

# **EKSTERN KVALITETSSIKRING AF FREMTIDENS TOG SAMLET RAPPORT**

McKinsey/Struensee EQA

09/06/2017

ALLE RETTIGHEDER FORBEHOLDES

Enhver benyttelse af dette materiale kræver udtrykkelig tilladelse fra Struensee & Co. og McKinsey & Company

Forord .....	4
0 Fremgangsmåde for kvalitetssikring og afrapportering .....	5
1 EQA's vurdering af materielplanens fase 1.5 .....	6
2 Sammenfatning og anbefaling .....	11
2.1 Togtypevalg .....	11
2.2 Anskaffelsesstrategi.....	13
2.3 Det videre forløb .....	15
2.4 Risici og samlet investering .....	17
3 Baggrund og udgangspunkt.....	19
3.1 Baggrund .....	19
3.2 Målsætninger og principper for toganskaffelsen.....	19
4 Forudsætninger for materielanskaffelsen .....	20
4.1 Forventet infrastruktur.....	20
4.2 Forventet passagervækst .....	21
4.3 Operationel tilgang til togkørsel i Danmark.....	22
4.4 Operationelle forudsætninger givet af trafikkontrakten.....	24
4.5 Eksisterende og fremtidigt materiel .....	24
4.6 Følsomhedsanalyser for forudsætninger .....	25
5 Behov for nyt materiel i 2030 .....	26
5.1 Samlet pladsbehov i 2030 .....	26
5.2 Usikkerhed i pladsbehov.....	27
6 Muligheder i markedet .....	30
6.1 Trafiktyper og togtyper .....	30
6.2 Markedet og producenterne.....	30
6.3 Produktplatforme og standardisering.....	31
6.4 Leverancetakt og forsinkelser.....	32
6.5 Priser og omkostninger .....	33
7 Togtypevalg .....	35
7.1 Togtypescenarier .....	35
7.2 Anbefalet togtype.....	35
7.3 Metode for beregning af omkostninger ved togtypescenarier .....	36
7.4 Resultater for omkostningsberegningerne.....	37
7.5 Usikkerhed i typevalgsberegningerne .....	37
7.6 Andre overvejelser i forhold til typevalg.....	39
8 Anskaffelses- og idriftsættelsesplan .....	42
8.1 Anskaffelsesplanen.....	42
8.2 Forventet idriftsættelsesplan.....	42
8.3 Usikkerhed i den forventede idriftsættelsesplan.....	43
9 Væsentlige krav til de nye tog .....	44
9.1 Tilgang .....	44
9.2 Produktplatforme .....	45
9.3 Særlige kravområder .....	46
10 Vedligeholdelse .....	48

10.1	Introduktion og formål .....	48
10.2	Vedligeholdelsesmodeller .....	48
10.3	Markedets modenhed .....	48
10.4	Opnåelse af driftsstabilitet .....	49
10.5	Reduktion af vedligeholdelsesomkostninger .....	50
10.6	Forudsætninger for succesfuld outsourcing .....	51
10.7	Opsummering af kvantitative og kvalitative overvejelser .....	51
10.8	Sammenfatning og anbefaling .....	52
11	Indkøbs-, udbuds- og kontraktstrategi .....	54
11.1	Den forudsatte anskaffelse .....	54
11.2	Indkøbsstrategi .....	54
11.3	Udbudsstrategi .....	55
11.4	Kontraktstrategi .....	56
12	Afledte projekter og samlet omstilling .....	57
12.1	Infrastruktur og faciliteter .....	57
12.2	Processer og organisation .....	58
12.3	IT .....	58
12.4	Portefølje af afledte projekter .....	59
13	Organisering og styring .....	60
13.1	Organisering og styring af Fremtidens Tog .....	60
13.2	Bemanding af programmet .....	60
13.3	Programplan .....	60
14	Risiko og samlet investering .....	62
14.1	Samlet risikoprofil .....	62
14.2	Investering .....	62
15	Materiale .....	65
15.1	Tekniske rapporter .....	65
15.2	Præsentationer .....	65
15.3	Baggrundsdokumenter .....	65
15.4	Operatørerfaringer .....	66
15.5	RFI .....	66
15.6	Data og modeller .....	66
15.7	Produktbeskrivelser .....	66

## Forord

Struensee & Co. og McKinsey & Company har udarbejdet denne kvalitetssikring af DSB's beslutningsoplæg for Fremtidens Tog Fase 1.5, efter opdrag fra Transport-, Bygnings- og Boligministeriet. Kvalitetssikringen er angivet i *Kommissorium for ekstern kvalitetssikring af materielplanens fase 1.5*, på baggrund af DSB-lovens § 12, stk. 3, der fastlægger, at der forud for transportministerens godkendelse af beslutninger om udbud og indgåelse af kontrakter om anskaffelse af rullende materiel med en forventet totaludgift over 100 mio. kr., skal gennemføres en ekstern kvalitetssikring.

Retningslinjerne for kvalitetssikringen er uddybet i kommissoriet, og indebærer, at Struensee & Co. og McKinsey & Company har foretaget en uafhængig vurdering af det af DSB udarbejdede beslutningsoplæg, inklusiv de underliggende tekniske rapporter og andet materiale, der lægges til grund herfor.

EQA bemærker, at det er DSB's anskaffelse af nye eltog der behandles i denne rapport. Relationen til andre scenarier for fremtidig indretning af jernbanesektoren samt betydning heraf for anskaffelsen af Fremtidens Tog, håndteres i rapporteringen fra sektoranalysen.

Den eksterne kvalitetssikring blev påbegyndt ved opstartsmøde d. 07/03/2016 og afsluttet med levering af indestående rapport d. 09/06/2017.

## 0 Fremgangsmåde for kvalitetssikring og afrapportering

Den eksterne kvalitetssikring (EQA) har i perioden 07/03/2016 til 09/06/2017 udført kvalitetssikring af udarbejdelsen af DSB's beslutningsoplæg Fremtidens Tog fase 1.5. Kvalitetssikringen er udført, mens beslutningsoplægget er blevet udarbejdet, for på den måde at give input løbende med udarbejdelsen og derved sikre en uafhængig men tidssvarende vurdering. EQA har løbende kvalitetssikret DSB's bagvedliggende analyser, reflekteret i 15 tekniske rapporter. Med kvalitetssikring menes, at de tekniske rapporter samt det underliggende datamateriale er blevet gennemgået af EQA, at EQA har fremlagt deres kommentarer for DSB, og at DSB har noteret eller indarbejdet kommentarerne. Dette løbende arbejde med kvalitetssikring af det underliggende program er reflekteret i tre arbejdsnotater, der hver er præsenteret på styregruppemøder med Transport- og Bygningsministeriet og Finansministeriet.

Denne rapport er den endelige kvalitetssikring af DSB's beslutningsoplæg for Fremtidens Tog fase 1.5, og vurderer derfor direkte det af DSB udarbejdede beslutningsoplæg, "*Fremtidens Tog – Beslutningsoplæg for Fase 1.5*". Rapporten tager udgangspunkt i beslutningsoplæggets struktur med et afsnit for hvert af beslutningsoplæggets kapitler. Rapporten afspejler helheden af kvalitetssikringen, og kan derfor læses fritstående i forhold til vurderingen af beslutningen vedrørende Fremtidens Tog. Nærværende rapport indeholder de undervejs i processen opdaterede tal og værdier.

Rapporten er baseret på DSB's interne notater, analyser og underliggende databehandling, samt rådføring med internationale togekspert, herunder særligt i forhold til markedsundersøgelsen, vedligeholdelsesstrategi og togtypevalg. Denne analyse og rådføring er ligeledes gjort tilgængelig for DSB i udarbejdelsen af beslutningsoplægget. I den forbindelse påpeges det, at DSB til fulde har stillet det nødvendige materiale og egne eksperter til rådighed for EQA. EQA har således haft mulighed for at gennemgå problemstillinger og oplysninger med såvel relevante eksperter som programmets ansvarlige ledelse. Den anvendte dokumentation fremgår afslutningsvist under *Materiale*

Som følge af at kvalitetssikringen af Fremtidens Tog har fulgt en anden struktur end de i kommissoriet stillede spørgsmål, er der ikke en en-til-en sammenhæng mellem kvalitetssikringsrapporten og kommissoriet. Afklaringen af spørgsmålene er i stedet foretaget i den overordnede vurdering samt på tværs af de tekniske rapporter.

I kvalitetssikringen har der indgået både direkte kvalitetssikring af de af DSB udførte beregninger og analyser, samt været dialog med DSB vedrørende bedste praksis for udarbejdelse af beslutningsoplæg for anskaffelse af materiel.

# 1 EQA's vurdering af materielplanens fase 1.5

DSB har i beslutningsoplægget til materielplanens fase 1.5 redegjort for behovet for investering i nye elektriske tog til erstatning af store dele af den eksisterende flåde og opfyldelse af det langsigtede kørebehov i fjern- og regionaltrafikken. Det anbefales, at anskaffe nyt materiel til dækning af 43.000 siddepladser svarende til 204 togsæt, og at anskaffelsen er baseret på én etableret produktplatform. Dette behov er baseret på en stigning i pladsbehovet på 10 pct., og frafald af 62 pct. af de eksisterende siddepladser som følge af udfasingen af seks litratyper i den nuværende flåde. Anskaffelse af elmateriel er således dels til udnyttelse af mulighederne ved de kommende elektrificerede strækninger, dels betinget af flere passagerer og dels en reinvestering i forhold til udfaset materiel. Indfasningen forventes at ske med tre togsæt om måneden i perioden 2024 til 2029, samtidig med færdiggørelsen af en række tilhørende investeringer i afledte projekter, herunder nye værksteder. Det samlede investeringsbehov vurderes til mellem 17-22 mia. kr.

Overordnet finder EQA anbefalingen velbelyst.

Denne vurdering er sket på baggrund af: 1) en vurdering af behovet for kapacitet, 2) overvejelser vedrørende hvordan behovet bedst imødekommes med mindst mulig risiko, 3) afhængigheder hertil i form af infrastruktur og afledte projekter, 4) den valgte udbuds- og kontraktstrategi, 5) den opstillede tidsplan for anskaffelse og driftsættelse samt 6) de økonomiske konsekvenser heraf.

EQA vurderer, at der i materielplanens fase 1.5 er opnået betydelig fremdrift i den samlede anskaffelsesproces, og at der er identificeret en række vigtige beslutninger, for hvilke programmet forudsætter aktiv og endelig beslutningstagen. En succesfuld og effektiv anskaffelse af nyt rullende materiel forudsætter, at disse beslutninger afklares så tidligt i projektets forløb som muligt. EQA vil fra fase 1.5 særligt fremhæve følgende:

- **Beslutning om endeligt typevalg:** Udarbejdelsen af udbudsmateriale i fase 2 inkluderer en høj grad af juridisk stillingtagen, hvilket forudsætter klart fastlagte rammer for udbuddets karakter og indhold. EQA noterer, at DSB entydigt anbefaler valg af kun én produktplatform som typevalg. EQA bemærker, at en endelig afklaring af de præcise forhold for toganskaffelsen, eksempelvis i forhold til dobbeltdækkere/singledækkere eller lokomotiver og vogne, ville give klare retningslinjer for den videre anskaffelse, men at hensynet til ikke at begrænse leverandørernes muligheder for anvendelse af velafprøvede løsninger og derigennem minimere risiko er tungtvejende.
- **Beslutning om vedligeholdelsesstrategi:** Vedligehold af de nye tog udgør en økonomisk og strategisk beslutning for DSB. Med henblik på at sikre faste strategiske rammer for fremtidens togdrift og et målrettet fokus for det videre arbejde i *Fremtidens Tog* vurderer EQA, at en beslutning om vedligeholdelsesstrategi for de nye tog er vigtig. EQA noterer, at DSB vurderer outsourcing af vedligeholdelsesopgaven positivt i forhold til økonomi og driftssikkerhed, men at DSB genbesøger beslutningen i fase 2. Dette skyldes, at der er usikkerhed om, hvorvidt markedet kan løfte en så stor og kompleks vedligeholdelsesopgave som DSBs togdrift forudsætter, samt at DSB i fase 2 vil undersøge mulighederne for opnå sammenlignelige effektiviseringer i sin egen vedligeholdelsesorganisation. EQA vurderer, at der er gode og tungtvejende argumenter for outsourcing af det fremtidige vedligehold af *Fremtidens Tog*.
- **Fastlåsning af krav:** Udarbejdelsen af krav til anskaffelsen af de nye tog er central i forhold til at sikre sig, at DSB dels køber det rigtige produkt til fremtidens behov, dels beskytter sig juridisk i forhold til leverandører og det endelige produkt. Den største risiko for fordyrelser eller forsinkelser er imidlertid vurderet at være ændringer af krav eller formuleringen af nye krav efter kontraktindgåelse. Som følge heraf bør DSB sikre sig, at kravarbejdet er færdigt fra DSB's side ved udgangen af fase 2. Herefter udestår kun tilpasninger på baggrund af forhandlinger med producenterne. EQA vurderer, at det præsenterede kravarbejde i fase 1.5 stemmer overens med det i indværende fase nødvendige niveau for kravspekifikation.

- **Beslutning om udbudsstrategi:** Udbudsstrategien danner fundament for et effektivt og konkurrencepræget udbud, som vil være til fordel for både producenter og DSB. Som følge af den kritiske betydning for projektets videre forløb bemærker EQA, at en tydelig og åben beslutning herom er afgørende. I den forbindelse bemærkes, at en optimal kontrakt både sikrer DSB's kontraktmæssige rettigheder, og balancerer risici og producentens muligheder for effektivitet, som gør kontrakten rentabel for producenten. Det fremtidige forhold til producenten bør reflektere et langsigtet samarbejde med henblik på at sikre overensstemmende incitamenter.

EQA vurderer, at rettidig og langsigtet beslutningstagen til ovenstående udfordringer vil sikre optimale betingelser for DSB i den fremadrettede anskaffelsesproces.

EQA's kvalitetssikring af beslutningsoplægget for Fremtidens Tog fase 1.5, er defineret ud fra otte overordnede spørgsmål, som er angivet i *Kommissoriet for ekstern kvalitetssikring af materielplanens fase 1.5*. EQA har gennem det løbende arbejde foretaget en kvalitetssikring af disse spørgsmål. Da indholdet i beslutningsoplægget imidlertid ikke følger samme struktur, har EQA foretaget en overordnet vurdering af hvert enkelt spørgsmål nedenfor med henvisning til den underliggende uddybning i rapporten:

1. *Vurdering af, om det beskrevne forudsætningskatalog er dækkende og fyldestgørende.*

EQA har kvalitetssikret det beskrevne forudsætningskatalog og fundet, at det dækker alle relevante og nødvendige forudsætninger. Dette inkluderer følsomhed i forhold til højere eller lavere passagervækst, muligheder for brug af andre togtyper i fjern- og regionaltrafikken (Øresundstog og anvendelse af optionen på elektriske lokomotiver), udsving i den fremtidige forventede infrastruktur, krav til overbelægning og sædeafstand mv. De udførte følsomhedsanalyser på forskellige forudsætninger vurderes at være dækkende for programmets væsentligste usikkerheder.

Problemer med kobling eller op- og nedformering i drift har historisk været årsag til driftsforstyrrelser og høje omkostninger. I fase 1.5 er forudsætningen om kobling/op- og nedformering i drift derfor behandlet grundigt. EQA noterer, at det er standard at levere togsæt, som kan koble automatisk. Anvendelsen kan så være i depotområder, ved op- og nedformering eller i driftskobling. Med henblik på at fjerne kendte risici forudsættes ikke i udgangspunktet at anvende op- og nedformering i drift andre steder end i Aarhus, men såfremt det kan implementeres tilfredsstillende bør funktionen udvides til også at omfatte IC-trafikken. EQA finder grundlag for positive forventninger i forhold til kobling i drift, og at problemstillingen er velbelyst. På baggrund heraf vurderes forudsætningskataloget at være dækkende og fyldestgørende. Vurdering er uddybet i afsnit 5.

