i EQA3, at der kun er angivet et tal for enhedspriserne og at intervallet, inden for hvilket enhedsprisen er fundet, ikke er angivet i rapporten (jf. s. 8).

Hertil bemærker Banedanmark følgende:

Banedanmark er uforstående overfor konklusionen i EQA3 om, at intervallerne ikke fremgår af rapporten, idet Banedanmark for langt de fleste budgetposter mener at have inkluderet intervallerne samt argumentet for det konkrete valg. Endvidere henvises til, at der i det detaljerede budget er angivet den øvre og nedre intervalgrænse på budgetpostniveau for de budgetposter, hvor der foreligger intervaller.

Endvidere bør det bemærkes, at budgetposterne, hvor der kun er identificeret en enhedspris, kun udgør 20 pct. af det samlede budget.

Ad 3) Banedanmarks vurdering af teknologiens modenhed - herunder i forhold til udviklingen af EU

Det fremgår af EQA3, at der stadig er problemstillinger omkring modenheden af ERTMS-standarden (jf. s. 6). Ifølge den eksterne kvalitetssikring har Signalprogrammet imidlertid gjort en stor indsats for at forstå disse problemstillinger, hvilket kan medvirke til at modgå risikoen, der knytter sig til modenheden af ERTMS – herunder anvendelsen af afprøvningsstrækninger.

Endvidere peger EQA3 på en række problemstillinger i forhold til udviklingen fra standarden SRS 2.3.0 til standarden SRS 3.0.0. På den baggrund betegner EQA3 leverandørernes vurdering af tidsplanen som meget optimistisk.

Hertil bemærker Banedanmark følgende:

Der pågår i øjeblikket et arbejde i EU-regi med at fastlægge omfanget af standarden SRS 3.0.0. Banedanmark deltager meget aktivt i dette arbejde. Endvidere har EU netop revideret tidsplanen for færdiggørelse af SRS 3.0.0, således at der afsættes yderligere tid til at færdiggøre specifikationen og foretage integrationstest af de enkelte leverandørers løsninger. Banedanmarks tidsplan for scenarierne med afslutning i 2020 og især 2021 er afstemt efter denne tidsplan og efter Banedanmark robust i forhold til de risici der er tale om.

Endvidere har Banedanmark været i kontakt med flere leverandører, der alle har angivet, at de er klar til at byde på baggrund af SRS 3.0.0. I forhold til tidsfrister som skitseret i 2020 og 2021 scenarierne.

Banedanmark har foretaget en risikovurdering, der viser, at omkostningen hvis standarden SRS 3.0.0 ikke er på plads efter den nuværende tidsplan, er i størrelsesordenen 300 mio. kr. Det skal ses i forhold til den samlede reserve til at imødegå usikkerhed på ca. 5 mia. kr. og det samlede budget for projektet på 15 mia. kr.

I forbindelse med de to de to status afrapporteringer (inden udbud og inden kontraktunderskrivelse) vil Banedanmark give en status og risikovurdering af standardiseringsarbejdet.

App 2.3 EQA 4 respons

I forbindelse med udarbejdelsen af alternative migrations scenarier blev det besluttet, at migrationsstrategierne, der blev inkluderet i beslutningsoplægget, skulle gennemgå en ekstern kvalitetssikring ligesom hovedmigrationsscenerierne behandlet i EQA3.

Fjerde runde af den eksterne kvalitetssikring tager således udgangspunkt i Signalprogrammets følsomhedsanalyse på tidsplanerne for udrulning. EQA4 fokuserer på validiteten af metoderne benyttet ved udarbejdelsen af de alternative migrationsscenerier.

Den eksterne kvalitetssikring er ligesom de foregående kvalitetssikringsrunder gennemført af Emcon/Scott Wilson, der har afrapporteret deres eksterne kvalitetssikring af signalprogrammet i rapporten "The Signalling Programme – External Quality Assessment 4", oktober 2008.

Banedanmark har udarbejdet et notat med Banedanmarks kommentarer til EQA4, af 23. oktober 2008. Nedenfor er gengivet den overordnede konklusion i EQA4 og Banedanmarks kommentarer herpå. Der henvises til ovenstående notat for en detaljeret gennemgang af Banedanmarks andre kommentarer.

