

Fremtidens S-Tog

Beslutningsoplæg for Fremtidens S-bane

April 2021

DSB

Indhold

1	Introduktion	5
1.1	Beslutningsoplæggets baggrund	5
1.2	Beslutningsoplægget disposition	6
1.3	Baggrund for fuldautomatisering	7
1.4	Forudsætninger for anbefalingerne	9
1.5	Sammenfatning og anbefalinger	11
1.5.1	Anbefalinger til "Hvad"	11
1.5.2	Anbefalinger til "hvordan"	17
1.5.3	Anbefalinger til "hvornår"	18
1.5.4	Det økonomiske grundlag og risici	19
2	Kundeoplevelse og servicekoncept	23
2.1	Anbefaling for køreplanen	23
2.2	Anbefalinger, der understøtter det fremtidige servicekoncept	25
3	Rullende materiel	27
3.1	Markedet for fuldautomatisk rullende materiel	27
3.2	Anbefalinger til tilpasning af det rullende materiel	28
3.3	Anbefaling for krav til togets længde	29
3.4	Anbefaling for krav til togets bredde	31
3.5	Anbefaling for krav til kobling	32
3.6	Anbefaling til antallet af tog	32
3.7	Anbefaling for krav til passagerudveksling	33
3.8	Anbefaling til køreegenskaber og komfortniveau	33
3.8.1	Rejsetid – hastighed og acceleration	33
3.8.2	Kørekomfort	34
3.9	Vedligeholdelseskoncept for det rullende materiel	34
4	Infrastruktur	37
4.1	Infrastrukturen på perroner	38
4.2	Infrastrukturen på sporene	39
4.2.1	Detekteringssystemer	39
4.2.2	Supplerende fysiske løsninger	40
4.3	Infrastrukturen og signalsystemet	41
5	Fremtidig sektororganisering	43
5.1	DSB som hovedansvarlig for den fuldautomatiserede S-bane	44
5.2	Vedligeholdelse og fornyelse af konventionel infrastruktur	45
5.3	Vedligeholdelse af fuldautomatiseret infrastruktur	45
5.4	Vedligeholdelse af fuldautomatiseret togmateriel samt ODS-T-system	45
5.5	Drift og kundeservice	45
6	Model for udbuds- og kontraktstrategi	49
6.1	Markedsdialog	51
6.2	Markedsmodellen	52
6.3	Udbuds- og kontraktpakker	54

6.4	Incentivmodel og kontraktstrategi	56
6.4.1	Individuelle og fælles resultatmål	56
6.4.2	Governance-setup sikrer planlægning og styring på tværs	56
6.4.3	Principper for udformning af kontraktvilkår	57
6.5	Risikomitigerende kontraktlige tiltag	57
6.6	Udbudsplan	57
7	Model for udrulning	61
7.1	Udrulning på Ringbanen	61
7.1.1	Varighed for kørsel på Ringbanen	61
7.1.2	Stabil indfasning og erfaringsindsamling	62
7.1.3	Udrulning af fuldautomatiseret drift på det resterende netværk	62
8	Det videre forløb	67
8.1	Tekniske og organisatoriske omstillinger	67
8.2	Det videre forløb for programmet	70
9	Det økonomiske grundlag	75
9.1	Samlet investering	75
9.2	Levetidsforlængelse i yderligere fem år	78
9.3	Indkøb af nyt, konventionelt rullende materiel	78
9.4	Forskelle i forhold til tidligere analyser	79
10	Risici og forsikringsoptioner	81
10.1	Programmets risikoprofil	82
10.2	Forsikringsoptioner	82

1

Introduktion

Hovedstadsområdet oplever som andre europæiske storbyer en fortsat befolkningstilvækst. Over de seneste 20 år er der konstateret en befolkningstilvækst på cirka 200.000 personer i Storkøbenhavn, og prognoser peger på, at udviklingen fortsætter de kommende årtier. Det stiller stadigt stigende krav til mobilitet og dermed til transportløsninger i hovedstadsområdet. Alternativet er reduceret mobilitet, øget trængsel og dermed øget spildtid på arbejdsmarkedet.

Derfor er der over en længere årrække iværksat en række initiativer til at forbedre mobilitet i hovedstadsområdet. Inden for den kollektive trafik er det blandt andet udviklingen af den københavnske metro og en kommende letbane, der skaber større sammenhæng på tværs af omegnskommunerne i Storkøbenhavn.

Rygraden i den kollektive trafik i hovedstadsområdet udgøres af S-banen, som årligt har over 110 mio. rejser. S-banen understøtter den fortsatte byudvikling, der har fundet sted i hovedstadsområdet siden 1950'erne. S-banen er kort sagt knudepunktet mellem de øvrige transportformer i den kollektive trafik i hovedstadsområdet.

En kollektiv trafik i hovedstadsområdet, der imødekommer en fortsat befolkningstilvækst og sikrer bæredygtig mobilitet, står også centralt i forhold til en vision, der blandt andet har som mål, at fremtidens kollektive transport skal være førstevalget for flere. Fuldautomatiseringen af S-banen i forbindelse med udskiftningen af de nuværende S-tog er en grundsten i denne vision og første skridt i dens realisering. Fuldautomatiseringen af S-banen sikrer en fortsat velfungerende S-bane, der tilbyder det samme eller et forbedret service- og sikkerhedsniveau i forhold til dag¹. Den kan også drives mere økonomisk effektivt, og den imødekommer fremtidens transportbehov. Fuldautomatiseringen af S-togsdriften bidrager derfor også til at imødegå de stigende trængselsudfordringer i hovedstadsområdet, giver bedre mobilitet for kunderne og er mere bæredygtig.

1.1 BESLUTNINGSOPLÆGGETS BAGGRUND

I tråd med de ovenstående ambitioner indgik en forligskreds bestående af den daværende regering (Venstre, Liberal Alliance og Det Konservative Folkeparti), Det Radikale Venstre og Dansk Folkeparti i december 2017 en politisk aftale om "Fremtidens togtrafik i Hovedstadsområdet". Af aftalen fremgår det blandt andet, at vejen til en fremtidssikret kollektiv togtrafik i hovedstadsområdet sker gennem ny, fuldautomatiseret teknologi, der drager fordel af Banedanmarks Signalprogram, samt en øget markedsorientering og enklere organisering i sektoren.

¹ S-banen er allerede i dag blandt de jernbaner med højest service- og sikkerhedsniveau blandt sammenlignelige bybaner ifølge ISBeRG (International Suburban Rail Benchmarking Group) 2018.

Tidligere analyser og kommissoriet for DSB's arbejde i denne fase

Såvel den politiske aftale om fuldautomatisering af S-banen og dette beslutningsoplæg er udarbejdet med afsæt i tidligere rapporter, der er udarbejdet af henholdsvis Rambøll/Parsons² i 2017 og Quartz/Rambøll³ i 2018.

Kommissoriet for DSB's arbejde indebærer blandt andet afklaring af levetiden af eksisterende materiel, krav til det kommende togmateriel, infrastruktur og driftskoncept, ligesom arbejdet vedrører afklaring af, hvordan udbudsstrategien og udrulningsplanen udformes mest hensigtsmæssigt.

Resultatet af disse afklaringer fremgår af nærværende rapport. Arbejdet er forestået af DSB og er DSB's oplæg til den videre transformation. Arbejdet har i denne fase været fulgt af en styregruppe bestående af Transportministeriet (formand), Finansministeriet, DSB og Banedanmark.

Næste fase (fase to ud af fem) i forlængelse af analysefasen – som denne rapport er resultatet af – er udarbejdelsen af udbudsmateriale forud for forhandling og tildeling af kontrakter til brug for blandt andet indkøbet af nyt rullende materiel og fuldautomatisering af S-banen. Fase 2 forventes afsluttet ultimo 2022.

1.2 BESLUTNINGSOPLÆGGET DISPOSITION

DSB har udarbejdet et målbillede for fuldautomatiseringen af S-banen inden for tre hovedafsnit. Hovedafsnittene illustrerer de nøglespørgsmål, som skal besvares i denne forbindelse:

1. **Hvad** omfatter den tekniske og organisatoriske løsning, der muliggør fuldautomatiseringen af S-banen og opfyldelsen af kundernes stigende krav til mobilitet og service.
2. **Hvordan** implementeres fuldautomatiseringen af S-banen, så der sikres en gnidningsfri transition af S-togsdriften med lavest mulige risici.
3. **Hvornår** gennemføres de enkelte bølger i fuldautomatiseringen af S-banen, og hvad er de centrale aktiviteter i de næste år.

De tre overordnede kategorier er illustreret i figuren nedenfor.

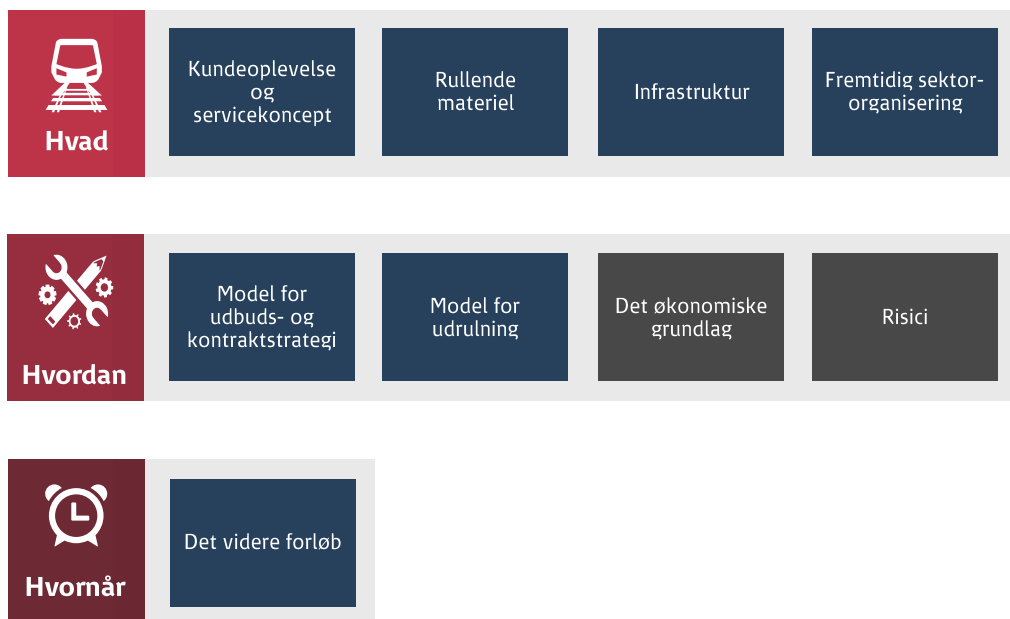
Beslutningsoplægget er disponeret i tre dele, som modsvarer de tre overordnede kategorier. Hertil kommer dette indledende kapitel, der består af baggrund, sammenfatning og vigtigste fordele og centrale risici ved fuldautomatiseringen. Der fremlægges anbefalinger for hvert underafsnit, dog ikke til de to underafsnit, der beskriver det økonomiske grundlag samt risikobilledet ved fuldautomatiseringen af S-banen (markeret med grå i figuren), da dette er resultatet af de øvrige anbefalinger i beslutningsoplægget. Disse afsnit er derfor også beskrevet særskilt til sidst i beslutningsoplægget.

² "Copenhagen S-bane Automation Study, Final Report", Transport-, Bygnings- og Boligministeriet, Rambøll/Parsons, 2017".

³ "Analyse af organiseringsmodeller for gennemførelse af fuldautomatisk S-togsdrift i en OPP-konstruktion", Transport-, Bygnings- og Boligministeriet, Quartz/Rambøll, september 2018".

Målbillede for fuldautomatisering af S-banen

Infoboks 1.1



1.3 BAGGRUND FOR FULDAUTOMATISERING

Banedanmark implementerer i disse år et nyt signalsystem, Communication Based Train Control (CBTC), på S-banen. Systemet bliver mere pålideligt end det hidtidige, aldrende system. Når systemet er fuldt implementeret og idriftsat, forventes det, at antallet af signalfejl reduceres med op til 50%, som giver et væsentligt bidrag til en øget punktlighed. Det nye signalsystem øger også kapaciteten på S-banen betydeligt, fordi togene kan køre med kortere afstand end i dag. Eksempelvis giver signalsystemet mulighed for at køre flere tog – mere end 32 tog i timen mod 30 i dag – gennem den centrale sektion mellem Svanemøllen St. og Københavns Hovedbanegård, hvor S-banen kun har to spor. Det nye signalsystem understøtter således en vækst i antallet af daglige rejser fra cirka 350.000 til omkring 400.000 efter fuldautomatiseringen. Øget frekvens mellem togangene giver i sig selv bedre mobilitet og skaber desuden bedre sammenhæng til blandt andet den kommende letbane og Københavns Metro, hvilket ligeledes styrker mobiliteten i den kollektive trafik. Det gavner både kunderne og klimaet.

DSB står i de kommende år over for en udskiftning af de eksisterende S-tog, der begyndende i 2026 vil overskride dets forventede levetid. I forbindelse med anskaffelsen af nyt materiel er det derfor oplagt at udnytte de muligheder, som signalsystemet giver ved at fuldautomatisere S-banen.

Først og fremmest er fuldautomatiseringen af S-banen en god samfunds- og driftsøkonomisk investering. Fuldautomatisering af S-banen med et uændret betjeningsomfang i forhold til i dag er mere effektiv og er samfundsøkonomisk rentabel. Ved en fuldautomatisering af S-banen kan man således få mere togbetjening for de samme penge.

Derudover giver udskiftningen af materiellet og fuldautomatiseringen en række yderligere fordele for kunderne i forhold til blandt andet større kundefokus, større fleksibilitet og forbedret punktlighed. Disse er detaljeret nedenfor samt i tekstboksen til højre.

Tilsammen bidrager de til en mere attraktiv S-bane og med det en mere attraktiv kollektiv transport i hovedstadsområdet – til gavn for mobiliteten og til gavn for klimaet.

Fordele ved fuldautomatisering af S-banen

Bedre kundeoplevelse, fordi den fuldautomatiserede S-bane vil blive bemanded med stewards, der har frihed til at fokusere på kunderne. Stewards i kombination med understøttende infrastruktur som eksempelvis opkaldspunkter på perron og i tog bidrager til, at kunderne får en bedre og trygkere rejseoplevelse. Samtidig vil man på den fuldautomatiserede S-bane ikke risikere at mangle lokomotivførere eller være afhængig af lokomotivførere, når forhold kræver ændringer i trafikken. Normal drift vil kunne genoprettes hurtigere efter uheld og hændelser, da afledte effekter af hændelser kan minimeres. Det samlede system bliver således mindre sårbart, og det bidrager til en forbedret kundeoplevelse.

Større fleksibilitet, da et fuldautomatisk togssystem giver mulighed for at justere køreplanen med kort varsel. Det kan eksempelvis ske efter store begivenheder som koncerter eller fodboldkampe.

Endelig er **marginalomkostningerne lavere ved øget trafik**, idet et øget antal tog på S-banen ikke medfører samme stigning i omkostninger – primært løn – i forhold til i dag. Marginalomkostningerne ved konventionel drift er cirka halvanden gang højere end ved fuldautomatisk drift. Kunderne vil således kunne tilbydes et større trafikudbud end i dag, med lavere meromkostninger, end den nuværende, konventionelle drift indebærer.

Ovenstående fordele gør hver især og samlet S-banen mere attraktiv – det giver **højfrekvent, bæredygtig transport og mindre trængsel**, fordi en forbedret betjening af de mange kunder, der dagligt benytter S-banen, vil bidrage til at trække pendlere fra vejene over i kollektiv transport.

Samtidig er DSB i en særlig position til at kunne foretage denne omstilling på en samfundsmæssigt ansvarlig måde for såvel de nuværende lokomotivførere som for S-togrevisorerne. Det skyldes, at fuldautomatiseringen giver en række nye jobmuligheder, blandt andet på grund af behovet for stewards, naturlig afgang som følge af blandt andet pensionering og i særdeleshed, fordi DSB løbende vil kunne omskole lokomotivførere til fjern- og regionalbanen.

Fuldautomatisering af S-banen er dog samtidig en kompleks transformation som indeholder en række risici, som nærmere beskrevet nedenfor, jævnfør afsnit 10.2.

Risici ved fuldautomatisering af S-banen

Der er tidligere gennemført fuldautomatiseringer af eksisterende baner, men ikke i det omfang, der her lægges op til. Tidligere fuldautomatiseringer af eksisterende jernbaner i blandt andet Nürnberg og Paris har ikke haft den kompleksitet og de karakteristika i forhold til blandt andet geografisk udstrækning, som S-banen har.

Den påkrævede teknologi til fuldautomatisering findes, men er endnu ikke udrullet i jernbanesektoren. Teknologien er testet og anvendes i andre sektorer, men anvendes ikke på nuværende tidspunkt i jernbanesystemer i drift. Integration til eksisterende systemer vil således være krævende, og der er således visse risici forbundet med valget af teknologi, selv om der er en forventning i markedet om, at det er en teknologi, der bliver dominerende fremover.

Systemintegrationen er krævende i et fuldautomatisk system, og kompleksiteten ved at integrere dels flere nye subsystemer og sikre integration til eksisterende subsystemer er betydelig. Det øger risikoen for forsinkelser og for at de driftsmæssige gevinster først kommer senere end forventet.

Flere store forandringer øger kompleksiteten. Nyt rullende materiel og signalsystem vil være en stor forandring på en mere end 80 år gammel jernbane, der samtidig udgør ryggraden i den kollektive trafik i hovedstadsområdet. Når der samtidig skal gennemføres store teknologiske og organisatoriske forandringer med minimale påvirkning af den daglige drift, udgør det et væsentligt risikoelement.

For at indfri de fordele, der ligger i fuldautomatiseringen, er det afgørende, at de risici, som fuldautomatiseringen medfører, håndteres aktivt, implementeringen kontrolleres nøje, og at der sættes en effektiv styringsramme op for at håndtere den kompleksitet, som forandringen medfører. DSB vil for at reducere de teknologiske og transitionsmæssige risici blandt andet teste ny teknologi i S-banens nuværende miljø – det vil sige før udrulningen af fuldautomatisering – og DSB har mulighed for at fortsætte konventionel drift, hvis transitionen til fuldautomatisering fejler.

DSB har allerede identificeret en række initiativer, der kan reducere risici og kompleksitet, der primært er forbundet med udrulningen. Disse benævnes forsikringsoptioner. DSB har allerede indarbejdet en række af disse forsikringsoptioner i planlægningen af det videre arbejde med fuldautomatiseringen af S-banen for at reducere risici og kompleksitet mest muligt. Et eksempel er pilotdrift på ringbanen og mulighed for fortsat konventionel drift. Forsikringsoptionerne beskrives i afsnit 10.2.

Udskiftningen af det rullende materiel og fuldautomatiseringen af S-banen medfører som beskrevet ovenfor visse risici. Den samlede ambition for udskiftningen af det rullende materiel og fuldautomatiseringen er at forbedre S-banen – det er en høj ambition, fordi S-banen i forvejen er én af verdens bedste bybaner. Næste fase er fase to ud fem, og transformationen er således endnu på et tidligt stadie. Den forventes afsluttet i 2039. DSB er opmærksom på de risici og udfordringer, der kan opstå, og vil aktivt søge at adressere og håndtere disse i løbet af de kommende faser. Det gør implementeringen robust og giver de bedste muligheder for at indfri de fordele til gavn for kunderne, som transformationen giver.

1.4 FORUDSÆTNINGER FOR ANBEFALINGERNE

I det følgende præsenteres de overordnede forudsætninger, som DSB lægger til grund for de anbefalinger, der præsenteres i beslutningsoplægget. Forudsætningerne, der alle tager afsæt i eller er nødvendige for at implementere den politiske aftale om fuldautomatiseringen af S-banen falder i tre kategorier:

- Forudsætninger, der skal opfyldes for, at S-banen også i fremtiden er en **attraktiv løsning** for både eksisterende og kommende kunder
- Forudsætninger, der skal sikre grundlaget for **stabil indfasning** i transitionsperioden fra den nuværende, konventionelle drift til fuldautomatiseret drift
- Forudsætninger, der er nødvendige for at sikre et **klart defineret beregningsgrundlag** for de udførte analyser.

Oversigt over forudsætninger	
Kategori	Forudsætning
Attraktiv løsning	Attraktiv løsning, der som minimum fastholder det nuværende, høje serviceniveau
	Samme høje sikkerhedsniveau som i dag
Stabil indfasning	Stabil indfasning og entydigt ansvar for den fremtidige fuldautomatiserede S-bane
	Rettidig udrulning af det nye signalsystem og dets forventede gevinster
Klart defineret beregningsgrundlag	Beregningsgrundlaget inkluderer ikke potentiel udvidelse af S-tog til Helsingør og Roskilde
	Fuldautomatiseringen af S-banen skal understøtte et forbedret økonomisk grundlag
	Passagervækst på 0,8% årligt frem til 2030, herefter 0,5% årligt
	Levetidsforlængelse i fem år af det eksisterende rullende materiel

Tabel 1.1

Tabellen viser en oversigt over forudsætninger for anbefalingerne.

Attraktiv løsning, der som minimum fastholder det nuværende, høje serviceniveau

S-banen er i dag blandt de bedst præsterende netværk, når man sammenligner med andre sammenlignelige bynetværk.⁴ På den baggrund og med afsæt i den politiske aftale om fuldautomatisering af S-banen forudsættes det, at DSB forbedrer eller som minimum fastholder det nuværende høje serviceniveau; herunder rejsetider, kundepunktlighed og muligheden for cykelmedbringning. Endvidere forudsættes det, at der med de nye fuldautomatiserede S-tog er tekniske løsninger og passagerinformationssystemer, som faciliterer af- og påstigning for kunder med særlige mobilitetsbehov. Ny teknologi og udstrakt brug af data vil også give DSB mulighed for at tilbyde nye services, som ikke findes i dag. Endelig forudsættes det, at den nuværende belægningsgrad, som er tæt på 120% på de mest benyttede afgange, kan fastholdes på trods af passagervæksten i perioden. Dermed vil langt hovedparten af kunderne fortsat kunne tilbydes en siddeplads.

Samme høje sikkerhedsniveau som i dag

Det forudsættes, at der på S-banen ved overgangen til fuldautomatisk drift fastholdes det samme høje sikkerhedsniveau som i dag. Dette har også været en forudsætning i den politiske aftale og er sædvanlig praksis ved ændringer i eksisterende jernbanesystemer. Sikkerhedsniveauet er drøftet med Trafikstyrelsen, der er sikkerhedsmyndighed på jernbaneområdet. I den sammenhæng skal det bemærkes, at S-banen ifølge en international benchmark-undersøgelse⁵ er blandt de sikreste blandt sammenlignelige bybaner.

Stabil indfasning og entydigt ansvar for den fremtidige fuldautomatiserede S-bane

Fuldautomatiseringen af S-banen skaber ny afhængighed mellem infrastruktur og drift, som det også kendes fra andre fuldautomatiserede baner, eksempelvis Københavns Metro. Det er derfor en forudsætning for fuldautomatiseringen, at der etableres entydigt ansvar for den fremtidige og fuldautomatiserede S-bane. Dette er centralt både for at sikre høj performance, efter fuldautomatiseringen er gennemført, og for at opretholde den løbende drift i den lange og komplicerede transitionsperiode.

Rettidig udrulning af det nye signalsystem og dets forventede gevinster

Det er en forudsætning for indkøbet og udrulningen af de nye S-tog, at det nye signalsystem færdiggøres efter planen af Banedanmark i 2023, herunder også at de forventede gevinster i forhold til blandt andet reduktion af antallet af signalfejl og forbedret punktighed kan indfries.

Beregningsgrundlag inkluderer ikke potentiel udvidelse af S-tog til Helsingør og Roskilde

Det forudsættes, at fuldautomatiseringen omfatter det nuværende S-togsnet. Potentielle udvidelser af S-banen til henholdsvis Roskilde og Helsingør har således ikke været en del af analyserne. Såfremt der på et senere tidspunkt træffes beslutning om at udvide S-togsnettet, vil fuldautomatiseringen gøre det attraktivt at foretage en omkostningseffektiv betjening af en udvidet S-bane. Dette skyldes, at marginalomkostningerne ved konventionel drift er cirka halvanden gang højere end ved fuldautomatisk drift.

Fuldautomatiseringen af S-banen skal understøtte et forbedret økonomisk grundlag

Det fremgår af den politiske aftale, at fuldautomatiseringen af S-banen giver driftsoverskud og er samfundsøkonomisk rentabel. For at understøtte dette vil DSB i udgangspunktet prioritere løsninger med de laveste totale levetidsomkostninger, det vil sige med den optimale balance mellem drifts-, anlægs- og vedligeholdelsesomkostninger. Samtidig skal den samlede løsning kunne understøtte den tætte sammenhæng, der i et fuldautomatiseret system er mellem rullende materiel, infrastruktur og drift.

Passagertilvækst på 0,8% årligt frem til 2030, herefter 0,5% årligt

I forhold til belægningsgrad forudsættes det, at denne måles mod Trafikstyrelsens passagerprognose frem til 2030. Dette er slutåret for den nuværende passagerprognose som har en passagervækst på 0,8% årligt. Fra 2030 forudsættes en passagervækst på 0,5% årligt. Derudover har DSB

⁴ ISBeRG (International Suburban Rail Benchmarking Group) 2018.

⁵ ISBeRG (International Suburban Rail Benchmarking Group) 2018.

foretaget følsomhedsberegninger for forskellige vækstscenarier fra et nulvækstscenarie til et højvækstscenarie med en årlig vækst fra 2030 på 1,5%.

Levetidsforlængelse i fem år af det eksisterende rullende materiel

Det er en forudsætning for anskaffelsen af nyt rullende materiel, at det eksisterende rullende materiel levetidsforlænges i fem år. Dette skyldes, at den fuldautomatiserede drift tidligst kan påbegyndes medio 2029. Det bevirker, at dele af det eksisterende materiel vil overskride dets forventede levetid fra 2026. Hertil kommer, at der er behov for at levetidsforlænge de eksisterende S-tog med cirka fem år for at sikre, at der er tilstrækkelig kapacitet i overgangsperioden til fuldautomatiseret drift. Dermed følger materielbeholdningen i videst muligt omfang behovet givet den forventede fremtidige passagervækst⁶. Der vil være behov for at levetidsforlænge det eksisterende rullende materiel uanset om S-banen fuldautomatiseres, eller om der indkøbes nyt, konventionelt rullende materiel.

DSB har også analyseret muligheden for at levetidsforlænge det eksisterende rullende materiel i ti år for at udskyde fuldautomatiseringen. En tiårig levetidsforlængelse vil dog ikke kun være dyrere, men også indebære betydelige driftsmæssige risici som følge af fortsat kørsel med aldrende materiel, blandt andet i forhold til kapacitets- og punktlighedspåvirkninger samt for øgede vedligeholdelsesomkostninger.

En levetidsforlængelse i fem år af det eksisterende rullende materiel gør det dog muligt på et senere tidspunkt at beslutte at levetidsforlænge materiellet med yderligere fem år; det vil sige ti år i alt. Denne beslutning kan træffes senere – forventeligt senest i 2024 – og kan blive aktuel, hvis fuldautomatiseringen af S-banen forsinkes.

1.5 SAMMENFATNING OG ANBEFALINGER

I det følgende sammenfattes hovedkonklusionerne i beslutningsoplægget, herunder DSB's anbefalinger til de tre nøglespørgsmål, der skal besvares for at kunne igangsætte fuldautomatiseringen af S-banen.



1.5.1 ANBEFALINGER TIL "HVAD"

DSB anbefaler at forbedre passageroplevelsen ved blandt andet en forbedret køreplan. Der anskaffes fuldautomatiseret materiel og understøttende infrastruktur, og der etableres et nyt organisatorisk setup for S-banen.