2. *Vurdering af om de trafik- og prognoseforudsætninger, der lægges til grund for arbejdet er valide, og dækkende, herunder om de indeholder relevante følsomhedsanalyser.*

EQA har kvalitetssikret de underliggende trafik- og prognoseforudsætninger og fundet, at de som forudsæt er baseret på de seneste estimater fra Trafik- og Byggestyrelsens Landstrafikmodel (LTM) samt det opdaterede og sandsynlige trafikomfang. De vigtigste forudsætninger for den øgede passagertrafik er etableringen af den nye bane København-Ringsted, hastighedsopgraderingen fra Ringsted-Odense samt ny bane over Vestfyn. Behandlingen af prognoseforudsætningerne til beregning af siddepladsbehov og antal togsæt er udført i til formålet udarbejdede modeller, og tager højde for alle relevante parametre og trafikale sammenhænge. Der er både foretaget følsomhedsanalyser med en øget antal passagerer svarende til timemodellen, samt med et reduceret antal passagerer svarende til nul-vækst efter 2020.

DSB anbefaler, at håndtere usikkerheden i pladsbehovet ved en kombination af en rammeaftale med en minimumsordre og mulighed for tilkøb af yderligere togsæt. Ved at basere den indledende anskaffelse på det minimale behov givet følsomhedsberegningerne, og udvide ordren når behovet realiseres sikres, at der ikke anskaffes unødvendigt mange togsæt. Størrelsen af basisanskaffelsen forventes samtidig at sikre DSB den bedst mulige pris, hvorfor de samlede omkostninger ikke kompromitteres ved denne tilgang. EQA bemærker,

at afklaringen af de mest betydningsfulde usikkerheder, herunder primært passagereffekten af de nye baner og hastighedsopgraderinger, finder sted før de sidste ordrer på rammeaftalen foretages. Dermed kan den samlede anskaffelse baseres på høj grad af information. EQA finder håndteringen af usikkerhed velbelyst. På baggrund heraf vurderer EQA, at trafik- og prognoseforudsætningerne er valide og dækkende. Vurderingen er uddybet i afsnit 5.2.

- 3. Vurdering af, om det opnåede markedskendskab er opnået i et tilstrækkeligt omfang til at sikre, at det efterfølgende valg af togtype kan ske på et så oplyst grundlag som muligt med udgangspunkt i realistiske forventninger til det fremtidige marked for togmateriel.*

EQA har kvalitetssikret den udførte markedsundersøgelse og vurderer, at der er opnået en fyldestgørende og tidssvarende indsigt i det potentielle producentmarked. Det opnåede markedskendskab er tilvejebragt gennem både en dialog med et større antal leverandører i markedet, samt en dialog med andre operatører, der har foretaget større anskaffelser af rullende materiel inden for de seneste år. EQA har valideret de opnåede resultater med internationale eksperter, og på baggrund heraf vurderer EQA, at det anbefalede typevalg er foretaget på et så oplyst grundlag som muligt og har taget udgangspunkt i realistiske forventninger til det fremtidige marked for togmateriel. EQA anbefaler derudover, at den opnåede markedsindsigt vedligeholdes fremadrettet for at tilsikre at den mest opdaterede viden er tilgængelig helt frem til kontraktindgåelse. Vurderingen er uddybet i afsnit 7.

- 4. Vurdering af om de beskrevne udbudsovervejelser er tilstrækkelige og medvirker til at sikre, at typevalget foretages med fokus på risikominimering og unødigt indsnævring af markedet som følge af krav.*

EQA har kvalitetssikret den fremlagte udbudsstrategi og vurderer, at den stemmer overens med de opnåede resultater fra markedsundersøgelsen. En afgørende konsekvens af typevalget og vedligeholdelsesstrategien er, at der gennemføres ét samlet udbud. Det anbefales at basere anskaffelsen på leverandørernes egne og etablerede produktplatforme, da dette medfører en minimering af programmets samlede risiko. Dette skyldes, at producenterne ikke tvinges til at lave væsentlige ændringer på deres standardtog. Derudover medfører den åbne tilgang, at samtlige relevante producenter vil kunne deltage effektivt i udbudsprocessen, hvilket vil skabe fundament for en effektiv konkurrence. Dette understøttes ved, at DSB har valgt proceduren "udbud ved forhandling", der gennem 2(-3) runders forhandling sikrer optimale betingelser for DSB til at forhandle med leverandørerne og tilpasse udbudsmaterialet undervejs og derigennem opnå en effektiv konkurrence. Vurderingen er uddybet på tværs af afsnit 7, afsnit 8 og afsnit 12.

- 5. En vurdering af, om typevalget er baseret på det nødvendige antal iterationer mellem de forskellige analyseparametre, således at typevalget er baseret på en relevant afvejning af de forskellige typevalgsmuligheder set i forhold til analyseparametrene, og om typevalgsmulighederne i nødvendigt omfang er beskrevet og vurderet i forhold til økonomi og risiko.*

EQA har kvalitetssikret det anbefalede typevalg, herunder hvorvidt de anvendte værktøjer og modeller er tidssvarende og dækkende. DSB anbefaler, at anskaffe fjerntog baseret på én etableret produktplatform, men at producenterne får mulighed for at tilbyde enten en homogen flåde af fjerntog, eller en kombination af fjerntog og regionaltog, forudsat begge er baseret på samme etablerede produktplatform. EQA vurderer, at denne anbefaling vedrørende typevalget er baseret på fornuftige antagelser, og at de fremlagte resultater i tilstrækkelig grad repræsenterer det fulde udfaldsrum i forhold til økonomi og risiko. Resultatet er robust i forhold til følsomhedsanalyser af de primære usikkerheder. Fravalget af højhastighedstog vurderes velbelyst. Der vil kun være få delstrækninger, hvor den ekstra hastighedsforøgelse ved højhastighedstog kan nyttiggøres. De årlige omkostninger ved højhastighedstog vurderes samtidig markant højere end for fjern- og regionaltog. EQA vurderer, at DSB ved at basere typevalget på produktplatforme opnår både en optimal flåde til servicering af fjern og regional trafikken og minimal risiko for forsinkelser eller fordyrelser, som følger af

krævende udviklingsopgaver. På baggrund heraf vurderer EQA, at det anbefalede typevalg sikrer DSB gode betingelser i programmets videre forløb. Vurderingen er uddybet i afsnit 8.

6. *Vurdering af, om anskaffelsesplanen i nødvendigt omfang beskriver de faktiske økonomiske konsekvenser, herunder omkostninger (anskaffelsesomkostninger, driftsomkostninger og følgeinvesteringer) samt passagerindtægter og risiko ved valg af bestemte anskaffelsesstrategier.*

EQA har kvalitetssikret anskaffelsesplanen og vurderer, at den reflekterer de bedste estimater for faktiske omkostninger, som er opnået gennem markedsundersøgelsen. Analysen har samtidig taget højde for afledte projekter og følgeinvesteringer både indenfor og udenfor DSB. Der er foretaget tydelig og grundig afvejning mellem forskellige løsninger, og EQA vurderer, at den endelige anbefaling er i overensstemmelse med bedste praksis. Vurderingen er uddybet i afsnit 9.

7. *Vurdering af, om den gennemførte risikoanalyse vedr. krav, som indgår i fase 1.5 og kan ses som opstarten på kravstyringsprocessen, indeholder det nødvendige grundlag for en politisk drøftelse forud for igangsættelsen af fase 2, hvor kravspecifikationen læses.*

EQA har kvalitetssikret kravarbejdet og vurderer, at de fremsatte krav sikrer DSB optimale arbejdsbetingelser i samarbejdet med den fremtidige producent, uden at påføre DSB unødvendig risiko eller indsnævring af markedet. De vigtigste krav i forhold til den politiske beslutning er behandlet i beslutningsoplægget. Den fremtidige køreplan stiller samme krav til materiellet, som Øresundstogene varetager i dag, dog med en topfart på 200 km/t i stedet for Øresundstogenes 180 km/t. I forhold til krav om niveaufri indstigning noteres, at 550 mm perroner er TSI<sup>1</sup>-standardhøjden, og at de relevante producenter har denne gulvhøjde som standard i deres produktplatforme. I forhold til komfortniveauet i de nye tog anbefales den almindelige europæiske standard for afstand mellem sæderne (*seat pitch*). EQA bemærker, at sædeafstanden i IC3 er ca. 15 pct. større end i DSB's dobbeltdækkervogne, der har samme sædeafstand som i Sverige, Tyskland, Frankrig og Schweiz. Merbehovet ved fastholdelse af IC3 sædeafstand estimeres til 20 togsæt, eller en årlig omkostning på ca. 140 mio. kr. En sammenligning af kundevurderinger på tværs af dobbeltdækkervognene og IC3 viser, at der ikke er signifikant forskel i passagerernes tilfredshed. Det endelige kravarbejde er ikke færdigt, men tilrettelæggelsen af kravarbejdet er udformet således, at den endelige detaljering af de funktionelle krav færdiggøres i fase 2 og evt. justeres i udbuddets forhandlingsfase. Der udestår enkelte overordnede krav til nærmere behandling i fase 2. Det er vigtigt for at undgå større risici, at alle krav er endelige ved udgangen af fase 2. Vurderingen er uddybet i afsnit 10.

8. *Vurdering af, om DSB i nødvendigt omfang har foretaget relevante overvejelser i forhold til de kommende fasers indhold, herunder vedr. DSB's fremtidige organisering.*

EQA har kvalitetssikret DSB's arbejde med de kommende faser og vurderer, at der er foretaget en grundig og tilstrækkelig planlægning af DSB's fremadrettede arbejde. Dette inkluderer planlægning vedrørende: fremtidig organisering, uddannelses- og opkvalificeringsbehov, organisering og styring, afledte projekter samt mitigerende af risiko. Tidsplanen for de forskellige faser er baseret på erfaringer fra andre operatører opnået i markedsundersøgelsen. EQA noterer, at 2-3 år fra kontraktunderskrivelse til første levering er både realistisk og forventeligt. Det mest omkostningstunge afledte projekt er etableringen af nye værksteder til vedligeholdelse af de nye eltog. DSB har i fase 1.5 estimeret omkostningerne hertil til ca. 2,5 mia. kr. EQA vurderer, at arbejdet med etablering af nye værksteder er beskrevet detaljeret, og at opførelsen af nye værksteder er en forudsætning for ibrugtagningen af de nye eltog. Nye værksteder er desuden en forudsætning for effektiv vedligeholdelse og en forandring af den nuværende vedligeholdelsesorganisation. På baggrund heraf vurderer

---

<sup>1</sup> Technical Specifications for Interoperability. EU's fælles regelgrundlag for jernbanesektoren

EQA, at arbejdet og de konkrete milepæle i de følgende faser er velbelyst. Vurderingen er uddybet i afsnit 13 og afsnit 14.

Udover de af kommissoriet stillede spørgsmål har EQA undersøgt om DSB i tilstrækkelig grad har behandlet håndteringen af risiko i programmet. EQA bemærker, at DSB gennem fase 1.5 har etableret et samlet risikostyringssystem og herunder identificeret de 10 største og mest væsentligste risici. Desuden er der udarbejdet handlingsplaner og ansvarsfordeling til mitigering heraf. Som følge heraf vurderer EQA, at DSB har taget de nødvendige og tilstrækkelige tiltag til at imødegå risici i anskaffelsen.

EQA har vurderet de økonomiske beregninger for den samlede investering. Det samlede investeringsbehov til tog og følgeinvesteringer estimeres til mellem 17-22 mia. kr. EQA noterer, at beslutningsoplægget med fokus på: etablerede produktplatforme, få minimale ændringer, vedligeholdelsesmodel og udbudsmodel mm. har taget de nødvendige skridt i forhold til at opnå såvel velfungerende tog som priser i den gode ende af omkostningsintervallet.

På baggrund af ovenstående gennemgang af krav til kvalitetssikringens gennemgang er EQA ikke blevet bekendt med vægtige grund til, at de af DSB anførte hovedudsagn ikke vil kunne benyttes som grundlag for en politisk stillingtagen til igangsættelse af fase 2. I forbindelse med kvalitetssikringen er der noteret en række forhold til afklaring i fase 2:

1. Færdiggørelse af kravspecifikationen, herunder uddybning af de eksisterende krav til det mere detaljerede niveau 4 og 5. De overordnede rammer for kravsætningen er låst, og kun den mere tekniske udspecificering udestår.
2. Genbesøg af beslutning om vedligeholdelsesstrategi for de nye tog. I fase 2 skal beslutningen om hvorvidt vedligeholdelsesansvaret skal out-sources til producenten bekræftes. Denne anbefaling bør tage højde for muligheden for hurtig opnåelse af tilfredsstillende driftssikkerhed samt realiseringen af lave vedligeholdelsesomkostninger.
3. Vurdering og økonomisk kvantificering af behovet for perronforlængelser i forbindelse med fast koblede tog. Fase 1.5 har identificeret Aarhus Hovedbanegård og Horsens som de primære udfordringer i håndteringen af de nye tog. I fase 2 bør udvidelsesbehovet nærmere undersøges og indledende projektering foretages, ligesom nærmere screening af alternative muligheder og evt. fysiske løsninger i Sønderjylland analyseres.
4. Beslutning om hvorvidt DSB fortsat vil inkludere lokomotiver og vogne som mulig løsning i det kommende udbud. DSB har i fase 1.5 ikke taget stilling til om lokomotiver med tilhørende vogne er en mulig løsning på lige fod med elektriske togsæt, men DSB vil basere den endelige anbefaling herom på en detaljeret analyse af udfordringer med akseltryk ved høj hastighed.
5. Endelig afklaring af behov for tryksikring/tæthed. Tryksikring/tæthed vil i givet fald udgøre en betragtelig meromkostning. Det er i fase 1.5 vist, at fuld tryksikring ikke er sikkerhedsmæssigt nødvendigt, men et spørgsmål om passagerkomfort. DSB skal i fase 2 komme med en endelig afklaring om Fremtidens Tog skal tryktættes, eller om udfordringerne kan klares på anden måde. EQA anbefaler, at den endelige anbefaling beror på en helhedsbetragtning af de tilgængelige løsninger, herunder hastighedsnedsættelse, hastighedforøgelse på andre dele af nettet og tilhørende passagerkonsekvenser.
6. Endelig specificering og kvalificering af behovet og konkret løsning for nye værksteder med tilstødende spor. Det i fase 1.5 præsenterede behov for nye værksteder er behæftet med usikkerhed, og den endelige beslutning om lokation og størrelse udestår. EQA anbefaler, at DSB inkluderer samtlige udgifter i deres beregninger, herunder værdien af alternativ anvendelse af arealer samt omkostninger ved tilslutning til jernbaneinfrastruktur gennemført af Banedanmark
7. Fortsat involvering af eksterne interessenter i fase 2, herunder danske handicapforbund, pendlerforeninger, cyklistforbundet mv.
8. Fortsat opdatering og vedligeholdelse af markedsinformationer og markedskendskab

## 2 Sammenfatning og anbefaling

Dette afsnit behandler beslutningsoplæggets sammenfatning og anbefaling. DSB fremsætter i sammenfatningen i alt 17 anbefalinger på tværs af programmets tre nøglespørgsmål vedrørende: 1) typevalg, 2) anskaffelsesstrategi samt 3) det videre forløb.

Anbefalingerne er baseret på en række infrastrukturelle, passagermæssige, operationelle og materielmæssige forudsætninger. EQA vurderer, at de fremsatte anbefalinger er velbelyste og i overensstemmelse med programmets overordnede målsætninger. De enkelte anbefalinger er dybere kvalitetssikret igennem resten af EQA's rapport.

### 2.1 Togtypevalg

**Anbefaling 1:** DSB anbefaler at anskaffe ca. 43.000 siddepladser i nyt materiel, hvilket svarer til 204 togsæt eller ca. 816 vogne<sup>2</sup>. Dette behov er baseret på en stigning i pladsbehovet på 10 pct., og frafald af 62 pct. af de eksisterende siddepladser som følge af udfasningen af syv litratyper i den nuværende flåde.<sup>3</sup> Anskaffelse af elmateriel er således dels til udnyttelse af mulighederne ved de kommende elektrificerede strækninger, dels betinger af flere passagerer og dels en reinvestering i forhold til udfaset materiel. EQA har undersøgt de underliggende passagerprognoser og noterer, at de er i overensstemmelse med Trafik- og Byggestyrelsens prognoser og Landstrafikmodellen. Størstedelen af den estimerede vækst stammer fra køretidsforbedringer, som følge af mere trafik fra: Ibrugtagning af København-Ringsted, hastighedsopgraderingen af Ringsted-Odense, samt den nye bane over Vestfyn. Materiellets forventede levetid på 30-35 år, medfører at de nye tog vil varetage størstedelen af den danske fjern- og regionaltrafik frem mod 2060.