Overordnet konklusion fra EQA4, (i Banedanmarks oversættelse):

1. *Analysen og konklusionen på migrationsscenerierne og tidsplanerne for fjernbanen og S-banen fremstår som valide og godt underbygget.* Den overordnede tilgang benyttet af Banedanmark er valid givet den tidsmæssige begrænsning der ikke muliggjorde udarbejdelsen af fuldstændige finansielle analyser og risikomodeller.
2. *Dog, som beskrevet i EQA3 konklusionerne, ser både investeringsestimaterne og risikoevalueringerne ud til at indeholde en væsentlig grad af usikkerhed.* Variationerne i de analyserede scenarier er indenfor denne usikkerhed. Analysen gennemført på migration og tidsplaner for fjernbanen og S-bane scenarierne er deltabaseret og er baseret på resultater indeholdende en ikke kvantificeret usikkerhed.

Ad 1) Den overordnede tilgang er ikke primært valgt af hensyn til at de tidsmæssige rammer, men er en naturlig følge af at det er en følsomhedsanalyse der er udarbejdet. Af hensyn til sammenligneligheden mellem de udarbejdede alternative scenarier og hovedmigrationsscenerierne er der i videst muligt omfang anvendt forholdsmæssige betragtninger på basis af de allerede udarbejdede detaljerede analyser.

Ad 2) Banedanmark bemærker, at arbejdet med de alternative migrationsscenerier benytter "Ny anlægsbudgettering" og samme risikomodel som i materialet behandlet i EQA3. For uddybende beskrivelse se afsnittet om EQA3 ovenfor.

Appendiks 3

Sikkerhedsgodkendelse

I henhold til lov om jernbane må Jernbaneinfrastruktur ikke tages i brug, før Trafikstyrelsen har udstedt en ibrugtagningstilladelse. Trafikstyrelsen kan endvidere udstede typegodkendelse af delsystemer. Banedanmark får behov for, at Trafikstyrelsen effektivt kan udstede myndighedsgodkendelser i flere faser under udrulningen af det nye signalsystem.

Banedanmark er sikkerhedsgodkendt som forvalter af jernbaneinfrastruktur i henhold til dansk lov. Sikkerhedsgodkendelse af en infrastrukturforvalter forudsætter, at virksomheden har en formuleret sikkerhedspolitik og et dokumenteret sikkerhedsledelsessystem.³⁵

I forbindelse med Signalprogrammet skal sikkerhedsprocesserne og ansvarsfordelingen i Banedanmarks nuværende sikkerhedsledelsessystem gennemgås og justeres. Det skal ses i sammenhæng med, at godkendelsesprocessen for Signalprogrammet vil blive meget omfattende. Forberedelsen af godkendelsesprocessen har været en del af Signalprogrammets planlægningsfase. Banedanmark og Trafikstyrelsen er enige om de overordnede principper.

1. Aktiviteter i Signalprogrammets sikkerhedsgodkendelsesproces

Nye sikkerhedsbærende jernbaneinfrastrukturanlæg skal gennemgå en systematisk godkendelsesproces i nært samarbejde mellem Banedanmark, leverandørerne og Trafikstyrelsen. Godkendelsesprocessen følger fælles europæiske standarder³⁶. Ifølge disse standarder kan assessorer foretage vurderinger af produkters egnethed med reference til sikkerhedsmyndigheden. Assessorens kommissorium beskriver omfanget af assessorens arbejde, og det er mellem Banedanmark og Trafikstyrelsen aftalt, at as-

35 Kravene til sikkerhedsledelse og sikkerhedspolitik er beskrevet i bekendtgørelsen om sikkerhedsgodkendelse af jernbaneinfrastrukturforvaltere (bek. nr. 13 af 04/01/2007).