Anbefaling til passageroplevelse og servicekoncept

Anbefaling

DSB anbefaler at gøre S-banen mere attraktiv ved at forbedre køreplanen og reducere kundernes ventetid og dermed den oplevede rejsetid. Dette opnås ved at øge frekvensen, så næsten alle stationer får mindst otte afgang i timen. Det indebærer, at det for mange af kunderne ikke længere vil være nødvendigt at planlægge rejsen hjemmefra. Detaljerne i den endelige udvidelse af køreplanen kan fastlægges senere.

⁶ Der kan blive behov for at levetidsforlænge enkelte togsæt med mere end fem år af hensyn til kapaciteten i overgangsperioden.

DSB vil med fuldautomatiseringen af S-banen tilbyde den bedst mulige service og samtidig tage hånd om passagervæksten ved at fordele kunderne på flere afgangene. Derfor anbefaler DSB at forbedre servicen ved at øge frekvensen mellem afgangene. Med op til otte afgangene i timen mange steder på netværket er det for mange kunder ikke længere nødvendigt at planlægge rejsen hjemmefra. DSB har udarbejdet et muligt bud på en køreplan med øget frekvens kaldet "32+4". Denne ligger i naturlig forlængelse af mulige køreplansudvidelser præsenteret i tidligere analyser, og tager højde for det politiske ønske om, at der som et led i fuldautomatiseringen skal ske en forøgelse af antallet af afgangene på S-banen til havn for passagererne.

Anbefaling

DSB anbefaler, at der indsættes cirka 210-270 stewards i kombination med tekniske løsninger, der skal understøtte og sikre den fuldautomatiske drift på S-banen.

I et fuldautomatisk system bidrager stewards i samspil med tekniske løsninger såsom detekteringssystemer til at sikre punktligheden og understøtte driften generelt. Dette er den normale tilgang og kendes fra såvel den københavnske metro som andre metro- og bybaner verden over. Kombinationen af stewards og tekniske løsninger erstatter således lokomotivførerne og de nuværende S-togsrevisorer og bidrager til den samlede driftsstabilitet. Det eksakte antal stewards vil blive fastlagt som led i arbejdet med at detaljere sikkerheds- og servicekonceptet i de følgende faser.

Anbefaling til rullende materiel

Anbefaling

DSB anbefaler at benytte funktionelle krav, der giver togproducenterne størst mulig frihed til at opfylde de nødvendige krav for det fremtidige S-tog vedrørende eksempelvis kapacitet. Dog vil toget så vidt muligt skulle tilpasses den eksisterende infrastruktur for at minimere ændringer og ombygning heraf og for at sikre det rette sikkerhedsniveau. Eventuelle undtagelser analyseres i fase 2 som en del af arbejdet med at fastsætte krav for det rullende materiel.

De eksisterende S-tog er specialfremstillet til driften og S-banens specifikke behov. Dette skyldes blandt andet, at S-banen ikke er underlagt de samme internationale regler som fjernbanen. Det nye rullende materiel vil således under alle omstændigheder skulle tilpasses, og dette vil i en vis udstrækning være et udviklingsprojekt, uanset om der er tale om fuldautomatiseret eller konventionelt materiel. DSB lægger dog vægt på at minimere risiciene og vil på den baggrund tilskynde, at producenterne i videst muligt omfang tager udgangspunkt i allerede kendte produktplatforme og genanvender så mange komponenter som muligt herfra.

Anbefaling

DSB anbefaler en maksimal længde på togsæt på op mod 60 meter samt krav om, at der ikke kobles med mere end tre togsæt, således at togets samlede længde i alt udgør maksimalt 180 meter. Endvidere anbefaler DSB, at togproducenterne får frihed til at designe og levere en løsning, der imødekommer behovet for cykelmedbringning og samtidig minimerer udviklingsrisici og sikrer lavest mulige omkostninger for DSB. DSB har i den sammenhæng udelukket tog, der er mindre end 3,2 meter brede. Det egentlige krav til minimumsbredden fastlægges i fase 2.

DSB's markedsanalyse viser, at ovenstående anbefalinger til togets kapacitet vil reducere risici i programmet, fordi togproducenterne får mulighed for at tilpasse deres eksisterende produktplatforme ud fra de overordnede rammer i udbuddet og samtidig holde markedet åbent for DSB. Dermed vil DSB kunne få det bedste rullende materiel, som markedet kan tilbyde med lavest mulige risici. Samtidig er togets maksimale længde på 180 meter drevet af længden på perronerne på netværket.

Anbefaling

DSB anbefaler fuldautomatisk kobling på S-banen for løbende at kunne tilpasse kapacitetsudbuddet og optimere driftsomkostningerne.

DSB forventer at opretholde det nuværende koblingskoncept med koblinger ved endestationer for derved at kunne tilpasse kapacitetsudbuddet hen over dagen og optimere driftsomkostningerne. Dette kan kræve ændringer i signalsystemet, som ligger udover den nuværende, besluttede funktionalitet.

Anbefaling

DSB anbefaler, at der benyttes en rammeaftale med en fast minimumsordre på 180 togsæt, som reflekterer et scenarie uden passagervækst. Det er på baggrund af den forventede passagervækst forventningen, at der er behov for 216 togsæt. DSB vil løbende opdatere dette estimat for at sikre, at der ikke indkøbes flere togsæt end nødvendigt.

Med udgangspunkt i forudsætningen om en passagertilvækst på 0,5% årligt efter 2030 og de anbefalede krav til længde og bredde samt udvidelse af køreplanen har DSB estimeret et behov for at indkøbe 216 togsæt, hvoraf 12 togsæt forventeligt som reserve. DSB vil benytte sig af en rammeaftale med en fast minimumsordre og med en indbygget mulighed for at foretage supplerende indkøb. DSB har i denne sammenhæng estimeret, at minimumsordren vil være 180 togsæt. Minimumsordren reflekterer et scenarie uden passagervækst i antallet af passagerer sammenlignet med i dag, og sikrer således, at DSB ikke anskaffer flere tog end nødvendigt.

Anbefaling

DSB anbefaler, at der stilles krav om niveaufri indstigning, og at eventuelle højdeforskelle som udgangspunkt afhjælpes med trin på toget. I særlige situationer kan justering eller punkt-vise perronforhøjelser blive nødvendige for at sikre niveaufri adgang for kørestolsbrugere. For personer med særlige mobilitetsbehov vil DSB etablere en særlig løsning ved mindst en dør per tog, eventuelt med hjælpeudstyr eller med støttende ændringer på perronen, og derudover tilstræbe tog uden indvendige trin.

Det er DSB's forståelse fra markedsdialogen, at der er forskellige løsningsmuligheder for optimering af passagerudveksling, herunder løsninger for personer med særlige mobilitetsbehov, afhængig af togdesign. Dette er selvsagt centralt for blandt andre kørestolsbrugere og disses evne til at benytte offentlig transport. Samtidig bidrager niveaufri adgang til optimering af passagerudveksling, og dette er en del af at kunne forkorte køretiderne.

Anbefaling

DSB anbefaler, at der som udgangspunkt indkøbes materiel med samme køreegenskaber som de eksisterende S-tog for at matche den eksisterende infrastruktur og imødekomme de eksisterende behov for rejsetid, robusthed, sikkerhed og komfort ved tophastighed på 120 km/t.

Det er DSB's forståelse fra markedsdialogen, at kravene til køreegenskaber indfries bedst med udgangspunkt i en regionaltogetsplatform. DSB vil med funktionsbaserede krav til togproducenterne give disse størst mulig frihed til at finde de bedst egnede løsninger til at indfri henholdsvis niveau-fri indstigning og fastholdelse af de nuværende køreegenskaber. DSB har analyseret konsekvenserne af eksempelvis at nedjustere tophastigheden, og dette vil betyde væsentligt forlængede rejsetider.

Anbefaling

DSB anbefaler, at vedligeholdelsesopgaven udbydes som en integreret TSSSA+-kontrakt (Technical Service, Supply and Spareparts Agreement +) sammen med anskaffelsen, hvor togproducenten har det overordnede ansvar for at sikre, at der er tog til rådighed, herunder de tekniske, vedligeholdelsesmæssige og økonomiske forhold, mens DSB udfører vedligeholdelse eller dele heraf på eksisterende værksted i Høje Taastrup.

DSB S-tog har hovedværksted i Høje Taastrup, hvor al vedligeholdelse på de eksisterende S-tog varetages. Der er på dette værksted ekstra kapacitet på grund af de fysiske rammer og yderligere spor til at foretage en opdeling, så vedligeholdelse af en ny togflåde er mulig parallelt med vedligeholdelse af de eksisterende tog. I takt med, at vedligeholdelse af de konventionelle S-tog udfases, kan opgaver og personale skifte til den nye togflåde. TSSSA+ giver således mulighed for at udnytte de eksisterende vedligeholdelsesfaciliteter, det eksisterende personales erfaringer over en lang transitionsperiode samt sikrer en glidende overgang til vedligehold af de nye tog i takt med, at vedligehold af de konventionelle S-tog udfases. Samtidig fastholder DSB ansvaret for værkstedspersonalet.

En integreret TSSSA+-kontrakt bidrager dermed til en glidende indfasning og udfasning af henholdsvis de fuldautomatiske og konventionelle tog som resultat af DSB's kendskab til S-banens operationelle mønster, lange erfaring som vedligeholder af S-tog og kvalificerede medarbejdere.

Anbefalinger for infrastruktur**Anbefaling**

I forhold til infrastruktur på perroner anbefaler DSB, at en kombination af kendte teknologier installeres for at imødekomme de krav til blandt andet sikkerhed og punktlighed, som et fuldautomatiseret system skal leve op til.

I valget af løsningen for infrastruktur på perroner er der lagt vægt på, at løsningen understøtter opretholdelsen af det nødvendige sikkerheds- og punktlighedsniveau, jævnfør afsnit 1.4. Samtidig har DSB tilstræbt løsninger med kendt teknologi. Udgangspunktet i dette er, at alle teknologier skal vise deres brugbarhed i S-banens miljø inden fuld udrulning. DSB's analyser viser, at følgende kombination af løsninger vil kunne imødekomme de krav til blandt andet sikkerhed og punktlighed, som et fuldautomatiseret system skal leve op til:

- Forbedret skiltning og markering på perron
- Installation af videoovervågning, der dækker hele perronen

- Nyt passagerinformationssystem for nøjagtig information i realtid
- Opkaldspunkter.

Perrondøre er ikke en del af den foreslåede løsning. Dette skyldes, at perrondøre på samtlige per-
roner på S-banen vil give en markant meromkostning i en størrelsesorden, der vurderes at gøre
fuldautomatisering økonomisk uattraktiv. Derudover vil perrondøre vanskeliggøre udrulningen af
nyt rullende materiel, idet det nye og gamle materiel efter al sandsynlighed ikke vil have dørene
placeret samme sted. Derfor vil perrondøre umuliggøre blandet drift med både nyt og gammelt
materiel i transitionsperioden, som strækker sig over ca. otte år, inden de nye, fuldautomatiserede
S-tog er fuldt indfasat.

Anbefaling

I forhold til infrastruktur på sporene anbefaler DSB at installere Distributed Acoustic Sensing
(DAS) langs S-banens spor, således at bevægelser ind mod eller på sporet registreres. Derud-
over anbefaler DSB, at DAS-teknologien suppleres med et detekteringssystem (ODS-T) på to-
get samt blandt andet forbedrede hegn og afskærmning på broer ved særligt udsatte steder.

DAS-teknologien vil udløse en alarm til signalsystemet, som bremser et tog, der nærmer sig ste-
det for registreringen, og stopper toget, når det når til stedet. Det er afgørende for fuldautomati-
seringen, at kvaliteten af disse alarmer og følgende registreringer af personer, dyr eller gjenstande
ved og på sporet er høj. Derfor planlægger DSB et udbud af testinstallationer gennemført allerede
i 2022, således at test, dataindsamling og kalibrering kan gennemføres fra 2023-2024.

Detekteringssystemet på toget (ODS-T) vil kunne monteres foran på det rullende materiel og vil
kunne afsøge strækningen foran toget ved hjælp af blandt andet sensorer. Med et detekteringssy-
stem på toget vil det rullende materiel fortsat stoppe, alternativt reducere hastigheden, og det vil
være muligt at se, om der reelt er en hindring på sporet. Et detekteringssystem vil også kunne
understøtte sikkerheden i et fuldautomatiseret system. Endvidere vil DSB som led i indkøbet af
ODS-T installere og afprøve teknologien på de eksisterende, konventionelle S-tog for at sikre
test, dataindsamling og kalibrering af ODS-T forud for udrulningen af de fuldautomatiserede tog.

Derudover vurderer DSB, at det vil være nødvendigt, at de to detekteringssystemer suppleres af
vildthejn og afskærmning af broer på udvalgte steder.

Anbefaling

I forhold til infrastruktur og signalsystemet anbefaler DSB, at signalsystemet hurtigst muligt
opgraderes til såkaldt niveau fire, der gør fuldautomatisk drift mulig. Opgraderingen til niveau
fire sker i forlængelse af implementeringen af niveau to.

En opgradering af signalsystemet til såkaldt niveau fire er en forudsætning for at kunne køre fuld-
automatisk drift. Signalsystemets funktionalitet i udrulningen er planlagt til niveau to, der under-
støtter den nuværende, konventionelle drift. Opgradering til niveau fire vil kunne påbegyndes ef-
ter udrulning af niveau to, og når der er sikret en stabil drift med niveau to. Opgraderingsprojektet
vil kunne påbegyndes, når det nye signalsystem er klar til ibrugtagning, hvilket forventeligt er i
2023. En opgradering før udrulning af det nye rullende materiel vil reducere risici i transitionsperi-
oden, da det giver længere tid til at teste systemet og indsamle data.

Anbefaling for fremtidig organisering

Anbefaling

DSB anbefaler, at ansvaret for den samlede opgavevaretagelse på S-banen placeres hos DSB, herunder ansvaret for kundeoplevelsen, økonomi og sikkerhed. Det betyder, at DSB ejer det rullende materiel og har ansvaret for den daglige drift, trafikstyring, signalsystemet, vedligeholdelse og fornyelse af infrastrukturen, som Banedanmark udfører på vegne af DSB. DSB anbefaler, at Banedanmark fortsat skal varetage ejerskab, herunder opgaven vedligeholdelse og fornyelse af den konventionelle infrastruktur.

Med etableringen af en fuldautomatiseret S-bane skabes der et integreret system, som giver en større afhængighed mellem togdrift og infrastruktur end ved konventionel drift. I den fremtidige organisering er DSB derfor hovedansvarlig for den fremtidige fuldautomatiserede S-bane, herunder også trafikstyring og signalsystem. Dette gælder såvel udrulning som den fuldautomatiserede S-banes samlede performance og sikrer et entydigt ansvar for de dele af S-togssystemet, der er direkte relateret til det fuldautomatiserede system. Dog vil ansvaret inden for sektoren fordeles med henblik på at udnytte henholdsvis DSB's og Banedanmarks kompetenceområder og skalafordele.

Organiseringen indebærer, at DSB varetager det samlede styrings-, integrations- og udviklingsansvar for S-banens økonomi, kunder og sikkerhed. Banedanmark vil fortsat eje den konventionelle infrastruktur og være ansvarlig for at vedligeholde og udvikle den konventionelle infrastruktur. Udførelse af vedligeholdelse og fornyelse af konventionel infrastruktur reguleres på basis af en ydelseskontrakt mellem Banedanmark og DSB, der tager udgangspunkt i Banedanmarks nuværende aftale med Sund & Bælt vedrørende Femern Bælt-forbindelsen.



1.5.2 ANBEFALINGER TIL "HVORDAN"

DSB anbefaler en udbuds- og kontraktstrategi, der afspejler markedets evner og skaber mere effektiv konkurrence. Udrulningen af fuldautomatiseringen på S-banen indledes på Ringbanen og foretages derefter linje for linje.

Anbefaling for model for udbuds- og kontraktstrategi

Anbefaling

På baggrund af den gennemførte markedsdialog og en risikobetragtning anbefaler DSB en udbuds- og kontraktstrategi baseret på en model kaldet markedsmodellen med op til fem målrettede udbudspakker samt en kontraktpakke vedrørende Banedanmarks håndtering af infrastrukturen.

Udbudspakkerne er som følger:

1. Fuldautomatiseret rullende materiel, detekteringssystem på toget og vedligeholdelse heraf
2. Distributed Acoustic Sensing (DAS) og vedligeholdelse heraf
3. Understøttende systemer til den fuldautomatiserende drift (eksempelvis hardware i infrastrukturen, software til passagerinformationssystemer og videoovervågning) og vedligeholdelse heraf
4. Operatør af fuldautomatiseret materiel (efter endt udrulning) (*mulig udbudspakke*)
5. Overvågning af infrastruktur (mulig udbudspakke – skal analyseres nærmere).

Opdelingen vurderes at afspejle markedets evner i forhold til at skabe mere effektiv konkurrence og sikre de bedste leverandører inden for hvert kontraktområde. Dette understøtter målet om den samlede økonomisk mest fordelagtige løsning. Samtidig respekterer modellen det nye signalsystems centrale betydning for det fuldautomatiserede togsystem og tager højde for, at alene DSB som offentlig styringspart kan kontrollere og tage ansvar for det samlede systems ydelse. Derudover sikres en bedre indsigt og kontrol med kritiske og væsentlige leverancer i udrulningsfasen.

Konsekvensen af dette er, at DSB som den offentlige styringspart skal stå for koordineringen af integrationen mellem forskellige leverandører, og at driftsansvaret i udrulningsfasen er entydigt placeret hos DSB med ansvar for systemets samlede ydelse. Uanset den justerede udbuds- og kontraktstrategi vil der fortsat være et betydeligt privat engagement i den fremtidige opgaveløsning; herunder særligt i den mangeårige driftsfase, hvor både drift og vedligehold på tværs af DSB's og Banedanmarks nuværende opgaver i betydeligt omfang vil være udbudt.

Anbefaling for model for udrulning

Anbefaling

DSB anbefaler, at første kørsel med fuldautomatiseret passagerdrift sker på Ringbanen i såkaldt pilotdrift, og at udrulningen af fuldautomatiseret drift foretages linje for linje derefter.

Ringbanen (linje F) er udvalgt, fordi den dels er bedst egnet til at reducere risici og gener forbundet med udrulningen, dels giver mulighed for tidlig gevinstrealisering, hvis frekvensen øges. Dette

skyldes, at den fuldautomatiserede drift giver mulighed for kortere vendetider af tog. Hertil kommer, at driften på Ringbanen giver mulighed for at dokumentere og evaluere, om leverandører lever op til kontraktlige krav.

Når Ringbanen er succesfuldt idriftsat, vil der efterfølgende foretages udrulning af fuldautomatiserede S-tog på den resterende del af netværket linje for linje. Dette er valgt i modsætning til eksempelvis flere linjer på én gang, fordi det giver DSB mulighed for løbende at indhente erfaringer med fuldautomatiseret drift og dermed reducerer kompleksiteten i udrulningen.



1.5.3 ANBEFALINGER TIL "HVORNÅR"

DSB anbefaler, at ansvaret for den samlede opgavevaretagelse på S-banen samles i DSB senest i 2027, og at der er tre politiske beslutningsporte for implementering af en fuldautomatiseret S-bane.

Anbefaling for det videre forløb

Anbefaling

For at sikre en mere smidig omstilling til fuldautomatisk drift anbefaler DSB, at ansvaret for den samlede opgavevaretagelse på S-banen samles i DSB senest i 2027. Videre anbefaler DSB, at en eventuel overdragelse af driften af den fuldautomatiserede S-bane til en privat operatør udskydes, indtil udrulningen er afsluttet, forventeligt 2039, for at sikre en stabil transitionsfase og dermed øge sandsynligheden for at kunne opretholde driften i løbet af transitionen.

Det samlede ansvar for S-banen overdrages til DSB senest i 2027. Det indebærer, at medarbejdere inden for blandt andet trafikstyring, signalsystemet med videre overdrages fra Banedanmark til DSB.

Idet udrulning af fuldautomatiseret drift på S-banen er forbundet med risici, idriftsættes de fuldautomatiserede S-tog først på Ringbanen medio 2029, som er en isoleret strækning. Det skal ses i lyset af, at DSB under hensyntagen til, at det centrale afsnit gennem København ikke bliver påvirket, vil sikre grundlaget for stabil indfasning af fuldautomatiseret materiel samt indsamle erfaringer før videre udrulning.

Den videre udrulning vil efterfølgende ske gradvist toglinje for toglinje frem mod 2037 og med fokus på forhold, som bedst balancerer risici samt hensynet til kunder og opretholdelsen af S-togsdriften. Når de sidste tog til at imødesee fremtidig passagertilvækst er leveret i 2039, en ny køreplansstruktur med høj frekvens har vist sig robust, og gevinsteme fra den fuldautomatiserede drift derved er realiseret, vil S-banens operatørrolle kunne blive udbudt.

Anbefaling for det videre forløb i programmet

Anbefaling

Det anbefales, at programplanen for det videre arbejde opererer med tre politiske beslutningsporte for implementering af en fuldautomatiseret S-bane:

- Primo 2021: Politisk beslutning om igangsættelse af fase 2 for anskaffelsen af fuldautomatiserede S-tog og principgodkendelse af ændringer i sektoransvar fra Banedanmark til DSB
- Primo 2023: Politisk godkendelse af det endelige udbudsmateriale for fuldautomatiserede S-tog samt godkendelse af det endelige design af sektormodellen og overordnet tidsplan for overdragelse
- Medio 2025: Politisk godkendelse af tildeling af kontrakt på indkøb af nye fuldautomatiserede S-tog og igangsættelse af overdragelse af sektoransvar fra Banedanmark til DSB.

DSB har udarbejdet en programplan, der redegør for tidslinjerne for de respektive faser i programmet frem mod den fulde udrulning af en fuldautomatiseret S-bane i 2039.

For selve indkøbet af det rullende materiel følger DSB en fasemodel, som tager udgangspunkt i samme model, der er anvendt i indkøbsprogrammet Fremtidens Tog. Derudover er der indlagt såkaldte bølger i programplanen, som tager udgangspunkt i transformationen fra den nuværende, konventionelle S-bane til en fuldautomatiseret S-bane.

De organisatoriske og teknologiske ændringer adskilles tidsmæssigt for at minimere risici, og DSB arbejder målrettet på at reducere risici og kompleksitet i løbet af programmet. Planen illustrerer, at gennemførelsen af anskaffelsen af fuldautomatiseret materiel er den kritiske vej mod fuldautomatiseringen af S-banen og definerer varigheden af den samlede transformation. Af denne årsag lægger DSB op til en beslutning om at igangsætte fase 2 allerede primo 2021, da dette ville bidrage til at reducere risici ved fuldautomatiseringen.

1.5.4 DET ØKONOMISKE GRUNDLAG OG RISICI

Det økonomiske grundlag

DSB har i fase 1 gennemført en økonomisk fremskrivning af S-banens samlede økonomi og har beregnet en samlet investering⁷ på 15,5-18,9 mia. kr. Intervallet er udtryk for den usikkerhed, der er forbundet med estimatet. Beløbet fordeler sig mellem 11,9-14,5 mia. kr. til toganskaffelsen, 2,2-2,6 mia. kr. til fuldautomatiseret infrastruktur og 1,4-1,8 mia. kr. til øvrige investeringer, herunder levetidsforlængelse og programomkostninger. Omkostningerne til vedligeholdelse og fornyelse af konventionel infrastruktur forventes at ligge på samme niveau som i dag, og vil skulle afholdes uanset om S-banen fuldautomatiseres. Tilsvarende vil der uagtet fuldautomatisering skulle indkøbes nye S-tog inden for samme tidshorizont som dette program.

Rambøll/Parsons⁸ har i 2017 beregnet en samlet investering på 15,1 mia. kr. i 2020-priser. Det væsentligste analyserede element, der påvirker økonomien i forhold til tidligere er anbefalingen vedrørende et øget antal tog og merpris per togsæt på baggrund af viden indhentet i markedsdialogen og behovet for at kunne imødekomme den forventede, fremtidige passagervækst.

⁷ Alle nødvendige omkostninger til fuldautomatiseret infrastruktur endnu ikke opgjort. Eksempelvis er omkostninger til fuldautomatisk kobling endnu ikke analyseret. Investeringen i infrastruktur inkluderer ikke Banedanmarks udgifter til eksisterende, konventionel infrastruktur. Alle estimater for den samlede investering er angivet uden ikke-aflytningsberettiget moms

⁸ "Copenhagen S-bane Automation Study, Final Report", Transport-, Bygnings- og Boligministeriet, Rambøll/Parsons, 2017".

Risici

Udrulningen af fuldautomatiseret drift på S-banen er som alle store programmer forbundet med risici, som DSB skal tage stilling til og håndtere. Der er i det indledende arbejde særligt identificeret risici knyttet til forsinket transition og højere omkostninger.

DSB har allerede identificeret en række initiativer, der kan reducere risici og kompleksitet, der primært er forbundet med overgangen til fuldautomatiseret drift. Disse benævnes forsikringsoptioner. DSB har allerede indarbejdet en række af disse forsikringsoptioner i planlægningen af det videre arbejde med fuldautomatiseringen af S-banen for at reducere risici og kompleksitet mest muligt. Overordnet set er det som i tidligere analyser forventningen, at brug af Ringbanen som første strækning med passagerdrift kan reducere risikoen forbundet med udrulningen væsentligt, som også beskrevet i afsnit 7 i separat anbefaling.

Forsikringsoptionerne beskrives i afsnit 10.2. og fremgår og så nedenfor, jævnfør Figur 1.1.

Oversigt over forsikringsoptioner		Figur 1.1	
		Forventes iværksat	Strategisk risiko håndteret
Rullende materiel			
Fleksibilitet i udrustning og indretning af det rullende materiel	●	2020	■
Fleksibilitet i indkøbet af antal togsæt	●	2020	■
Mulighed for yderligere fem års levetidsforlængelse af nuværende togflåde	●	2021, 2024, 2029	■ ■
Mulighed for at gå tilbage til manuel kobling hvis automatisk kobling fejler	●	Afventer yderligere analyser	■
Nye tog vil kunne forberedes teknisk for eftermontage af førerrum	●	2020, 2024, 2029	■
Udrulning			
Ringbanen som tidlig udrulning sikrer performance før videre udrulning	●	2020	■
Sikkerhedsgodkendelse sker i tæt, løbende samarbejde med centrale myndigheder	●	2020	■
Tidslinjen for togindkøbet giver flere års buffer for anskaffelse og justering af fuldautomatiseret teknologi	●	2020	■
Signalsystemet opgraderes til fuldautomatisk drift i god tid inden fuldautomatiske tog leveres	●	2021, 2023	■ ■
Nuværende togflåde fastholdes som varm reserve indtil en fuld toglinje er fuldautomatiseret	●	2025, 2029	■
Organisation			
Fastholde én operatør i overgangsperioden for at sikre entydigt ansvar og kundefokus	●	2020	■
Organisationstilpasninger gennemføres i god tid inden driftsmæssige og tekniske forandringer	●	2020	■
● Option indgår allerede i tidsplaner og oplæg	■ Kundebehov ikke opfyldt	■ Højere omkostninger til automatiseret system	
● Option kræver yderligere analyse før beslutning træffes	■ Forsinket transition	■ Forstyrrelse af drift i transitionen	
● Option påtænkes ikke anvendt			

* I oversigten vises de forsikringsoptioner, DSB har identificeret indtil videre.

Del 1

Hvad

I dette afsnit beskrives den tekniske og organisatoriske løsning, der muliggør fuldautomatiseringen af S-banen og opfyldelsen af kundernes stigende krav til mobilitet og service.



2

Kundeoplevelse og servicekoncept

Med fuldautomatiseringen af S-banen vil DSB gøre S-banen mere attraktiv. Dette opnås ved at forbedre køreplanen i form af øget frekvens mellem afgangene. Derudover vil en forbedret køreplan sikre, at kunderne fordeles på flere afgangene, hvilket er nødvendigt for at imødekomme den forventede passagervækst i fremtiden. Endelig er der i dette afsnit anbefalinger til antallet af stewards og automatisk kobling, hvilket understøtter det fremtidige servicekoncept.