Den samlede investering for toganskaffelsen, inklusiv følgeinvesteringer og programomkostninger, forventes at udgøre mellem 17 og 22 mia. kr., hvoraf selve toganskaffelsen udgør mellem 14 og 17 mia. kr. EQA har undersøgt de økonomiske konsekvenser af anskaffelsen og finder at usikkerheden primært skyldes variation i observerede anskaffelsespriser for sammenlignelige anskaffelsesprojekter samt forskelle i forventet prisforskel mellem fjerntog og regionaltog. EQA vurderer, at markedsundersøgelsen har medført en betydelig indsigt i leverandørernes produkter, og kommende leverancer og dermed de fremtidige forventelige priser, og at den beskrevne usikkerhed er i overensstemmelse med det forventede niveau for fase 1.5.

EQA har undersøgt beregningerne for højhastighedstog og bemærker, at højhastighedstog fremfor fjerntog med 200 km/t forventes at forbedre rejsetiden fra København på hovedstrækningen mod Aarhus med 2-3 min.. DSBs beregninger viser at senere evt. højhastighedssektioner ikke markant vil ændre tidsgevinsten. Denne rejsetidsforkortelse svarer til passagergevinster på 50-60 mio. kr. årligt. De årlige driftsøkonomiske omkostninger ved anvendelse af højhastighedstog estimeres til at være 335 mio. kr. højere end for fjerntog, hvorfor EQA på baggrund heraf finder fravalget af højhastighedstog velbelyst.

**Anbefaling 2 & 3:** DSB anbefaler at anskaffe fjerntog baseret på én produktplatform til anvendelse i både fjerntrafikken og regionaltrafikken. Det anbefales, at producenter får mulighed for at opfylde dette behov ved enten at tilbyde en homogen flåde bestående af fjerntog eller en kombination af fjerntog og regionaltog, forudsat at de begge er baseret på samme produktplatform.

Angående valget mellem fjerntog og regionaltog bemærker EQA, at de direkte anskaffelses- og driftsomkostninger minimeres ved indkøb af en kombination af fjern- og regionaltog. Dette skyldes, at de forskellige togtyper er optimeret i forhold den type trafik de skal køre<sup>4</sup>, ligesom regionaltog typisk er billigere. Som følge af årlige kompleksitetsomkostninger på over 80 mio. kr. ved en heterogen flåde, herunder særligt i vedligeholdet af de nye tog, er det imidlertid økonomisk fordelagtigt at anskaffe en så simpel flåde som muligt. På baggrund heraf vurderer EQA, at anbefalingen af kun én produktplatform både sikrer DSB en optimal drifts-

---

<sup>2</sup> Med fire vogne per togsæt.

<sup>3</sup> MR, ICE, IC3, IC4 og IR4, ME og EA.

<sup>4</sup> Fjerntog i fjerntrafikken og regionaltog i regionaltrafikken.

og anskaffelsesmæssig løsning, ligesom det giver optimale betingelser for potentielle leverandører til at anvende allerede etablerede løsninger og dermed reducerer den samlede programrisiko.

**Anbefaling 4 & 5:** Det anbefales ikke i udgangspunktet at forudsætte op- og nedformering i drift andre steder end i Aarhus, men at det såfremt det kan implementeres tilfredsstillende bør udvides til også at omfatte IC-trafikken. På baggrund heraf anbefales det at anskaffe 204 togsæt i udgangspunktet, men at reducere anskaffelsen til 199 togsæt hvis op- og nedformering i drift kan opnås med tilfredsstillende robusthed. Det reducerede behov for togsæt ved anvendelse af op- og nedformering i drift skyldes muligheden for et optimeret køremønster, herunder 7 pct. færre kørte litrakilometer. Beregninger er baseret på det optimale tog på 80 meter med 210 siddepladser. Givet usikkerheden i pladsbehovet anbefaler DSB en minimumsordre svarende til følsomhedsberegningernes mindste nødvendige antal tog, der kan suppleres når behovet er realiseret. Dette er dokumenteret gennem afklaringer af de forhold hvorpå, der er lavet følsomheder.

Problemer med kobling eller op- og nedformering i drift har historisk været årsag til driftsforstyrrelser og høje omkostninger. I fase 1.5 er forudsætningen om driftskobling/op- og nedformering i drift derfor behandlet grundigt. EQA noterer, at det ifølge markedsundersøgelsen er standard at levere togsæt, som kan koble automatisk. Anvendelsen kan så være i depotområder, ved op- og nedformering eller i driftskobling. Med henblik på at mitigere kendte risici forudsættes det i beregningerne, at der ikke kobles i drift. Når det i praksis er dokumenteret at kobling i drift er lige så robust som for dagens IC3 togsæt, kan den betydelige gevinst på ca. 90 mio. kr. årligt ved kobling i drift realiseres. Denne gevinst skyldes både lavere anskaffelsesomkostninger og lavere driftsomkostninger. Antallet af nødvendige togsæt kan tilpasses ved udnyttelse af rammeaftale. EQA finder grundlag for positive forventninger i forhold til kobling i drift, og at problemstillingen er velbelyst.

**Anbefaling 6:** I forhold til længden på toget anbefaler DSB at tillade tog op til ca. 110 meter. EQA bemærker, at den optimale toglængde er beregnet ud fra muligheden for at tilpasse det konkrete pladsbehov på forskellige strækninger gennem af- og sammenkobling af togsættene og derigennem sikre en så høj belægningsgrad som muligt samt under hensyntagen til længden af de danske stationers perroner. Denne analyse viser generelt, at korte tog er optimale, da de nemmere kan kobles sammen til forskellige toglængder. DSB har estimeret den optimale toglængde til 80 meter, da dette giver størst fleksibilitet til kobling uden at medføre forøget risiko ved at skulle koble for mange togsæt på en gang. Med henblik på ikke at begrænse togproducenternes mulighed for at anvende deres etablerede produktplatforme tillades togsæt op til 110 meter. EQA bemærker, at samtlige relevante leverandører er i besiddelse af en produktplatform, der tidligere er produceret i en længde i dette interval.

Der er i fase 1.5 foretaget indledende vurderinger af behovet for perronforlængelser i samarbejde med Banedanmark. Disse viser, at det kun er ved Aarhus Hovedbanegård og i Horsens at der under alle omstændigheder er et direkte behov for perronforlængelser. DSB og Banedanmark vil undersøge alternative løsninger (herunder dørråflåsning) for udvalgte stationer i Sønderjylland, hvor perronudvidelser kan blive aktuelt på et senere tidspunkt afhængig af udviklingen i pasagervækst, mulighed for tilpasset trafikalt koncept i peak, mulighed for op- og nedformering i drift mv.

**Anbefaling 7 & 8:** I forhold til om DSB bør afgrænse anskaffelsen til singledæktog eller dobbeltdækkertog, anbefales det at holde mulighederne åben for at sikre størst mulig frihed til producenterne. Muligheden for at anvende lokomotiver og vogne vil blive behandlet i fase 2. Dette skyldes primært, at de i fase 1.5 opnåede estimater af de forskellige løsningers omkostninger som følge af få leverancer er behæftet med usikkerhed, samt at der i regi af Banedanmark udestår en omfattende teknisk undersøgelse af konsekvensen af højt akseltryk fra lokomotiver og høj pålidelighed. EQA noterer, at beslutningen om at ikke at begrænse producenternes mulighed for at byde med etablerede produktplatforme indenfor dobbeltdækkertog sikrer at konkurrencen ikke begrænses unødigt.

**Anbefaling 9:** Endelig anbefaler DSB kun at stille krav, der kan opfyldes med minimale ændringer til eksisterende produktplatforme. EQA har undersøgt producenternes anvendelse af produktplatforme og fundet, at disse består af en række forskellige basiselementer såsom boggi, karroseri, traktionssystem mv. Anskaffelsen af et standardtog er dermed reelt anskaffelsen af en produktplatform, der er afprøvet og bevist funktionsdygtig. Hertil kan komme ændringer i form af nye TSI-krav. Krav om ændringer i de basale

platformselementer udgør en markant risiko for forsinkelser eller fordyrelser. Med basis i produktplatformen har leverandøren leveret til andre operatører, hvor der er udviklet standardelementer for de resterende dele. Disse er ligeledes velafprøvede. EQA noterer, at DSB tilstræber så få ændringer til produktplatformen og standardelementerne som muligt. Af mindre krav der ikke forventes at medføre øget risiko, kan nævnes togets design (farve) eller interiør (afstand mellem sæder eller fleksrum).

## 2.2 Anskaffelsesstrategi

**Anbefaling 10:** Anskaffelsesstrategiens formål er at sikre en optimal ind- og udfasning af det nye og gamle materiel under hensyn til risikoen for forsinkelser i leveringen af de nye tog. DSB anbefaler overordnet en jævn indfasningstakt, og anvender i sin idriftsættelsesplan en indfasning på tre togsæt om måneden, således at de nye tog indfases fra 2024 til 2029<sup>5</sup>. EQA har undersøgt indfasningsplanen og finder, at en stabil indfasningstakt vurderes som bedste praksis af både producenter og operatører bredt i Europa. Dette skyldes, at det dels sikrer stabile og forudsigelige produktionsforhold hos producenten, og dels giver operatøren fleksibilitet i forhold til test og godkendelsesprocedurer samt indførsel af de nye tog i den daglige drift. Det bemærkes, at idriftsættelsesplanen er udarbejdet under hensyn til behovet for risikominimering. Det noteres, at uforudsete forsinkelser i leveringen af de nye tog kan mitigeres ved levetidsforlængelse af IC3. Endelig bemærkes, at bibeholdelsen af en mindre dieseldrevet flåde til de resterende dieselstrækninger ikke har betydning for anskaffelsen af de nye tog, da de nævnte dieseltog forventes at servicere stækninger der ikke er relevante i et el-togsperspektiv.

**Anbefaling 11:** DSB anbefaler, at håndtere usikkerheden i pladsbehovet ved en kombination af en minimumsordre og en rammeaftale for tilkøb af yderligere togsæt. Den beregnede usikkerhed estimeres til mellem 110 og 245 togsæt, hvor det laveste spænd vurderes yderst usandsynligt. Det forventede behov for togsæt er estimeret til 204. EQA bemærker, at præsenterede følsomhedsberegninger angående udjævning af prognoseudsving og optimeret opformering af tog medfører, at det estimerede behov på 204 kan reduceres med potentielt op til 30 togsæt ved kvalificering af pladsbehovet i fase 2.

EQA har undersøgt den anbefalede håndtering af usikkerhed og finder, at den medfører mitigering af de underliggende risici som følge af usikkerhed i de grundlæggende forudsætninger, uden at kompromittere muligheden for prisreduktioner som følge af at anskaffe et højt antal togsæt (>100). Dette skyldes at en basisordre på 100 togsæt forventes at medføre optimale betingelser i forhold til prisreduktioner ved store anskaffelser. Ved at basere den indledende anskaffelse på det minimale behov givet følsomhedsberegningerne og udvide ordren når behovet er realiseret<sup>6</sup> sikres, at der ikke anskaffes unødvendigt mange togsæt. EQA bemærker, at tidshorizonten for de mest betydningsfulde usikkerheder, herunder primært passagereffekten af de nye baner og hastighedsopgraderinger, finder sted før de sidste ordrer på rammeaftalen foretages. Dermed kan den samlede anskaffelse baseres på høj grad af information. EQA finder håndteringen af usikkerhed velbelyst.

**Anbefaling 12:** Udarbejdelsen af særlige eller teknisk krævende krav er en af de primære årsager til forsinkelser eller fordyrelser i den samlede anskaffelse. For at mitigere risiko herfor anbefaler DSB at anvende outputbaserede eller funktionelle krav og kun stille tekniske krav hvor nødvendigt af tekniske danske forhold. EQA noterer, at outputbaserede krav beskriver de behov eller funktioner toget skal kunne opfylde, men ikke hvordan det skal opnås. Et eksempel herpå er at togene skal kunne servicere en given køreplan. Omvendt er tekniske krav specifikke krav til acceleration, passagerudveksling eller hastighed, der beskriver hvordan toget konkret opnår de givne rejsetider.

EQA bemærker, at anvendelsen af funktionelle krav giver producenten frihed til at anvende tidligere afprøvede og velfungerende løsninger, og at leverandøren ikke tvinges til at optimere på en særlig komponent for at

---

<sup>5</sup> Den endelige indfasningstakt vil afhænge af hvad markedet kan levere, forhandlinger med producent, priser, DSB's evne til at modtage togene på det givne tidspunkt mv. De første 6-10 tog er de mest kritiske ift. test

<sup>6</sup> Eksempelvis om passagerprognosen er præcis, for lav eller for høj i 2020

tilfredsstille et teknisk krav. Hermed minimeres både risikoen for tidskrævende udviklingsopgaver samt risikoen for udelukkelse af relevante leverandører som følge af konkrete krav. Derudover forventes bedre bud ved at give leverandøren frihed til anvendelse og tilpasning af egne løsninger. EQA noterer, at anvendelsen af funktionelle krav er anerkendt som almindelig praksis i moderne toganskaffelser.

DSB anbefaler en række konkrete funktionelle krav, der vurderes vigtige i forhold til den videre proces. Disse inkluderer krav til overholdelse af en fremtidig køreplan for det anskaffede materiel, krav om niveaufri indstigning fra standardperroner på 550 mm, krav om europæisk standard for komfortniveau i sædeafstand, fravær af krav om dansk særlig bredde på vognkassen og endelig afklaring om behov for tryktæthed inden endeligt udbud.

EQA har undersøgt de vigtige kravområder og finder, at de ikke giver anledning til påtagning af unødigt risiko eller fordyrelse af den endelige anskaffelse. Den fremtidige køreplan stiller samme krav til materiellet, som Øresundstogene varetager i dag, dog med 200 km/t i stedet for Øresundstogenes 180 km/t. I forhold til krav om niveaufri indstigning, noteres at 550 mm perroner er TSI<sup>7</sup>-standardhøjden, og at de relevante producenter har denne gulvhøjde som standard i deres produktplatforme. Det noteres desuden, at dette krav ikke medfører krav om ændring af perronhøjden. Der vil være mulighed for håndtering af anden perronhøjde på samme måde som i dag.

Angående tryktæthed viser markedsundersøgelsen, at behovet opstår når tog kører omkring eller over 200 km/t. Det noteres, at tryktæthed ikke er sikkerhedsmæssigt påkrævet, men udelukkende et spørgsmål om passagerernes komfort. EQA noterer, at udfordringerne opstår ved to konkrete lokationer<sup>8</sup> og anbefaler, at DSB i fase 2 sammenholder omkostningerne forbundet med tryktætning af togene med muligheden for at reducere hastigheden disse steder og kompenserer for tidstabt på andre måder. Omkostningerne til delvis tryktætning vurderes i markedsundersøgelsen til at udgøre op mod 10 pct. af den samlede anskaffelsespris, mens en reduktion i hastigheden ved de to lokationer forventes at reducere rejsetiden med mindre end 1 minut.

Endelig anbefaler DSB, at komfortniveauet i de nye tog tager udgangspunkt i den almindelige europæiske standard for afstand mellem sæderne (*seat pitch*). EQA bemærker, at sædeafstanden i IC3 er ca. 15 pct. større end i DSB's dobbeltdækkervogne, der har samme sædeafstand som i Sverige, Tyskland, Frankrig og Schweiz. Ved at basere sædeafstanden på denne europæiske standard opnås der større sædekapacitet i hvert enkelt togsæt, og det samlede behov for togsæt reduceres. Merbehovet ved fastholdelse af IC3 sædeafstand estimeres til 20 togsæt eller en årlig besparelse på ca. 140 mio. kr. En sammenligning af kundemålinger på tværs af dobbeltdækkervognene og IC3 viser, at der ikke er signifikant forskel i passagerenes tilfredshed, hvorfor anvendelse af europæisk sædeafstand ikke forventes at medføre en forringelse af opfattelsen af DSB's service.