36 EN 50126 Railway applications - The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) med underliggende normer og vejledninger

Tabel 1

Faser i Signalprogrammets sikkerhedsgodkendelsesproces.

| Faser i Signalprogrammets sikkerhedsgodkendelsesproces | |
|---|---|
| Sikkerhedsplan | Projektets overordnede sikkerhedsplan skal godkendes i de indledende faser af Signalprogrammet. Sikkerhedsplanen beskriver bl.a. sikkerhedskravene for projektet samt organiseringen af projektets sikkerheds- og godkendelsesarbejde. Samtidig udarbejdes en detaljeret myndighedsgodkendelsesplan som danner baggrund for assessorens kommissorium. |
| Generelt design | Banedanmark forudsætter, at leverandørens basissystem sikkerhedsgodkendes som systemplatform. Hvis basissystemet allerede er myndighedsgodkendt indenfor EU, kan denne godkendelse ofte overføres til Danmark. Efter godkendelse af basissystemet skal leverandørens tilpasning af basissystemet til det danske jernbaneanet og danske trafikale regler (signalsystemets generelle design) godkendes. |
| Early Deployment | Igangsættelse af Early Deployment (overvåget prøvedrift) kræver ibrugtagningstilladelse fra Trafikstyrelsen for hvert enkelt anlæg. Typegodkendelser foreligger først efter Early Deployment (jf. nedenfor). |
| Typegodkendelse | Trafikstyrelsen kan udstede en typegodkendelse for hver anlægstype, når den overvågende prøvedrift under Early Deployment forløber tilfredsstillende og typedokumentationen foreligger i godkendt stand. Det er ikke et krav, at der skal udarbejdes en typegodkendelse, men typegodkendelser vil medvirke til at sikre en effektiv implementeringsproces. Typegodkendelser sikrer, at kravene til dokumentationen af anlæggenes funktion og sikkerhed opfyldes tidligt i forløbet, da typedokumentationen skal dække alle de funktioner og driftsforhold, der efterfølgende påtænkes anvendt på samtlige efterfølgende anlæg indenfor typen. |
| Installation efter Early Deployment | Sikkerheds-godkendelses-processen i Signalprogrammet vil tage udgangspunkt i, at de nye signalanlæg typegodkendes af Trafikstyrelsen. Herefter vil Banedanmark kunne opnå ibrugtagningstilladelse fra Trafikstyrelsen ved at dokumentere, at anlægget er omfattet af typegodkendelsen. Såfremt de nye signalanlæg ikke typegodkendes af Trafikstyrelsen kræves ibrugtagningstilladelse for hvert enkelt anlæg, hvilket anses for at være unødigt tidskrævende. |

sessorens kommissorium for signalprogrammet fastlægges endeligt i forbindelse med Signalprogrammets udarbejdelse af udbudsmateriale for assessment.³⁷

I de indledende faser af Signalprogrammet skal der udarbejdes og godkendes en samlet sikkerhedsplan, jf. tabel 1.

For at smidiggøre den samlede godkendelsesproces kan Trafikstyrelsen udstede typegodkendelse for hver anlægstype. Med baggrund i disse typegodkendelser kan Banedanmark opnå ibrugtagningstilladelser for de enkelte anlæg såfremt det kan dokumenteres, at anlægget er omfattet af typegodkendelsen.³⁸

Typegodkendelser effektiviserer hermed sikkerhedsgodkendelsesprocessen. Dette er centralt i Signalprogrammets udrulningsplaner, hvor anvendelsen af typegodkendelser medvirker til at skabe stordriftsfordele ved en samlet udskiftning af hele signal-systemet på henholdsvis fjernbanen og S-banen. For at Trafikstyrelsen kan udstede en typegodkendelse, skal typedokumentationen dække alle de funktioner og driftsforhold, der efterfølgende påtænkes anvendt på anlæg indenfor typen. Til gengæld opfyldes krav til dokumentationen af anlæggenes funktion og sikkerhed allerede i denne godkendelsesfase, hvormed selve ibrugtagningstilladelserne for de specifikke anlæg forenkles.

Togoperatørerne skal gennemføre lignende godkendelsesprocesser for udstyret i togene sammen med Trafikstyrelsen og leverandørerne.