2.1 ANBEFALING FOR KØREPLANEN

Anbefaling

DSB anbefaler at gøre S-banen mere attraktiv ved at forbedre køreplanen og reducere kundernes ventetid og dermed den oplevede rejsetid. Dette opnås ved at øge frekvensen, så næsten alle stationer får mindst otte afgangene i timen. Det indebærer, at det for mange af kunderne ikke længere vil være nødvendigt at planlægge rejsen hjemmefra. Detaljerne i den endelige udvidelse af køreplanen kan fastlægges senere.

I overensstemmelse med den politiske ambition som udtrykt i "Fremtidens togtrafik i Hovedstadsområdet" vil DSB som minimum fastholde det nuværende serviceniveau. Samtidig anbefaler DSB at gøre S-banen mere attraktiv og tage hånd om passagervæksten ved at øge frekvensen. Forudsætningen for passagervækst er beskrevet i afsnit 1.4. Det vigtigste er i den sammenhæng at adressere de steder i netværket, hvor efterspørgslen er størst. Et muligt bud på en køreplan er benævnt 32+4, hvor der planlægges med 32 tog i timen på den centrale del af netværket (mellem Svanemøllen St. og Dybbølsbro St.), mens fire yderligere afgangene i timen vil køre mellem Frederikssund/Ballerup og et nyanlagt vendespor ved Carlsberg Station.

Vendespor ved Carlsberg St.

For at forbedre serviceniveauet med køreplanen 32+4 vil det være nødvendigt at anlægge et vendespor ved Carlsberg St. Det skyldes behovet for at øge frekvensen der, hvor der er flest passagerer.

Frederikssundstrækningen har stort set lige så mange rejsende som Hillerød- og Køgestrækningerne, men er kun betjent med ni tog i timen, mens Hillerød- og Køgestrækningerne er betjent med 12 tog i timen. Dermed er kapaciteten i det rullende materiel på Frederikssundstrækningen mere udfordret end på Hillerød- og Køgestrækningerne.

Anlæggelsen af et vendespor ved Carlsberg St. vil betyde, at frekvensen allerede med eksisterende materiel vil kunne øges mellem Ballerup og Valby, hvor der er flest rejsende, og herved både øge kapaciteten og samtidig forbedre betjeningen, så alle stationer som minimum bliver betjent hvert 10. minut. Den øgede frekvens vil også understøtte den forventede, fremtidige passagervækst. Samtidig vil et vendespor understøtte en robust trafikafvikling, som mindsker risikoen for forsinkelser og aflysninger. Dette vil være tilfældet, uanset om S-banen fuldautomatiseres.

I transitionsfasen vil et vendespor ved Carlsberg St. skabe mulighed for at opnå driftserfaringer med kørsel med førerløse tog i det åbne land og ved høje hastigheder, uden det fuldautomatiske materiel rammer den centrale del af netværket. Fejl på denne del af netværket vil kunne have store konsekvenser for punktligheden på hele S-banen.

Køreplanudvidelsen 32+4 ligger i naturlig forlængelse af mulige køreplansudvidelser præsenteret i tidligere analyser, og tager højde for det politiske ønske om, at der som et led i fuldautomatiseringen skal ske en forøgelse af antallet af afgang på S-banen til havn for passagererne.

I dag venter størstedelen af kunderne i dagtimerne maksimalt ti minutter på næste tog på størstedelen af netværket. Den udvidede køreplan medfører, at dette i de fleste tilfælde falder til maksimalt 7,5 minutter, svarende til minimum otte afgang i timen på størstedelen af netværket. Undersøgelser viser, at kundernes behov for at planlægge rejsen i mange tilfælde overflødiggøres med en så høj frekvens. DSB vil arbejde videre med at fastlægge detaljerne i køreplanen i fase 2.

Forskellige muligheder for at udvide køreplanen ved at øge frekvensen

Det nye signalsystem giver mulighed for at forbedre serviceniveauet ved at øge frekvensen mellem afgangene. I tidligere analyser (Rambøll/Parsons⁹) er der foreslået en model kaldet Flex36 efter antallet af tog i timen gennem den centrale del af netværket. Der kører med den nuværende køreplan 30 tog i timen gennem den centrale del af netværket.

DSB har analyseret konsekvenserne af Flex36. På trods af at frekvensen øges gennem den centrale del af netværket, tager udvidelsen ikke højde for den forventede passagervækst. Udvidelsen foretages således ikke på de strækninger med størst behov. Derudover vil mange kunder ikke opleve en forbedring i frekvensen i forhold til i dag.

DSB har derfor på baggrund af Flex36 udarbejdet et alternativ, benævnt 32+4. Dette alternativ øger frekvensen, hvor behovet er størst og dermed sikres i højere grad plads til alle kunder. Samtidig får flere kunder reduceret ventetiden på grund af den øgede frekvens. I forhold til punktlighed vurderes 32+4 at være mere robust over for forstyrrelser i driften.

Som beskrevet ovenfor er det således den mulige køreplansudvidelse kaldet 32+4, der ligger til grund for anbefalingen om at gøre S-banen mere attraktiv ved at øge frekvensen og reducere kundernes ventetid og den oplevede rejsetid.

⁹ "Copenhagen S-bane Automation Study, Final Report", Transport-, Bygnings- og Boligministeriet, Rambøll/Parsons, 2017".

Der kører i dag op til 30 tog i timen i hver retning mellem København og Østerport. En fastholdelse af den eksisterende køreplan med 30 tog i timen vil i kombination med den forventede passagervækst betyde, at DSB enten skal indkøbe tog med samme bredde som de nuværende S-tog, hvilket vil begrænse markedet og påføre programmet udviklingsrisici, eller forringe det eksisterende serviceniveau, herunder gå på kompromis med belægningen i toget med negative konsekvenser for punktligheden, for rejsetiden eller begrænse cykelmedbringning, som har været en betydelig vækstfaktor for S-banen. Ved at øge frekvensen hvor der er flest kunder, vil kunderne fordele sig over flere afgange, hvorved der ikke er behov for så stor kapacitet på den enkelte afgang for at kunne tilbyde hovedparten af kunderne en siddeplads.

Som beskrevet i afsnit 3.4 tilbyder markedet i udgangspunktet ikke tog med en bredde svarende til de eksisterende S-tog.

Den gennemførte markedsdialog

DSB har som led i arbejdet med at afdække markedet for fuldautomatiserede baner gennemført en markedsdialog i tre omgange. Markedsdialogen har sikret DSB indsigt i markedets kompetencer og risikovillighed.

I markedsdialogen blev potentielle, internationale leverandører inviteret til at give input til den fremtidige løsning for en fuldautomatiseret drift af S-banen, både i forhold til den tekniske og operative løsning og i forhold til det påtænkte kontraktuelle og organisatoriske setup.

Dialogen blev dels gennemført på et skriftligt grundlag og dels ved afholdelse af en række workshops og online-møder. I markedsdialogen deltog både togproducenter, leverandører af teknologi til fuldautomatisering, leverandører af understøttende systemer, infrastrukturleverandører og vedligeholdere samt togoperatører, herunder operatører med særlig stor erfaring med fuldt automatiserede systemer.

DSB har dermed modtaget input baseret på erfaring og viden fra en række af de mest veletablerede og førende leverandører og operatører på markedet.

At markedet ikke i udgangspunktet tilbyder tog med en bredde på 3,6 meter betyder, at passagerkapaciteten per togmeter bliver lavere, og at et tog med en given længde alt andet lige vil kunne medtage færre kunder. Det betyder videre, at for at kunne opretholde samme service over for kunderne bliver det centralt at optimere frekvensen af tog, med andre ord øge antallet af tog per time. Dette er også nødvendigt for at kunne imødekomme et forventet stigende antal kunder på S-banen både frem mod introduktionen af fuldautomatiske tog og i årene efter.

2.2 ANBEFALINGER, DER UNDERSTØTTER DET FREMTIDIGE SERVICEKONCEPT

Stewards er en integreret del af et fuldautomatisk system, og yder blandt andet kundeservice i tog og på stationer, foretager lettere rengøring og vil kunne fremføre togene manuelt, såfremt der er behov herfor. Stewards er en integreret del af et fuldautomatisk system, og kendes fra såvel den københavnske metro som andre metro- og bybaner verden over. Det forventes, at der vil være flere stewards, end der i dag er revisorer på S-banen. Herved kan stewards være med til at øge service og passagertrygheden på S-banen. Ud over kundeservicen bidrager stewards også til at sikre, at det fuldautomatiske system fungerer hensigtsmæssigt, blandt andet kan stewards håndtere større passagemængder og mindre driftsforstyrrelser.

I de tidligste faser med det fuldautomatiske system vil der være en høj bemanning af stewards, så de kan køre med alle tog. Når fuldautomatisk drift er implementeret på en større del af netværket, vil stewards ikke være til stede i alle tog, men være placeret på udvalgte perroner og tog.

Anbefaling

DSB anbefaler, at der indsættes cirka 210-270 stewards i kombination med tekniske løsninger, der skal understøtte og sikre den fuldautomatiske drift på S-banen.

Det anslås, at der er behov for cirka 210-270 stewards til at betjene S-banen under fuldautomatisk drift. Uden lokomotivførere kan der opstå situationer, hvor kunderne i værste fald skal vente i et tog op til 15 minutter, før en steward er fremme. Normalt vil ventetiden i dagtimerne være 2-3 minutter på den centrale del af netværket, mens den normale ventetid på de ydre dele af netværk vil være 7-8 minutter i dagtimerne. I disse situationer vil passagererne kunne kommunikere direkte med driftscenteret, som vil kunne give retvisende passagerinformation. Ligeledes vil kunderne også på perronen have mulighed for at kommunikere med driftscenteret, hvis der skulle opstå behov. Skulle det på et senere tidspunkt vise sig, at der er behov, vil det være muligt at øge antallet af stewards. Det præcise antal stewards vil blive fastlagt som led i arbejdet med at detaljere sikkerheds- og servicekonceptet i de følgende faser.

DSB forudsætter derudover, at det nuværende høje niveau for kundepunktlighed som minimum fastholdes. Stewards bidrager også til at sikre punktigheden. I et fuldautomatisk system sker dette i sammenspil med tekniske løsninger såsom detekteringssystemer. Kombinationen af stewards og tekniske løsninger erstatter således lokomotivførerne og bidrager til den samlede driftsstabilitet. DSB sigter i den sammenhæng mod at installere og optimere tekniske løsninger mest muligt, da der derved skabes det bedste grundlag for en fuldautomatisk drift. Den endelige plan herfor udvikles i fase 2.

3

Rullende materiel

Den eksisterende, konventionelle flåde af aldrende S-tog når slutningen af deres teknologiske levetid i perioden fra 2026 og frem til 2036. Med ønsket om at fuldautomatisere og effektivisere S-banen er det vigtigt at afklare de behov, der stilles til et fremtidig togvalg. Disse behov er resultatet af den særegne infrastruktur, passagemængden og serviceniveauet, som definerer S-banen, samt de nye behov, en fuldautomatisering af S-banen vil afstedkomme.

Bybaner er særegne, da de adskiller sig fra både metro og fjernbaner, som standardløsningerne på markedet for rullende materiel er udviklet til. Det betyder, at der i mindre grad findes standardløsninger for rullende materiel til bybaner. S-banen er i denne sammenhæng særlig unik i den forstand, at der er tale om en bybane, der geografisk set strækker sig over et stort areal, hvor togene kører med høj hastighed og i åbent land. Derfor er de eksisterende S-tog også specialfremstillet til driften af S-banen og dens specifikke behov i København.

De eksisterende S-togs karakteristika påvirker naturligt kravene til de nye S-togs bredde og længde samt komfort og tophastighed. Dette er nærmere beskrevet nedenfor, og DSB præsenterer anbefalinger til henholdsvis bredde/længde, komfort og hastighed i de følgende afsnit.

Eksempelvis er profilen på de eksisterende S-tog usædvanligt bred sammenlignet med andre metrosystemer og S-togslignende bybaner, der ofte har smallere vogne af hensyn til tunneldimensioner. Bredden på de eksisterende S-tog gør det muligt for kunder at medbringe cykler samtidig med, at toget har kapacitet til at rumme det nødvendige antal kunder inden for perronernes gennemsnitlige længde på 175 meter.

Komforten i S-togene er et andet særligt karakteristika for S-banen, idet netværkets udstrækning betyder, at et stort antal pendlere har lange rejsetider i toget. Et lavere komfortniveau, som er standarden i de fleste bybaner og metroer, vil blive oplevet som en serviceforringelse, fordi rejsetiden i givet fald ikke vil kunne bruges som arbejdstid eller til afslapning. Kundeundersøgelsen har vist, at kunderne tillægger dette stor betydning på særligt de længere rejser. DSB har dog ikke behandlet de egentlige krav til indretningen af toget på nuværende tidspunkt, da det først er relevant på et senere tidspunkt i indkøbsprocessen.

Endelig er S-togets tophastighed relevant, da forlængede rejsetider vil forringe mobiliteten i Hovedstadsområdet og dermed reducere antallet af kunder. Den nuværende S-bane har en tophastighed på 120 km/t, hvilket er højere end de fleste bybaner og metroer. Det bemærkes i den sammenhæng, at metrotog typisk har en tophastighed på 80-90 km/t. Indeværende beslutningsoplæg behandler således kun de egentlige køreegenskaber, som påvirker rejsetiderne og komforten.

3.1 MARKEDET FOR FULDAUTOMATISK RULLENDE MATERIEL

Med afsæt i ovenstående behovskriterier for driften samt kravet om, at de nye S-tog skal være fuldautomatiserede og i stand til at operere i den eksisterende infrastruktur, har DSB gennemført flere runder af markedsdialogen med førende leverandører af tog til fuldautomatiserede systemer.

Formål med markedsdialogen i forhold til rullende materiel

- At undersøge, hvorvidt det er muligt at købe standardtog, der opfylder S-banens specifikke behov, så leverings- og pålidelighedsrisici samt mulige levetidsomkostninger er så lave som muligt.
- At undersøge markedets mulige tog/produktplatforme, der kunne danne grundlag for fremtidige S-tog.
- At forstå markedets teknologiske status og trends for fuldautomatiske systemer til at sikre gode og robuste løsninger, der er holdbare fremadrettet.
- At forstå markedets interesse for og erfaring med vedligeholdelse af et nyt togssystem.

Dialogerne med markedet viste først og fremmest, at markedet ikke umiddelbart kan levere nye fuldautomatiske S-tog, der som standard opfylder S-banens nuværende behov og har de samme egenskaber som de eksisterende S-tog. DSB har således erfaret, at markedet i udgangspunktet ikke tilbyder tog med en bredde svarende til de eksisterende S-tog, og at fastholdelse af et krav om samme bredde som de nuværende tog medfører, at den nødvendige konkurrence ikke ville kunne opretholdes i en efterfølgende udbudsproces.

Ligeledes blev det klart, at markedet for tog til bybaner som metro og S-tog i høj grad er præget af kundespecifik udvikling og tilpasning til lokal infrastruktur. Det betyder, at det nye S-tog under alle omstændigheder skal udvikles og tilpasses til S-banens infrastruktur (eksempelvis kørestrøm, hastighed, tunnelprofiler, perronhøjder, antal døre med videre) samt drift og kapacitet.

Dertil kommer, at hastigheden på de fleste fuldautomatiske togssystemer ligger under de 120 km/t, som S-toget kører i dag. Det indebærer behov for at integrere høj hastighed med et fuldautomatiseret system for at kunne opretholde samme serviceniveau som i dag.

Markedsdialogerne gjorde det således klart, at de særegne karakteristika ved de nuværende S-tog betyder, at indkøb af nyt rullende materiel i et vist omfang vil være forbundet med udviklingsrisici, uanset om der er tale om fuldautomatiseret materiel eller konventionelt materiel. DSB har med afsæt i denne forståelse fastsat nogle få, centrale og overordnede krav til det kommende rullende materiel for både at minimere udviklingsrisici og samtidig sikre, at materiellet kan leve op til de fremtidige kundebehov. DSB vil i denne sammenhæng tilskynde, at producenterne i videst muligt omfang tager udgangspunkt i de kendte produktplatforme og gænanvender så mange komponenter som muligt herfra.

3.2 ANBEFALINGER TIL TILPASNING AF DET RULLENDE MATERIEL

Med viden om, at en komplet standardløsning ikke findes som erstatning for det eksisterende materiel, og at tilpasning er nødvendig, har det været vigtigt for DSB at undersøge, i hvilken grad de eksisterende behov/krav vil påvirke en tilpasning af nyt materiel, og hvordan DSB kan sikre, at den fremtidige anskaffelsesopgave kan realiseres inden for det estimerede budget, tidslinje og risikovillighed.

Valg og tilpasning af det rullende materiel er drevet af en række behov, som er drevet af grænsefladerne til den eksisterende infrastruktur og nye fuldautomatiske infrastruktur samt ønsket om, at drift og serviceniveau fastholdes på samme høje niveau som i dag:

Anbefaling

DSB anbefaler at benytte funktionelle krav, der giver togproducenterne størst mulig frihed til at opfylde de nødvendige krav for det fremtidige S-tog vedrørende eksempelvis kapacitet. Dog vil toget så vidt muligt skulle tilpasses den eksisterende infrastruktur for at minimere ændringer og ombygning heraf og for at sikre det rette sikkerhedsniveau.

Eventuelle undtagelser analyseres i fase 2 som en del af arbejdet med at fastsætte det endelige krav for det rullende materiel.

S-banens infrastruktur og hele S-banenetværket med eksisterende installationer, kørestrømsanlæg, stationer med perroner, skinner, broer og tunneller med mere danner rammen om S-banens drift. Disse karakteristika er unikke for S-banen, og for at minimere såvel omkostninger til infrastrukturtilpasninger og risici forbundet hermed vil det kommende rullende materiel således i videst muligt omfang skulle tilpasses den eksisterende infrastruktur.

Ved en fuldautomatisering af S-banen vil omdrejningspunktet være en fuldautomatisering af infrastrukturen med det nye signalsystem. Det betyder, at det rullende materiel vil skulle tilpasses her til for at sikre fuld integration med dette og de øvrige sikkerhedsbærende systemer.

Det nyt rullende materiel vil skulle tilpasses følgende infrastrukturelle karakteristika:

- Strømforsyning på 1650V DC
- S-banens særlige friumsprofil
- Perronhøjde på 920 mm. Denne påvirker indstigningsforhold for blandt andet kørestolsbrugere
- Eksisterende gennemsnitlig perronlængde 175 meter.

DSB vil i fase 2 analysere den integration, der er mellem tog og infrastruktur med henblik på at finde den optimale og sikkerhedsmæssigt forsvarlige arkitektur for systemer til at kunne afklare de fremtidige krav.

Ud over den overordnede anbefaling om at give togproducenterne frihed til at opfylde de nødvendige krav vil der på baggrund af markedsdialogen og den eksisterende infrastruktur med fordel kunne fastsættes rammer for:

- Togets længde
- Togets bredde
- Passagerudveksling
- Togets køreegenskaber og komfortniveau.

Disse gennemgås nedenfor.

3.3 ANBEFALING FOR KRAV TIL TOGETS LÆNGDE

Den nuværende flåde af S-tog består af to togtyper, SA-modellen, som er 84 meter lang, og SE-modellen, som er 42 meter lang. De korte SE-tog udgør 30 ud af de alt 135 tog i den nuværende flåde og blev indkøbt for at kunne udvide kapaciteten i myldretid. Det betyder, at de korte tog (SE) generelt kører færre togkilometer og dermed er dyrere i drift per kilometer sammenlignet med de lange tog (SA). DSB har på den baggrund erfaret, at den potentielle optimering af driften, som to togstørrelser kan medføre, ikke opvejer den øgede kompleksitet og de øgede omkostninger, som er forbundet med at drifte en flåde med forskellige længder.

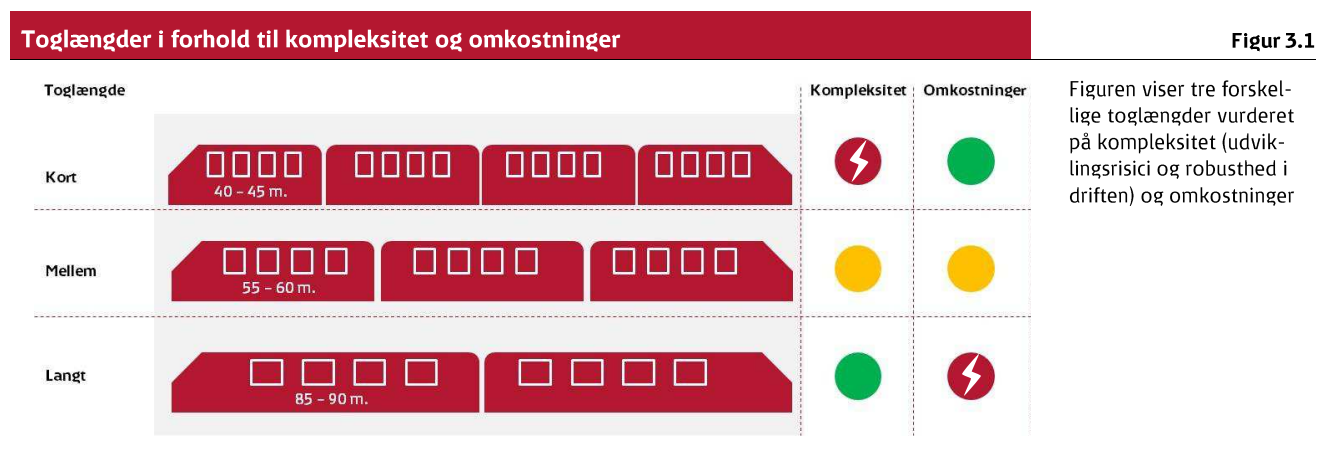
Anbefaling

DSB anbefaler en maksimal længde på togsæt på op mod 60 meter samt krav om, at der ikke kobles med mere end tre togsæt, således at togets samlede længde i alt udgør maksimalt 180 meter.

DSB har på baggrund af eksisterende perronlængder på vurderet tre toglængder:

- Et kort tog på 40-45 meter
- Et mellemlangt tog på 55-60 meter
- Et langt tog på 85-90 meter.

De tre toglængder er vurderet i forhold til udviklingsrisici, myldretidskapacitet, robusthed i driften og omkostninger. DSB har i den sammenhæng foretaget analyser af kompleksiteten ved de forskellige toglængder samt estimeret de årlige omkostninger forbundet med de tre toglængder baseret på input fra markedet samt eksisterende flåde om kapacitet og priser. Skalaen indikerer således, hvilken af de tre togtyper der relativt til de andre har den laveste kompleksitet og de laveste omkostninger (grøn) kontra den højeste kompleksitet og de højeste omkostninger (rød). Det er i denne sammenhæng markeret i figuren, at den øgede kompleksitet ved det korte tog samt de øgede omkostninger ved det lange tog er udslagsgivende for, at disse modeller udelukkes.



Kigger man på tværs af de tre toglængder, er det korte togsæt på mellem 40-45 meter for det første fravalgt da DSB fra markedsdialogen ved, at meget få leverandører har erfaring med fire koblede togsæt, som er nødvendigt med det korte togsæt. Der vil således være udviklingsrisici forbundet med valg af et kort togsæt. Givet de øvrige risici, der er forbundet med fuldautomatiseringen (se afsnit 10), ønsker DSB ikke at tillægge yderligere udviklingsrisici. Det vil være tilfældet, hvis leverandøren skal udvikle en funktionalitet, der understøtter fire koblede tog, som det korte togsæt vil medføre.

Hertil kommer for det andet, at et kortere togsæt tilbyder 5% mindre kapacitet til at understøtte myldretidsbehovet. Herved vil kapacitetsloftet på S-banen rammes hurtigere, såfremt det korte togsæt vælges. Denne effekt øges, såfremt det viser sig nødvendigt at installere førerrum.

For det tredje er robusthed i driften større med et 55-60 meter togsæt. Med et 40-45 meter togsæt vil der oftere være pladsmangel ved forstyrrelser i driften. Dette skyldes, at der med det korte togsæt vil være markant højere belægningsgrad på tidspunkter, hvor der kun kører et togsæt. Dermed vil driften med det korte togsæt være mere udsat ved forstyrrelser i driften.

Hensynet til at tilbyde tilstrækkelig kapacitet særligt i myldretiden, minimere udviklingsrisici og robusthed i driften vurderes således højere end den årlige besparelse på 15-60 mio. kr., der opnås ved et 40-45 meter langt tog sammenlignet med det mellemlange togsæt på 55-60 meter.

Sammenlignet med det mellemlange togsæt på 55-60 meter har det lange togsæt på 85-90 meter en årlig meromkostning på op til 55 mio. kr. Et togsæt på 85-90 meter kræver et antal koblinger svarende til dagens niveau. Et togsæt på 55-60 meter kræver omtrent dobbelt så mange og er derfor forbundet med en højere kompleksitet. De relativt flere koblinger for et togsæt på 55-60 meter vurderes dog ikke at være til gene for driften. Det bemærkes, at et togsæt på 60 meter vil give en højere kapacitet end et togsæt på 55 meter. Et togsæt på op til 60 meter kan dog også medføre, at der skal foretages punktvis ændringer i infrastrukturen. Betydningen af dette vil DSB undersøge nærmere i fase 2. Samtidig er togets maksimale længde på 180 meter drevet af længden på perronerne på netværket.

På den baggrund vurderes det mellemlange togsæt på op til 60 meter at være den mest fordelagtige løsning af de tre toglængder, idet det mellemlange togsæt giver mulighed for at have tre togsæt på størstedelen af perronerne og dermed tillader, at den fulde perronlængde udnyttes. Denne løsning vurderes således som den mest robuste i forhold til en eventuelt senere udbygning af S-baneinfrastrukturen med øget kapacitet i den centrale del af netværket (mellem Svanemøllen St. og Dybbølsbro St.). Der stilles ikke i denne fase krav om en eksakt længde. I stedet gives producenten frihed til at sikre den bedste kombination af kapacitet, økonomi, tilpasningsrisiko samt markedstilgængelighed.

3.4 ANBEFALING FOR KRAV TIL TOGETS BREDDER

Anbefaling

DSB anbefaler, at togproducenterne får frihed til at designe og levere en løsning, der imødekommer behovet for cykelmedbringning og samtidig minimerer udviklingsrisici og sikrer lavest mulige omkostninger for DSB. DSB har i den sammenhæng udelukket tog, der er mindre end 3,2 meter brede. Det egentlige krav til minimumsbredden fastlægges i fase 2.

DSB har på baggrund af markedsdialogerne evalueret tre scenarier for bredden af rullende materiel:

- Scenarie 1: Op til 3,2 meter, hvilket er svarende til typiske markedsstandarder for metro og regionaltog
- Scenarie 2: Mellem 3,2 og 3,4 meter, hvorved det forventes, at producenterne vil kunne anvende centrale dele af standardproduktplatforme og dermed reducere udviklingsrisiciene
- Scenarie 3: Over 3,4 meter, hvilket vil betyde, at der kan være tale om egentlige specialudviklinger.

DSB har evalueret de tre scenarier med afsæt i den eksisterende infrastruktur, den gennemførte markedsdialog og en driftsøkonomisk analyse og har på den baggrund valgt at arbejde videre med scenarie 2 og 3.

I forhold til cykelkonceptet vurderes det, at der med en optimering af togets indretning samt ståsejler i stedet for de nuværende klapsæder kan skabes de samme forhold som i dag med et togsæt, som er en smule smallere end de eksisterende S-tog. På baggrund af de gennemførte analyser er det dog DSB's vurdering, at toget skal være mindst 3,4 meter bredt, hvis det nuværende cykelkoncept med høj kapacitet i flexrummene skal fastholdes. Et tog med en bredde på op til 3,2 meter vil reducere pladser til såvel cykler som kunder i flexrummene. DSB har på den baggrund udelukket de typiske markedsstandarder for metro og regionaltog (scenarie 1).