**Anbefaling 13:** I forhold til fremtidig vedligeholdelsesstrategi vurderer DSB, at outsourcing af vedligeholdet af de nye tog til producenten er attraktivt i forhold til hurtig opnåelse af driftsstabilitet og lave vedligeholdelsesomkostninger. EQA har i markedsundersøgelsen undersøgt de fremtidige muligheder for vedligehold og fundet, at der eksisterer et voksende og konkurrencepræget marked for vedligehold i Europa. Andelen af anskaffelseskontrakter der inkluderer vedligehold, er vokset støt siden 2010, således at ca. 25 pct.<sup>9</sup> af samtlige kontrakter indgået i 2015 indeholdte en grad af vedligehold for producenten. De relevante leverandører har kontrakter med vedligehold i nogle af deres leverancer. På baggrund heraf finder EQA muligheden for outsourcing af det fremtidige vedligehold velbelyst.

---

<sup>7</sup> Technical Specifications for Interoperability. EU's fælles regelgrundlag for jernbanesektoren

<sup>8</sup> Indgangen til Storebæltstunnelen samt ved motorvejsbroen ved Knudshoved

<sup>9</sup> Rullende fem-års gennemsnit. Baseret på offentligt tilgængelig information

Der eksisterer fordele og ulemper ved outsourcing af vedligeholdet. Vedligeholdet af tog er en hovedopgave i DSB's nuværende opgaveportefølje, og effektivt vedligehold er en forudsætning for god driftsstabilitet og økonomi. DSB har historisk haft svært ved at opnå tilfredsstillende pålidelighed ved anskaffelsen af nyt materiel, hvor den gennemsnitlige periode til opnåelse af det nuværende reliabilitetsniveau<sup>10</sup> har ligget på 7-8 år. Til sammenligning er bedste praksis bredt i Europa 2-4 år. Derudover viser en analyse af DSB-Vedligehold et potentiale for reducerede omkostninger på op til 20 pct., ved opnåelse af bedste praksis gennem outsourcing. På baggrund heraf finder EQA, at outsourcing af fremtidigt vedligehold understøtter hurtig og god idriftsættelse samt realisering af potentielle besparelser ved de nye tog. EQA noterer, at DSB vil genbesøge beslutningen om vedligeholdelsesstrategi i fase 2. Dette skyldes dels at der er usikkerhed om, hvorvidt markedet kan løfte en så stor og kompleks vedligeholdelsesopgave som DSBs togdrift forudsætter, dels at DSB i fase 2 vil undersøge mulighederne for opnå sammenlignelige effektiviseringer i sin egen vedligeholdelsesorganisation. EQA vurderer, at der er gode og tungtvejende argumenter for outsourcing af det fremtidige vedligehold af *Fremtidens Tog*.

**Anbefaling 14:** I forhold til udbudsstrategi anbefaler DSB proceduren '*udbud med forhandling*'. En afgørende konsekvens af typevalget og vedligeholdelsesstrategien er, at der gennemføres ét samlet udbud. EQA har undersøgt den anbefalede udbudsstrategi og finder, at den gennem 2(-3) runders forhandling sikrer optimale betingelser for DSB til at forhandle med leverandørerne og tilpasse udbudsmaterialet undervejs og derigennem opnå en effektiv konkurrence. Tilsvarende vurderer adskillige producenter, at det er en velkendt og foretrukket metode. EQA bemærker derudover, at en forudsætning for konstruktiv og effektiv konkurrence er en veludviklet og åben tilgængelig evalueringsproces. I den forbindelse bør DSB evalueringsmodel både give producenterne incitament til at levere et produkt af høj kvalitet med lave omkostninger, men samtidig gøre det under en forudsætning om lavest mulige risici. EQA har undersøgt udkastet til evalueringsmodel, som færdiggøres i fase 2. EQA anbefaler at der lægges vægt på både LCC<sup>11</sup> og modenhed i såvel alle produktplatformenes elementer som i de øvrige standardelementer. På baggrund heraf finder EQA udbudsproceduren velbelyst.

### 2.3 Det videre forløb

Anskaffelsen af nye tog udgør en unik mulighed, for DSB til at omstille og effektivisere sin virksomhed. Udskiftningen af størstedelen af fjern- og regionalflåden udgør samtidig en krævende udfordring, der både forudsætter grundig stillingstagen til en række organisatoriske og infrastrukturelle spørgsmål og samtidig stiller store krav til DSB's evne til at modtage og idriftsætte det nye materiel.

**Anbefaling 15:** DSB har i beslutningsoplægget identificeret i alt 22 afledte projekter indenfor hovedkategorierne: infrastruktur og faciliteter, processer og organisation samt IT. Det samlede investeringsbehov estimeres til mellem 2,6 og 4,2 mia. kr., hvoraf ca. 85 pct. er til infrastrukturprojekter. Generelt gælder, at kun løsningen med placering af værksteder er tidskritisk, og der er planer for det videre arbejde på alle områder.

EQA har undersøgt de afledte infrastrukturprojekter, og finder at langt størstedelen (90 pct.) af udgifterne er relateret til etableringen af 2-3 nye værkstedsfaciliteter til vedligehold af de nye eltog. Etableringen af nye, moderne og tidsvarende faciliteter er en forudsætning for at sikre et effektivt og pålideligt vedligehold, fra den dag de nye tog modtages. EQA bemærker, at der på nuværende tidspunkt er en vis usikkerhed forbundet med de estimerede omkostninger, og at udgifterne til værkstedsbygninger i høj grad er afhængig af antallet af tilgængelige spor i bygningen. DSB har i beslutningsoplægget taget en risikomitigerende tilgang, hvor hensynet til at undgå mangel på sporkapacitet medfører, at den nuværende projektplan inkluderer det fulde antal spor i forhold til de udførte følsomhedsanalyser. Dette medfører, at vedligeholdet kan fungere effektivt selv i det uheldige tilfælde hvor mange tog er på værksted længst muligt tid, samt hvis der måtte være

---

<sup>10</sup> Driftsstabilitet

<sup>11</sup> Life Cycle Costs - livstidsomkostninger

problemer i indkørselsfasen. Men det medfører samtidig, at værkstederne forventes 300-400 mio. kr. dyrere. EQA bemærker, at den forventede spor til tog ratio, der kan betragtes som et udtryk for værkstedets effektivitet, i tilfældet med det fulde antal spor er tæt sammenligneligt med gennemsnittet for en række lignende norske, tyske og svenske værksteder. På baggrund heraf finder EQA værkstedsbyggeriet velbelyst, og anbefaler at beslutningen genbesøges i fase 2, når konkrete løsninger og priser foreligger. I fase 2 skal alle omkostninger medtages, herunder også Banedanmarks afledte investeringer i sportilpasning af jernbanenettet, alternativomkostningerne ved anvendelse af de mulige arealer, frigivelse af eksisterende værksteder mv.

Foruden investeringer i infrastruktur og faciliteter identificerer DSB et samlet behov for afledte projekter i processer og organisering samt IT for op mod 500 mio. kr. Størstedelen af disse er relateret til hardware for on-board systemer og projekter relateret til systemintegration mellem tog og landsystemer. EQA har undersøgt den præsenterede IT-arkitektur og finder, at den er baseret på tredeling af systemerne i et togkontrol netværk, et servicenetværk samt et offentligt netværk. EQA noterer, at dette er i overensstemmelse med bedste praksis hos flere operatører og leverandører.

I forhold til processer og organisering har DSB foretaget indledende beregninger på behovet for uddannelse og opkvalificering af de eksisterende medarbejdere inden for de fire personalekategorier, som berøres af anskaffelsesprojektet. Der er estimeret et samlet behov for ca. 35.000 uddannelsesdage fordelt på mellem 1.700 og 2.700 medarbejdere. Over halvdelen af disse er relateret til oplæring af lokoførere til kørsel med de nye tog. De samlede omkostninger hertil estimeres til ca. 120 mio. kr.

EQA har undersøgt uddannelsesbehovet og finder, at de er baseret på erfaringer fra IC4. I den forbindelse bemærkes, at de nye eltog ikke blot er anskaffelsen af nyt materiel, men er en næsten total udskiftning af den samlede togflåde. Som følge heraf bør uddannelses- og oplæringsindsatsen kunne effektiviseres gennem øget brug af simuleringsværktøjer, E-learning og specialiserede kompetenceindsatser.

**Anbefaling 16:** DSB anbefaler at strukturere det fremtidige projektforsløb i ét samlet program, dækkende både selve toganskaffelsen samt alle afledte projekter. Omkostninger til programorganisationen estimeres til mellem 500 og 600 mio. kr., hvilket inkluderer udgifter til en blanding af interne medarbejdere og eksterne ressourcer.

EQA har undersøgt de foreslåede styringsprocesser og organisering, og finder at anvendelsen af MSP<sup>12</sup> og V-modellen er i overensstemmelse med bedste praksis. Dermed sikres grundlaget for en effektiv og fokuseret styring af de fremtidige faser samt overholdelse af kritiske deadlines. I forhold til organiseringen af programmet og de tilhørende programomkostninger bemærker EQA, at udgifterne er estimeret til under 5 pct. af de samlede omkostninger, hvilket vurderes i overensstemmelse med lignende anskaffelsesprojekter i sammenlignelige europæiske lande.

**Anbefaling 17:** Endelig anbefaler DSB en fremadrettet projektplan med tre politiske beslutninger og endelig idriftsættelse af de første nye tog fra 2024. Det forventes, at der skal bruges op til 1 år på forberedelse og 1½ år på gennemførelse af udbuddet, efterfulgt ca. 3½ år til endeligt design, test og godkendelse.

EQA har undersøgt den overordnede faseplan og finder, at tidsplanen for de forskellige faser er baseret på erfaringer fra andre operatører opnået i markedsundersøgelsen. EQA noterer at 2-3 år fra kontraktunderskrivelse til første levering er både realistisk og forventeligt. EQA anbefaler at der i forhold til udbuds- og kontraktfasen gives den nødvendige tid til både DSB og bydere. EQA bemærker, at den primære årsag til forsinkelser udover 2-3 år skyldes udviklingsopgaver. Som følge af projektets fokus på anskaffelse af

---

<sup>12</sup> Managing Successful Programmes

et allerede afprøvet og bevist funktionsdygtigt "standardtog" bør tidsplanen være relativ robust. På baggrund heraf finder EQA den overordnede faseplan velbelyst.

#### **2.4 Risici og samlet investering**

DSB præsenterer afslutningsvis en oversigt over det samlede investeringsbehov til tog og følgeinvesteringer på mellem 17-22 mia. kr. Beløbet angives i et interval, idet de realiserede priser pga. forskellige forudsætninger har store udsving. DSB forventer, at DSB kan finansiere investeringen af Fremtidens Tog uden særskilt statslig finansiering, hvis kontraktbetalingen efter 2024 fastholdes på et niveau med den eksisterende kontrakt.

EQA bemærker, at de præsenterede omkostninger omhandler anskaffelsesomkostninger og følgeinvesteringer. Herudover angives indledende estimater for de nye el-togs betydning for DSB's fremtidige driftsøkonomi. DSB noterer at de nye tog forventes at medføre direkte driftsbesparelser ved reducerede vedligeholdelses- og energiomkostninger i størrelsesordenen 500 mio. kr. årligt. EQA har undersøgt den driftsøkonomiske gevinst ved de nye tog. Indledende beregninger viser, at det direkte driftsøkonomiske potentiale estimeres til mellem 400 og 480 mio. kr. årligt, hvoraf besparelser på vedligehold udgør mellem 190 og 250 mio. kr., og lavere energiomkostninger mellem 210 og 230 mio. kr. Dette er besparelser relateret direkte til nyere og mere effektivt materiel. Den høje ende af besparelserne dækker scenariet hvor op- og nedformering i drift er implementeret tilfredsstillende.

Foruden en reduktion af de direkte driftsomkostninger angiver DSB en række yderligere gevinster medført af anskaffelsen af de nye tog. Af disse er lavere drifts- og vedligeholdelsesomkostninger som følge af reduceret kompleksitet ved en mere simpel flåde estimeret til at reducere de årlige omkostninger med ca. 100 mio. kr. Eksempler herpå er fjernelse af uddannelse til forskellige togtyper, friere udskiftning af materiel, varelager til flere materieltyper og en generel effektivisering som følge af øget standardisering i den enkelte vedligeholdelsesopgaver. Bortfaldet af kompleksitetsomkostninger ved udfasning af flere togtyper giver udover den direkte besparelse i vedligeholdelsesomkostninger mulighed for afvikling af værksteder samt afhændelse af bygninger og arealer. Hertil kommer miljøgevinster og reducerede støj- og luftgener samt forbedret pålidelighed i vedligeholdet. EQA vurderer, at de nye tog som minimum må forventes at have samme lave energiomkostninger som den eksisterende elektriske flåde (Øresundstogene) og må have lavere vedligeholdelsesomkostninger som de driftssikre IC3. Hermed er elementerne i togenes levetidsomkostninger dækket. De endelige priser og omkostninger kendes i sagens natur først efter udbudsrunden. EQA noterer at anskaffelsen af nye tog ikke er snævert selv bærende, men skal betragtes som en nødvendig reinvestering i materiel for at sikre DSB fortsat mulighed for servicering af den danske fjerntrafik – samt håndtere den fremtidige vækst

EQA noterer, at beslutningsoplægget med fokus på: etablerede produktplatforme, få minimale ændringer, vedligeholdelsesmodel og udbudsmodel mm. har taget de relevante skridt i forhold til at opnå såvel velfungerende tog som priser i den gode ende af omkostningsintervallet.

Afslutningsvist præsenteres resultatet af DSB's arbejde med risiko i projektet *Fremtidens Tog*. Det samlede risikoværdi estimeres til ca. 3,7 mia kr. eller ca. 15 pct., hvoraf programmet ti største risici udgør ca. 2 mia.

EQA har undersøgt top 10 risici og finder, at de giver et afvejet billede af de samlede risici i programmet. Det bemærkes, at erfaringer fra markedsundersøgelsen identificerede: ændret og sen krav sætning samt homologering som de væsentligste risici, og at disse ligeledes er repræsenteret blandt de vigtigste risici. Formålet med identifikation af programmets mest væsentlige risici, er at udforme en konkret handlingsplan for håndtering og mitigerende af både risiko og afledte effekter. Dette er netop for at de løbende gennem programmet kan eliminere og nedskrive risikoværdien. EQA bemærker, at DSB i den forbindelse har udarbejdet konkrete mitigerende handlinger, opdelt i både proaktive og reaktive tiltag, og at hver risiko bliver eksplicit forankret i en risikoejer med ultimativt ansvar for sikker og rettidig håndtering heraf. EQA noterer, at

denne tilgang er i overensstemmelse med bedste praksis på området. På baggrund heraf vurderer EQA, at risikotilgangen er velbelyst.

### 3 Baggrund og udgangspunkt

I beslutningsoplæggets kapitel baggrund og udgangspunkt beskrives baggrunden for anskaffelsen af nye el-tog samt de grundlæggende principper, der er lagt til grund for toganskaffelsen.

#### 3.1 Baggrund

DSB vurderer, at behovet for investeringer i nyt materiel primært er drevet af tre forhold:

- 1) Gevinsterne ved elektrificering og opgradering af infrastrukturen kan ikke høstes uden nyt el-materiel
- 2) Passagervækst og ønske om øget produktionsomfang øger materielbehovet
- 3) Aldrende materiel medfører behov for flådeudskiftning

EQA bemærker, at kun en mindre del af DSB's nuværende flåde består af elektriske tog, hvorfor der er behov for nyt elektrisk materiel, hvis gevinsterne ved elektrificering af infrastrukturen skal kunne ibrugtages. På samme måde er den nuværende flåde ikke i stand til at opnå fuld udnyttelse af de udførte opgraderinger i infrastrukturen, da ingen af de eksisterende togtyper er godkendt til at køre 200 km i timen. Endelig bemærker EQA, at størstedelen af DSB's nuværende togtyper har været i drift i over 20 år, hvorfor overholdelsen af bedste praksis for togmateriels levetid medføre behov for udskiftning af flåden frem mod 2030.