På fjernbanen skal det desuden verificeres, at det nye ERTMS baserede signalsystem overholder kraverne for interoperabilitet over landegrænser, jf. kapitel 4. Denne verifikation foretages af særligt autoriserede virksomheder (Notified Bodies). Verificeringsprocessen i forhold til interoperabilitet er en forudsætning for sikkerhedsgodkendelsesprocessen.

2. Ansvarsfordeling i sikkerhedsgodkendelsesprocessen

Godkendelsesprocessen er baseret på, at Trafikstyrelsen som sikkerhedsmyndighed navnlig skal varetage de overordnede godkendelser af Signalprogrammets sikkerhedsplaner, assessor kommissorium, typegodkendelser og ibrugtagningstilladelser. Trafikstyrelsen varetager desuden tilsyn i forhold til Banedanmarks sikkerhedsledelsessystem, herunder gennemførelsen af Signalprogrammet.

Ifølge de fælles europæiske standarder for godkendelsesprocessen kan assessorer foretage vurderinger af produkters egnethed med reference til sikkerhedsmyndigheden

37 En særskilt myndighedsgodkendelsesplan skal beskrive sammenhængen mellem assessorens kommissorium, de fornødne myndighedsgodkendelser og de driftsformer, som Banedanmark skal anvende under implementering.

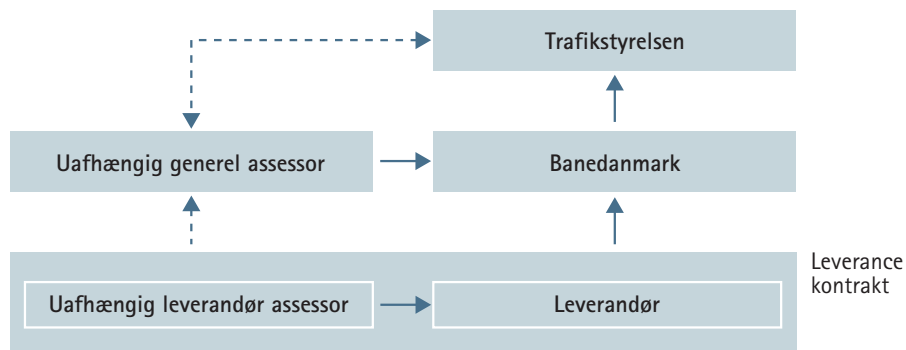
38 Typegodkendelse jf. Trafikstyrelsens Vejledning om Typegodkendelse af delsystemer for infrastruktur (Ver 1.A af 1. december 2007, p.t. under revision)

Figur 1

Signalprogrammets oplæg til Sikkerhedsgodkendelsesproces.

Note: Det er mellem Banedanmark og Trafikstyrelsen aftalt, at assessorens kommissorium for signalprogrammet fastlægges endeligt i forbindelse med Signalprogrammets udarbejdelse af udbudsmateriale for assessment. Hertil hører en aftale om sikkerhedsgodkendelsesprocessen.

Signalprogrammets oplæg til sikkerhedsgodkendelsesproces



(Trafikstyrelsen). Assessorer udpeges af Banedanmark og skal godkendes af Trafikstyrelsen, men betales normalt af det projekt eller den leverandør, der skal opnå myndighedsgodkendelse.

Det bliver en del af Banedanmarks krav til leverandørerne af de nye signalsystemer, at disse påtager sig langt hovedparten af arbejdet med at opnå myndighedsgodkendelse af de nye anlæg. Forud for ibrugtagning skal leverandørerne dokumentere, at de installerede anlæg lever op til kravene i typegodkendelsen. Denne dokumentation skal assesseres.

Banedanmark kan på grundlag af leverandørernes asseserede dokumentation internt godkende, at anlægget er omfattet af typegodkendelsen, hvorefter anlæggene kan opnå ibrugtagningstilladelse fra Trafikstyrelsen på grundlag af Banedanmarks indstilling.

Banedanmarks interne godkendelse af de installerede anlæg forankrer anlæggene i Banedanmarks sikkerhedsledelsessystem. Hermed sikres, at anlæggene efterfølgende betjenes og vedligeholdes på en sikker måde.

Signalprogrammet – baggrundsrapport, 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: 200 stk.

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