DSB kan ud fra markedsdialogen konstatere, at der ikke eksisterer tog på markedet med samme bredde som de nuværende S-tog, som er 3,6 meter brede. Enkelte togproducenter har dog givet udtryk for, at de vil kunne levere tog med en sådan bredde. Dette vil dog være behæftet med udviklingsrisici og meromkostninger, og endelig vil det begrænse markedet for rullende materiel. Markedets input kombineret med DSB's egne simuleringer viser, at de årlige meromkostninger ved

et tog med samme bredde som de eksisterende S-tog vil være 60 mio. kr. (drift og annualiseret indkøb). DSB vil dog give producenterne frihed til at levere tog med en bredde som de eksisterende S-tog, hvis det samtidig kan sandsynliggøres, at dette ikke medfører unødige udviklingsrisici og øger investeringsomkostningerne væsentligt.

På den baggrund anbefales det, at bredden optimeres med udgangspunkt i et tog, der er mindst 3,2 meter bredt (scenarie 2 og 3), da det vil sikre den rette balance mellem kapacitet, risiko og udbud i markedet. Det bemærkes, at DSB vil arbejde videre med at definere krav til minimumsbredden i fase 2, og herunder sikre at evalueringsmodellen tilgodeser løsninger der bedst kan imødekomme krav om effektiv cykelmedbringning og den øgede passagertilvækst.

3.5 ANBEFALING FOR KRAV TIL KOBLING

Anbefaling

DSB anbefaler fuldautomatisk kobling på S-banen for løbende at kunne tilpasse kapacitetsudbuddet og optimere driftsomkostningerne.

DSB forventer at opretholde det nuværende koblingskoncept med koblinger ved endestationer for derved at tilpasse kapacitetsudbuddet hen over dagen og optimere driftsomkostningerne. DSB har stor erfaring med denne praksis og kobler i dag flere gange dagligt uden driftsmæssige forstyrrelser, hvilket også forventes at kunne realiseres i et fuldautomatisk system. Uden koblinger vil DSB køre rundt med markant overkapacitet uden for myldretiden og derved øge driftsomkostningerne med 325 mio. kr. årligt. Derudover er det som led i fuldautomatiseringen af S-banen DSB's ambition at minimere behovet for manuel betjening af netværket og dermed opnå en økonomisk gevinst i forbindelse med driften af S-banen.

DSB anbefaler derfor fuldautomatisk kobling. Dette kan kræve ændringer i signalsystemet, som ligger udover den nuværende funktionalitet. Såfremt disse ændringer ikke kan implementeres tilfredsstillende, har DSB flere muligheder for at mitigere dette, blandt andet vil DSB kunne indsætte flere stewards.

Den endelige udformning af konceptet i et fuldautomatisk system vil blive behandlet i kommende faser af programmet.

3.6 ANBEFALING TIL ANTALLET AF TOG

Anbefaling

DSB anbefaler, at der benyttes en rammeaftale med en fast minimumsordre på 180 togsæt, som reflekterer et scenarie uden passagervækst. Det er på baggrund af den forventede passagervækst forventningen, at der er behov for 216 togsæt. DSB vil løbende opdatere dette estimat for at sikre, at der ikke indkøbes flere togsæt end nødvendigt.

Med udgangspunkt i forudsætningen om en passagertilvækst på 0,5% årligt efter 2030 og de anbefalede krav til længde og bredde samt øget frekvens har DSB estimeret et behov for at indkøbe 216 togsæt, hvoraf 12 togsæt er til reserve. Usikkerhedsspændet i pladsbehov vil DSB håndtere med en rammeaftale med en fast minimumsordre og med en indbygget mulighed for at foretage supplerende indkøb. DSB har i den sammenhæng estimeret 180 togsæt som minimumsantallet af togsæt. Minimumsordren reflekterer et scenarie uden vækst i antallet af passagerer sammenlignet med i dag, og sikrer således, at DSB ikke anskaffer flere tog end nødvendigt.

3.7 ANBEFALING FOR KRAV TIL PASSAGERUDVEKSLING

Anbefaling

DSB anbefaler, at der stilles krav om niveaufri¹⁰ indstigning, og at eventuelle højdeforskelle som udgangspunkt afhjælpes med trin på toget. I særlige situationer kan justering eller punktvisse perronforhøjelser blive nødvendige for at sikre niveaufri adgang for kunder med særlige mobilitetsbehov. For disse kunder vil DSB etablere en særlig løsning ved mindst en dør per tog, eventuelt med hjælpeudstyr eller med støttende ændringer på perronen, og derudover tilstræbe tog uden indvendige trin.

DSB har i markedsdialogerne bekræftet, at der er forskellige løsningsmuligheder for optimering af passagerudveksling afhængig af togdesign såsom størrelse og placering af døre eller togets indretning. Fælles for alle togdesign er, at de generelt lever op til de opholdstider/dvæletider, som S-togene har på stationerne i dag i forhold til passagerudveksling.

For at sikre, at kunder nemt og hurtigt kan skifte mellem tog og perron, stilles der krav om niveaufri indstigning fra perron på 920 mm, som er den typiske perronhøjde på S-togsperroner¹¹. Derudover stilles der krav om niveaufri indstigning. Er der behov for et fast trin for at udjævne eventuelt tilbageværende niveauforskelle, placeres dette på toget. Dertil kan komme specialløsninger ved enkelte døre for at undgå yderligere trin for kørestolsbrugere. Det kan ikke udelukkes, at der i særlige tilfælde og på udvalgte stationer bliver behov for at lave lokale perronforhøjelser for at sikre niveaufri adgang for kørestolsbrugere.

DSB påtænker at lade togproducenten foreslå den bedste løsning med udgangspunkt i funktionsbaserede krav, som er baseret på kapacitet og køre- og holdetider. DSB vil nærmere afklare krav og behov, herunder blandt andet løsninger for personer med reduceret mobilitet, i fase 2.

3.8 ANBEFALING TIL KØREEGENSKABER OG KOMFORTNIVEAU

Anbefaling

DSB anbefaler, at der som udgangspunkt indkøbes materiel med samme køreegenskaber som de eksisterende S-tog for at matche den eksisterende infrastruktur og imødekomme eksisterende behov for rejsetid, robusthed, sikkerhed og komfort ved tophastighed på 120 km/t.

Bybaner fås i mange forskellige typer og modeller på tværs af den europæiske infrastruktur, og derfor har det været vigtigt at få afklaret, hvilken type tog der som udgangspunkt kunne danne grundlaget for anskaffelsen afhængig af forudsætninger og behov.

3.8.1 REJSETID – HASTIGHED OG ACCELERATION

DSB's udgangspunkt for nyt materiel vil være at opretholde samme køretider og acceleration som i dag med en tophastighed på 120 km/t. DSB har derfor analyseret sammenhængen mellem rejsetid og togets tophastighed. DSB estimerer på baggrund af denne analyse, at der vil være et signifikant tab ved at reducere tophastigheden til 100 km/t. Dette tab bliver større, hvis tophastigheden reduceres yderligere til 80 km/t, som vil være tilfældet ved et metrolignende togssystem. Tabet opstår dels

¹⁰ Niveaufri indstigning defineres som i TSI PRM, 2015 (50 mm vertikalt og 75 mm horisontalt).

¹¹ Højdevariationer på eksisterende perroner antages at være ca. 30%. Dette afklares endeligt i fase 2, når DSB kender resultatet af den omfattende opmåling af banen, som foretages i efteråret 2020. Resultatet af opmålingen forventes klar i foråret 2021.

som følge af et passagertab, dels et samfundsøkonomisk tab og endelig øgede omkostninger forbundet med et behov for flere tog. Ligeledes vil lavere acceleration påvirke fleksibiliteten i driften og dermed gøre det sværere at indsætte flere tog, som udvidelsen af køreplanen foreskriver det.

Tophastigheder på forskellige dele af infrastrukturen

- Ringbanen: 80 km/t
- Det øvrige netværk: 120 km/t
- Såfremt der udvides med S-tog til Helsingør: 120 km/t
- Såfremt der udvides med S-tog til Roskilde: 180 km/t

3.8.2 KØREKOMFORT

Kørekomfort forstås som den samling af indtryk, som kunderne oplever, når de benytter S-toget. For at sikre kørekomforten i de fremtidige S-tog skal der blandt andet sættes krav til støj, vibrationer, temperatur og kvaliteten af sæderne.

For støj og vibrationer handler det om affjedring og evne til at optage de ujævnheder, der er på skinner, hjul osv., når toget kører ved højere hastigheder. Da et regionaltog kører ved hastigheder i størrelsen 140-160 km/t, er toget allerede designet til at optimere disse parametre, og det vil derfor være en simplere proces at tilpasse det til 120 km/t og sikre kørekomforten. Metrotog og alle dertilhørende systemer er designet til 80-90 km/t, og det vil kræve en større og fundamental ændring at løfte acceleration og bremseevne til en hastighed på 120 km/t og samtidig sikre kørekomforten. DSB har analyseret konsekvenserne af eksempelvis at nedjustere tophastigheden, og dette vil betyde væsentlig forlængede rejsetider.

Det er DSB's forståelse fra markedsdialogen, at togproducenterne typisk vil kunne opfylde hovedparten af de eksisterende behov med udgangspunkt i en regionaltogetsplatform¹², men DSB vil med et funktionsbaseret krav til togproducenterne give disse størst mulig frihed til at finde den bedst egnede løsning inden for de anbefalinger, der er beskrevet ovenfor.

DSB vil nærmere afklare andre komfortkrav samt krav og design til materielanskaffelsen som en del af fase 2.

3.9 VEDLIGEHOLDELSKONCEPT FOR DET RULLENDE MATERIEL

Anbefaling

DSB anbefaler, at vedligeholdelsesopgaven udbydes som en integreret TSSSA+-kontrakt (Technical Service, Supply and Spareparts Agreement +) sammen med anskaffelsen, hvor togproducenten har det overordnede ansvar for at sikre, at der er tog til rådighed, herunder de tekniske, vedligeholdelsesmæssige og økonomiske forhold, mens DSB udfører vedligeholdelse eller dele heraf på eksisterende værksted i Høje Taastrup.

I forbindelse med den fremtidige anskaffelse af nyt rullende materiel er valg af vedligeholdelseskoncept en vigtig parameter for at sikre, at det indkøbte materiel lever op til de krav, der er til tilgængelighed, indfasning til tiden og høj driftsstabilitet. Det er den sammenhæng vigtigt, at det valgte vedligeholdelseskoncept sikrer, at togleverandøren er forpligtet og har incitament til at

¹² Såfremt det besluttes at udvide S-banen til Roskilde, vil et S-tog baseret på en regionaltogetsplatform formentlig kunne køre 140 km/t uden meromkostninger. Dette vil dog i givet fald skulle analyseres nærmere.

tage ansvar for vedligeholdelsen af det rullende materiel over hele togets levetid. Dette skyldes primært det faktum, at de nye S-tog ikke er et standardprodukt. Af samme årsag er det centralt, at togleverandøren spiller en central rolle i vedligeholdelsen gennem togets levetid. Derfor tilrettelægges udbudsprocessen, så togindkøbet lægges i samme udbudspakke som togvedligeholdelsen, jf. afsnit 6.3.

DSB S-tog har hovedværksted i Høje Taastrup, hvor al vedligeholdelse på de eksisterende S-tog varetages. Der er risici forbundet ved at lade vedligeholdelsen af det nye rullende materiel foretage på dette værksted, da det komplicerer transitionen at udføre vedligeholdelse af flere generationer af tog på samme værksted. imidlertid er der på det eksisterende værksted i Høje Taastrup ekstra kapacitet på grund af de fysiske rammer og yderligere spor til at foretage en opdeling, så vedligeholdelse af et nyt togsystem er mulig parallelt med vedligeholdelse af de eksisterende tog. I takt med, at vedligeholdelse af de konventionelle S-tog udfases, kan opgaver og personale skifte til det nye rullende materiel. Da både de eksisterende S-tog og den kommende generation af S-tog er elektrisk har det nuværende vedligeholdelsespersonale dyb og relevant erfaring, der vil kunne bidrage til at sikre transitionen og en høj driftsstabilitet fra begyndelsen af udrulningen.

I markedsdialogen blev det klart, at vedligeholdelsesmarkedets modenhed fortsat er under hurtig udvikling, når det gælder større og komplekse flåder i komplekse netværk som det danske. Det var dog markedets opfattelse, at en FSA (Full Service Agreement) eller en model, hvor leverandøren havde det fulde tekniske ansvar for det nye tog, var at foretrække, fordi leverandøren dermed bibeholder kontrollen over sit eget produkt.

I både FSA og TSSSA+ er togleverandøren ansvarlig for togets ydeevne over dets levetid, målt på faktorerne RAM: Reliability, Availability og Maintainability. Dette har således ikke været afgørende for valget af vedligeholdelsesmodel. Når DSB samlet set vurderer, at en TSSSA+-kontrakt er mest fordelagtig, skyldes det vurderingen af hvilken vedligeholdelsesmodel, der er mest bedst ud fra såvel et økonomisk som et risikobaseret perspektiv. Det er TSSSA+ af to årsager:

For det første vil eksisterende værkstedsfaciliteter fortsat kunne bruges i TSSSA+. Værkstedsfaciliteterne vil blive tilpasset det nye rullende materiel, så alle S-tog vedligeholdes på samme faciliteter. For det andet sikrer TSSSA+ en optimal udnyttelse af eksisterende værkstedspersonale i løbet af transitionen på op til ti år. Det giver den rette balance mellem sikker indfasning af fuldautomatiseret materiel, træning og uddannelse af værkstedspersonale parallelt med nødvendigheden af at opretholde driften med det eksisterende materiel i transitionsperioden.

TSSSA+ er således både økonomisk mest effektivt og reducerer de risici, der er forbundet med transitionen. Da DSB samtidig stiller personale til rådighed i TSSSA+ oparbejder DSB samtidig tekniske kompetencer og evner vedrørende vedligeholdelsen af de nye tog. Dette kan vise sig fordelagtigt, fordi det giver DSB øget fleksibilitet og forsyningssikkerhed, såfremt der skulle opstå kontraktuelle uoverensstemmelser i over de nye togs levetid. Dermed reduceres også afhængigheden af togleverandøren.

TSSSA+ vurderes på denne baggrund også at være mest robust i såvel transitionen som over hele de nye togs levetid.

Opgave	DSB er ansvarlig	Producent er ansvarlig
Ejerskab af værksted	X	
Drift af værksted, fejlfinding og optimering		X
Vedligeholdelsessystem		X
Stiller personale til rådighed	X	
Ansvarlig for personale		X
Indkøb, lager og logistik		X
Ansvarlig for togtilgængelighed		X

Tabel 3.1

Tabellen viser fordelingen af ansvarsområder på centrale parametre i den anbefalede vedligeholdelsesmodel.

Med kombinationen af togleverandørens kendskab til det rullende materiel og DSB's kendskab til S-banen og det operationelle mønster vil TSSSA+ bidrage til en større fleksibilitet, hurtig driftsstabilitet og en smidig transition fra eksisterende til nye S-tog. DSB vil i fase 2 analysere egne processer og procedurer med henblik på at optimere diverse vedligeholds-, drifts- og it-systemer til at understøtte en hurtig, problemfri og fleksibel integration med den vindende togleverandørs tilgang til vedligeholdelse.

4

Infrastruktur

På fremtidens S-bane vil infrastrukturen i sammenhæng med det fuldautomatiske tog være afgørende for det samlede systems sikkerhed og punktlighed. For at afklare hvilke konsekvenser, dette har for S-banens infrastruktur, har DSB foretaget et antal tekniske analyser suppleret af viden indhentet fra den gennemførte markedsdialog. Udgangspunktet for de tekniske analyser og markedsdialogen har været at finde frem til den løsning for S-banens infrastruktur, der samlet set bedst vil understøtte fuldautomatiseringen af S-banen med lavest mulig kompleksitet og risici givet målsætningen om, at et fuldautomatisk system vil skulle have samme høje sikkerheds- og punktlighedsniveau som i dag.

Hvordan det nuværende sikkerhedsniveau kan fastholdes

Fastholdelse af sikkerhedsniveauet opnås som resultat af, at de fuldautomatiserede S-tog vil blive indkøbt med ny fuldautomatisk teknologi.

Samtidig vil S-banen vil blive bemandedet med stewards, der har frihed til at fokusere på kunderne.

Endelig vil S-banens fysiske forhold blive gennemgået, så adgang til sporområder forhindres i tilstrækkelig grad, ligesom der opsættes hegn, øget skiltning samt markeringer på perroner og ved kundeområder.

Generelt vil sikkerheden være synlig i hverdagen, så kunderne har den nødvendige viden om, hvad der forventes af dem, og dermed kan tage del i den daglige sikkerhed. Det vil blandt andet være muligt for kunderne – ligesom i Københavns Metro – at komme i kontakt med driftscenteret fra alle steder på S-togsnetværket og på alle tider af driftsdøgnet, ligesom driftscenteret vil kunne overvåge S-banen ved fuld kameraovervågning på perroner og i tog.

Det er på den baggrund forventningen, at en række af de tiltag som forventes implementeret ved overgangen til fuldautomatiseret drift – og som præsenteres i dette beslutningsoplæg – vil bidrage til, at kunderne vil få en bedre og tryggere rejseoplevelse, og at fraværet af lokomotivførere dermed ikke får negativ effekt på hverken sikkerheden eller den samlede kundeoplevelse.

I valget af løsning for infrastruktur på perroner er der lagt vægt på, at løsningen skal kunne understøtte opretholdelsen af det nødvendige sikkerheds- og punktlighedsniveau. Herudover anbefaler DSB en løsning for infrastruktur på sporene, der kombinerer kendt og ikke-afprøvet teknologi. For at nedbringe de mulige teknologirisici og kompleksitet planlægger DSB en række test og driftsafprøvningsperioder. Udgangspunktet i dette er, at alle teknologier skal vise deres egnethed i S-banens miljø inden fuld udrulning. I forhold til signalsystemet anbefaler DSB, at dette opgraderes hurtigst muligt til såkaldt niveau 4, der gør fuldautomatisk drift mulig.

Med ovenstående anbefalinger for infrastrukturen, der er detaljeret nedenfor, vil S-banen kunne bevare dens høje sikkerheds- og punktlighedsniveau med lavest mulig teknologirisiko og kompleksitet, når S-banen overgår til fuldautomatiseret drift.

4.1 INFRASTRUKTUREN PÅ PERRONER

Anbefaling

I forhold til infrastruktur på perroner anbefaler DSB, at en kombination af kendte teknologier installeres for at imødekomme de krav til blandt andet sikkerhed og punktlighed, som et fuldautomatiseret system skal leve op til.

DSB har i de hidtidige analyser afdækket, at en kombination af kendte teknologier vil kunne imødekomme de krav til blandt andet sikkerhed og punktlighed, som et fuldautomatiseret system skal leve op til. Det er en kombination af følgende:

Forbedret skiltning og markering på perron: I forbindelse med infrastrukturen på perron for fuldautomatiseret drift vil kunden i fremtiden opleve en perron med mere klar markering af zoner ud mod sporet og bedre skiltning af områder med adgangsforbud samt hegn for enden af perronen.

Videoovervågning, der dækker hele perronen: Perronerne på S-banen er i dag i vid udstrækning videoovervåget. DSB anbefaler, at alle S-banens perroner i et fuldautomatisk system vil være helt dækket af videoovervågning i et system, der også vil kunne registrere afvigende situationer med besked til servicekontrolrummet. Her vil man kunne vurdere situationen og agere, som situationen påkræver det, eksempelvis standse tog eller tilkalde stewards. Dermed vil det på fremtidens S-bane i højere grad være muligt at håndtere og dække kundens færden på perronen.

Nyt passagerinformationssystem: DSB anbefaler at introducere et nyt passagerinformationssystem, hvor kunden vil blive orienteret med nyeste trafikinformation i realtid. Et bedre passagerinformationssystem vil gennem informationsskærme og anden brugervenlig teknologi (eksempelvis applikation på telefon) opdatere og navigere kunden med seneste information under selve rejsen, både i normal drift og under forstyrrelser. Det nye passagerinformationssystem skal være tæt integreret med signalsystemet.

Opkaldspunkter: Der vil desuden blive introduceret andre installationer, eksempelvis opkaldspunkter på perron og tog, hvor det vil være muligt at komme i kontakt med driftscenteret. Disse vil skulle bruges af personer med nedsat mobilitet eller eksempelvis børnehaver, således at ombordstigning kan ske sikkert under overvågning af driftscenteret. Personer med nedsat mobilitet vil kunne komme ind og ud af toget ved egen kraft.

DSB har i valget af ovenstående løsning og kombination af infrastrukturelle installationer ladet sig inspirere af andre halv- og fuldautomatiske systemer i verden. DSB vurderer således, at ovenstående kombination af infrastrukturelle installationer på perronen vil gøre det muligt at opretholde S-banens høje sikkerheds- og punktlighedsniveau. Dette skyldes, at det nuværende sikkerhedsniveau kan opretholdes ved hjælp af andre virkemidler og teknologier på perronen. Der er andre, lignende jernbaner, der er godkendt uden perrondøre. Et sådant eksempel er London Docklands Light Railway.

Perrondøre er ikke en del af den foreslåede løsning. Dette skyldes, at perrondøre på samtlige perroner på S-banen vil give en markant meromkostning i en størrelsesorden, der vurderes at gøre fuldautomatisering økonomisk uattraktiv. DSB's hidtidige analyser viser anskaffelsesomkostninger på 4-5 mia. kr. og efterfølgende driftsomkostninger på 1,3 mia. kr. over en 30-årig periode.

Derudover vil perrondøre vanskeliggøre udrulningen af nyt rullende materiel, idet det nye og gamle materiel sandsynligvis ikke vil have dørene placeret samme sted. Derfor umuliggør perrondøre blandet drift.

4.2 INFRASTRUKTUREN PÅ SPORENE

Anbefaling

I forhold til infrastruktur på sporene anbefaler DSB at installere Distributed Acoustic Sensing (DAS) langs S-banens spor, således at bevægelser ind mod eller på sporet registreres. Derudover anbefaler DSB, at DAS-teknologien suppleres med et detekteringssystem på toget (ODS-T) samt blandt andet forbedrede hegn og afskærmning på broer ved særligt udsatte steder.

S-banens infrastruktur langs sporene er karakteriseret ved, at den er overjordisk og mange steder passerer skov og tætte beplantninger med meget vildt som eksempelvis rådyr. Dette øger risikoen for forhindringer på sporene, og det vil en fuldautomatisk S-bane skulle håndtere. Én løsning kan være at indhegne sporene på S-banen. Dette vil dog – som med perrondøre – medføre en markant meromkostning i en størrelsesorden, der vurderes at gøre fuldautomatisering økonomisk uattraktiv. Derudover vurderes en komplet indhegning af sporene at være et uforholdsmæssigt stort indgreb i forhold til såvel S-banens naboer som den omkringliggende natur.

I forbindelse med infrastrukturen langs spor har de tekniske analyser og dialogen med markedet derfor peget i retning af en løsning, der primært fokuserer på teknologier til detektering af forhindringer på sporene suppleret af løsninger, der målrettet kan forhindre indtrængning på visse udsatte steder.

I valget af den samlede løsning langs sporene er der lagt vægt på, at den skal kunne understøtte opretholdelsen af det nødvendige sikkerheds- og punktlighedsniveau. Som en konsekvens af valget af den nye teknologi til detektering af forhindringer på sporet er der planlagt en række test og driftsafprøvningsperioder inden endelig ibrugtagning for herigennem at nedbringe den mulige teknologirisiko og kompleksitet. Udgangspunktet i dette er, at alle teknologier skal vise deres brugbarhed i S-banens miljø inden fuld udrulning.

DSB har i den sammenhæng identificeret en række løsninger, som i kombination vil kunne imødekomme kravene til blandt andet sikkerhed og punktlighed, som et fuldautomatiseret system skal leve op til. Den samlede løsning vil således bestå af detekteringssystemer i form af et Distributed Acoustic Sensing (DAS)-system til detektering af indtrængen og forhindring på spor og et Object Detection Sensor-system ombord på toget (ODS-T) til detektering af forhindringer på sporet foran tog, som installeres i kombination med supplerende løsninger. De supplerende løsninger vil blandt andet bestå af opsætning af hegn og afskærmning på særligt udsatte områder, forbedrede hegn, skiltning og videoovervågning inden for bestemte områder samt opsætning af afskærmning på broer, således at genstande ikke kan nedkastes.

4.2.1 DETEKTERINGSSYSTEMER

Detekteringssystemer beskrives som systemer, der anvendes til at detektere forhindringer på spor. DAS og ODS-T vil tilsammen udgøre detekteringssystemet i S-banens infrastruktur og have til formål at detektere forhindringer på spor.

Dette kan gøres på forskellig vis med mere eller mindre velafprøvet teknologi. En forhindring kan være dyr, genstande eller personer. DSB vurderer, at det vil være nødvendigt at implementere et detekteringssystem for at håndtere de ca. 100 hændelser om året, der for nuværende kræver fuld standsning af toget. Af disse hændelser er godt 45% forårsaget af dyr, cirka 45% skyldes genstande, og knap 10% er personer.

Et detekteringssystem vil være den bærende teknologiske løsning for S-banens infrastruktur langs sporene. Med udgangspunkt i den tekniske analyse og dialogen med markedet anbefales det, at detekteringssystemet kommer til at bestå af DAS-teknologi. DAS er et sensorsystem, der bruges i andre industrier og områder som eksempelvis grænsekontrol og overvågning af kritisk infrastruktur. DAS-systemet består af elektroniske enheder, der sender et signal ud i et fiberkabel, der løber

langs sporene. Signalet opfanger bevægelser i området omkring kablet og kan derved give alarm i tilfælde af, at noget bevæger sig i et bestemt område. DAS er på nuværende tidspunkt ved at blive udviklet i Montreal til jernbanedrift. DSB vil i fase 2 analysere denne løsning nærmere. Det er DSB's opfattelse, at denne teknologi er anvendelig til at detektere og alarmere om forhindringer på spor og derved reducere antallet af påkørsler af genstande, dyr eller personer. Det er i denne sammenhæng afgørende, at kvaliteten af disse alarmer ved detektering af dyr, genstande eller personer er høj. Derfor planlægger DSB udbud af testinstallationer gennemført allerede i 2022, således at test, dataindsamling og kalibrering kan gennemføres fra 2023-2024.

DAS vil på infrastrukturen langs sporene blive suppleret af et sensorsystem ombord på toget (ODS-T). ODS-T kan ved hjælp af avancerede kameraer og radar/laser foran på toget afsøge strækningen foran toget og registrere eventuelle forhindringer. Dette system er et supplement til DAS-teknologien og vil kunne reducere antallet af unødige forsinkelser grundet falske alarmer fra DAS. Herudover vil ODS-T også supplere løsningen for infrastrukturen på perron ved at kunne detektere mulige forhindringer på sporene foran perronen.

I DSB's markedsdialog fremgik det, at denne teknologi er under udvikling hos stort set alle centrale markedsaktører og forventes modnet over de kommende år. Der er således en forventning i markedet om, at det er denne teknologi, der bliver dominerende fremover.

Da der er tale om en teknologi, der fortsat er under udvikling, vil DSB sandsynligvis ikke kunne opnå fuld funktionalitet fra begyndelsen, og der er således visse risici forbundet med valget af denne teknologi. Ingen markedsaktører har kunnet pege på én samlet eller implementerbar løsning til fuldautomatisering af en bane med S-banens karakteristika. Derfor vil det være nødvendigt for at opnå fuldautomatisering, at DSB kombinerer kendte og ikke-velafprøvede løsninger og påtager sig en rolle i design og test heraf. DSB vil i den sammenhæng installere ODS-T på et lille antal nuværende konventionelle S-tog for at sikre test, dataindsamling og kalibrering af ODS-T forud for fuldautomatiseringen af S-banen.