DSB pointerer, at anskaffelsen er en reinvestering i nødvendigt materiel, som muliggør og understøtter den forventede passagervækst. Investeringen har afledte driftskonsekvenser og medfører bortfald af kompleksitet, og er således forudsætningen for jernbanens udvikling frem til 2030 og skal ses i sammenhæng med udviklingen i DSB's samlede økonomi.

EQA har undersøgt, om den illustrerede passagervækst er sandsynliggjort, og om behovet for nyt materiel er til stede. Dette er uddybet i afsnit 4.2.

#### 3.2 Målsætninger og principper for toganskaffelsen

DSB har udarbejdet ni overordnede principper, der ligger til grund for projektet vedrørende anskaffelse af nye eltog. Disse principper danner basis for det arbejde, der er udført på de forskellige arbejdsstrømme indenfor projektet.

EQA har undersøgt principperne og vurderer, at det vigtigste princip er anskaffelsen af et produkt og ikke et projekt. Fremtidens Tog har fokuseret på en minimering af risici gennem anskaffelse af et 'standardtog' med minimale ændringer samt et stærkt fokus på, at den samlede anskaffelse forløber så planlagt som muligt. Det udtalte fokus på risikominimering er eksempelvis kommet til udtryk gennem forudsætningen om op- og nedformering i drift, der som udgangspunkt ikke forventes muligt. EQA vurderer, at det samlede beslutningoplæg ikke påtager sig unødigt risiko i anskaffelsen af nyt rullende materiel.

## 4 Forudsætninger for materielanskaffelsen

I beslutningsoplæggets kapitel om forudsætninger for materielanskaffelsen præsenteres de forudsætninger DSB lægger til grund for en række primære anbefalinger: fastlæggelsen af behov for nyt materiel, indfasning af nyt materiel, fastlæggelse af den optimale togtype, antal tog og togstørrelser. Disse er opdelt i: Infrastrukturelle, passagermæssige, operationelle og materielmæssige forudsætninger.

DSB identificerer i alt 20 forudsætninger fordelt på 5 kategorier<sup>13</sup>. EQA har undersøgt, hvorvidt disse forudsætninger giver et retvisende og fyldestgørende billede af de nødvendige antagelser og den usikkerhed, der er til stede ved anskaffelsen af nyt rullende materiel. EQA vurderer, at forudsætningerne dækker alle relevante aspekter af indkøbet, og at forudsætningskataloget dermed er dækkende og fyldestgørende. For en række forudsætninger er der udarbejdet følsomhedsanalyser i forhold til enten typevalget eller pladsbehovet. Resultaterne af disse følsomhedsanalyser følger i de relevante kapitler.

### 4.1 Forventet infrastruktur

DSB forventer, at den nye bane over Vestfyn inklusiv regionaltog gennemføres, hvorimod Vejlejordbroen og Hovedgård-Hasselager ikke etableres. EQA noterer, at disse forudsætninger stemmer overens med de mest opdaterede projektbeskrivelser fra Banedanmark.

I forhold til elektrificering af infrastrukturen i Elektrificeringsprogrammet (EP) har DSB taget højde for de planlagte forsinkelser i forhold til den fremlagte plan, herunder særligt forsinkelsen på Aarhus Hovedbanegård. Dette medfører, at de nye eltog ikke kan idriftsættes på strækningen Fredericia-Aarhus før 2025. EQA bemærker, at de første leverancer kan anvendes på strækningen København-Nykøbing Falster, samt evt. på strækningen mod Odense eller Fredericia. Dette vil dog nødvendiggøre at der accepteres øget brug af skifteforbindelser. Som følge heraf vurderer EQA, at idriftsættelsesplanen indeholder fleksibilitet til at imødekomme de estimerede forsinkelser i elektrificeringsprogrammet.

Længden på perronerne i fjern- og regionaltrafikken er en begrænsende faktor for hvor lange tog, der kan anvendes på de forskellige stationer. Banedanmarks standard for perroner i fjerntrafikken er 320 meter, hvilket kan håndtere fire sammenkoblede tog af 80 meter eller tre sammenkoblede tog af 100 meter. DSB påpeger at stationer efter Fredericia generelt er kortere end 320 meter, hvorfor der kan være behov for perronforlængelser eller andre løsninger på disse stationer ved anskaffelse af de nye eltog. Det påpeges, at det er både vanskeligt og omkostningstungt at forlænge eksisterende perroner.

EQA har undersøgt behovet for perronforlængelser. Det forventede behov for sammenkobling af tog, og dermed den nødvendige længde på perronerne, afhænger af to faktorer: 1) antallet af passagerer per tog i de største afgang og 2) hvorvidt der tillades op- og nedformering i drift<sup>14</sup>. For en toglængde på 80 meter er der ved mere end 630 passagerer per tog i basisscenariet uden op- og nedformering i drift estimerede omkostninger forbundet med perronforlængelser på over 500 mio. kr.<sup>15</sup> Dette skyldes hovedsageligt et behov for ombygning af Aarhus Hovedbanegård (ca. 250 mio. kr.), perronforlængelser på enkelte stationer i Sydjylland<sup>16</sup> (ca. 220 mio. kr.) samt perronforlængelser på Horsens station (ca. 50 mio. kr.). Fungerer driftskobling robust i praksis, falder investeringsbehovet til perronforlængelser til under 400 mio. kr., som følge af et reduceret behov på de sydjyske stationer (reduceret til ca. 75 mio. kr.). I et scenarie med færre end 630 passagerer per tog er det teoretisk kun for en toglængde på 80 meter stationerne i Sydjylland, hvor der

---

<sup>13</sup> Der er to operationelle kategorier: Operationel tilgang til togkørsel i Danmark og Operationelle forudsætninger givet af Trafikkontrakten.

<sup>14</sup> Tillades op- og nedformering i drift kan togsættet nedformes i eksempelvis Fredericia, når antallet af resterende passagerer i retning mod de Sydjylland er faldet ift. Rejsens indledende passagertal

<sup>15</sup> Ønskes der istedet anlagt helt nye perroner er omkostninger forbundet hermed tæt på 800 mio. kr.

<sup>16</sup> Kolding, Vamdrup, Tinglev, Kliplev, Gråsten og Sønderborg

potentielt kan opstå problemer. I basisscenariet uden op- og nedformering er investeringsbehovet for perronforlængelser estimeret til ca. 100 mio. kr.

EQA bemærker, at den primære faktor for behovet for perronforlængelser ikke er hvorvidt op- og nedformering fungerer robust i praksis, men i højere grad hvorvidt passagerantallet forventes større eller lavere end 630 passagerer per tog. En robust tilgang forudsætter, at driften kan tage højde for mere end 630 passagerer, ligesom at de realiserede passagertal ikke vil være ligeligt fordelt på tværs af afgange. Som følge heraf anbefales nærmere analyser af perronforlængelser på Horsens Station og Aarhus Hovedbanegård. For de sydjyske stationer bør der foretages analyser af alternative muligheder, herunder indledende projektering eller løsninger med døraflåsning. På baggrund heraf finder EQA behovet for perronforlængelser velbelyst.

## 4.2 Forventet passagervækst

EQA har foretaget en kvalitetssikring af den præsenterede passagervækst og undersøgt om behovet for materiel, som følge heraf er sandsynliggjort. Det noteres, at den anvendte passagerprognose er udarbejdet af Trafik- og Byggestyrelsen, og at den er opdelt i passagervækst fra færdiggjorte projekter samt baggrundsvækt. Baggrundsvæksten er opdelt i seks specifikke årsager<sup>17</sup>.

EQA bemærker, at det samlede antal passagerkilometer i fjern- og regionaltrafikken forventes at stige med ca. 1.308 mio. passagerkilometer, fra 4.882 mio. i 2016 til 6.191 mio. i 2030. Dette svarer til en vækst på 27 pct. Heraf skyldes 1.164 mio. eller ca. 89 pct. effekter fra færdiggjorte projekter, mens 145 mio. eller ca. 11 pct. skyldes generel baggrundsvækst. Af den samlede passagervækst skyldes ca. 1.301 mio. passagerkilometer nye projekter, mens Letbane i Ring 3 (Grenåbanen), overdragelsen af regionaltog i Nordjylland samt fjernelsen af tog via Rødby, medfører en reduktion på 137 mio. passagerkilometer. EQA noterer, at der fortsat forudsættes betjening af Nykøbing Falster, mens trafikken til Tyskland falder bort.

### 4.2.1 Projekteffekter

EQA har undersøgt den individuelle effekt af de forskellige projekter. Det er fundet, at 633 mio. passagerkilometer, eller ca. 54 pct. af de samlede projekteffekter<sup>18</sup>, skyldes strækningen København-Ringsted, mens 189 mio. passagerkilometer eller ca. 16 pct. skyldes hastighedsopgradering på Ringsted-Odense. Derudover udgør den nye Vestfybnbane en vækst på 308 mio. pasagerkilometer, hvilket svarer til ca. 26 pct. af de samlede projekteffekter. Den langt overvejende andel af den samlede passagervækst (86 pct.) kan dermed tilskrives disse tre projekter. København-Ringsted forventes ibrugtaget i december 2018, og da effekten heraf forventes realiseret over de efterfølgende fire år, vil en stor andel af passagervæksten finde sted i perioden 2019-2022. EQA bemærker dermed, at en stor andel af den forventede passagervækst forventes at være realiseret, inden DSB skal træffe beslutning om eventuel anvendelse af rammeaftale.

### 4.2.2 Baggrundsvækst

I forhold til baggrundsvækst, medfører væksten i BNP, befolkning og arbejdspladser øgede passagerkilometer, mens bilejerskab og kørselsomkostninger medfører en reduktion i antal passagerkilometer. Væksten i arbejdspladser er beregnet til at medføre 118 mio. flere passagerkilometer frem mod 2030. Befolkningens væksten er vurderet til at medføre 93 mio. ekstra passagerkilometer. Omvendt vurderes lavere relative kørselsomkostninger for biltrafik at medføre en reduktion på 64 mio. passagerkilometer. Der er ikke inkluderet effekter af ændrede kollektive takster.

EQA bemærker, at baggrundsvæksten udgør ca. 145 mio. passagerkilometer, og at denne forventes jævnt fordelt over perioden frem mod 2030. De tre enkeltstående største effekter på den samlede vækst i

---

<sup>17</sup> BNP, kollektive takster, befolkningsvækst, arbejdspladser, bilejerskab samt kørselsomkostninger.

<sup>18</sup> Inklusiv de negative passagerkonsekvenser af tabte strækninger

passagerkilometer er dermed København-Ringsted, Ringsted-Odense og Vestfynbanen, og usikkerhed i estimerne herfra vurderes som den primære risiko for udsving i anskaffelsesplanen.

På baggrund heraf vurderer EQA, at de trafik- og prognoseforudsætninger der lægges til grund for beslutningsdokumentet er baseret på det forudsatte grundlag, samt at de indeholder de relevante følsomhedsanalyser til beregning af det nødvendige antal togsæt.

### 4.3 Operationel tilgang til togkørsel i Danmark

#### 4.3.1 Højhastighedstog

DSB forventer fremadrettet ikke yderligere hastighedsopgraderinger af den eksisterende infrastruktur. Dette medvirker til at højhastighedstog (HT) ikke vurderes relevant. Det noteres, at kørsel med højhastighedstog på den opgraderede strækning København-Ringsted medfører yderligere rejsetidsgevinster på 2-3 min. EQA har kvalitetssikret de underliggende beregninger og fundet, at de estimerede tidsgevinster er udarbejdet i modelværktøjet RailSys. I forhold til det mest optimistiske fjerntogsscenario forventes højhastighedstog at kunne reducere rejsetiden fra København til Odense fra 60 min og 22 sekunder, til 58 min<sup>19</sup>. Denne rejsetidsforbedring medfører ved anvendelse af Trafik- og Byggestyrelsens metode for beregning af passagergevinster, en årlig passagergevinst på ca. 43 mio. kr.<sup>20</sup> På samme tid kan rejsetiden fra Odense til Middelfart reduceres fra 15 min og 42 sekunder til 14 min og 55 sekunder, en besparelse på 47 sekunder eller 13 mio. kr. i passagergevinster. Den samlede passagergevinst estimeres dermed til ca. 60 mio. kr. årligt.

Til sammenligning vurderes de årlige meromkostninger ved brug af højhastighedstog til mellem 300-400 mio. kr., som skyldes både øgede anskaffelses- og driftsomkostninger. Af den grund er højhastighedstog udeladt i de videre analyser.

EQA har undersøgt beregningerne bag de årlige meromkostninger for højhastighedstog. Den optimale anskaffelse inklusiv højhastighedstog, er i fase 1 estimeret til at bestå af 34 fjerntog med plads til 350 passagerer, 27 højhastighedstog med plads til 200 passagerer og 37 højhastighedstog med plads til 300 passagerer. Denne flåde beregnes til at have omkostninger for 335 mio. kr. mere end det optimale togsценarie, hvor alle nyanskaffelser består af fjerntog. Af de 335 mio. kr. skyldes 47 pct. øgede anskaffelsesomkostninger, 39 pct. øgede vedligeholdelsesomkostninger, og 14 pct. af øgede energiomkostninger. På baggrund af ovenstående beregninger finder EQA fravalget af højhastighedstog velbelyst.

DSB anvender Øresundstogenes accelerationsevne til simulering af rejsetidsforbedringer ved de nye el-tog, da det forventes, at de nye tog vil have mindst samme acceleration. Tophastigheden simuleres til 200 km/t, hvilket er hurtigere end Øresundstogenes makshastighed på 180 km/t. EQA har undersøgt køreegenskaberne ved data fra markedsundersøgelsen, og finder at samtlige leverandører indenfor de seneste fem år har produceret et tog med mindst samme acceleration som Øresundstogene og tophastighed på 200 km/t baseret på deres foretrukne produktplatform. På baggrund heraf finder EQA køretidsforudsætningerne og rejsetidsforbedringerne velbelyst.

#### 4.3.2 Op- og nedformering i drift

Driftskobling har i dag stor betydning for DSB's passagerkørsel. Som følge af de historiske problemer med driftskobling er det i basisscenariet antaget, at de nye tog ikke op- og nedformerer i drift<sup>21</sup> og eventuelle gevinster som følge af, at de kan dokumenteres at kunne koble i drift, vurderes som en positiv upside. Fravær af op- og nedformering i drift har ikke betydning for det endelige typevalg, men medfører meromkostninger,

---

<sup>19</sup> DSB angiver i beslutningsoplægget at gennemførelse af Vejle fjordsbroen ikke vil medføre yderligere rejsetidsgevinster mod Aarhus for højhastighedstog, som følge af at toget ikke kan nå sin fulde topfart på strækningen

<sup>20</sup> Besparelsen er her ikke angivet i fordoblet værdi

<sup>21</sup> EQA noterer at behovet for *driftskobling* ikke eksisterer i 2030, og at basisscenariet dermed angiver et fravær af op- og nedformering i drift, der betragtes som mindre risikabelt end driften i dag

både som følge af et øget behov for 5 togsæt, samt som følge af en mindre effektiv togdrift. DSB estimerer de årlige meromkostninger ved ikke at koble i drift til ca. 90 mio. kr. p.a.

EQA har efterprøvet beregningerne og fundet, at der eksisterer forskellige scenarier for anvendelse af op- og nedformering i drift<sup>22</sup>. De to relevante for DSB's fremtidige køreplaner er:

- 1) Scenarie 1 der angiver en køreplan, hvor der for både IC- og Lyntrafikken kun op- og nedformeres i Aarhus. Det estimerede anskaffelsesbehov er da 204 togsæt, mens OPEX for den nye flåde estimeres til 1.217 mio. kr. årligt.
- 2) Scenarie 2 der angiver en køreplan, hvor der op- og nedformeres i drift på samtlige relevante stationer i IC-trafikken, men kun i Aarhus i Lyntrafikken. Her estimeres anskaffelsesbehovet til 199 togsæt, mens OPEX på den nye flåde estimeres til 1.141 mio. kr. årligt.