DSB vil i den kommende fase gennemføre yderligere analyser for at klarlægge kravene til detekteringssystemerne samt opgradering af signalsystemet til fuldautomatiseret S-togsdrift. Endvidere vil der være fokus på opgaven med at få integreret DAS og ODS-T til signalsystemet, så signalsystemet kan agere korrekt på advarsler fra sensorsystemerne langs banen og på toget. Derfor vil DSB som nævnt også sørge for at indkøbe både DAS og ODS-T tidligt for at udføre test, dataindsamling og kalibrering på den eksisterende infrastruktur og på de nuværende tog forud for udrulningen af de fuldautomatiske tog.

4.2.2 SUPPLERENDE FYSISKE LØSNINGER

Det vil være nødvendigt at understøtte detekteringssystemet med supplerende løsninger på udvalgte strækninger på S-banen for at forhindre mulig indtrængning på spor. Derfor anbefaler DSB, at der blandt andet bliver opsat vildthejn på udsatte områder, hvor særligt dyr er tilbøjelige til at krydse sporene. De foreløbige opmålinger viser, at der er cirka 21 kilometer banestrækning, der udgør udsatte områder, hvor det vil være nødvendigt at sætte hegn op på begge sider af banen. De nøjagtige lokationer vil blive fastlagt i de kommende faser af programmet. Det eksisterende hegn langs banen vil ved en fuldautomatisering desuden suppleres således, at der på alle strækninger er sikret, at personer ikke utilsigtet kan komme ind på sporet.

Herudover vil der ved og i S-banens to tunneler blive opsat sensorer, der kan advare om personer, der trænger ind på banen. Ligeledes vil der ved udvalgte områder blive opsat sensorer eller videoovervågning, der kan informere driftscenteret, således at det kan undersøges, om der foreligger en sikkerhedsmæssig risiko. Desuden etableres der på S-banens broer hegn og lignende, der forhindrer, at der kan nedkastes genstande på sporet.

4.3 INFRASTRUKTUREN OG SIGNALSYSTEMET

Ud over et detekteringssystem er signalsystemet centralt for fuldautomatiseringen af S-banen. Systemet udrulles på nuværende tidspunkt på S-banen af Banedanmark og Siemens med planlagt færdigudrulning i 2023. Herefter vil det være muligt at opgradere signalsystemet til fuldautomatisk drift. Systemet er forberedt hertil, og en option for opgradering af signalsystemet er allerede indeholdt i den nuværende kontrakt. Derudover skal der bestilles nye systemfunktioner til signalsystemet, der understøtter den ønskede fuldautomatiske drift.

Anbefaling

I forhold til infrastruktur og signalsystemet anbefaler DSB, at signalsystemet hurtigst muligt opgraderes til såkaldt niveau fire, der gør fuldautomatisk drift mulig. Opgraderingen til niveau fire sker i forlængelse af implementeringen af niveau to.

En opgradering af signalsystemet til såkaldt niveau fire er en forudsætning for at kunne køre fuldautomatisk drift. Signalsystemets funktionalitet i udrulningen er nu på niveau to, der understøtter den nuværende, konventionelle drift. I niveau to styrer lokomotivføreren i udgangspunktet døråbning, hvorimod igangsætning, kørsel og standsning af toget ved perron er automatisk. I niveau 4 er også dørenes åbning og lukning automatisk.

Opgraderingsprojektet vil kunne påbegyndes, når det nye signalsystem er i drift på hele S-banenet og resterende arbejder afsluttet. Dette er forventeligt i 2023. Inden da vil de nødvendige kontraktuelle afklaringer og tillægsaftaler med den eksisterende leverandør skulle foretages og indgås. En opgradering før udrulning af det nye rullende materiel vil reducere risici i transitionsperioden, fordi det giver længere tid til at teste systemet og indsamle data.

De hidtidige tekniske analyser indikerer, at opgraderingen af signalsystemet vil kunne ske med begrænsede forstyrrelser af den eksisterende S-togsdrift. Det skyldes, at opgraderingen bygger på det signalsystem, der allerede er under udrulning, og at opgraderingen ikke påvirker det eksisterende materiels evne til at benytte signalsystemet.

5

Fremtidig sektororganisering

Som beskrevet i den politiske aftale om fuldautomatiseringen af S-banen skabes der med fuldautomatiseringen ny afhængighed mellem infrastruktur og drift af S-banen. Der er derfor behov for at gentænke organiseringen af den fremtidige S-bane.

Anbefaling

DSB anbefaler, at ansvaret for den samlede opgavevaretagelse på S-banen placeres hos DSB, herunder ansvaret for kundeoplevelsen, økonomi og sikkerhed. Det betyder, at DSB ejer det rullende materiel og har ansvaret for den daglige drift, trafikstyring, signalsystemet, vedligeholdelse og fornyelse af infrastrukturen, som Banedanmark udfører på vegne af DSB. DSB anbefaler, at Banedanmark fortsat skal varetage ejerskab, herunder opgaven vedligeholdelse og fornyelse af den konventionelle infrastruktur.

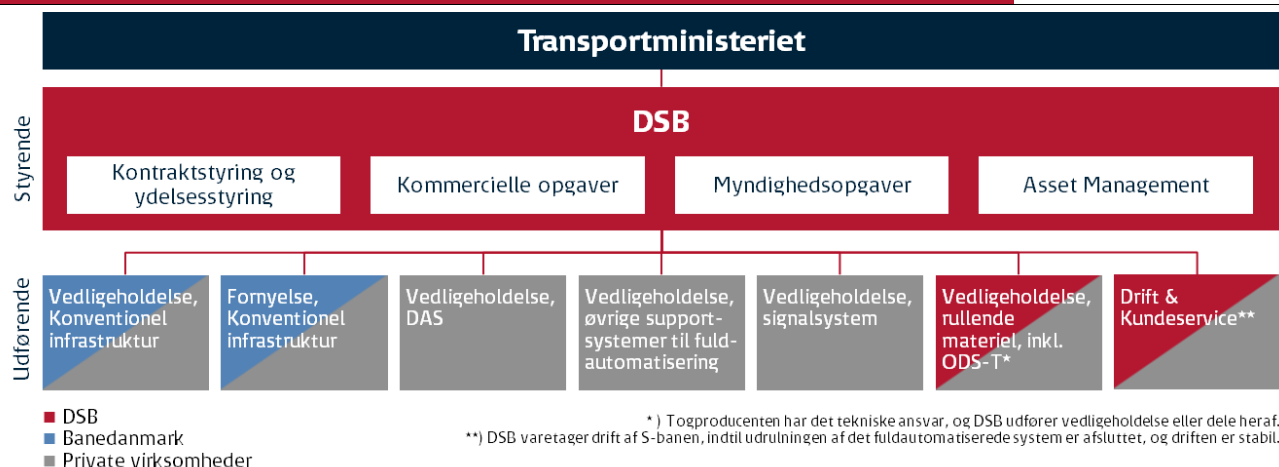
Som udtrykt i den politiske aftale om "Fremtidens togtrafik i Hovedstadsområdet" skabes med etableringen af en fuldautomatiseret S-bane et integreret system, som giver større afhængighed mellem togdrift og infrastruktur end ved konventionel drift. For at understøtte denne større afhængighed mellem togdrift og infrastruktur skal S-banens nuværende organisering og ansvarsfordeling ændres. Det er vurderingen, at dette kan opnås ved at etablere:

- Et entydigt ansvar for S-banens kundeoplevelse, herunder ansvar for trafikafvikling, punktlighed og kunderettede områder
- Et entydigt ansvar for at etablere og drifte den fremtidige S-bane
- Et entydigt ansvar for S-banens sikkerhed, herunder et entydigt ansvar over for Transportministeriet samt Trafikstyrelsen
- Et entydigt ansvar for S-banens økonomi, herunder ansvar for investeringer i infrastrukturen.

Ovenstående udmønter sig også i forudsætningen om entydigt ansvar for den fuldautomatiserede S-bane, jævnfør afsnit 1.4. Nedenstående figur illustrerer, hvordan den fremtidige S-bane kan organiseres, når transitionen til fuldautomatiseringen af S-banen er gennemført, så gevinsterne ved en fuldautomatiseret S-bane realiseres.

Anbefalet fremtidig organisering af S-banen

Figur 5.1



* Togproducenten har det tekniske ansvar, og DSB udfører vedligeholdelse eller dele heraf.

** DSB varetager drift af S-banen, indtil udrulningen af det fuldautomatiserede system er afsluttet, og driften er stabil.

Det er forventningen, at størstedelen af de opgaver i forbindelse med vedligeholdelse og fornyelse af infrastruktur, der for nuværende er udlisteret, også vil være det med den foreslåede fremtidige organisering. Markedet vil således også fortsat spille en central rolle i fornyelse og vedligeholdelse af S-banen.

5.1 DSB SOM HOVEDANSVARLIG FOR DEN FULDAUTOMATISEREDE S-BANE

I en fremtidig organisering er DSB hovedansvarlig for den fuldautomatiserede S-bane med henblik på at sikre et entydigt ansvar for hele S-togssystemet. Det er hensigtsmæssigt at fordele opgavevaretagelsen ud fra de involverede parter naturlige kompetenceområder og skalafordele. Organiseringen indebærer således, at DSB varetager det samlede styrings-, integrations- og udviklingsansvar for S-banen og dermed ansvaret for S-banens økonomi, kunder og sikkerhed. Organiseringen indebærer også, at der ikke opbygges parallelle kompetencer og organisationer i henholdsvis DSB og Banedanmark.

Som hovedansvarlig for S-banen vil DSB varetage følgende hovedopgaver:

Kontraktstyring og ydelsesstyring

DSB påtager sig rollen som integrations- og systemansvarlig for det fuldautomatiserede system, hvilket indebærer opfølgning på kontrakter og leverandørstyring samt koordinering og håndtering af grænseflader på tværs af systemet. Udførelse af vedligeholdelse og fornyelse af konventionel infrastruktur reguleres på basis af en ydelseskontrakt mellem Banedanmark og DSB, der tager udgangspunkt i Banedanmarks nuværende aftale med Sund & Bælt på Femern-forbindelsen.

Kommercielle opgaver

DSB varetager det kommercielle ansvar for S-banen. Dette indebærer den strategiske udvikling af S-banen, herunder udvikling af den konventionelle infrastruktur, fastlæggelse af køreplaner, udvikling af billet- og serviceprodukter, håndtering af indtægtsdeling i hovedstadsområdet samt kommunikation og markedsføringsaktiviteter.

Myndighedsopgaver

DSB varetager det samlede sikkerhedsansvar for S-banen. Dette indebærer forvaltning af det sikkerhedsmæssige ansvar over for Trafikstyrelsen på de systemer og dele af jernbaneinfrastrukturen, som understøtter fuldautomatiseringen af S-banen, herunder driften af S-banen og det tilhørende rullende materiel.

Asset management

DSB er ansvarlig for håndtering og udvikling af de aktiver, der tilsammen udgør den fuldautomatiserede S-bane. Det indebærer forvaltning af den fuldautomatiserede flåde og de supporterende infrastruktursystemer samt forvaltning af de kundevendte områder på den konventionelle infrastruktur, herunder særligt S-togsstationerne. Herudover vil DSB varetage den langsigtede og strategiske udvikling af S-banen.

5.2 VEDLIGEHOLDELSE OG FORNYELSE AF KONVENTIONEL INFRASTRUKTUR

I det fuldautomatiserede S-banesystem udføres vedligeholdelse og fornyelse af den konventionelle infrastruktur af Banedanmark. Dette sikrer, at Banedanmarks skalafordele kan opretholdes og dermed fortsat kan udnytte de normer, systemer og øvrige særlige kompetencer, som i dag anvendes på tværs af banetyper. Da der er tale om knappe ressourcer er der betydelig synergi i at fastholde disse ressourcer i en organisation. Yderligere vil der kunne fastholdes synergier inden for indkøb af bygherreleverancer, forhandling af kontrakter, Banedanmarks tilsyns- og driftsorganisation samt Banedanmarks generelle systemunderstøttelse. Banedanmark forbliver således infrastrukturforvalter for den konventionelle infrastruktur.

For at sikre et entydigt ansvarsforhold skal der etableres en samarbejdsmodel mellem partnerne. Samarbejdet skal reguleres på basis af en performancekontrakt, der sikrer, at DSB har mulighed for at anskue S-banen ud fra en helhedsbetragtning, hvor indsatsen løbende kan afvejes og prioriteres dér, hvor det skaber mest værdi for S-banen og dets passagerer. Samtidig skal Banedanmark kunne stå inde for, at banen opretholder sin fulde funktion og sikkerhedsniveau også på lang sigt. Som beskrevet ovenfor vil performancekontrakten mellem Banedanmark og DSB tage udgangspunkt i Banedanmarks nuværende aftale med Sund & Bælt på Femern-forbindelsen.

DSB overtager i den forbindelse det samlede ansvar for den økonomiske ramme og den samlede trafikkontrakt over for staten. Banedanmark vil således indgå som underleverandør til DSB, hvor DSB kan bestille og afholde opgaver hos Banedanmark. Vedligehold og fornyelse af infrastrukturen finansieres af DSB via kontraktbetalingen.

5.3 VEDLIGEHOLDELSE AF FULDAUTOMATISERET INFRASTRUKTUR

På den fuldautomatiserede S-bane vil en række understøttende systemer til den fuldautomatiserede drift være installeret på og omkring den konventionelle infrastruktur. Dette gælder for eksempel detekteringssystemet DAS, passagerinformationssystemer, videoovervågning, overvågningssystemer og telekommunikation samt signalsystemet. Vedligehold af systemerne vil blive udbudt til markedet og vil blive udført af de respektive systemleverandører.

5.4 VEDLIGEHOLDELSE AF FULDAUTOMATISERET TOGMATERIEL SAMT ODS-T-SYSTEM

I det fuldautomatiserede S-banesystem vil den konventionelle togflåde være udfaset og erstattet af en fuldautomatiseret togflåde. Den fuldautomatiserede togflåde vil være vedligeholdt af togleverandøren i samarbejde med DSB igennem en integreret TSSSA+-kontrakt, hvor togleverandøren har det tekniske ansvar, og DSB udfører vedligeholdelse eller dele heraf på eksisterende værksted i Høje Taastrup under leverandørens ansvar som også beskrevet i afsnit 3.9. Vedligeholdelse indbefatter ligeledes det detekteringssystem, ODS-T, der er monteret på toget.

5.5 DRIFT OG KUNDESERVICE

I det fuldautomatiserede S-banesystem kan driften af det fuldautomatiserede systemmateriel udbydes til en privat operatør, hvis der ønske herom og efter endt udrulning, jævnfør afsnit 6. Indtil

da varetages driften af DSB. Operatørrollen forventes at omfatte trafikplanlægning, drift af trafikstyringscenteret, herunder ansættelse og træning af personale, beredskabsaktiviteter inklusive den daglige trafikafvikling og servicering af kunderne samt ansættelse og træning af stewards.

Del 2

Hvordan

I dette afsnit beskrives, hvordan fuldautomatiseringen af S-banen implementeres, så der sikres en gnidningsfri transition af S-togsdriften med lavest mulige risici.



Hvad

Kundeoplevelse
og
servicekoncept

Rullende
materiel

Infrastruktur

Fremtidig sektor-
organisering



Hvordan

Model for
udbuds- og
kontraktstrategi

Model for
udrulning

Det økonomiske
grundlag

Risici



Hvornår

Det videre forløb

6

Model for udbuds- og kontraktstrategi

Anbefaling

På baggrund af den gennemførte markedsdialog og en risikobetragtning anbefaler DSB en udbuds- og kontraktstrategi baseret på en model kaldet markedsmodellen med op til fem målrettede udbudspakker samt en kontraktpakke vedrørende Banedanmarks håndtering af infrastrukturen.

Udbudspakkerne er som følger:

1. Fuldautomatiseret rullende materiel, detekteringssystem på toget og vedligeholdelse heraf
2. Distributed Acoustic Sensing (DAS) og vedligeholdelse heraf
3. Understøttende systemer til den fuldautomatiserende drift (eksempelvis hardware i infrastrukturen, software til passagerinformationssystemer og videoovervågning) og vedligeholdelse heraf
4. Operatør af fuldautomatiseret materiel (efter endt udrulning) (mulig udbudspakke)
5. Overvågning af infrastruktur (mulig udbudspakke – vil skulle analyseres nærmere).

Udgangspunktet for DSB's arbejde med at fastlægge en hensigtsmæssig udbuds- og kontraktstrategi har været Quartz/Rambølls anbefaling om ét samlet udbud ("hybridmodellen") omfattende nye tog, vedligehold af tog og infrastruktur, den nødvendige nye infrastruktur og driftsopgaven for det fuldautomatiske togsystem. Modellen er illustreret nedenfor. Modellens overordnede formål er at skabe:

- Et samlet integrations- og koordineringsansvar
- Sikre et samlet ansvar for systemperformance.

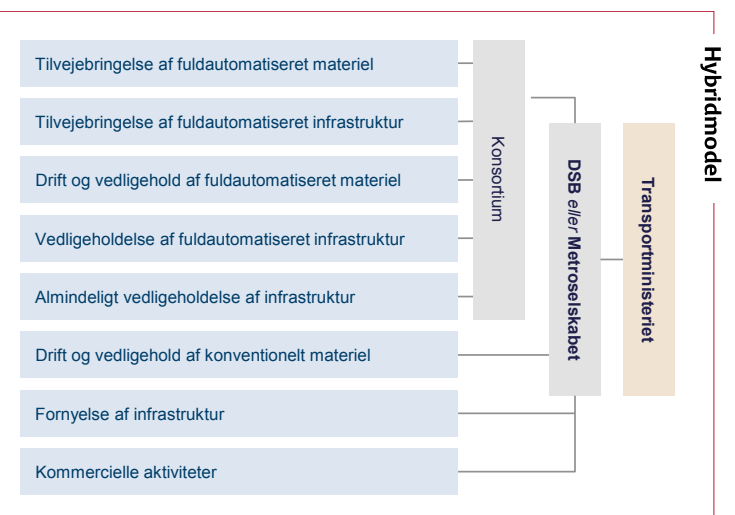
Analysen og omfattende markedsdialog har vist, at denne model har en række ulemper, som gør det meget svært at opnå de to ovenstående formål, og som medfører en reel risiko for, at kun ganske få eller ingen leverandører vil byde på opgaven.

Centralt i markedets betænkkeligheder står det nye signalssystem (BTC-systemet), som udgør kerne af den fuldautomatiserede drift. Hybridmodellen tager ikke højde for, at det ikke er muligt at give et konsortium den nødvendige kontrol over det nye signalssystem på grund af eksisterende kontraktforhold. Markedet ønsker derfor generelt ikke – ud over leverandøren af det nye signalssystem selv – at påtage sig hverken det samlede integrations- og koordineringsansvar eller systemperformanceansvar. Dette er blevet rejst som et kritisk spørgsmål i tidligere analyser.¹³

Bortset fra virksomheder, som er specialiseret inden for infrastrukturvedligeholdelse, ønsker markedet heller ikke at påtage sig et performanceansvar for den eksisterende infrastruktur som forudsat i hybridmodellen.

Samtidig viste markedet skepsis i forhold til, at en ny operatør skulle afvikle drift parallelt med DSB's drift af konventionelle tog i en op mod tiårig implementeringsfase. DSB vurderer, at ulemperne er væsentlig større end de fordele, der vil være ved et samlet udbud. Derfor anbefales det, at fuldautomatiseringen af S-banen gennemføres på baggrund af en udbuds- og kontraktstrategi, hvor anskaffelser og driftsopgaver udbydes i flere udbudspakker, men at der samtidig etableres tværgående incitamentsstrukturer ("markedsmodellen"). Det indebærer, at DSB har det overordnede og endelige integrations- og koordineringsansvar. Integrationen mellem forskellige delkontrakter udgør et risikomoment i fuldautomatiseringen af S-banen som også beskrevet i afsnit 10. Med markedsmodellen og den opstillede model for den fremtidige organisering opfyldes således to centrale succeskriterier: Ét samlet integrations- og koordineringsansvar og ét samlet ansvar for S-banens samlede ydelse.

Dette står i kontrast til den tidligere opstillede hybridmodel, hvis strategiske mål var at outsource al eller mest mulig aktivitet til markedet fra transitionens begyndelse. På grund af de fordele og ulemper der beskrives ovenfor, anbefaler DSB, at fuldautomatisere-



Den tidligere præsenterede model

Figur 6.1

Modellen viser hybridmodellen som præsenteret af Quartz/Rambøll.

¹³ "Analyse af organisationsmodeller for gennemførelse af fuldautomatisk S-togsdrift i en OPP-konstruktion", Transport-, Byg- og Boligministeriet, Quartz/Rambøll, september 2018".

ringen af S-banen i stedet sker ved den opstillede udbuds- og kontraktstrategi kaldet markedsmodellen. Markedsmodellen indebærer et sammenligneligt niveau af outsourcing som i hybridmodellen, idet de eneste forskelle er oplistet i tekstboksen nedenfor.

Forskelle mellem markedsmodellen og hybridmodellen

Hybridmodellens karakteristika var blandt andet ét samlet udbud af nye tog, vedligehold af tog og infrastruktur, den nødvendige nye infrastruktur og driftsopgaven for det fuldautomatiske togsystem til en privat leverandør. Den offentlige part – enten DSB eller Metroselskabet – skulle varetage de kommercielle aktiviteter og fornyelse af infrastruktur. Forskellene mellem hybridmodellen og markedsmodellen er beskrevet nedenfor:

Integration

DSB har det overordnede ansvar for koordination og integration af systemerne i den fuldautomatiserede S-bane, mens den tekniske udførelse af integrationen stadig vil blive pålagt de respektive leverandører, som vil have ansvaret for disse aktiviteter såvel som for fyldestgørende grænsefladebeskrivelser henholdsvis overholdelse af grænsefladebeskrivelser. Hybridmodellen indebærer outsourcing af et samlet implementerings-, integrations- og systemperformanceansvar for den fuldt automatiserede S-bane, men markedet viste tilbageholdenhed overfor dette i markedsdialogen.

Operatør af den fuldautomatiserede S-bane

DSB vil være ansvarlig for varetagelse af drift af såvel eksisterende som fuldautomatiseret rullende materiel i udrulningsfasen. Hybridmodellen indebærer outsourcing af driften af fuldautomatiseret rullende materiel i udrulningsfasen. Det er endnu ikke besluttet, om driften af fuldautomatiseret rullende materiel skal udbydes efter endt udrulning, men markedsmodellen giver mulighed for dette.

Vedligeholdelse af fuldautomatiseret rullende materiel

DSB anbefaler at udbyde vedligeholdelse af fuldautomatiseret rullende materiel i en TSSSA+-kontrakt. I denne model vil DSB beholde nogle vedligeholdelsesaktiviteter, herunder primært at DSB stiller personale til rådighed for leverandøren. Hybridmodellen indebærer en FSA-model for vedligeholdelse af fuldautomatiseret rullende materiel.

Markedsmodellen vurderes blandt andet at skabe mere effektiv konkurrence, skabe de rigtige incitamenter i markedet ved blandt andet at undgå, at risiko for interne konflikter og ubalance i en kompleks konsortiekonstellation negativt vil påvirke sandsynligheden for succesfuld udrulning, samt at sikre de bedste leverandører inden for hvert fag/kontraktområde. Modellen respekterer ligeledes det nye signalsystems centrale betydning for det fuldautomatiserede togsystem og tager højde for, at alene DSB som offentlig styringspart kan kontrollere og tage ansvar herfor i forhold til den samlede systemperformance, jævnfør afsnit 6.2.

6.1 MARKEDSDIALOG

DSB har ad flere omgange gennemført en markedsdialog med et større antal markedsledende leverandører, der vil kunne få en central rolle i fuldautomatiseringen af S-banen. Der blev allerede i den første runde markedsdialog konstateret udfordringer ved at gennemføre indkøbet i én samlet kontrakt, der ganske vist blev karakteriseret som egnet ved greenfield-projekter, men ikke ved et brownfield-projekt med betydelige risici fra markedets perspektiv.

Der er således en væsentlig modvilje blandt markedsaktørerne til at påtage sig et samlet integrations- og systemperformanceansvar. Dette skyldes primært følgende fire forhold:

1. **Kontrol over det nye signalsystem:** Signalsystemet udgør kernen i den fuldautomatiserede drift og trafiksystemets samlede performance, men som følge af, at signalsystemet

allerede har været udbudt og er under implementering, var ingen – ud over leverandøren af det nye signalsystem selv – villig til at påtage sig et samlet ansvar, hverken i forhold til system-integration, systemperformance eller den efterfølgende drift. Det blev af nogle deltagere også anført, at denne situation ville udgøre en konkurrencefordel for leverandøren af signalsystemet i hybridmodellen.

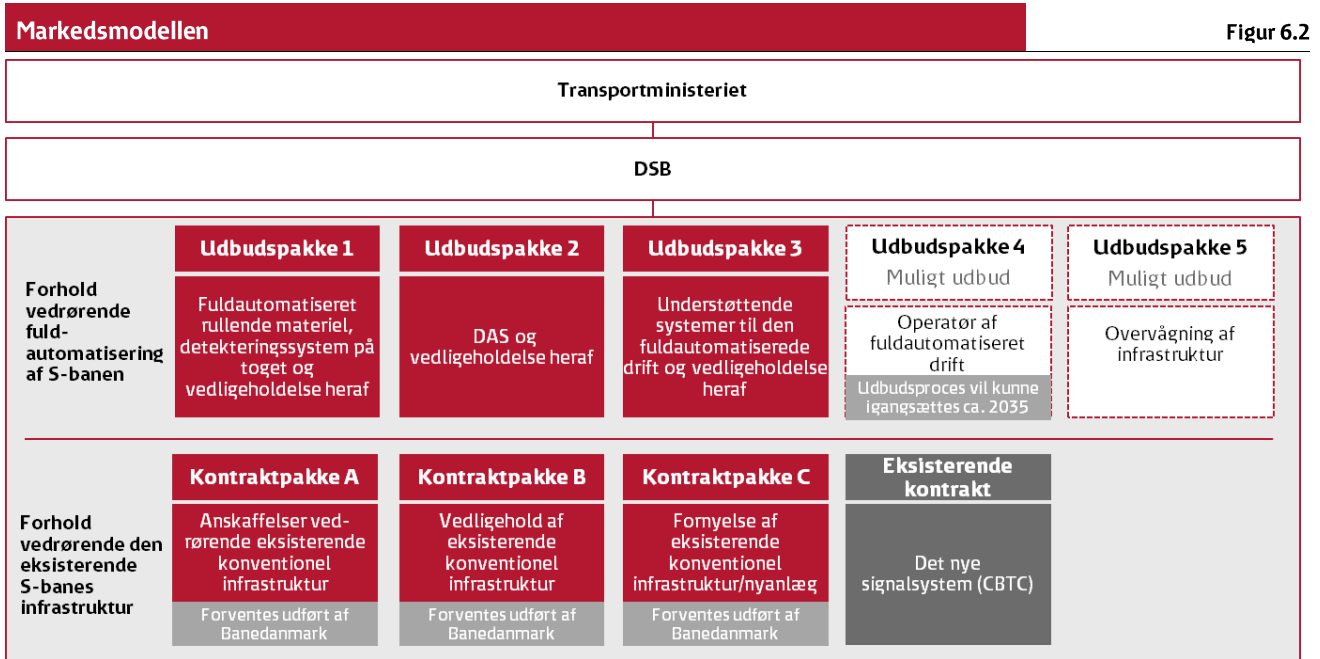
2. **Kompleks konsortiekonstruktion:** Leverandørerne vil skulle indgå partnerskaber, der ikke ligger inden for deres normale forretningsområder, og partnerskaberne vil være baseret på leverancer mellem både tids- og volumenmæssigt ulige parter eller parter med modsatte interesser i forhold til opgavefordelingen. Dette forudses at kunne reducere konkurrencen, medføre en forhøjet risikopræmie og/eller give konflikter internt i konsortiet under implementering og drift.
3. **Tilstand af eksisterende infrastruktur:** Infrastrukturen er af ældre dato, og tilstanden er i vidt omfang ukendt, hvorfor en bred del af markedet ikke ønsker at påtage sig et vedligeholdelses- og dermed performanceansvar herfor. Usikkerheden herved er ganske enkelt for stor.
4. **Operatørrollen:** Markedet var kritisk i forhold til et delt operatøransvar i udrulningsfasen med DSB som ansvarlig for eksisterende S-tog og med OPP-leverandøren (konsortiet) som ansvarlig for den fuldautomatiserede drift. Der var også meget begrænset interesse i operatørmarkedet til at påtage sig et samlet ansvar for økonomi og systemperformance, medmindre dette kunne ske i en partnerskabslignende konstruktion med DSB som deltager, hvori DSB i alt væsentlighed bærer den tekniske og økonomiske risiko i forbindelse med udrulningsfasen. Operatørrollen kan dermed blive afgørende dimensionerende for konkurrencesituationen ved udbud af en samlet kontrakt. Dette skal særligt ses i lyset af, at antallet af operatører med reel erfaring i etablering og drift af fuldautomatiske systemer, og som samtidig tilbyder sine ydelser i markedet, er meget begrænset.