Det af DSB anvendte basisscenarie er scenarie 1<sup>23</sup>. Op- og nedformering i Aarhus er ikke problematisk eller risikofyldt, da stationens udformning med skift af lokomotivfører fra den ene til den anden ende af toget medfører vendetid på over fem min. i alle tilfælde. Meromkostningerne som følge af ikke at anvende op- og nedformering i drift beregnes som forskellen mellem de to scenarier. Denne udgør et ekstra behov på 5 togsæt eller ca. 90 mio. kr. årligt, hvoraf ca. 18 mio. kr. skyldes øgede energiomkostninger, 58 mio. kr. skyldes øgede vedligeholdelsesomkostninger (OPEX i alt ca. 76 mio. kr. eller 85 pct.) mens 14 mio. kr. eller 15 pct. skyldes øgede anskaffelsesomkostninger (CAPEX).

De præsenterede resultater er baseret på en række antagelser om de nye togs anskaffelsesomkostninger (CAPEX), vedligeholdelses- og energiomkostninger (OPEX) samt en simulering af hvor mange litrakm. hver togtype forventes at køre i de forskellige scenarier. EQA bemærker, at vedligeholdelsesomkostningerne til både løbende eftersyn og LCC eftersyn vurderes forsigtigt til 15,3 kr. per litrakm. for de nye tog. Til sammenligning viser DSB's egne data, at de samme tal for IC3 er 15,7 kr. per litrakm. Omvendt vurderes energiomkostningerne i de nye tog til 4,8 kr. per litrakm., hvilket er ca. 0,7 kr. lavere end for Øresundstogene. Det noteres, at DSB selv betegner usikkerheden i de underliggende data som høj.

EQA har foretaget en række følsomhedsberegninger af de underliggende antagelser, hvoraf OPEX er den mest relevante. OPEX udgør 85 pct. er den samlede forskel mellem scenarierne. Højere enhedsomkostninger for energi- og vedligehold medfører øgede meromkostninger ved ikke at kunne op- og nedformere i drift. Lavere enhedsomkostninger medfører en reduktion i de økonomiske konsekvenser af ikke at kunne driftskoble. EQA har beregnet den samlede meromkostning i scenarie 1 sammenlignet med scenarie 2, i det tilfælde hvor både energi- og vedligeholdelsesomkostninger er 20 pct. højere end i dag. Dette medfører at forskellen i OPEX øges til 105 mio. kr., en stigning på 15 mio. kr. eller 17 pct. På baggrund heraf vurderer EQA de angivne forskelle mellem scenarierne for op- og nedformering i drift robust i forhold til udsving i de underliggende antagelser.

EQA bemærker, at OPEX og CAPEX er beregnet ud fra gennemsnitlige markedspriser. I realiteten vil tallene muligvis være lavere, da DSB's indkøbsstrategi tilstræber at minimere de indkøbte togs livstidsomkostninger (se afsnit 11). Erfaringer med driftskobling samt op- og nedformering i drift er behandlet i afsnit 6.3.1.

På baggrund af ovenstående stiller DSB ikke driftskobling som et obligatorisk krav for de nye eltog, og anskaffelsen baseres på scenarie 3 med 204 togsæt. I det tilfælde at op- og nedformering i drift viser sig robust i praksis, vil DSB hente den årlige nettogevinst ved forbedret drift og reducere anskaffelsens størrelse til 199. EQA har undersøgt muligheden for at tilpasse anskaffelsen på baggrund af om op- og nedformering i drift

---

<sup>22</sup> Beregninger er baseret på et el-tog med 210 siddepladser (FT-210).

<sup>23</sup> DSB betegner i beslutningsoplægget scenariet uden op- og nedformering i drift osm scenarie A, mens scenariet med op- og nedformering i drift i IC-trafikken betegnes scenarie B

lader sig gøre robust i praksis. De første tog forventes modtaget i 2023<sup>24</sup>, og de sidste togsæt i 2029. Det giver en samlet leveranceperiode på over 4 år. Anvendelsen af nye ordre i en rammeaftale skal anvendes inden produktionen af togene færdiggøres, da genopstart af produktionslinjen er omkostningstungt. DSB vurderer, at de sidste togsæt skal bestilles senest 1½ år før sidste leverance<sup>25</sup>, hvorfor DSB har fornuftig tid til at teste robustheden af automatiske koblingsfunktionalitet. På baggrund heraf finder EQA anbefalingen om op- og nedformering i drift velbelyst.

#### 4.3.3 Passagerkomfort

Angående siddeplads og komfortniveau, noterer EQA, at den primære omkostningsdriver er afstanden mellem sæderne (seat pitch). Længere afstand medfører mere benplads per kunde, men færre sæder per togsæt. Da den samlede anskaffelse opgøres i behov for antal sæder, vil en større sædeafstand medføre et øget behov for antal togsæt.

Der er på tværs af Europa stor forskel på togenes sædeafstand, og DSB's IC3 tog er kendetegnet ved en større sædeafstand. Ved at anvende europæisk standard for sædeafstand i de nye tog, opnås et lavere behov for samlet antal togsæt. Denne problemstilling er yderligere belyst i afsnit 9.3.2.

#### 4.4 Operationelle forudsætninger givet af trafikkontrakten

DSB lægger det trafikeringsomfang til grund, som fremgår af trafikeringsplanerne i Trafikkontrakten, med mindre justeringer. Disse inkluderer et nyt regionalsystem København-Køge-Næstved i 2019, kørsel til Aalborg lufthavn i 2020 samt en udvidelse i 2025 med et nyt fjerntogssystem der mulliggør lyntog mellem København og Esbjerg. EQA har undersøgt det forudsatte trafikomfang og finder at det er overensstemmende med de underliggende passagerstrømme om den forventede nye infrastruktur. EQA noterer at det planlagte trafikomfang er udarbejdet i samarbejde med Trafik-, Bygnings- og Boligministeriet.

Det samlede behov for nyt materiel fastlægges ud fra behovet for siddepladser i myldretiden<sup>26</sup>. I følge trafikkontrakten er DSB forpligtiget til at sikre at alle passager kan få en siddeplads ved 90 pct. af afgangene i myldretiden, og 95 pct. af tiden i de øvrige afgang. DSB har antaget samme forudsætning for anskaffelsesbehovet af nye eltog. EQA finder forudsætningen velbelyst og har foretaget en følsomhedsberegning af at tillade dobbelt overbelægning i forhold til i dag. Dette er uddybet i afsnit 5.2

#### 4.5 Eksisterende og fremtidigt materiel

##### 4.5.1 Levetid for eksisterende flåde

DSB vurderer, at IC3 og IR4 er i god stand i forhold til deres alder, og begge togtyper bør med det rette vedligeholdelsesniveau kunne opnå 35 år i drift<sup>27</sup>. Udfasning af disse togtyper vil dermed tidsmæssigt stemme overens med modtagelsen af de nye tog. DSB bemærker derudover, at materiellet evt. ved levetidsforlængende vedligehold kan anvendes som en risikomitigerende buffer i tilfælde af, at indfasningen af de nye tog forsinkes. Denne risiko er således driftsmæssigt mitigeret. Dette forudsætter, at togene vedligeholdes ekstraordinært.

EQA har undersøgt effekten af at bibeholde IC3 efter mere end 35 års levetid, og dermed udskyde anskaffelsen af de nye tog. Beregninger på fortsat anvendelse efter levetidsforlængelse af IC3, sammenlignet med anskaffelse og drift af nye fjerntog med 150 sæder (FT-150), viser at fortsat anvendelse af IC3 medfører en potentiel besparelse over 5 år på ca. 5 mio. kr. eller 20 pct. per togsæt. Det bemærkes, at beregningerne

---

<sup>24</sup> Men ikke idriftsat før i 2024. Det første år anvendes på tests

<sup>25</sup> Dog gerne så tidligt som muligt

<sup>26</sup> Fredag 15:00-18:00

<sup>27</sup> De fleste IC3-tog blev idriftsat 1989-93, hvorfor 35 års drift vil resultere i udfasning fra 2024.

er behæftet med betydelig usikkerhed, og at drift af IC3 udover 35 år levetid betragtes som særdeles risikabelt. Som følge heraf anbefaler DSB ikke at anvende IC3 udover deres 35 års levetid.

På trods af den potentielle driftsøkonomiske upside ved forlænget anvendelse af IC3, vurderer EQA det fornuftigt at udfase materiellet efter 35 år af en række årsager, herunder at IC3 er dieseldrevet, og derfor ikke udnytter elektrificeringen. De nye tog forventes desuden både at have hurtigere acceleration og højere topfart end IC3<sup>28</sup>. Endelig vil levetidsforlængelse af IC3 udover 35 år øge risikoen for større nedbrud, ligesom tilgængeligheden af kritiske reservedele forventes reduceret. På baggrund heraf vurderer EQA beslutningen om IC3's levetid velbelyst og velbegrundet.

#### 4.5.2 IC4 og driftsreserve

Som følge af IC4-togenes høje omkostninger og lave driftssikkerhed anbefaler DSB, at udfase IC4 som den første togtype i takt med indfasningen af de nye eltog. Der forventes dermed ingen IC4 i drift i 2030. Anbefalingen er underbygget i den selvstændige rapport "*IC4 anbefaling*"<sup>29</sup>. EQA noterer, at IC4's vedligeholdelsesomkostninger per litrakm. er ca. 27 pct. højere end IC3, og dermed blandt de mest omkostningstunge materiel i DSBs samlede flåde. I sammenhæng med den lave driftsstabilitet, vurderes anbefalingen velbelyst.

#### 4.5.3 Øvrige litra

DSB antager, at MQ-puljen fastholdes indtil 2030 til kørsel på ikke de ikke-elektrificerede strækninger Svendborgbanen og Vejle-Herning-Struer (derudover køres i dag på Lille Syd).<sup>30</sup> EQA noterer, at de to strækninger forventes inkluderet i udbuddet af MVJ-pakken fra december 2020, og at MQ-puljen forventes overført til den nye operatør. Dermed fortsætter brugen af materiellet som antaget, men dog ikke nødvendigvis af DSB.

### 4.6 Følsomhedsanalyser for forudsætninger

Til at behandle usikkerhed i den samlede anskaffelse, foretager DSB en række følsomhedsberegninger på de underliggende forudsætninger. Der foretages i alt 12 følsomhedsberegninger, relateret til enten typevalget, den samlede anskaffelse eller idriftsættelsesplanen. Konsekvenserne for den samlede anskaffelse er behandlet i afsnit 5.3.

---

<sup>28</sup> De nye tog forventes at kunne køre 200 km/t., mens IC3's tophastighed i dag er 180 km/t.

<sup>29</sup> "IC4 Anbefaling" DSB december 2016

<sup>30</sup> DSB's lejeaftale på MQ'erne udløber i 2021. Anvendelse herefter forudsætter dermed genudbud.

## 5 Behov for nyt materiel i 2030

Dette kapitel beskriver det samlede pladsbehov, der opstår som følge af de i kapitel fire beskrevne forudsætninger.

### 5.1 Samlet pladsbehov i 2030

DSB beregner et samlet pladsbehov i 2030 på 65.000 pladser, hvilket er en stigning på ca. 6.000 pladser eller ca. 10 pct. sammenlignet med 2016. Da syv af DSB's nuværende 10<sup>31</sup> togtyper i regional- og fjerntrafikken ligeledes udfases i perioden, forventes den resterende del af DSB's nuværende flåde kun at udgøre ca. 22.000 pladser i 2030, og der beregnes et samlet behov på ca. 43.000 pladser i det nye materiel. Med 210 sæder per tog giver dette et behov for 204 togsæt. Det bemærkes, at væksten i pladsbehovet er lavere end væksten i passagerkilometer.

EQA har kvalitetssikret beregningerne bag det øgede pladsbehov og undersøgt, om det estimerede anskaffelsesbehov er sandsynliggjort. Det anbefalede antal togsæt til anskaffelse er baseret på det estimerede siddepladsbehov i 2030. Dette beregnes ved at omdanne væksten i passagerkilometer på hver strækning i perioden 2016 til 2030 (afsnit 4.2) til antal passagerer ved anvendelse af det statistiske værktøj *Alteryx*. Ved at lægge udviklingen i antal passagerer til DSB's passagertælling for 2014 opnås en oversigt over antal passagerer for hver strækning i hvert år frem til 2030.

Behovet for antal pladser estimeres ved de to modeller TKM (Trafikkontraktmodel) og MO2030 (Materieloptimering 2030). På baggrund af en række inputvariable <sup>32</sup> beregner TKM den nødvendige produktion af togkilometer for hver litratype i forhold til at kunne servicere de estimerede passagerer på hver strækning. MO2030 finder på baggrund af disse produktionsdata den optimale sammensætning af togmateriel til eksekvering af den samlede køreplan. Dette gøres ud fra CAPEX (investeringsomkostninger og finansieringsomkostninger), OPEX (energi- og vedligeholdelsesomkostninger) samt meromkostninger til sikkerhedsbetjening af tunnelkørsel<sup>33</sup>. Optimeringen foretages ud fra fire grundlæggende begrænsninger:

- 1) **Tildeling:** Visse togtyper er begrænset fra at betjene visse strækninger. Eksempelvis er dobbeltdækkermateriellet relateret til den sjællandske regionaltrafik.
- 2) **Sædekapacitet:** Belægningsgraden skal følge principperne i Trafikkontrakten. Disse forudsætter bl.a. et maksimum på 10 pct./5 pct. af togene som kørende med flere passagerer end sæder i peak/off-peak<sup>34</sup>.
- 3) **Eksisterende materiel:** Alt eksisterende materiel skal anvendes før der tildeles nyt materiel.
- 4) **Antal togsæt:** For nye tog antages det, at der maksimalt anskaffes to forskellige varianter.

På baggrund af disse begrænsninger foretager modellen en teknisk optimering af de tilgængelige togtyper til servicering af de samlede fjern- og regionalstrækninger. Output fra modelleringen er kørte litrakm for hver togtype i samtlige år indtil 2030.

På trods af en vækst i passagerprognosen på 27 pct. frem mod 2030, estimerer DSB en vækst i pladsbehovet på 10 pct. EQA har undersøgt denne forbedring og fundet, at den skyldes en effektivisering tilskrevet de nye eltog pga. kortere rejsetider og hurtigere genbenyttelse af flåden, samt en lavere reserveprocent for den nye flåde. Den konkrete forbedring er også drevet af en række underlæggende faktorer, der påvirker forholdet

---

<sup>31</sup> IC3/4, IR4, MQ, MR, ME, EA samt ICE udfases, mens IC2 allerede er udgået af driften. ET (OTU) og DD anvendes fortsat efter 2030.

<sup>32</sup> Køreplan, passagertællinger, passagervækst, materieltyper og vendetider.

<sup>33</sup> Kørsel under Storebælt kræver ekstra bemanning i større togsæt.

<sup>34</sup> Fredag kl. 15:00-18:00

mellem pladsbehovet og passagerkilometer. Det bemærkes, at ikke alle faktorer medfører en øget effektivitet i pladsbehovet sammenlignet med passagerudviklingen.

Af faktorer, der forbedrer pladseffektiviteten ved anskaffelsen af de nye el-tog, kan nævnes en øget udnyttelse af pladskapacitet, da flere passagerer ikke nødvendigvis medfører behov flere tog, men medfører bedre udnyttelse af kapaciteten i de eksisterende afgang. Herudover er identificeret en række faktorer, som ikke nødvendigvis forbedrer effektiviteten, men som på andre måder kan påvirke forholdet mellem pladsbehovet og passagerkilometer. Det gælder eksempelvis togstørrelsen, hvor de nye tog forventes at have ca. 210 pladser per togsæt, hvilket er mere end IC3 med ca. 150 sæder per togsæt. Det kan medføre en lavere eller højere pladsudnyttelse alt efter togmaterielbehovet. De nye trafikudvidelser kan ligeledes påvirke effektiviteten, da en forøgelse af betjeningen på en strækning kan påvirke mængden af materiel, uden at passagertallet er forandret. Endelig påvirker trafikomlægning til andre operatører materielbehovet anderledes end passagertallet. Det kan eksempelvis ske hvis dele af Kystbanen integreres med Regional Øst, eller hvis dele af de strækninger der køres på nuværende tidspunkt overgår til andre operatører.