6.2 MARKEDSMODELLEN

Der er en række betænkeligheder, der samlet set bevirker, at det ikke anbefales at gennemføre et udbud af én samlet kontrakt, men at ydelserne opdeles i op til fem udbudspakker samt en kontraktpakke vedrørende den konventionelle infrastruktur som illustreret herunder, hvortil kommer den eksisterende kontrakt om det nye signalsystem (CBTC).

Tilsvarende vil det som i hybridmodellen være DSB som offentlig styringspart, der har det overordnede kommercielle ansvar, herunder ansvar for indtægtsdeling.

Nedenfor er ansvarsfordelingen i markedsmodellen skitseret. Der er en række fordele ved markedsmodellen; de er ligeledes beskrevet nedenfor.



* Figuren viser markedsmodellen og fordelingen af udbudspakker og kontraktpakker.

Ansvarsfordeling i markedsmodellen

Den væsentligste ansvarsfordeling på tværs af udbudspakker i markedsmodellen:

- Levering: Leverandøren
- Ejerskab af aktivet: DSB
- Vedligehold: Leverandøren
- Drift: Leverandøren. For rullende materiel (udbudspakke 1) dog operatøren (udbudspakke 4)
- Teknisk integration: Leverandøren
- Overordnet integrations- og koordineringsansvar: DSB
- Det nye signalsystem: Leveres og vedligeholdes af Siemens. DSB har det overordnede ansvar for integrations-koordinering på tværs af udbudspakker.

I forhold til hybridmodellen indebærer markedsmodellen dog samtidig et øget integrations- og koordinationsansvar for DSB som den offentlige styringspart. DSB vil ikke skulle udføre egentlig teknisk integration. Ansvar herfor, såvel som for fyldestgørende grænsefladebeskrivelser imod andre systemer, vil blive placeret hos de relevante leverandører. I stedet skal DSB varetage kontrakt- og projektstyring mellem parterne, og DSB vil have det endelige integrationsansvar mellem udbudspakkerne. Behovet for projektledelse og risikostyring vil også eksistere i et scenarie, hvor denne opgave overlades til markedet. I så fald vil projektstyring og integrationsansvar foretages og fordeles blandt de involverede leverandører, og det vurderes, at den direkte omkostningsmæssige forskel på de to modeller vil være begrænset.

Integrationen mellem forskellige delkontrakter udgør et betydeligt risikomoment i programmet. Den nærmere præcisering af integrationsansvaret kræver en indgående teknisk analyse af det kommende systemdesign og de tekniske grænseflader heri, herunder særligt samspillet med signalsystemet, hvilket ikke er en del af opdraget for fase 1. Den nærmere præcisering af integrationsansvaret og behovet for integration vil derfor blive nærmere fastlagt som en del af fase 2.

Fordele ved markedsmodellen

- At den respekterer det nye signalsystems centrale betydning for det fuldautomatiserede togsystem og tager højde for, at alene DSB som offentlig styringspart kan kontrollere og tage ansvar herfor i forhold til den samlede system-performance.
- At den opstillede model i højere grad afspejler markedets evner og kan skabe de rigtige incitament i markedet og en mere effektiv konkurrence.
- At der skabes konkurrence inden for alle faglige hovedområder, hvilket understøtter målet om den samlede økonomisk mest fordelagtige løsning og sikrer mulighed for fokus på kvaliteten i hver leverance.
- At driftsansvaret i udrulningsfasen er entydigt placeret hos DSB med et samlet system-performanceansvar.
- At modellen entydigt placerer det samlede performanceansvar hos DSB, i betydeligt omfang fortsat understøtter et entydigt ansvar for de enkelte leverancer, og at tværgående incitament vil medvirke til et helhedsperspektiv i opgaveløsningen.

I markedsdialogen udtrykte særligt to operatører med erfaring inden for fuldautomatiseret drift skepsis over for markedsmodellen i forhold til manglende erfaring hos DSB vedrørende fuldautomatisk drift og udrulning. DSB har i den forbindelse overvejet forskellige muligheder for at integrere operatørernes erfaringer, f.eks. i form af en selvstændigt udbudt rolle som overordnet integrationsansvarlig eller en joint venture-konstruktion. Fælles for disse var dog, at udrulningen til fuldautomatiseret drift i alt væsentlighed fortsat ville ske på DSB's regning og risiko, og der er derfor ikke fundet nogen attraktiv og relevant alternativ løsning. Det vurderes derfor mere hensigtsmæssigt, at DSB opbygger den nødvendige ekspertise på anden vis enten ved at hente kerneressourcer til organisationen eller ved at trække på rådgiverkompetencer.

Erfaringerne fra andre ordregivende myndigheder, der har gennemført konverterings- eller nybygningsprojekter af bybaner med problemstillinger, der i nogen grad kan sammenlignes med S-banen, har blandt andet også vist nødvendigheden af en kompetent offentlig styringspart med den nødvendige faglige indsigt, der kan sætte sig for bordenden. Andre ordregivere har også bekræftet udfordringerne med at placere et for stort samlet integrationsansvar hos en ekstern leverandør, ligesom det er blevet bekræftet, at signalsystemet udgør det centrale element i en fuldautomatiseret drift. Af blandt andet de årsager har man også i et lignende konverteringsprojekt i Paris beholdt integrationsansvaret hos den hidtidige offentlige udbyder.

6.3 UDBUDS- OG KONTRAKTPAKKER

Udbuds- og kontraktpakkerne er som følger:

Udbudspakke 1: Fuldautomatiseret rullende materiel, detekteringssystem på toget og vedligeholdelse heraf

Der indgås kontrakt med en leverandør om design, tilvejebringelse og teknisk integration af fuldautomatiseret rullende materiel og et væsentligt ansvar for vedligeholdelsen heraf, jævnfør afsnit 3.9. Leverancen vil indeholde teknologi i toget til at understøtte fuldautomatiseret drift i form af ODS-T samt vedligeholdelse heraf. Videre vil leverancen omfatte hardware i toget til passagerinformationssystemer, systemer til overvågning i toget og kommunikation mellem kunder og trafikstyringscenteret.

Ved én samlet kontrakt placeres grænsefladeansvaret mellem det rullende materiel og delsystemerne hos én ekstern part. I den forbindelse er særligt grænsefladerne mellem det rullende materiel og ODS-T samt mellem det rullende materiel og det nye signalsystem centrale. Der sikres leverandørerne adgang til anskaffelse af det nødvendige hardware (onboard units) til det nye signal-

system, som forventes installeret af leverandøren. Kontraktens løbetid vil dække det rullende materiels levetid, det vil sige en kontraktlængde på op til 30 år med mulighed for yderligere forlængelse.

Udbudspakke 2: Distributed Acoustic Sensing (DAS) og vedligeholdelse heraf

DAS udgør et blandt flere centrale elementer i forhold til opretholdelse af det nødvendige sikkerhedsniveau for den fuldautomatiserede drift samt sikkerhedsgodkendelse heraf, og DAS skal integreres med det nye signalsystem. Der indgås kontrakt med en leverandør om etablering af såvel den nødvendige hardware som software samt den efterfølgende vedligeholdelse og videreudvikling heraf. Aftalen vil i det væsentligste være en it-kontrakt med en forventet løbetid på op til 30 år.

I det omfang, systemets funktionalitet forudsætter etablering af yderligere fiberkabler i sporet, vil dette blive indeholdt i enten udbudspakke 3 eller som del af Banedanmarks leverancer (kontrakt-pakke 6).

Udbudspakke 3: Understøttende systemer til den fuldautomatiserede drift og vedligeholdelse heraf

Fuldautomatiseringen af S-banen nødvendiggør etableringen af en række understøttende systemer i infrastrukturen som enten erstatning for nuværende, men ikke tids- og funktionssvarende systemer, eller helt nye, understøttende systemer som følge af den fuldautomatiserede drift. Dette omfatter særligt hardware i infrastrukturen og software til passagerinformationssystemer, videoovervågning, overvågningssystemer og telekommunikation. Videre vil det også omfatte den nødvendige hardware og software i det nye trafikstyringscenter samt vedligeholdelsen heraf.

Leverandøren vil stå for den tekniske integration mellem trafikstyringscenteret og systemerne til passagerinformation og overvågning i toget (omfattet af udbudspakke 1) og vil endvidere være pålagt et vedligeholdelsesansvar i systemernes levetid, det vil sige en kontraktlængde på op til 30 år afhængig af delsystemets forventede levetid.

Udbudspakke 4: Operatør af fuldautomatiseret materiel (mulig udbudspakke)

Operatøransvaret for såvel den eksisterende konventionelle drift som den fuldautomatiserede drift varetages i udrulningsfasen af DSB. Herved imødekommes også bekymringen fra markedet vedrørende et delt operatøransvar.

Efter endt udrulning kan driften af det fuldautomatiseret materiel udbydes, hvis der ønske herom. En udbudsproces vil forventeligt kunne påbegyndes cirka i 2035 med henblik på eventuelt at kunne overdrage operatørrollen i 2039, på hvilket tidspunkt det også må forventes, at konkurrencesituationen vil være styrket. Dels vil der generelt i markedet være blevet opbygget yderligere erfaring med fuldautomatiseret drift, og dels må det forventes, at et fuldt ud implementeret og stabilt togsystem vil appellere til et betydeligt bredere leverandørfelt, da der er tale om en mindre risikofyldt aftale.

Operatørrollen forventes at omfatte trafikplanlægning, drift af trafikstyringscenteret, herunder ansættelse og træning af personale, beredskabsaktiviteter med videre.

Udbudspakke 5: Overvågning af infrastruktur (mulig udbudspakke)

Den løbende overvågning af infrastrukturens tilstand spiller en stor rolle i forbindelse med såvel den daglige, operative håndtering som den langsigtede planlægning, herunder i forbindelse med beslutninger om større vedligeholdelsesopgaver, sporfornyelser med videre. For at styrke dette etableres et overvågningssystem, eksempelvis understøttelse af sensorer langs banen. Anskaffelsen og brugen heraf sker enten hos DSB eller Banedanmark (som del af kontrakt-pakke 6). Dette fastsættes nærmere i fase 2.

Kontrakt-pakke A-C: Håndtering af konventionel infrastruktur

Der opstilles en samarbejdsmodel mellem DSB og Banedanmark om håndtering af den konventionelle infrastruktur, jævnfør afsnit 5.2.

DSB har det overordnede ansvar samt ansvaret for at bestille ydelser hos Banedanmark, mens Banedanmark har ansvaret for at levere i henhold til bestillingen fra DSB og performancekontrakten. Banedanmarks leverancer kan overordnet opdeles i A) visse nødvendige anskaffelser vedrørende eksisterende konventionel infrastruktur, eksempelvis opsætning af hegn, B) løbende vedligeholdelse af eksisterende konventionel infrastruktur og C) fornyelse af eksisterende konventionel infrastruktur/nyanlæg.

Eksisterende kontrakt om det nye signalsystem

Det nye signalsystem er allerede under implementering og forventes udrullet på hele S-banen i 2022 og resterende arbejder gennemført i 2023. Dette signalsystem understøtter semiautomatisk drift. For at understøtte den fuldt automatiserede drift skal signalsystemet udvikles yderligere, hvilket der allerede er indeholdt en option om i kontrakten med Siemens. Optionen vurderes dog ikke at kunne dække alle de nu ønskede operationelle funktionaliteter, hvorfor yderligere ændringer til kontrakten kan blive nødvendigt. Banedanmark vil forestå implementering af det nye signalsystem til semiautomatiseret drift, og herefter overdrages kontrakten til DSB med henblik på opgraderingen til fuldautomatiseret drift. Siemens har med kontrakten som udgangspunkt en løbende driftsforpligtelse af det nye signalsystem i minimum 25 år fra endelig implementering; det vil sige forventet 25 år fra 2024.

6.4 INCITAMENTSMODEL OG KONTRAKTSTRATEGI

Hybridmodellens fordel i form af et entydigt eksternt placeret integrationsansvar søges i videst muligt omfang videreført i den nye udbuds- og kontraktstrategi ved at indarbejde såvel kontrakt-specifikke som tværgående incitamentsmodeller.

6.4.1 INDIVIDUELLE OG FÆLLES RESULTATMÅL

De enkelte kontrakter vil indeholde individuelle resultatmål specifikt rettet mod den pågældende leverance. Dette vil både være i forhold til overholdelse af tidsterminer og kvalitative forhold. Resultatmålene er koblet til økonomiske bods-/bonusmekanismer for at sikre tilstrækkeligt incitament til opfyldelse af målene.

Herudover vil kontrakterne i videst muligt omfang også indeholde fælles resultatmål på tværs af kontrakter for at understøtte samarbejdet om grænsefladeproblematikker og dermed også performance af det samlede trafiksystem. Disse resultatmål er også koblet til økonomiske mekanismer, dog forventeligt primært bonusmekanismer, idet markedsdialogen viste en betydelig modvilje i forhold til bod ved fælles resultatmål. Leverandørerne er ikke villige til at påtage sig økonomiske risici (bod) for forhold, som de ikke selv kan kontrollere. Opfyldelse af fælles resultatmål vil forudsætte, at de respektive leverandører samarbejder og fokuserer på outcome i stedet for kun deres eget input.

Det er således hensigten i videst muligt omfang at placere ansvaret for performance af de forskellige dele af den fuldautomatiserede S-bane hos leverandørerne samt ved fælles resultatmål at understøtte integration mellem ydelser omfattet af forskellige kontrakter. Dette vil medvirke til at mitigere risici forbundet med det øgede integrations- og koordinationsansvar hos DSB.

6.4.2 GOVERNANCE-SETUP SIKRER PLANLÆGNING OG STYRING PÅ TVÆRS

Der vil ligeledes blive indtænkt et governance-setup til at sikre planlægning og styring på tværs af udbuds- og kontraktpakkerne, herunder for eksempel orienterings- og koordineringsforpligtelser mellem leverandørerne af de enkelte kontrakter, så sådanne forpligtelser ikke alene gælder i forhold til DSB.

DSB vil dog samtidig kunne benytte sin rolle som den centrale, koordinerende part til at opnå kendskab til og kunne gribe ind i tilfælde af eventuelle udfordringer tidligere, end det ville være

tilfældet, såfremt én leverandør havde det samlede system-, integrations- og driftsansvar. Ved at sidde for bordenden ved alle drøftelser vedrørende grænseflader og integration kan der sikres bedre transparens og bedre mulighed for at mitigere risici i tide.

6.4.3 PRINCIPPER FOR UDFORMNING AF KONTRAKTVILKÅR

Ved udarbejdelse af kontrakterne vil DSB bygge videre på erfaringer opnået ved udbud af anskaffelse af ellokomotiver, anskaffelse af nye vogne samt anskaffelse af nye eltog. På denne baggrund og for at realisere de overordnede projektmål udformer DSB kontraktvilkår, der danner grundlag for udbuddene, med særlig fokus på følgende forhold:

- DSB søger en velafbalanceret kontrakt med en rimelig risikoallokering. DSB søger at undgå at pålægge leverandørerne risici, der kan lede til unødvendige risikopræmier, enten fordi den konkrete risiko ikke kan kontrolleres af leverandøren eller ikke er proportional med de fordele, som leverandøren har ved kontraktforholdet.
- Relevante kontraktvilkår afstemmes med gældende markedsstandarder. Der kan dog være vilkår og betingelser, som DSB – af legitime grunde, der vedrører eksempelvis forsyningsikkerhed, eller lignende – fastsætter til et mindre leverandørvenligt niveau end branchenormen. DSB anbefaler tilgangen "*branchenorm, medmindre det er objektivt begrundet*".
- DSB skal have robust kontraktuel beskyttelse i forhold til kritiske forhold, herunder leverandørernes forsinkelse eller væsentlige mangler ved det leverede. Der vil være særlig fokus på forhold, som er kritiske for den samlede fuldautomatisering af S-banen.
- Kontrakterne skal indeholde relevante, specifikke og tværgående incitamentsstrukturer til at understøtte opfyldelse heraf, jævnfør også ovenfor. Hertil anvendes afbalancerede betalingsmekanismer, garantiforpligtelser med videre til at sikre incitament for levering til såvel lovet tid som kvalitet.
- Der vil blive fastsat relevante fora og processer for samarbejde og informationsudveksling mellem leverandørerne for at understøtte, at DSB som overordnet integrations- og kontraktansvarlig ikke ender med ansvar for planlægning og eventuel re-planlægning af drift og vedligeholdelse.
- Kontrakternes bestemmelser skal effektivt kunne styres og håndhæves i praksis. Dette søges opnået ved, at kontrakterne udformes således, at vilkår og procedurer understøtter effektive kontraktstyringsprocesser.

6.5 RISIKOMITIGERENDE KONTRAKTLIGE TILTAG

De væsentligste programrisici og hertil knyttede risikomitigerende tiltag er beskrevet i afsnit 10. Dette vil blive inddraget i udbuds- og kontraktstrategien, således at disse i relevant omfang understøtter gennemførelse af de risikomitigerende tiltag gennem udbudsretlige og kontraktuelle mekanismer. Dette skal ses i tillæg til ovennævnte udbudsretlige og kontraktuelle strategier og principper. Samlet vil det medvirke til at sikre den samlede opnåelse af effektiv fuldautomatisk drift samt håndtering af leverance-/performancesvigt, herunder i grænsefladerne mellem systemer og kontrakter.

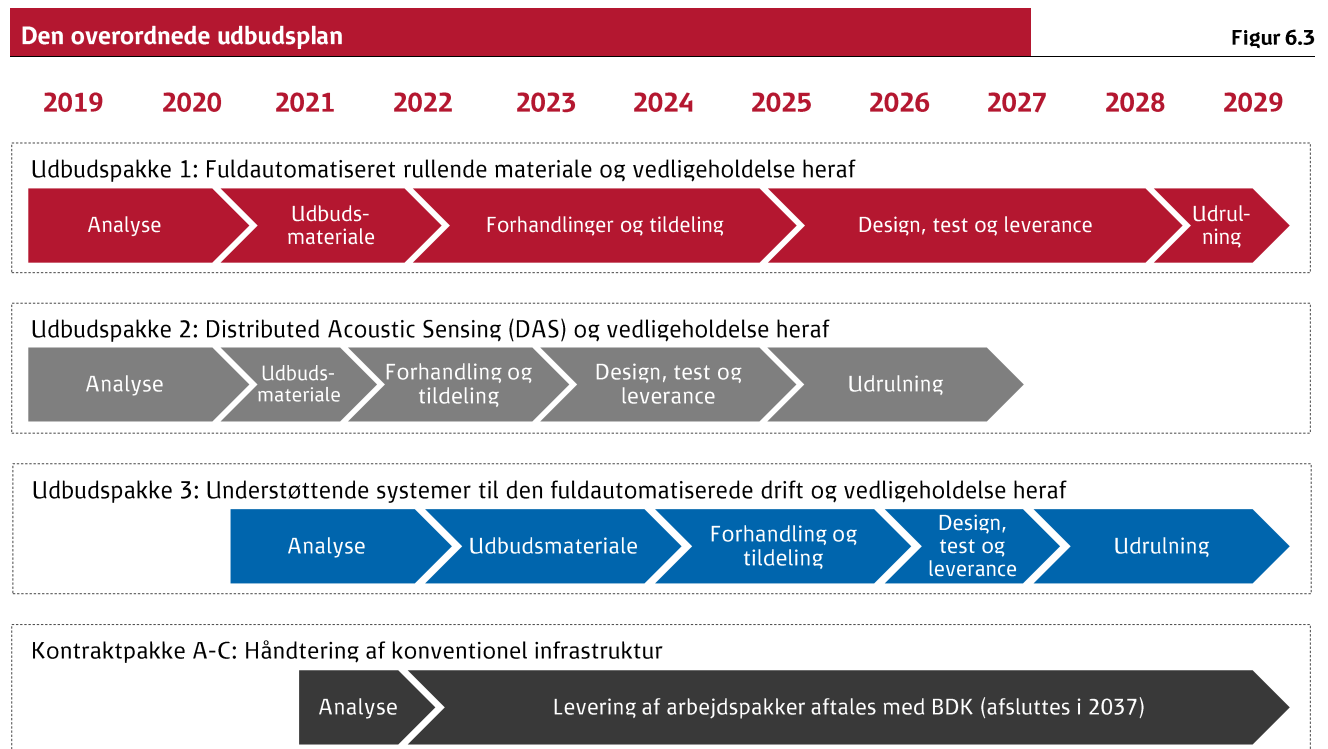
6.6 UDBUDSPLAN

Forberedelserne til udbud af udbudspakke 1 (rullende materiel) og udbudspakke 2 (DAS) forventes igangsat umiddelbart efter overgangen til næste fase. Det rullende materiel udgør indkøbsprojektets kritiske vej grundet kompleksiteten og den lange tidshorison. DAS spiller dog en afgørende rolle i forhold til det samlede sikkerheds-setup for den fuldautomatiserede S-bane, hvorfor design og test heraf gennemføres hurtigst muligt. Udbudsplanen er illustreret nedenfor.

Som del af det forberedende arbejde til udbudsmaterialet vil der muligvis blive gennemført yderligere undersøgelser og/eller målrettet og afgrænset markedsdialog, eksempelvis for på et tidligt stadie at få fastlagt realistiske, tekniske krav og markedskonforme forhold. Ved overgangen til

fase 2 igangsættes supplerende analysearbejde vedrørende udbudspakke 3 og de nødvendige opdateringer af det nye signalsystem med henblik på at kunne igangsætte forhandlinger med leverandøren.

Udbuddene vil blive gennemført i henhold til en af de fleksible udbudsformer; det vil sige enten udbud med forhandling eller konkurrencepræget dialog. Fordelen herved er blandt andet, at udbudsprocessen i væsentligt omfang kan tilpasses og skaleres efter behov ved det konkrete indkøb, det giver mulighed for at teste krav og ønsker, inden disse fastlåses endeligt, og det understøtter det rigtige valg både i forhold til tekniske løsninger og kommercielle vilkår. Valg af udbudsprocedure træffes endeligt i fase 2.



* Figuren viser den overordnede programplan fordelt på udbudspakke 1-4 samt udvikling af kontraktpakken vedrørende eksisterende infrastruktur i samarbejde med BDK.

Programmets fem faser

Udbudsprocessen struktureres i fem faser, som beskrives nedenfor:

Analyse

I denne fase udarbejdes analyser på tværs af organisatoriske og tekniske områder på baggrund af blandt andet en markeds-dialog. I denne fase tilvejebringes beslutningsgrundlaget for den politiske beslutning om at påbegynde udarbejdelsen af ud-budsmateriale primo 2021.

Udbudsmateriale

I denne fase udarbejdes udbudsmateriale, herunder kravspecifikation, kontrakt og udbudsbe- tingelser. For så vidt angår udbud af det fuldautomatiserede rullende materiel afrapporteres fasen med henblik på en politisk godkendelse af, at udbuddet igangsættes.

Forhandling og tildeling

I denne fase gennemføres udbuddet. De prækvalificerede (udvalgte) leverandører giver til- bud/dialogoplæg på baggrund af udbudsmaterialet. Der gennemføres forhandlinger/dialog, evaluering og tildeling af kontrakt. Ved udgangen af denne fase er leverandører valgt for de pågældende udbud og kontrakter indgået.

Design, test og leverance

I denne fase udvikles og designes de valgte teknologier og produkter af leverandøren og te- stes individuelt og på tværs af systemer. Det rullende materiel produceres, testes og myndig- hedsgodkendes i denne fase.

Udrulning

I denne fase forberedes udrulning af teknologier og rullende materiel, først på Ringbanen med henblik på at monitorere og forbedre driften forud for udrulning linje for linje til resterende netværk. Denne udrulning vil ske ved blandt andet løbende levering af rullende materiel, sik- kerhedsgodkendelser per linje, træning og ansættelse af medarbejdere samt udfasning af ek- sisterende S-tog.

7

Model for udrulning

Det fremgår af de tidligere analyser af muligheden for en fuldautomatiseret S-bane, at en stor del af de samlede risici knytter sig specifikt til udrulningen af fuldautomatiseringen på S-banen. DSB adresserer disse risici ved udrulningen, jævnfør afsnit 10. DSB har på den baggrund udarbejdet en udrulningsplan, der søger at minimere gener for kunderne samt de risici, der er forbundet med udrulningen af fuldautomatiseret drift på Ringbanen (linje F).

Anbefaling

DSB anbefaler, at første kørsel med fuldautomatiseret passagerdrift sker på Ringbanen i såkaldt pilotdrift, og at udrulningen af fuldautomatiseret drift foretages linje for linje derefter.

7.1 UDRULNING PÅ RINGBANEN

Ved at vælge Ringbanen som første strækning med fuldautomatisk passagerdrift (såkaldt pilotdrift) kan DSB reducere risikoen forbundet med udrulningen til hele S-togsnetværket væsentligt. Dette skyldes, at Ringbanen er den eneste linje, der er afkoblet fra den centrale sektion mellem Svanemøllen St. og Københavns Hovedbanegård, hvor S-banen kun har to spor. Det vil sige, at Ringbanen ikke deler spor med andre linjer, hvilket sammenholdt med Ringbanens korte strækning betyder, at der ved driftsforstyrrelser kan ske hurtig genopretning af driften uden at påvirke det øvrige netværk. Udrulningen på Ringbanen har således til formål at sikre grundlaget for stabil indfasning samt sikre erfaring med fuldautomatiseret drift på alle årstider før videre udrulning, uden at det centrale afsnit gennem København vil blive påvirket.

7.1.1 VARIGHED FOR KØRSEL PÅ RINGBANEN

Første kørsel med fuldautomatiseret passagerdrift vil foregå på Ringbanen og vil forventeligt finde sted medio 2029. Det er forventningen, at Ringbanen kan idriftsættes med en komplet flåde af fuldautomatiserede S-tog for at nedbringe kompleksiteten i driftsafviklingen. Ringbanen skal leve op til foruddefinerede succeskriterier (såkaldte "gate-kriterier"), før udrulningen foretages på det øvrige netværk. Dette sikrer, at alle tekniske systemer fungerer både hver for sig, samlet og i samspil med kunderne. Den videre udrulning kan fortsætte i det øjeblik, gate-kriterierne er opfyldt, hvilket på nuværende tidspunkt forventes at være efter op til to års drift på Ringbanen. Denne forventning er baseret på erfaringer med den nuværende togflådes indsættelsehastighed samt erfaringer fra udenlandske tognetværk. De foruddefinerede gate-kriterier indebærer, at der ikke udrulles til det øvrige netværk, førend der er opnået tilstrækkelig robusthed og erfaring med fuldautomatiseret drift, ligesom infrastrukturen og organisationen skal være klar hertil.

7.1.2 STABIL INDFASNING OG ERFARINGSINDSAMLING

Ringbanen er udvalgt, fordi den dels er bedst egnet til at reducere risici og gener forbundet med udrulning, dels giver mulighed for tidlig gevinstrealisering, hvis frekvensen øges. Dermed får kunderne på et tidligt tidspunkt i den samlede udrulning konkrete fordele ud af fuldautomatiseringen, fordi der bliver kortere mellem togene på Ringbanen. Hertil kommer, at driften på Ringbanen giver mulighed for at dokumentere og evaluere, om leverandørerne lever op til de kontraktlige krav. Det er DSB's forventning, at der er behov for cirka to års drift på Ringbanen.

Hvis den fuldautomatiserede drift på Ringbanen mod forventning ikke kan påvise en tilstrækkelig stabilitet, er der mulighed for at opretholde togdriften ved at fortsætte den konventionelle drift med de eksisterende S-tog. Dette vil være en midlertidig løsning, hvor DSB vil skulle tage stilling til den fortsatte udrulning, herunder de mitigerende handlinger og forsikringsoptioner, som DSB har mulighed for at iværksætte, såfremt der med fuldautomatiseret drift på Ringbanen ikke kan opnås tilstrækkelig driftsstabilitet. Dette kan eksempelvis være optionen om førerkabiner, jævnfør afsnit 10.2.

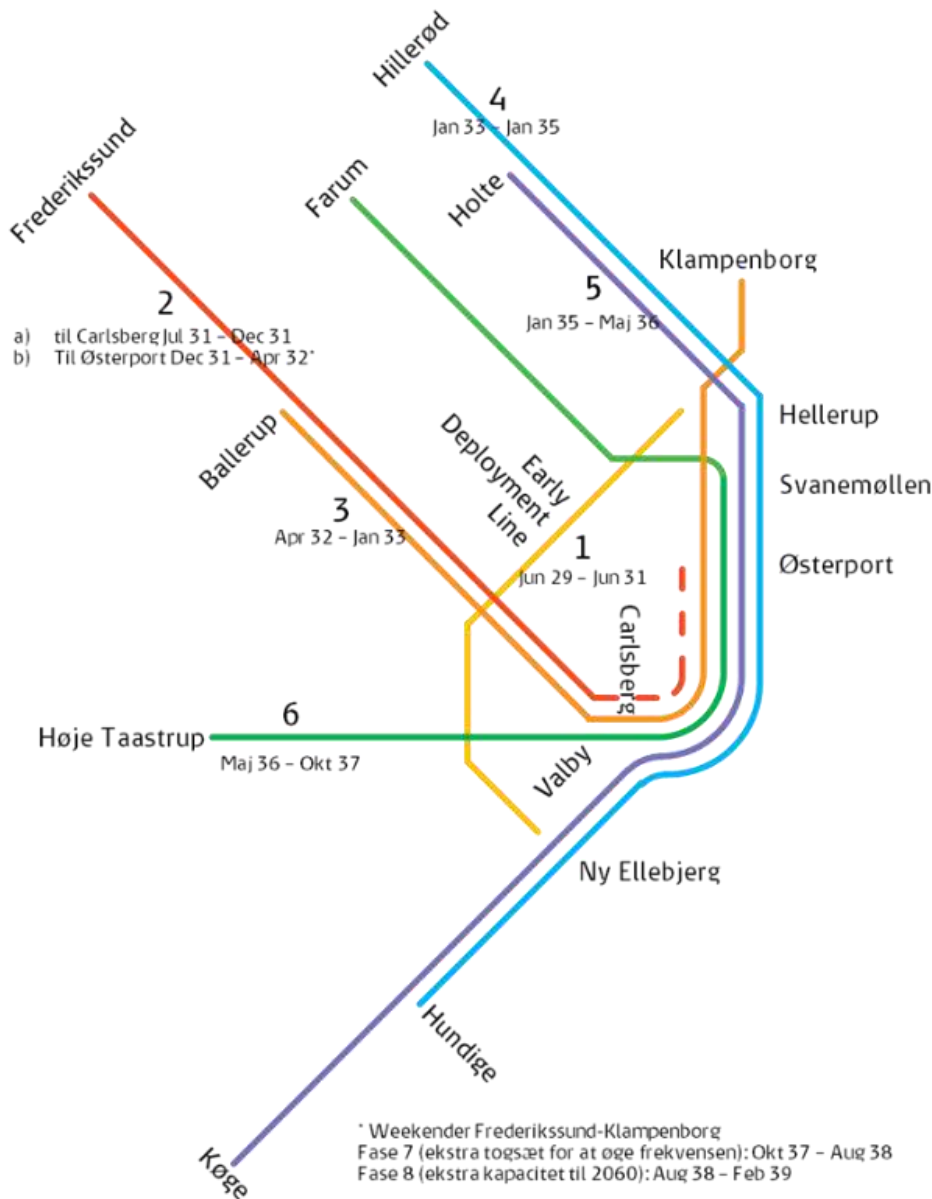
7.1.3 UDRULNING AF FULDAUTOMATISERET DRIFT PÅ DET RESTERENDE NETVÆRK

DSB planlægger, at udrulningen af fuldautomatiserede S-tog sker gradvist toglinje for toglinje, således at passagererne på en toglinje (eksempelvis linje C eller H) gradvist oplever, at toglinjen trafikeres af flere nye tog, indtil der udelukkende kører fuldautomatiserede S-tog. Denne gradvise udrulning indebærer, at der, mens togene udrulles, kører både konventionelle og fuldautomatiserede S-tog på netværket, jævnfør boks nedenfor.

Den gradvise udrulning af fuldautomatiseret drift forventes at ske fra cirka medio 2031, så der ultimo 2037 udelukkende kører fuldautomatiserede S-tog. Herefter er det forventningen, at DSB frem til 2039 fokuserer på at optimere den fuldautomatiserede drift og realisere de forventede gevinster, herunder udvidet køreplan, øget punktlighed og fleksibilitet i driften. Derefter er den samlede transition gennemført.

Foreløbig rækkefølge for udrulning på toglinjerne

Figur 7.1



Figuren viser et kort over de forventede linjer samt den foreløbige rækkefølge for udrulning.

1. **Ringbanen** udrulles som den første toglinje forventeligt medio 2029.
2. **Frederikssund – Carlsberg** er udvalgt som den næste toglinje, fordi togene ikke kører gennem det centrale afsnit af København. Herved opbygges erfaringer med driften af både konventionelle og fuldautomatiserede S-tog på den samme toglinje før videre udrulning til det centrale afsnit med toglinjen Frederikssund – Østerport.
3. **Ballerup – Klampenborg** er den tredje toglinje og er udvalgt med henblik på at reducere omfanget af drift med både konventionelle og fuldautomatiserede S-tog. Det gør det lettere for kunderne, fordi de ved, hvor på perronen de skal placere sig, ligesom det er muligt at levere bedre nødkøreplaner.
4. **Hillerød – Hundige** er den fjerde toglinje, der udrulles, da den muliggør let adgang til vaskefaciliteten i Hundige, hvorved driftsomkostninger til tomkørsler reduceres.
5. **Holte – Køge** er den femte toglinje, som deler spor med Hillerød – Hundige og er udvalgt for at begrænse omfanget af drift med både konventionelle og fuldautomatiserede S-tog.
6. **Farum – Høje Taastrup** er den sjette og sidste udrulning, hvorfor der herefter udelukkende kører fuldautomatiserede S-tog.
7. Det er forventningen, at køreplanskonceptet ændres, når det fuldautomatiserede S-togsnetværk er i stabil drift, og der er modtaget det nødvendige antal tog.

Udrulningen er planlagt for at minimere gener for kunderne og dermed sikre størst mulighed for opretholdelse af togdriften. Der vil være elementer af den fuldautomatiserede driftsform, som ikke kan evalueres på Ringbanen på grund af Ringbanens karakteristika. Disse elementer vil være nye i den videre udrulning. Derfor er der fokus på at reducere risikoen med kørsel gennem det centrale afsnit af København.

Varighed for den gradvise udrulning

Som nævnt ovenfor forventes Ringbanen at være i drift medio 2029 og op til to år, inden udrulningen forventes at fortsætte på resten af S-togsnetværket medio 2031. I denne periode vil der opbygges erfaring med fuldautomatiseret drift, således at risikoen ved den efterfølgende udrulning frem til primo 2039, hvor det sidste fuldautomatiserede S-tog er leveret, mitigeres. Udrulningsperioden forudsætter, at DSB modtager og idriftsætter et nyt togsæt hver 14. dag, hvilket svarer til internationale erfaringer med lignende projekter samt den indfasningstakt, der har vist sig mulig ved tidligere leverancer af togmateriel til DSB.

I de tidlige udrulningsfaser benyttes de frigjorte, konventionelle S-tog til at øge kapaciteten for at imødekomme den forventede passagerstigning, jævnfør afsnit 1.4, og som driftsklar reserve, indtil toglinjen har opnået den ønskede driftsrobusthed. Først når alle toglinjer er fuldautomatiserede, ændres køreplanen endeligt.

Ovenstående udrulningsplan og varigheden heraf er baseret på blandt andet den gennemførte markedsdialog og de analyser, DSB har gennemført i fase 1. DSB vil i de kommende faser optimere udrulningsplanen med fokus på, hvordan fuldautomatiseringen kan gennemføres hurtigere, men uden at øge de risici, der er forbundet med transitionen. Dette vil eksempelvis kunne ske ved at forkorte den første kørsel med fuldautomatiseret passagerdrift på Ringbanen eller øge takten, hvormed DSB modtager og idriftsætter nye togsæt.

Del 3

Hvornår

I dette afsnit beskrives, hvornår de enkelte faser i fuldautomatiseringen af S-banen gennemføres, og hvad de centrale aktiviteter i de næste år er.



Hvad

Kundeoplevelse
og
servicekoncept

Rullende
materiel

Infrastruktur

Fremtidig sektor-
organisering



Hvordan

Model for
udbuds- og
kontraktstrategi

Model for
udrulning

Det økonomiske
grundlag

Risici



Hvornår

Det videre forløb

8

Det videre forløb

Som beskrevet i den politiske aftale om fuldautomatiseringen af S-banen skabes der med fuldautomatiseringen ny afhængighed mellem infrastruktur og drift af S-banen. Fuldautomatiseringen af S-banen indebærer således ikke kun store driftsmæssige ændringer, men også organisationsændringer. Disse ændringer vil skulle håndteres med størst mulig sikkerhed for, at driften kan oprettholdes i løbet af transitionen.

Anbefaling

For at sikre en mere smidig omstilling til fuldautomatisk drift anbefaler DSB, at ansvaret for den samlede opgavevaretagelse på S-banen samles i DSB senest i 2027. Videre anbefaler DSB, at en eventuel overdragelse af driften af den fuldautomatiserede S-bane til en privat operatør udskydes, indtil udrulningen er afsluttet, forventeligt i 2039, for at sikre en stabil transitionsfase og dermed øge sandsynligheden for at kunne opretholde driften i løbet af transitionen.

8.1 TEKNISKE OG ORGANISATORISKE OMSTILLINGER

Opgraderingen af S-banen fra en konventionel jernbane til et fuldautomatiseret system omfatter en række omstillinger i forhold til konventionel togdrift. Omstillingen er kompleks og forbundet med risici, der kan forsinke transitionen og påvirke driften. Det håndteres gennem en effektiv planlægning af transitionen, som baserer sig på fire principper:

Omstillingen til fuldautomatisering iværksættes gennem en række afledte projekter

Omstillingen vil blive iværksat gennem afledte projekter inden for følgende hovedområder:

- Organisation og kapaciteter
- Information og systemer
- Infrastruktur
- Rullende materiel
- Faciliteter.

Disse hovedområder sikrer overgangen til stabil, fuldautomatiseret drift.

Der er identificeret et antal afledte projekter, der skal kortlægges nærmere i den kommende fase. Det er forventningen, at omfanget af afledte projekter samt investeringsbehovet vil blive endelig fastlagt ved udgangen af næste fase.

Det samlede program, herunder også de afledte projekter, forventes styret efter principper fra MSP®, som er en anerkendt metode til styring af komplekse, offentlige programmer. Derudover vil DSB inddrage erfaringerne fra Fremtidens Tog.

1. Løsningsvalg i forbindelse med udrulning af fuldautomatiserede tog træffes med sigte på at sikre størst mulig sikkerhed for at **opretholde en driftsstabil togdrift gennem transitionsperioden.**
2. Det **nye togmateriel udrulles toglinje for toglinje, og de frigjorte konventionelle S-tog holdes som driftsklar reserve**, indtil den enkelte toglinje har opnået den ønskede driftsrobusthed, førend der udrulles til næste toglinje. De største gevinster ved fuldautomatiseret togdrift realiseres først, når samtlige toglinjer kører fuldautomatisk.
3. **Medarbejdergrupper og fagforeninger berørt af omstillingen til fuldautomatiseret drift inddrages tidligst muligt** for at fastholde kompetencer til at opretholde en stabil togdrift gennem transitionsperioden, og der udarbejdes særskilte handlingsplaner for at håndtere medarbejdergrupper, som i særlig grad påvirkes af overgangen til fuldautomatiseret drift. Her er DSB i en særlig position til at kunne foretage denne omstilling, dels som følge af naturlig afgang, dels fordi DSB løbende vil kunne omskole lokoførere til fjern- og regionalbanen, og endelig fordi fuldautomatiseringen giver en række nye jobmuligheder, blandt andet på grund af behovet for stewards.
4. **Organisatoriske og teknologiske omstillinger adskilles så vidt muligt** i tid for at undgå unødigt kompleksitet, når omstillingen til fuldautomatisering skal eksekveres. Det prioriteres at gennemføre de organisatoriske forandringer forud for de tekniske forandringer.

Transitionen er tilrettelagt i bølger, der hver især er udtryk for opbygning af kompetencer i S-baneorganisationen frem mod slutstadiet, hvor S-baneorganisationen er i stand til at eksekvere sikker og punktlig fuldautomatiseret drift på S-banen. Der er identificeret ni bølger, der er beskrevet nedenfor.

Bølge 1 (indledes primo 2021): DSB påbegynder udbudsforberedelserne

DSB har etableret en programorganisation med klare mandater og entydige beslutningsveje til styring af udbuds- og kontraktpakkerne samt de afledte projekter, der er nødvendige for at kunne implementere fuldautomatiske S-tog. Bemandingen af funktionerne i programmet vil variere over tid, og de tilpasses programfaserne.

Bølge 2 (indledes ultimo 2022): DSB udbyder fuldautomatiseret rullende materiel

DSB's arbejde med at udarbejde specifikationer til det fuldautomatiserede togsystem muliggør udbud af udbudspakker om blandt andet fuldautomatiseret rullende materiel, DAS og understøttende systemer til den fuldautomatiserede drift.

Bølge 3 (indledes medio 2025): DSB kan påbegynde implementering og integration af den samlede, fuldautomatiserede S-bane

DSB færdiggør kontraktforhandlinger af de centrale fuldautomatiserede systemer. Det giver DSB mulighed for at kunne påbegynde integrationen af det samlede system.

Bølge 4 (indledes primo 2027): DSB overtager det samlede ansvar for S-banen og varetager trafikafviklingen af den konventionelle jernbane

DSB har designet og fået sikkerhedsgodkendt den nye, fælles S-baneorganisation, og ansvarsområder er overført fra Banedanmark til DSB, herunder tidlig inddragelse og håndtering af berørte medarbejdergrupper samt re-design af de overflyttede funktioner. Således er nye processer implementeret med henblik på, at DSB kan varetage det samlede ansvar for kunder, økonomi og sikkerhed. I samarbejde med Transportministeriet er Banedanmark og DSB ligeledes blevet enige om en ny styringsmodel for S-banen, som er implementeret.

DSB har forud for udrulning med passagerer på Ringbanen testet de tekniske systemer med tilhørende personale, så der kan opnås ibrugtagningstilladelser samt sikkerhedsgodkendelser.

DSB gennemfører desuden opgraderingen af signalsystemet til at kunne understøtte fuldautomatiseret drift.

DSB foretager tests og opgradering så tidligt som muligt for at sikre deres stabilitet i drift og for at kunne foretage eventuelle og nødvendige ændringer i god tid forud for egentlig passagerdrift. Dette er i overensstemmelse med dels principperne for transitionen beskrevet ovenfor og med de forsikringsoptioner, der er beskrevet i afsnit 10.2. Dette medvirker til at reducere risici forbundet med fuldautomatiseringen af S-banen.

Bølge 5 (indledes medio 2029): DSB varetager fuldautomatiseret drift med kunder på Ringbanen

DSB har stabiliseret processer og den nye S-baneorganisation, ligesom DSB har gennemført et redesign af organisation med henblik på at forberede organisationen på at kunne varetage fuldautomatiseret drift. Forud for udrulning på Ringbanen skal infrastrukturen være forberedt til fuldautomatiske tog, ligesom togene, infrastrukturen og de tekniske systemer skal være testet, og personalet skal være uddannet til den nye driftsform. Det afstedkommer, at der kan opnås ibrugtagningstilladelser for det nye materiel og infrastrukturen samt sikkerhedsgodkendelser af S-baneorganisationen.

Bølge 6 (indledes medio 2031): DSB påbegynder den fulde udrulning af fuldautomatiseret drift

Den videre udrulning til det øvrige netværk forudsætter, at DSB opfylder de foruddefinerede succeskriterier for succesfuld fuldautomatisk drift på Ringbanen. Blandt eksempler på succeskriterier kan være høj punktlighed og få systemfejl. Det indebærer, at DSB har opbygget erfaring med fuldautomatiseret drift med kunder, ligesom infrastrukturen og organisationen skal være klar til den videre udrulning.

Bølge 7 (indledes ultimo 2037): DSB driver fuldautomatiseret drift på hele S-banen

Udrulningen af fuldautomatiseret drift forventes at ske gradvist toglinje for toglinje fra ca. medio 2031, så der ultimo 2037 udelukkende kører fuldautomatiserede S-tog. Derved kan DSB fokusere på fuldautomatiseret drift og realisere de forventede gevinster, herunder øget punktlighed og fleksibilitet i driften.

Bølge 8 (indledes ultimo 2039): Drift af S-banen er stabil i fuldautomatisk drift

Når en ny køreplansstruktur med høj frekvens har vist sig robust, og gevinsterne fra den fuldautomatiserede drift derved er realiseret, er transitionen af S-banen til fuldautomatiseret drift afsluttet, og driften af S-banen er stabil. Såfremt der er ønske herom, kan S-banens operatørrolle (jævnfør afsnit 6.3) blive udbudt. Det indebærer, at DSB har modtaget alle de fuldautomatiserede S-tog, og at S-banens fuldautomatiserede drift afvikles med høj frekvens og robusthed.

DSB vil løbende i transitionsperioden søge at optimere det samlede forløb af transitionen med fokus på, hvordan fuldautomatiseringen kan gennemføres hurtigere, men uden at øge de risici, der er forbundet med transitionen. Eksempler på hvordan selve udrulningen vil kunne gennemføres hurtigere er beskrevet i afsnit 7.1.3.

8.2 DET VIDERE FORLØB FOR PROGRAMMET

Anbefaling

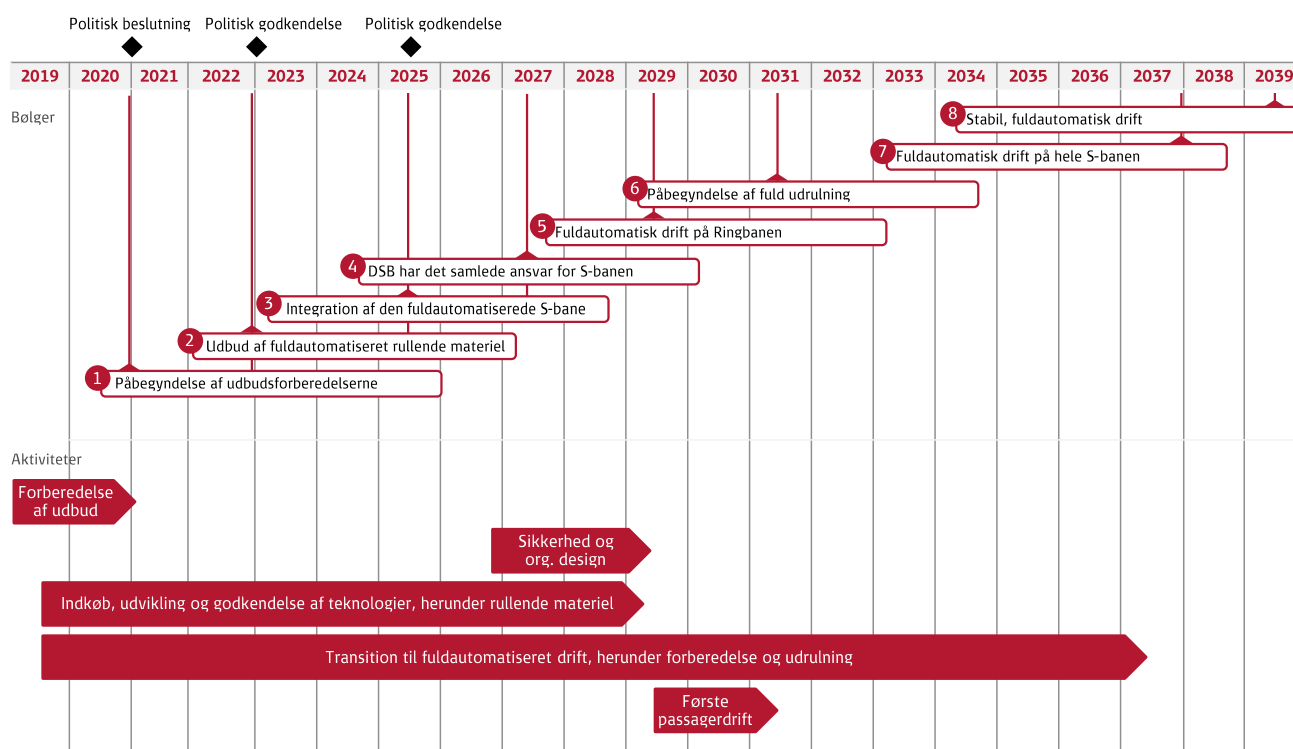
Det anbefales, at programplanen for det videre arbejde opererer med tre politiske beslutningsporte for implementering af en fuldautomatiseret S-bane:

- Primo 2021: Politisk beslutning om igangsættelse af fase 2 for anskaffelsen af fuldautomatiserede S-tog og principgodkendelse af ændringer i sektoransvar fra Banedanmark til DSB
- Primo 2023: Politisk godkendelse af det endelige udbudsmateriale for fuldautomatiserede S-tog samt godkendelse af det endelige design af sektormodellen og overordnet tidsplan for overdragelse
- Medio 2025: Politisk godkendelse af tildeling af kontrakt på indkøb af nye, fuldautomatiserede S-tog og igangsættelse af overdragelse af sektoransvar fra Banedanmark til DSB.

DSB har udarbejdet en programplan, der redegør for tidslinjerne i programmet frem mod den fulde udrulning af en fuldautomatiseret S-bane i 2039. Planen er illustreret nedenfor i figur 11.

Programplan for fuldautomatiseringen af S-banen

Figur 8.1



* Figuren viser programplanen for fuldautomatiseringen af S-banen inklusiv de forventede politiske milepæle og programbolger.

Øverst i planen vises de tre politiske milepæle, som også er beskrevet i selve anbefalingen.

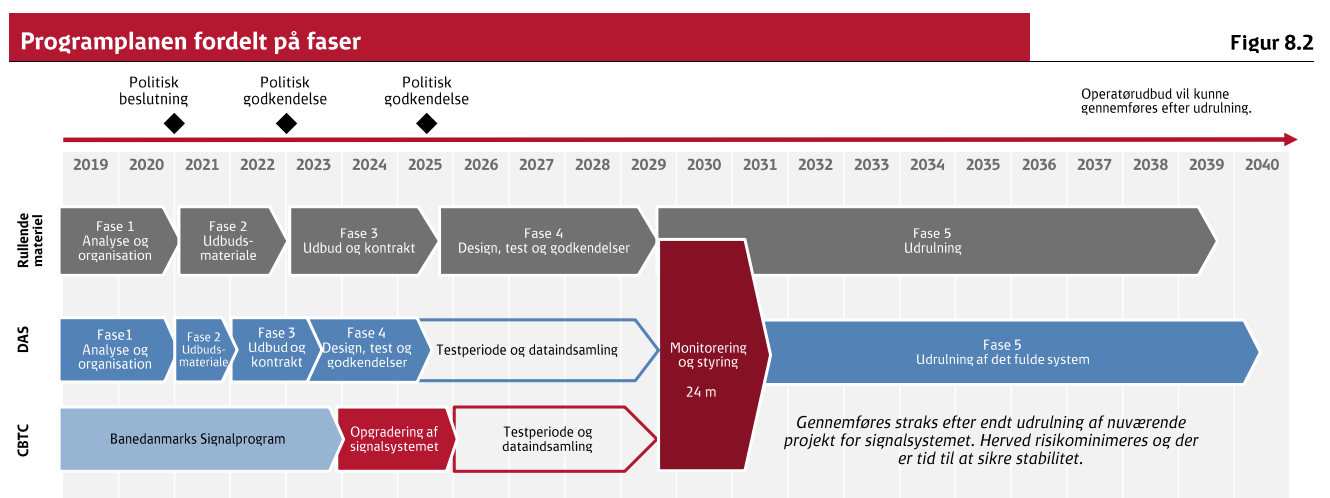
De røde og grå pile i planen illustrerer de centrale aktiviteter, der skal gennemføres i forbindelse med fuldautomatiseringen af S-banen. De røde pile viser blandt andet udbudsforberedelsen, indkøb, udvikling og godkendelse af rullende materiel og teknologi til understøttelse af fuldautomatiseringen, sikkerhedsrelaterede aktiviteter og udrulningen af det fuldautomatiserede materiel. De

grå pile er de organisatoriske aktiviteter, der skal til for at gennemføre de organisatoriske forandringer, der er en del af fuldautomatiseringen. Endelig er de ni bølger, som transitionen er tilrettelagt i, vist nederst i planen. Bølgerne er beskrevet i afsnit 8.1.

Ifølge tidsplanen udsendes udbudsmateriale for fuldautomatiseret rullende materiel og vedligeholdelsen heraf ultimo 2022 med forventet kontraktindgåelse medio 2025. De første fuldautomatiserede tog forventes leveret i slutningen af fase 4 og indsat i passagerdrift på Ringbanen medio 2029. I de efterfølgende år udrulles strækningssvist på den resterende del af nettet frem til 2039.

Programmet forventes at overgå til linjeorganisationen i DSB i 2039, når fuldautomatiseringen af S-banen er gennemført.

Nedenfor fremgår programplanen fordelt på faser for de tre mest centrale aktiviteter, indkøbet af henholdsvis det rullende materiel og DAS samt opgraderingen af det nye signalsystem.



* Figuren illustrerer programplanen for fuldautomatiseringen af S-banen fordelt på faser for de mest centrale aktiviteter.

Del 4

Det økonomiske grundlag og risici

I dette afsnit beskrives det økonomiske grundlag for fuldautomatiseringen af S-banen samt de risici og mitigerende handlinger, der er forbundet hermed



9

Det økonomiske grundlag

I dette afsnit præsenteres den samlede, forventede investering forbundet med fuldautomatiseringen af S-banen, herunder anskaffelsen af nyt rullende materiel. Den samlede investering er opdelt i indkøb af nyt rullende materiel, infrastruktur, afledte projekter og øvrige omkostninger, der blandt andet omfatter investeringer i levetidsforlængelse af det nuværende rullende materiel og gennemførelse af selve programmet. Estimerne er DSB's bedste skøn på nuværende tidspunkt og er behæftet med væsentlig usikkerhed. Derudover præsenteres de væsentligste forskelle fra tidligere analyser.

9.1 SAMLET INVESTERING

Den samlede investering¹⁴ er opdelt i toganskaffelsen, fuldautomatiseret infrastruktur, afledte projekter og øvrige investeringer. De er gengivet nedenfor.

Samlet investering		Mia. kr.
Toganskaffelse		11,9-14,5
Fuldautomatiseret infrastruktur¹⁵		2,2-2,6
Afledte projekter	<i>Opgøres endeligt i næste fase</i>	
Øvrige investeringer		1,4-1,8
Total		15,5-18,9

Tabel 9.1

Tabellen viser den samlede investering ved fuldautomatisering af S-banen.