EQA bemærker, at den underliggende modellering af pladsbehovet indeholder en lang række relevante variable, og finder det estimerede fremtidige pladsbehov givet den underliggende passagerprognose velbelyst.

## 5.2 Usikkerhed i pladsbehov

Med udgangspunkt i programmets forudsætninger (afsnit 4.6) foretager DSB en række følsomhedsberegninger på det samlede pladsbehov. På baggrund af disse vurderes minimumsbehovet for antal togsæt til 110 togsæt, mens den øvre grænse estimeres til 245 togsæt. Spændet er beregnet på en følsomhedsberegninger der medfører et øget behov for antal siddepladser: højere sædeafstand og højere passagervækst, samt en række følsomheder der reducerer siddepladsbehovet: udjævning af prognoseudsving, optimeret opformering af tog, lavere passagervækst, udlicitering af Øresundstrafikken og derigennem frigørelse af OTU-tog til anden drift samt højere belægningsgrad. Det reducerede behov for togsæt hvis op- og nedformering i drift viser sig robust i praksis behandles ikke som en følsomhedsanalyse, men indgår i basisspændet fra 199-204 togsæt.

EQA har undersøgt følsomhedsberegningerne og finder, at de repræsenterer de største og mest relevante usikkerheder ved den samlede anskaffelse. EQA bemærker, at det laveste estimat på 110 nødvendige togsæt er urealistisk, og at en basisordre på 100-120 togsæt ikke påfører projektet unødigt risiko for at anskaffe et for stort antal togsæt.

Følsomhedsanalysen af højere sædeafstand (IC3 indretning) medfører isoleret set et behov for yderligere 20 togsæt sammenlignet med basisscenariet. Dette er baseret på en reduktion i antallet af sæder per tog på 15 pct., således at et el-tog på 80 meter tog indeholder 183 sæder fremfor 210 sæder. EQA bemærker, at den samlede litraproduktion stiger med ca. 3 mio. km. (ca. 5 pct. af fjern- og regionaltrafikken) i dette scenarie, som følge af lavere belægningsgrad. Samtidig forventes den eksisterende flåde<sup>35</sup> at producere flere litrakm. end i basisscenariet, da det på udvalgte tidspunkter og strækninger vil være mere hensigtsmæssigt at benytte den eksisterende flåde fremfor yderligere brug af de nye eltog.

I tilfældet at den realiserede passagervækst frem mod 2030 er større end i basisscenariet, estimerer DSB et øget behov for 14 togsæt. Dette er baseret på en passagervækst svarende til gennemførelse af timemodellen. EQA har undersøgt passagerprognosen, og fundet at en gennemførelse af timemodellen estimeres at øge passagervæksten fra 1.309 mio. passagerkilometer til 1.954 mio. passagerkilometer, en forøgelse på 645 mio. kilometer eller næsten 50 pct. i forhold til basisscenariet. Dermed øges de samlede passagerkilometer med 40 pct. i forhold til 2016, hvor det i basisscenariet er 27 pct<sup>36</sup>. Den øgede passagervækst finder udelukkende

---

<sup>35</sup> Inklusiv de nye elektriske lokomotiver

<sup>36</sup> Fra 4,8 mia. i 2016, til 6,2 mia. i 2030.

sted i Regional Øst trafikken og Øst-Vest trafikken. EQA bemærker, at passagervæksten i basisscenariet på 1.309 mio. passagerkilometer medfører et øget pladsbehov på ca. 6.000 siddepladser<sup>37</sup>, hvilket svarer til ca. 28 togsæt. En yderligere stigning på 645 mio. passagerkilometer, som følge af passagervækst svarende til gennemførelse af timemodellen, stemmer dermed overens med en stigning i siddepladsbehovet på ca. 3.000 sæder, eller ca. 14 togsæt. Som følge heraf finder EQA følsomhedsberegningen velbelyst.

De præsenterede beregninger er udarbejdet i modellen MO2030, der er et strategisk værktøj til beregning af optimal flåde og følsomhedsanalyser (se afsnit 5.1). Denne er baseret på en række antagelser om sammenhængen mellem antallet af passagerer og behovet for rullende materiel, der medfører resultater, som i praksis vil håndteres anderledes. Et eksempel herpå er sammenhængen mellem antallet af passagerer og behovet for indsættelse af ekstra materiel. Som følge af at modellen anvender skarpe regler for, hvornår antallet af indsatte tog eller længden herpå skal opjusteres, kan få passager på kritiske tidspunkter eller strækninger påvirke det samlede materielbehov. I praksis vil marginale passagerer i stedet stå op, og det konkrete materielbehov vil være lavere. En anden problemstilling er sammenhængen mellem de anvendte passagerprognoser og indsættelsen af materiel. Som følge af at modellen er baseret på regler, vil udsving i de underliggende prognoser medføre, at samlede anskaffelsesbehov tilpasses de absolutte spidspunkterne over tid, mens der i praksis reelt forventes en mere jævn udvikling i passagervæksten frem mod 2030. Dette medfører ligeledes at behovet for togsæt potentielt overvurderes.

Tages der højde for disse modeltekniske begrænsninger reduceres behovet potentielt med op til 30 togsæt, hvilket er illustreret i beslutningsoplægget ved de to følsomheder 1) optimeret opformering af tog og 2) udjævning af prognoseudsving. Disse følsomheder er beregnet ved at sammenligne resultaterne fra MO2030 med DSB's normale planværktøj til udarbejdelse af materielomløbsplaner<sup>38</sup>. Udarbejdelse af en plan er en omfattende og tidskrævende manuel proces. DSB vil genbesøge beregningerne med de mere præcise værktøjer i fase 2 og kvalificere det endelige anskaffelsesbehov. EQA bemærker, at behovet for i alt 204 togsæt som følge heraf potentielt kan være overvurderet. EQA bemærker, at en overvurdering på nuværende tidspunkt ikke medfører risiko, da anskaffelsen baseres på en rammeaftale med en minimumsordre.

DSB estimerer at en lavere passagervækst end i basisscenariet medfører et reduktion i anskaffelsesbehovet på 24 togsæt. Dette er baseret på et fravær af både projekteffekter og baggrundsvækst efter 2020. EQA har undersøgt følsomhedsanalysen og fundet at det svarer til at kun 70 pct. af passagervæksten fra København-Ringsted realiseres, mens der ikke opnås passagervækst fra hastighedsopgradering af Ringsted-Odense og den nye Vestfyndbane. Det medfører en vækst på 405 mio. passagerkilometer ind til 2020, hvilket svarer til ca. 30 pct. af den samlede passagervækst. Som følge heraf vurderer EQA at den betydelige reduktion i behovet for togsæt er velbelyst, men noterer at den forudsatte passagervækst i basisscenariet er i overensstemmelse med de politiske ønsker om flere afgang og øget kollektiv transport.

DSB har foretaget en følsomhedsanalyse af scenariet hvor øresundstrafikken udliciteres til en anden operatør, og der dermed frigøres 24 Øresundstog til brug i regionaltrafikken. Dette estimeres at reducere behovet for nye eltog med 28 togsæt. EQA har undersøgt antallet af frigjorte siddepladser ved tilgængelighed af 24 Øresundstog, og fundet af OTU'erne har 237 siddepladser, eller 27 flere end i de forventede 80 meter lange nye eltog (13 pct.). På baggrund heraf finder EQA reduktionen i behovet for nye eltog på 28 velbelyst.

---

<sup>37</sup> Det samlede siddepladsbehov i 2030 estimeres til 65.000 siddepladser, hvoraf 22.000 dækkes af eksisterende materiel. Da det eksisterende materiel i dag kan dække ca. 59.000 siddepladser, kan den isolerede effekt af passagervæksten på stigningen i behovet for siddepladser tilnærmes til ca. 6.000 pladser. Den præcise effekt afhænger af en række faktorer, herunder trafikomfang, belægningsgrad mv.

<sup>38</sup> MADS2

DSB har ligeledes undersøgt effekten af at tillade dobbelt så stor overbelægning som i dag, hvilket svarer til at alle passagerer kan få en siddeplads i 80 pct. af afgangene i myldretiden, og i 90 pct. af de øvrige afgangene.<sup>39</sup> Den højere belægning i togene på de mest kritiske afgangene medfører en reduktion i behovet på 12 togsæt. EQA noterer, at dette ikke er DSB tilladt i den nuværende Trafikkontrakt. Endelig har DSB undersøgt mulighederne for at begrænse anskaffelsens størrelse ved anvendelse af andet materiel. Dette er gjort ved at undersøge effekten af at anvende optionerne i indkøbet af nye elektriske lokomotiver, og anskaffe vogne til brug sammen med lokomotiverne, og anvende disse på hurtigtrafikken til Nykøbing Falster. Dette estimeres at reducere behovet for nye eltog med 9 togsæt.

Foruden de i beslutningsoplæggets figur 5.2 præsenterede følsomhedsberegninger, har DSB anskaffelsesbehovet hvis det normerende behov lægges i den øvrige peak fremfor i den travle eftermiddagspeak om fredagen. Dette estimeres til at reducere behovet med ca. 2.000 pladser, eller 9-10 togsæt. DSB bemærker dog, at værkstederne leverer mere materiel til fredag eftermiddag end det til den øvrige peak, hvilket reducerer det samlede behov for togsæt. Hvis den samlede anskaffelse baseres på en anden tidsperiode end spidsbelastningen, vil der være behov for en øget værkstedsreserve. På baggrund heraf finder EQA anvendelsen af spidsbelastningen som dimensionerende tidsinterval velbelyst.

EQA bemærker, at de præsenterede følsomhedsberegninger er realistiske og deres effekt sandsynliggjort, og at de samtidig repræsenterer de største og mest relevante usikkerheder i programmet. Det anbefales, at baseres anskaffelsen på en rammeaftale med en minimumsordre svarende til det laveste vurderet realistiske følsomhedsniveau. EQA vurderer dette til at være 110-120 togsæt. De resterende togsæt kan ordres i takt med at den identificerede usikkerhed afklares. På baggrund heraf vurderer EQA at usikkerheden i anskaffelsesbehovet er velbelyst, og at håndteringen heraf sikrer en minimering af risiko i den fremadrettede anskaffelsesproces.

---

<sup>39</sup> Det er i dag påkrævet, at alle passagerer skal have en siddeplads i 90 pct. af afgangene i myldretiden og 95 pct. af de øvrige afgangene.

## 6 Muligheder i markedet

Markedsanalysen i fase 1.5 har bestået af tre hovedaktiviteter: 1) Udsendelse af spørgeskema og besøg hos 10 togproducenter, 2) Seminarer med fem togoperatører samt 3) En selvstændig markedsresearch. Dette kapitel opsummerer den overordnede indsigt opnået herigennem, i forhold til producenter, togtyper, produktplatforme, leverancetider, årsager til forsinkelser i leverancen samt priser og omkostninger.

EQA vurderer, at de indhentede markedsdata er omfattende og tidssvarende, og giver en grundig og anvendelig forståelse for mulighederne i markedet. EQA vurderer, at det opnåede markedskendskab er opnået i et tilstrækkeligt omfang til at sikre, at togtypevalget kan ske på et så oplyst grundlag som muligt, og at det sker med udgangspunkt i realistiske forventninger til det fremtidige marked for togmateriel.

### 6.1 Trafiktyper og togtyper

DSB's tilgang til indhentning og kategorisering af markedsdata har bestået i at definere tre typer togtrafik, baseret på afstanden mellem stationerne, og overladt det til de adspurgte producenter at vurdere hvilke af deres standardløsninger, der bedst ville kunne servicere de forskellige trafiktyper. Denne tilgang har medført identifikation af tre særegne togtyper, der hver især er særligt specialiseret til servicering af en af de tre typer af togtrafik. Dette står i modsætning til en tilgang, hvor der forud defineres specifikke togtyper eller tekniske egenskaber.

EQA vurderer, at den anvendte tilgang til indhentning af markedsdata, giver et retvisende billede af de potentielle løsninger i markedet, da den ikke binder producenterne til forudbestemte definitioner eller kategorier af krav. Den sikrer samtidig, at der opnås indsigt i styrker og svagheder ved de forskellige platforme, i forhold til den trafik de antages at skulle betjene. Det bemærkes dog, at de konkrete forskelle på de foreslåede togtyper til servicering af regional- henholdsvis fjerntrafik er markant mindre end forskellene i forhold til de togtyper, der er foreslået optimale til servicering af højhastighedstrafik. For flere leverandører vurderes forskellen mellem regional- og fjerntrafik ikke større end eksempelvis udskiftning af gearingen, mens det for andre medfører en grundlæggende ombygning af toget.

Markedsundersøgelsen viser, at der eksisterer et kompetitivt marked for både regionaltog og fjerntog. Salget af regionaltog udgør ca. 70 pct. af de identificerede handler, mens fjerntog udgør ca. 14 pct. EQA har undersøgt den af DSB etablerede database over indgåede kontrakter i perioden 2010-2015 og bemærker, at ca. 2/3 af de samlede anskaffelser er baseret på en produktplatform, der er designet til både at kunne service regional- og fjerntrafik. Som følge heraf vurderer EQA, at markedet er modent i forhold til at kunne levere løsninger til DSB's behov for både regionaltog og fjerntog (se afsnit 6.3).

### 6.2 Markedet og producenterne

Markedsundersøgelsen har vist, at det europæiske marked er domineret af 3-4 store europæiske producenter, mens en række asiatiske producenter er relativt nye på markedet. Markedet anses for at være præget af betydelig overkapacitet, og DSB vurderer, at fremtidige konsolideringer på markedet er et realistisk scenarie. EQA bemærker, at der er identificeret 5-6 europæiske leverandører, med kapacitet til håndtering af en ordre i DSB's størrelsesorden, samt en række mindre producenter, der historisk set overvejende har fokuseret på hjemmemarkedet eller mindre leverancer. Disse forventes at skulle indgå i samarbejder eller konsortier for at kunne deltage i udbuddet.

EQA har undersøgt de præsenterede markedsdata og finder, at de identificerede aktører giver et retvisende billede af det potentielle leverandørmarked. Der eksisterer foruden de 10 deltagere i RFI-processen<sup>40</sup> en række mindre producenter, der ikke forventes at kunne levere et tilstrækkeligt produkt. EQA bemærker, at de

---

<sup>40</sup> Request For Information. DSB's proces for indhentning af markedsdata gennem spørgeskemaer og producentbesøg.

identificerede 5-6 største producenter med kapacitet og kompetencer til håndtering af en ordre af DSB's størrelse samtidig har erfaring med TSI-godkendelser (se afsnit 9.1).

### **6.3 Produktplatforme og standardisering**

DSB's markedsundersøgelse viser, at produktionen af tog over tid er gået fra at være baseret på specialdesignede togsæt særligt tilpasset det enkelte lands behov og ønsker, til at være baseret på generelle standardelementer anvendelig på tværs af forskellige landes infrastruktur. I stedet for at designe et tog på ny ved hver ordre, foretrækkes det i stedet at anvende allerede færdigudviklede og velafprøvede basiselementer, og kun foretage minimale tilpasninger i forhold til operatørens specifikke behov.

Denne tilgang er optimeret i togproducenternes anvendelse af standard- eller produktplatforme. DSB's markedsundersøgelse har dermed ikke identificeret specifikke tog, der allerede kører på skinner i andre sammenlignelige lande, men forskellige producenters basisplatforme, som de forventer at basere deres endelige bud på<sup>41</sup>. Der vil ifølge DSB være behov for at foretage visse (mindre) ændringer af platformen, i forhold til dels at tilpasse toget den danske infrastruktur, og dels at give producenten mulighed for at tilpasse sin samlede platform og derigennem udarbejde et attraktivt tilbud. DSB bemærker, at det er en grundantagelse i programmet at anskaffe en så velafprøvet og moden platform som muligt med henblik på at minimere den samlede programrisiko.