DSB har beregnet en samlet investering på 15,5-18,9 mia. kr. Generelt er de forsikringsoptioner, der beskrives nedenfor i afsnit 10.2 indarbejdet i estimerne; dog ikke de to forsikringsoptioner, der er markeret som henholdsvis gul og rød i oversigten i samme afsnit.

Toganskaffelse

Investeringen i rullende materiel er beregnet ud fra viden indhentet i markedsdialogen og det estimerede behov for antal tog som beskrevet ovenfor i afsnit 3. Detaljeret data, antagelser og beregninger vedrørende priser vil ikke blive behandlet eksplicit i dette dokument for ikke at kompromittere konkurrencen og prisskabelsen i de forestående udbud. Forventede investeringer til toganskaffelsen er kun i meget begrænset omfang afhængig af fuldautomatisering – det er således behovet for nye S-tog og ikke fuldautomatisering, der driver langt størstedelen af den samlede investering.

¹⁴ Alle estimer for den samlede investering er angivet uden ikke-afløftningsberettiget moms.

¹⁵ Investeringen i infrastruktur inkluderer ikke Banedanmarks udgifter til eksisterende, konventionel infrastruktur. Derudover er alle, nødvendige omkostninger til fuldautomatiseret infrastruktur endnu ikke opgjort. Eksempelvis er omkostninger til fuldautomatisk kobling endnu ikke analyseret.

Der er stadig væsentlig usikkerhed forbundet med estimatet vedrørende denne post. Dette skyldes blandt andet, at fuldautomatiseringen af S-banen og dermed toganskaffelsen er på et tidligt stadie, og at størrelsen på den endelige investering vil afhænge af det endelige design af toget og særligt, i hvor høj grad der er behov for, at togproducenterne tilpasser deres kendte produktplatforme.

Fuldautomatiseret infrastruktur

Investeringen i fuldautomatiseret infrastruktur inkluderer blandt andet udgifter til DAS, detekteringssystemet på toget (ODS-T) og opgraderingen af signalsystemet. Derudover er forventede omkostninger til opdatering af værkstedet i Høje Taastrup samt et vendespor ved Carlsberg St. som også beskrevet i afsnit 2.1, skiftespor, overvågningskameraer, perronforstærkninger og et nyt passagerinformationssystem inkluderet i estimatet. Estimatet inkluderer ikke investeringer i konventionel infrastruktur såsom skinner, broer og signaler, men disse forventes at forblive på samme niveau som i dag, og vil skulle afholdes uafhængigt af, om S-banen fuldautomatiseres.

Fuldautomatiseringen af S-banen indebærer som beskrevet ovenfor i blandt andet afsnit 4, at DSB kombinerer kendte og ikke-velafprøvede løsninger og påtager sig design og test heraf. Dette skyldes, at ingen markedsaktører har kunnet pege på én samlet eller implementerbar løsning til fuldautomatisering af en bane med S-banens karakteristika. Dette er en usikkerhed i forhold til de økonomiske estimater, der er lagt til grund for investeringsbehovet.

For en vurdering af fuldautomatiseringens øvrige risici henvises til afsnit 10.

Afledte projekter

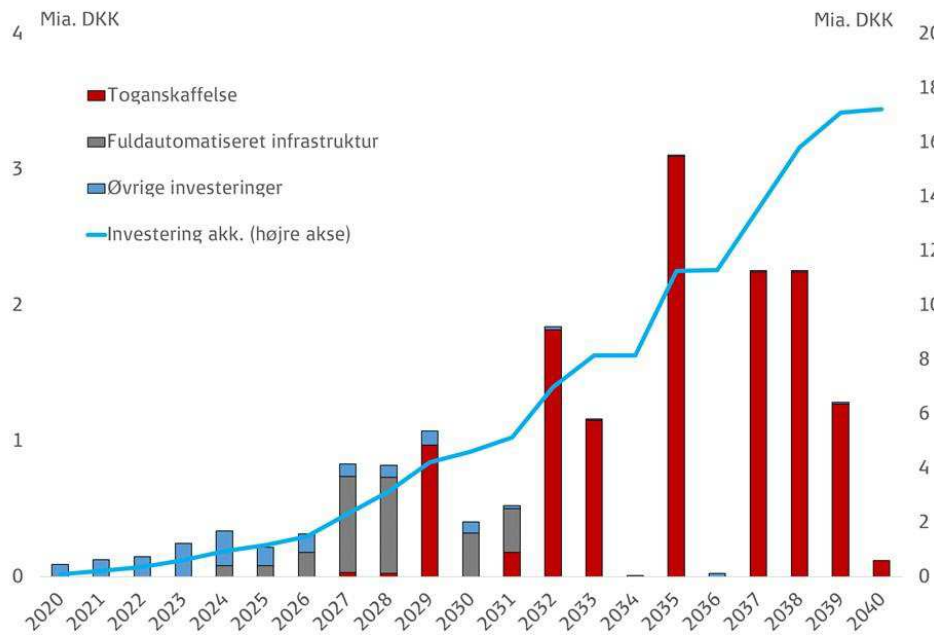
Den forventede investering til afledte projekter, herunder blandt andet eventuelt for behov for ombygning af eksisterende værksteder, er ikke estimeret endnu. DSB forventer at definere omfang og varighed af de afledte projekter, herunder også de forventede investeringer, i de kommende faser.

Øvrige omkostninger

Øvrige omkostninger inkluderer blandt andet investeringsomkostningerne til at levetidsforlænge den eksisterende flåde med fem år samt de forventede programomkostninger.

Nedenfor er den forventede investeringsprofil vist.

Investeringsprofil

Figur 9.1


Figuren viser investeringsprofilen for Fremtidens S-bane år for år og den akkumulerede investering.

Udover den samlede forventede investering forbundet med fuldautomatiseringen af S-banen som beskrevet ovenfor, har DSB også analyseret et scenarie, hvor der gennemføres en levetidsforlængelse på yderligere fem år udover de allerede planlagte fem år. Derudover har DSB analyseret et scenarie, hvor, S-banen ikke fuldautomatiseres, men hvor der er i stedet gennemføres en femårig levetidsforlængelse som planlagt, og der indkøbes nyt, konventionelt rullende materiel. Begge scenarier gennemgås nedenfor, ligesom metoden for beregningen af nutidsværdien er beskrevet i tekstboksen nedenfor.

Metode for fremskrivningen af S-banens økonomi

DSB har som udgangspunkt anvendt økonomien for S-banen for 2019, eventuelt justeret for regnskabsposter af engangskaraktter, eller hvor det har været skønnet nødvendigt, et femårigt gennemsnit fra 2015-2019.

Hvor det ikke har været muligt at allokere omkostninger, er fordelingsnøgler fra DSB's strækingsregnskab anvendt. Dette er primært koncernfordelte omkostninger.

Som input for fremskrivningen af økonomien har DSB anvendt de gennemførte tekniske analyser samt viden indhentet i markedsdialogen, der er foretaget som grundlag for dette beslutningsoplæg. Det gælder eksempelvis det forventede antal tog, den forventede fremtidige produktion målt i litra-kilometer og relaterede basis- og enhedsomkostninger estimeret som anført ovenfor.

Omkostninger tilknyttet aktiviteter, der nu udføres af Banedanmark, og som bliver overført til DSB, er estimeret på baggrund af de oplysninger, DSB har modtaget, og antages at være udgiftsneutralt for DSB.

Som fremskrivningsfaktorer er der anvendt henholdsvis det forventede forbrugerprisindeks (CPI), industriindeks, energiindeks og den forventede lønudvikling (lønindeks) hvor relevant.

Resultaterne for nutidsværdien er fremkommet efter nutidsværdimetoden med en WACC på 4,6%.

DSB's investeringer i rullende materiel og infrastruktur er eksklusiv ikke-afløftningsberettiget moms. DSB's forventede driftsomkostninger er tillagt ikke-afløftningsberettiget moms på 20,25%.

9.2 LEVETIDSFORLÆNGELSE I YDERLIGERE FEM ÅR

Samlet viser den gennemførte analyse en forskel i nutidsværdi på 0,4 mia. kr. ved en levetidsforlængelse i fem år i forhold til en levetidsforlængelse på i alt 10 år. Det er altså umiddelbart dyrere at levetidsforlænge det nuværende materiel i ti år end i fem år. Der er dog så stor sikkerhed forbundet med beregningerne, at de to scenarier ud fra en økonomisk vurdering har omtrent samme indflydelse på DSB's økonomi. Når DSB lægger fem års levetid til grund, skyldes dette driftsmæssige hensyn, herunder punktlighed, materielrådighed og risikoafdækning i forhold til en forsinkelse af transitionen.

Forskellen i nutidsværdi skyldes primært, at DSB ved kun at levetidsforlænge det nuværende materiel i fem år vil idriftsætte nyt, fuldautomatisk materiel tidligere og dermed øge frekvensen mellem togafgange med passagervækst til følge, jf. afsnit 2.1. Derudover forventer DSB lavere driftsomkostninger ved det nye materiel, og denne besparelse realiseres tidligere ved kun at levetidsforlænge det eksisterende materiel i fem år. Selve omkostningerne forbundet med levetidsforlængelsen er også lavere, da der skal levetidsforlænges i et kortere periode. Til gengæld vil nutidsværdien af selve investeringen i det rullende materiel være højere ved at gennemføre en levetidsforlængelse i fem år frem for ti år. Dette skyldes det forhold, at investeringen falder på et tidligere tidspunkt, end hvis der gennemføres en levetidsforlængelse på ti år i alt.

9.3 INDKØB AF NYT, KONVENTIONELT RULLENDE MATERIEL

Samlet viser den gennemførte analyse en forskel i nutidsværdi på 1,1 mia. kr. ved at gennemføre fuldautomatiseringen af S-banen frem for at fortsætte det eksisterende driftskoncept med nyt, konventionelt rullende materiel. Et konventionelt driftskoncept er altså umiddelbart dyrere end et driftskoncept med fuldautomatiseret drift.

Det skyldes særligt, at DSB forventer reducerede driftsomkostninger ved en fuldautomatisering af S-banen, og dette mere end opvejer behovet for investeringer i fuldautomatiseret infrastruktur samt den lavere stykpris per togsæt ved indkøb af konventionelt rullende materiel.

9.4 FORSKELLE I FORHOLD TIL TIDLIGERE ANALYSER

I den økonomiske vurdering af en fuldautomatiseret S-bane, der præsenteres i Rambøll/Parsons¹⁶, er fokus på forskellen mellem et fuldautomatiseret scenarie og et scenarie med konventionel drift. Det konkluderes i Rambøll/Parsons-rapporten, at fuldautomatisk drift økonomisk set er mere fordelagtig end fortsat konventionel drift.

DSB har sammenlignet resultaterne fra de hidtil gennemførte analyser i fase 1 med Rambøll/Parsons-rapportens antagelser. Dette omfatter nye prisestimer fra markedet, yderligere investeringsbehov og/eller afledte aktiviteter. Rambøll/Parsons har beregnet en samlet investering på 15,1 mia. kr. i 2020-priser. Det væsentligste analyserede element, der påvirker økonomien i forhold til tidligere er et forøget togbehov og merpris per togsæt. Dette baseres på viden indhentet i markedsdialogen og det forøgede behov for togsæt relateres til at kunne imødekomme den forventede, fremtidige passagervækst.

DSB vil i det videre arbejde præcisere de økonomiske estimater. Derudover vil DSB analysere udvalgte forhold, der vurderes at kunne påvirke investeringsbehovet væsentligt. Dette kan blandt andet omfatte omkostninger forbundet med automatisk kobling og behov for opstillingsfaciliteter til parkering af tog. Derudover vil eventuelle omkostninger til risikomitigering i transitionsperioden blive analyseret.

¹⁶ "Copenhagen S-bane Automation Study, Final Report", Transport-, Bygnings- og Boligministeriet, Rambøll/Parsons, 2017".

10

Risici og forsikringsoptioner

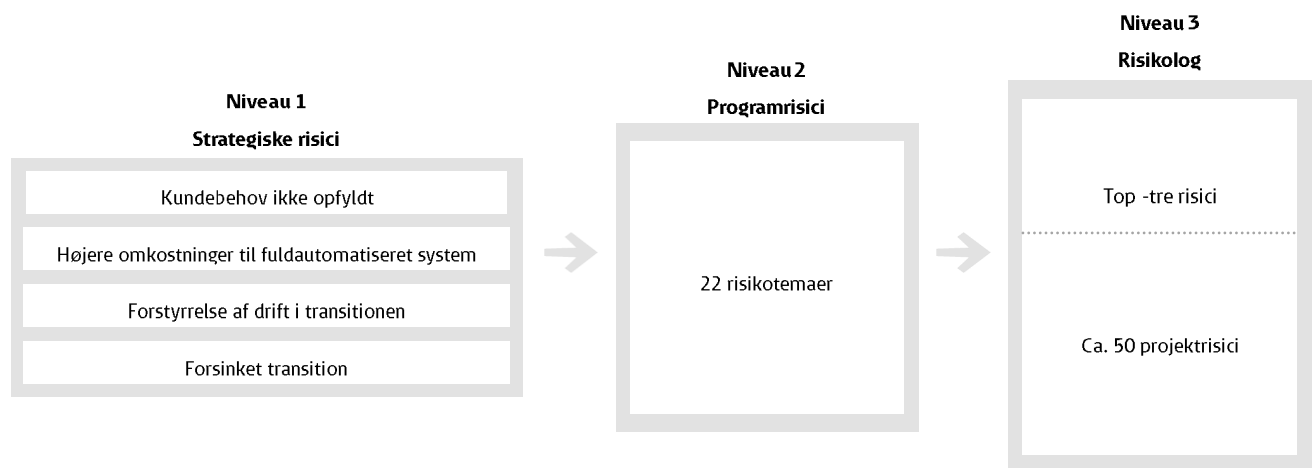
Fuldautomatiseringen af S-banen vil være forbundet med risici, blandt andet som følge af, at der i forhold til rullende materiel ikke findes en standardløsning, der vil kunne erstatte det eksisterende materiel, og at tilpasning er nødvendig uanset hvad.

De risici håndteres i programmets risikostyring, som tager afsæt i fire strategiske risici ved overgangen til fuldautomatisering, dels en række overordnede programrisici og ca. 50 specifikke projektrisici.

Risici er som vist i figur 15 beskrevet i en struktur, der skaber sammenhæng mellem de strategiske risici, programrisici og de enkelte projektrisici. Hierarkiet er struktureret således, at risici identificeres med udgangspunkt i programmets strategiske risici, eksempelvis "kundebehov ikke opfyldt". Til hver strategisk risiko er der knyttet et antal risikotemaer, eksempelvis "punktlighed forbedres ikke" til støtte for kategoriseringen af projektrisikoen. Disse risikotemaer betegnes programrisici. Alle projektrisici er vurderet med hensyn til sandsynlighed og effekt.

[Overskrift]

Figur 10.1



* Figuren viser risikostruktur for programmet og sammenhængen mellem strategiske risici, programrisici og projektrisici.

Til hver risiko er der tilknyttet en eller flere mitigerende handlinger. DSB har identificeret en række initiativer, der kan reducere risici og kompleksitet, der primært er forbundet med udrulningen. Disse benævnes forsikringsoptioner.

Med den anvendte risikometode, mitigerende handlinger og forsikringsoptioner søger DSB løbende og systematisk at adressere de risici, der er identificeret i omstillingen af S-banen til fuldautomatiseret drift. Desuden vil DSB i det videre arbejde målrette organisatoriske valg og tekniske løsninger på at reducere risici og kompleksitet mest muligt. Det skal sikre en uforstyrret drift på S-banen, indtil fuldautomatiseringen er fuldt udrullet. Dette har som også beskrevet i afsnit

8.1været et af de bærende elementer i udformningen af de fire principper, der styrer den tekniske og organisatoriske omstilling.

Det er DSB's vurdering, at med en aktiv håndtering af risici og kompleksitet inden for en effektiv ramme vil det være muligt at indfri de fordele for kunderne, som ligger i fuldautomatiseringen af S-banen.









10.1 PROGRAMMETS RISIKOPROFIL




Programmets samlede risikoprofil er kalkuleret til i alt cirka 3,9 mia. kr. på tværs af faser. Heraf er hovedparten relateret til forsinket transition, mens risici relateret til manglende opfyldelse af kundebehov og forstyrrelse af drift i transitionen vurderes væsentlig lavere.

Risiciene ved forsinket transition relaterer sig særligt til integrationen af de forskellige teknologiske løsninger, der skal medvirke til fuldautomatiseringen af S-banen, kravspecificering i udbudspakkerne og driftsstabiliteten efter fuldautomatiseringen. De økonomiske risici udgøres af risikoen for øgede omkostninger i forbindelse med opgraderingen af signalsystemet, tilpasninger af togmateriel og driften af det fuldautomatiserede system.

10.2 FORSIKRINGSOPTIONER

Under hensyntagen til de overordnede risici har DSB identificeret en række initiativer, der kan reducere risici og kompleksitet, der primært er forbundet med udrulningen. Disse benævnes forsikringsoptioner. DSB har allerede indarbejdet en række af disse forsikringsoptioner i planlægningen af det videre arbejde med fuldautomatiseringen af S-banen for at reducere risici og kompleksitet mest muligt. Derudover vil DSB aktivt styre efter og tilpasse forsikringsoptionerne, efterhånden fuldautomatiseringen skrider fremad og begyndende med den kommende udbudsforberedelse i fase 2.

Strategisk risiko		Total		
		Antal risici		Værdi mio. kr.
Kundebehov ikke opfyldt	Effekt	4		300
	Sandsynlighed			
Højere omkostninger til automatiseret system	Effekt	12		700
	Sandsynlighed			
Forstyrrelse af drift i transitionen	Effekt	6		500
	Sandsynlighed			
Forsinket transition	Effekt	27		2.400
	Sandsynlighed			
Total		49		3.900

 Lille
  Medium
  Stor

Figur 10.2

Figuren viser en oversigt over de strategiske risici.

Forsikringsoptioner gennemgås nedenfor.

Oversigt over forsikringsoptioner

Figur 10.3

		Forventes iværksat	Strategisk risiko håndteret
Rullende materiel			
Fleksibilitet i udrustning og indretning af det rullende materiel	●	2020	■
Fleksibilitet i indkøbet af antal togsæt	●	2020	■
Mulighed for yderligere fem års levetidsforlængelse af nuværende togflåde	●	2021, 2024, 2029	■ ■
Mulighed for at gå tilbage til manuel kobling hvis automatisk kobling fejler	●	Afventer yderligere analyser	■
Nye tog vil kunne forberedes teknisk for eftermontage af førerrum	●	2020, 2024, 2029	■
Udrulning			
Ringbanen som tidlig udrulning sikrer performance før videre udrulning	●	2020	■
Sikkerhedsgodkendelse sker i tæt, løbende samarbejde med centrale myndigheder	●	2020	■
Tidslinjen for togindkøbet giver flere års buffer for anskaffelse og justering af fuldautomatiseret teknologi	●	2020	■
Signalsystemet opgraderes til fuldautomatisk drift i god tid inden fuldautomatiske tog leveres	●	2021, 2023	■ ■
Nuværende togflåde fastholdes som varm reserve indtil en fuld toglinje er fuldautomatiseret	●	2025, 2029	■
Organisation			
Fastholde én operatør i overgangsperioden for at sikre entydigt ansvar og kundefokus	●	2020	■
Organisationstilpasninger gennemføres i god tid inden driftsmæssige og tekniske forandringer	●	2020	■
●	Option indgår allerede i tidsplaner og oplæg	■	Kundebehov ikke opfyldt
●	Option kræver yderligere analyse før beslutning træffes	■	Forsinket transition
●	Option påtænkes ikke anvendt	■	Højere omkostninger til automatiseret system
		■	Forstyrrelse af drift i transitionen

* I oversigten vises de forsikringsoptioner, DSB har identificeret indtil videre.

Fleksibilitet i udrustning og indretning af det rullende materiel

Som det er normalt ved indkøb af rullende materiel, vil DSB i videst muligt omfang have fleksibilitet til at udruste og indrette det rullende materiel senere i indkøbsprocessen. Det betyder, at DSB ikke på nuværende tidspunkt skal lægge sig fast på eksempelvis it-udrustningen af materiellet, ligesom den præcise indretning i forhold til eksempelvis placeringen af flexzoner og klapsæder kan foretages på et senere tidspunkt. Dermed risikerer DSB ikke allerede nu at træffe valg, der kan vise sig præmature i forhold til, at det fuldautomatiserede rullende materiel først skal indsættes i drift i slutningen af årtiet.

Derudover sikrer DSB fleksibilitet i indretningen af toget i løbet af dets forventede levetid. Det betyder, at skulle kundepræferencer ændre sig, vil DSB kunne tilpasse det rullende materiel hertil – også efter toget er leveret og idriftsat. Det giver en fremtidssikret løsning.

Fleksibilitet i indkøbet af antal togsæt

Da den fulde indfasning af den fuldautomatiserede S-bane først er tilendebragt i 2039, er der en vis usikkerhed om behovet for antallet af togsæt. DSB håndterer denne usikkerhed ved en rammeaftale med en fast minimumsordre og med en indbygget mulighed for at foretage supplerende indkøb. Dermed forpligter DSB sig til at aftale et antal togsæt svarende til et minimumsantal, der tager højde for eksempelvis lavere passagervækst. DSB har i den sammenhæng estimeret 180 togsæt som minimumsantallet af togsæt.

Mulighed for yderligere fem års levetidsforlængelse af eksisterende togflåde

Ud over den allerede forudsatte femårige levetidsforlængelse vil det være muligt at levetidsforlænge den eksisterende togflåde i yderligere fem år, altså ti år i alt. Dette vil, såfremt det viser sig nødvendigt, sikre fortsat konventionel drift på S-banen. DSB har også analyseret muligheden for

at levetidsforlænge det eksisterende rullende materiel i yderligere fem år for at udskyde fuldautomatiseringen. En tiårig levetidsforlængelse vil dog ikke kun være dyrere, men også indebære betydelige driftsmæssige risici som følge af fortsat kørsel med aldrende materiel, blandt andet i forhold til kapacitets- og punktlighedspåvirkninger samt øgede vedligeholdelsesomkostninger. Såfremt den eksisterende togflåde levetidsforlænges med yderligere fem år og fuldautomatiseringen udskydes, vil omkostningerne forbundet med indkøbet vil kunne udskydes, ligesom teknologien for detekteringsystemer må forventes at modnes yderligere over perioden. En udskydelse af fuldautomatisering vil dog også betyde, at indfrielsen af de forventede gevinster bliver udskudt.

En levetidsforlængelse i fem år af det eksisterende rullende materiel gør det dog muligt på et senere tidspunkt at beslutte at levetidsforlænge materiellet med yderligere fem år, det vil sige ti år i alt. Denne beslutning kan træffes senere – forventeligt senest i 2024 – og kan blive aktuel, hvis fuldautomatiseringen af S-banen forsinkes.

Mulighed for at gå tilbage til manuel kobling, hvis automatisk kobling fejler

Som beskrevet ovenfor anbefaler DSB, jævnfør afsnit 4.3, at signalsystemet opgraderes hurtigst muligt og god tid, inden de første fuldautomatiske tog leveres. Såfremt det ikke er muligt at opgradere signalsystemet, og det dermed ikke er muligt at koble fuldautomatisk, vil dette kunne løses ved midlertidige driftsrelaterede ændringer, såsom at gå tilbage til manuel kobling. Alternativt vil fuldautomatisk kobling kunne gennemføres uden kunder.

Nye tog vil kunne forberedes teknisk for eftermontage af førerrum

DSB vil kunne indarbejde en option vedrørende mulig eftermontage af førerrum i det kommende udbud af fuldautomatiseret rullende materiel. Såfremt optionen indarbejdes, vil den kunne udløses, hvis det mod forventning viser sig, at de teknologiske løsninger, der er forbundet med fuldautomatisering, ikke er robuste, eller hvis der ved den tidlige udrulning på Ringbanen ikke kan opnås tilstrækkelig driftsstabilitet. DSB vil i den kommende fase foretage yderligere analyser af dels omkostninger forbundet hermed, dels påvirkning af det enkelte togsæts kapacitet, såfremt optionen vil skulle indarbejdes og udløses.

Ringbanen som tidlig udrulning sikrer performance før videre udrulning

Her vil kontrolleret idriftsættelse sikre grundlaget for indfasning og erfaringsindsamling før videre udrulning, uden at det centrale afsnit i København vil blive påvirket. Driften på Ringbanen giver mulighed for at dokumentere, at leverandører lever op til kontraktlige krav baseret på dokumenteret leveranceevne. Varigheden af kørslen på Ringbanen vil være knyttet op på foruddefinerede acceptkriterier, så der ikke udrulles til det øvrige netværk, førend der er opnået tilstrækkelig robusthed og erfaring med fuldautomatisk drift.

Sikkerhedsgodkendelse sker i tæt, løbende samarbejde med centrale myndigheder

DSB har et tæt og løbende samarbejde med centrale myndigheder om den forestående sikkerhedsgodkendelse. Dermed vil DSB sikre, at eventuelle udfordringer i forhold til en sikkerhedsgodkendelse af den fuldautomatiserede S-bane opdages og håndteres tidligst muligt, og uden at den samlede transition forsinkes.

Tidslinjen for togindkøbet giver flere års buffer for anskaffelse og justering af fuldautomatiseret teknologi

Transitionen er planlagt, så selv større forsinkelser i implementeringen af fuldautomatiseret teknologi kan absorberes uden påvirkning af den samlede tidsplan. Dette skyldes, at det er selve togindkøbet, der dimensionerer længden af den samlede transition. Det giver flere års buffer til at iværksætte alternative løsninger, såfremt den fuldautomatiserede teknologi ikke lever op til formålet. Alternative løsninger kan eksempelvis være en længere periode med flere stewards eller en helt ny løsning, for så vidt angår fuldautomatiseret teknologi.

Signalsystemet opgraderes til fuldautomatisk drift i god tid, inden fuldautomatisk tog leveres

DSB anbefaler, jævnfør afsnit 4.3, at signalsystemet opgraderes hurtigst muligt og god tid, inden de første fuldautomatiske tog leveres. Dette vil medvirke til at reducere risici og kompleksitet i programmet, fordi det giver længere tid til at teste systemet og indsamle data.

Opgraderingen af signalsystemet vil kunne ske med mindre forstyrrelser af den eksisterende S-togsdrift, fordi opgraderingen bygger oven på det signalsystem, der allerede er under udrulning.

Nuværende togflåde fastholdes som varm reserve, indtil en fuld toglinje er fuldautomatiseret

Et vist antal eksisterende togsæt holdes i såkaldt varm reserve, når en linje overgår til fuldautomatisk drift. Det betyder, at de eksisterende togsæt er klar til at blive indsat på linjen med kort varsel, indtil der er opnået tilfredsstillende og stabil fuldautomatisk drift på den pågældende linje. Dette sikrer, at driften vil kunne opretholdes med minimale forstyrrelser, selv hvis fuldautomatiseringen ikke kan gennemføres efter planen.

Fastholde én operatør i transitionsperioden for at sikre entydigt ansvar og kundefokus

DSB fastholder driftsansvaret gennem transitionen. Dette er baseret på den gennemførte markedsanalyse, hvor markedet påpegede, at det ville øge både risici og kompleksitet at have to operatører på et så højt udnyttet netværk som S-banen. DSB vil også som eneoperatør i transitionsperioden kunne fastholde eksisterende personale og sikre løbende videreuddannelse og overførsel til fjern- og regionalbanerne. Dermed mitigeres risikoen for personalemangel i løbet af udrulningen.

Organisationstilpasninger gennemføres i god tid inden driftsmæssige og tekniske forandringer

De organisatoriske forandringer, der skal gennemføres, omfatter ud over rullende materiel også teknologiske forandringer. Eksempelvis forventes trafikstyring overflyttet fra Banedanmark til DSB. De organisatoriske forandringer kan derfor med fordel gennemføres i god tid og i tæt samarbejde med de centrale interessenter, før de øvrige driftsmæssige og tekniske forandringer gennemføres.