EQA har undersøgt hvilke elementer i en platformsløsning der kan forventes tilpasset til danske/DSB's behov, og dermed medfører risiko for fordyrelser eller forsinkelser. Erfaringer fra operatører og producenter viser at de mindst risikable og omkostningstunge elementer er ændringer af det udvendige design (farve/logo) og indvendigt interiør (sædeafstand, flexrum etc.). Modifikation heraf forventes dermed ikke at medføre øget risiko. Der vil derudover være behov for at foretage visse ændringer til platformen, i forhold til: at gøre den funktionsdygtig til den planlagte servicetype, opfylde særlige danske eller TSI-bestemte krav. Et eksempel herpå kan være tilpasningen af gearingen fra et 160 km/t tog til et 200 km/t tog. De mest omkostningstunge, tidskrævende og risikofyldte modifikationer er dem, der påvirker de grundlæggende elementer i toget, eg. vognkassen, bogierne, traktionsudstyret mv.

EQA bemærker, at samtlige relevante leverandører er i besiddelse af en etableret produktplatform, der med mindre modifikationer bør kunne opfylde DSB's fremtidige behov. Disse platforme er alle vurderet til at kunne leve op til de af DSB stillede krav/forudsætninger, herunder toglængde og opfyldelse af køreplan. Dermed bør DSB kunne anskaffe en velafprøvet løsning med minimal risiko, samtidig med at der opnås fuld konkurrence i udbudsprocessen.

Markedsundersøgelsen har udover kortlægningen af det potentielle marked undersøgt en række forhold særligt relevant til DSB's operative drift og den danske infrastruktur. Disse inkluderer hvor velafprøvede og standardiserede løsninger ift. eksempelvis driftskobling eller tryktæthed vurderes at være.

#### *6.3.1 Erfaringer om driftskobling*

Markedsundersøgelsen viser, at samtlige adspurgte producenter betragter automatisk kobling som en standardløsning, og at deres produktplatforme ikke kræver modifikationer for at kunne koble ved op- og nedformering eller i drift. Alle producenters løsninger kan koble med mindst tre togsæt, mens ca. halvdelen også kan koble op til fire togsæt. Otte af de adspurgte producenter angiver en koblingstid på under tre min, mens to producenter har angivet et interval der går ud over tre minutter. EQA bemærker, at producenterne i RFI-processen har haft incitament til, dels at fremstå konkurrencedygtige og moderne, dels at fremstå realistiske og seriøse. Disse incitament trækker i hver sin retning af hvor realistiske eller sandsynlige deres forsikring af fraværet af risiko i forhold til driftskobling skal vurderes. Det skal dertil lægges, at DSB som følge

---

<sup>41</sup> Der er ligeledes opnået erfaring om konkrete anskaffelsesprojekter i andre europæiske lande.

af den danske geografi og infrastruktur anvender driftskobling i videre udstrækning end mange sammenlignelige lande, hvorfor konsekvenserne af manglende stabilitet i driftskoblingen er større.

EQA har undersøgt de opnåede erfaringer om driftskobling fra seminarerne med andre europæiske operatører. Disse viser, at fire af de fem operatører har anskaffet tog med forventning om sikker og effektiv driftskobling fra indkørselstidspunkt, og at den sidste operatør har valgt at undvære funktionaliteten, da de i stedet kan formere op og ned ved skalering af togenes køreplan.

Flere af operatørerne har samtidig sikret, at producenterne er kontraktmæssigt forpligtiget til at levere funktionsdygtig driftskobling, hvilket reducerer operatørernes risiko forbundet hermed. Det nævnes dog af halvdelen af producenterne, at driftskobling stadig betragtes som en funktionalitet, der kan medføre en vis risiko, særligt i situationer med dårligt vejr. På baggrund af markedsundersøgelsen samt operatørdialogerne vurderer EQA grundlag for optimisme ved driftskobling – og at fordele og risici er velbelyste.

### 6.3.2 *Erfaringer om tryktæthed*

I forhold til tryksikring angiver DSB, at der ikke eksisterer et akut behov herfor i forhold til den danske køreplan. EQA har undersøgt erfaringerne om tryksikring/trykbeskyttelse og fundet, at der ikke er et sikkerhedsmæssigt behov for at tryksikre de nye tog, og at spørgsmålet dermed relaterer sig til passagerernes komfort. Den generelle vurdering i markedet er, at trykbeskyttelse bliver relevant når toget skal køre omkring eller over 200 km/t. I forhold til den danske infrastruktur er der identificeret to områder hvor trykbeskyttelse kan være relevant: ved indgangen til storebæltstunnellen samt ved motorvejsbroen ved Knudshoved. Som følge af de betydelige omkostninger forbundet med trykbeskyttelse, bør udgifterne hertil sammenholdes med eventuelle løsninger, hvor infrastrukturen ændres eller togets hastighed reduceres ved disse specifikke lokationer. Indledende beregninger estimerer tidstabet herved til at være mindre end 1 minut. Tryksikring undersøges videre i fase 2. På baggrund af erfaringerne fra markedsundersøgelsen og operatørdialogen vurderer EQA spørgsmålet om tryksikring/trykbeskyttelse bør belyses nærmere i fase 2.

## 6.4 **Leverancetakt og forsinkelser**

I forhold til leverancetakt vurderer DSB, at to til tre togsæt om måneden er optimalt, både i forhold producentens produktionsapparat og DSB's evne til at indfase materiellet. EQA har undersøgt den foreslåede leverancetakt. Den er sammenlignelig med både DSB's egne tidligere anskaffelser og andre operatørers tilgang. Ved indfasningen af IC3 lå leverancen fra producenten<sup>42</sup> på ca. to togsæt om måneden. Andre europæiske operatører har ligeledes givet udtryk for, at en stabil leverancetakt på mellem to og fem togsæt om måneden har været både realistisk og optimal.

Historien viser, at forsinkelser i leverancen af nye tog ikke er et sjældent fænomen. EQA har undersøgt en række konkrete projekter der er blevet forsinket, og finder at ingen af de største europæiske producenter har undgået forsinkelser i deres seneste leverancer<sup>43</sup>. Mere end 50 pct. af alle leverancer er til tiden. Forsinkelser over to år er relativt sjældne, og de specifikke tilfælde med forsinkelser herudover er overvejende begrænset til en enkelt europæisk producent. Den gennemsnitlige forsinkelse for de store europæiske producenter ligger på mellem ni og tolv måneder, mens enkelte af de nye eller mindre producenter klarer sig en smule bedre med gennemsnitlige forsinkelser på mellem en og seks måneder. EQA vurderer på baggrund heraf, at der eksisterer en reel risiko for forsinkelser, og at DSB derfor bør sikre, at risikoen herfor minimeres i så vid udstrækning som muligt.

De to primære årsager til forsinkelserne er særlige krav med deraf følgende ændringer i det tekniske design samt homologering (myndighedsgodkendelser). EQA har undersøgt de specifikke udfordringer relateret hertil

---

<sup>42</sup> ABB Scandia.

<sup>43</sup> Det bemærkes dog, at de store producenter ofte varetager større og mere komplekse bestillinger med større risiko for forsinkelser.

og finder, at de største problemer i forhold til teknisk design opstår, hvis operatøren ændrer eller stiller nye krav sent i processen, eksempelvis som følge af eksterne krav eller ændrede præferencer. Forsinkelser som følge af homologering skyldes ofte mangel på kommunikation mellem producent, operatør og lokale myndigheder i processen, eller ændringer i regler undervejs. Disse erfaringer giver klare retningslinjer for struktureringen og planlægningen af det videre arbejde i de efterfølgende faser. På baggrund heraf vurderer EQA erfaringerne om leverancetakt og forsinkelser velbelyst.

## 6.5 Priser og omkostninger

En vigtig del af markedsundersøgelsen har været at opnå indsigt i forventelige priser og omkostninger ved anskaffelse af nyt rullende materiel. DSB angiver, at der eksisterer en klar sammenhæng mellem CAPEX og OPEX, således at meget lave anskaffelsesomkostninger ofte skyldes, at toget er sammensat af billige komponenter med kort levetid, hvilket medfører at vedligeholdelsesomkostningerne bliver tilsvarende højere. På baggrund heraf vurderes det optimalt at evaluere de forskellige løsninger ud fra deres samlede levetidsomkostninger (LCC<sup>44</sup>) frem for på anskaffelsesprisen alene.

EQA har vurderet tilgangen med anvendelse af LCC frem for anskaffelsespris, og finder at den sikrer DSB den omkostningseffektive optimale løsning. Dette skyldes at anskaffelsesomkostningerne kun udgør ca. 1/3 af et togs samlede økonomi, og at udgifter til energi og vedligehold ligeledes er tunge omkostningskategorier. At vurdere et togs samlede økonomi bør derfor tage alle omkostninger i betragtning. Det bemærkes dog, at beregningen af LCC i evalueringen af de forskellige bud kan være udfordrende. Erfaringerne fra andre europæiske operatører viser, at der bør opstilles klare retningslinjer for hvordan det samlede bud vurderes i et anskaffelses- og driftsøkonomisk perspektiv. Der bør i den forbindelse være fokus på, at DSB indgår et langsigtet samarbejde med producenten, hvilket ligeledes har indflydelse på den optimale vedligeholdelsesstrategi.

Som følge af at der ikke eksisterer plug-and-play løsninger på togmarkedet, er der ikke etablerede listepreiser for de forskellige platforme. DSB har i stedet estimeret forventede anskaffelsespriser ved at analysere indgåede kontrakter i perioden 2010-2015. På baggrund heraf angives den gennemsnitlige anskaffelsværdi til ca. 202.000 kr. per sæde for et regionaltog, og ca. 265.000 kr. per sæde for et fjerntog. Begge estimater er uden moms.

EQA har undersøgt de underliggende data og finder, at de er baseret på den opdaterede desktopbaserede database. Der ses en stor spredning i de identificerede priser, hvilket skyldes at de forskellige anskaffelser er meget forskellige i forhold til størrelse, grad af udviklingsopgaver, risiko mv. Det bemærkes desuden, at der kun indgår fem datapunkter i fjerntogskategorien. Af resultaterne fremgår, at der kun observeres en mindre forskel i anskaffelsespriser mellem regional- og fjerntog, hvilket samtidig påvirkes af hvorvidt der kigges på pris per vogn eller per sæde. For regionaltog ligger størstedelen af observationerne i 150.000 og 250.000 kr. per sæde, mens de for fjerntog ligger omkring 250.000-300.000 kr. per sæde.

Foruden databasen belyses de potentielle priser ved producenternes egne vurderinger af prisen på de til DSB udarbejdede konkrete løsninger. Heraf fremgår det, at anskaffelsespriser under 185.000 kr. per sæde eller over 450.000 kr. per sæde skyldes særlige operatørspecifikke begrænsninger. Prisen for DSB's anskaffelse må derfor forventes at ligge inden for dette interval, hvilket stemmer overens med tallene i databasen. En operatør angiver, at et realistisk bud for et optimalt fjerntog til DSB er ca. 300.000 kr. per sæde, mens en

---

<sup>44</sup> Life Cycle Cost.

anden operatør vurderer, at fjerntog typisk er ca. 40 pct. dyrere end regionaltog<sup>45</sup>. Dette medfører en pris per sæde for regionaltog på ca. 215.000 kr. per sæde, hvilket er sammenligneligt med resultaterne fra databasen.

#### 6.5.1 Prisreduktion ved store ordrer

EQA har ligeledes undersøgt sammenhængen mellem størrelsen på den afgivne ordre og prisen per togsæt/vogn. Sammenhængen er primært drevet af, at de faste omkostninger til udvikling, design, produktionsopstart mv. kan spredes ud på en større produktion. Herudover er der generelle stordriftsfordele for producenten ift. arbejdsprocesser, køb hos underleverandører mv. Som følge af at DSB's ordre befinder sig blandt de absolut største i Europa indenfor de seneste 5-10 år, forventes dette at have en substantiel positiv betydning for DSB's indkøbsvilkår.

En analyse af samtlige ordrer baseret på to specifikke platforme fra europæiske producenter, viser en klar omvendt sammenhæng mellem antallet af vogne i ordren, og prisen per vogn. For schweiziske Stadler's Flirt-platform er der identificeret 13 unikke salg siden 2010, hvor en simpel lineær regressionsanalyse viser at for hver 10 ekstra vogne der anskaffes, reduceres den gennemsnitlige anskaffelsespris per vogn med ca. 160.000 kr.<sup>46</sup>. Dette indikerer en omvendt sammenhæng mellem størrelsen på ordren og den forventede pris per vogn. Det bemærkes, at der må forventes en øvre grænse for rabatter som følge af yderligere vogne i anskaffelsen og at de estimerede resultater derfor ikke må ekstrapoleres til DSB's ordrestørrelse<sup>47</sup>. Til sammenligning vurderer internationale eksperter, at store anskaffelser kan forvente at medføre en rabat i størrelsesordenen 10-15 pct. Nedslag herudover er urealistisk, da råmaterialer og lønomkostninger udgør i omegnen 70 pct. af en produktion<sup>48</sup>, og yderligere rabatter dermed drastisk reducerer producentens mulighed for at opnå profit. Det er vurderingen, at der er betydelige besparelser på op til 100 togsæt, hvorefter yderligere rabatter begrænset.

På baggrund af den etablerede database samt informationerne opnået fra markedsanalysen vurderer EQA, at der er opnået tilstrækkelige informationer om potentielle anskaffelsespriser. Det bemærkes dog, at der forventes yderligere opdatering i fase 2.

På baggrund af den præsenterede markedsundersøgelse vurderer EQA, at der er opnået et tilstrækkeligt markedskendskab til at sikre, at typevalget foregår på et så oplyst grundlag som muligt. Det vurderes yderligere, at behandling og præsentationen af markedsundersøgelsen viser, at DSB har realistiske forventninger til det fremtidige marked for togmateriel.

---

<sup>45</sup> Det bemærkes, at databasen angiver en merpris per sæde for fjerntog sammenlignet med regionaltog på ca. 25 pct. Dette skyldes, at den gennemsnitlige sædepris her er vurderet en smule lavere (265.000) end operatørfaringen på 300.000. Den overordnede konklusion er dog den samme.

<sup>46</sup> Det bemærkes til sammenligning at DSB ordre forventes at ligge i størrelsesordenen 700-800 vogne.

<sup>47</sup> Internationale togekspert vurderer at effekten er størst op til 100 togsæt, men at effekten herefter flader ud

<sup>48</sup> Vurderet af internationale eksperter.

## 7 Togtypevalg

I dette kapitel præsenteres og evalueres to mulige scenarier for togtypekombinationer af fjern- og regionaltog med henblik på at finde det omkostnings- og driftsoptimale togtypevalg for Fremtidens Tog. Togtypevalget er et af hovedmålene i kommissoriet for fase 1.5. Det anbefales, at anskaffe fjerntog baseret på én etableret produktplatform. Fjerntog kan eventuelt kombineres med en andel regionaltog, så længe de er baseret på samme etablerede produktplatform.

EQA vurderer, at den anvendte metodik og de gennemførte beregninger er tilstrækkelige til at sikre et oplyst typevalg, og anbefalingen om at basere typevalget på en produktplatform medfører, at det optimale typevalg, evt. med en kombination af fjerntog og regionaltog, kan realiseres uden at gå på kompromis med risici.

### 7.1 Togtypescenarier

Baseret på erfaringerne opnået i markedsundersøgelsen opstiller DSB to overordnede scenarier for valg af togtyper:

- 1) **Scenarie 1:** Anskaffelse af fjerntog til anvendelse i både fjern- og regionaltrafik baseret på én produktplatform
- 2) **Scenarie 2:** Anskaffelse af fjerntog til fjerntrafik og regionaltog til regionaltrafik baseret på hver deres produktplatform

EQA bemærker, at det præsenterede typevalg afviger fra den oprindelige formulering af typevalg, som beslutningen om hvorvidt der bør anskaffes regionaltog, fjerntog, højhastighedstog og kombinationer heraf. Det vurderes, at DSB's fokus på platforme frem for togtype er hensigtsmæssig og i overensstemmelse med producenterens opfattelse af togmarkedet. Det sikrer samtidig DSB de optimale betingelser i den fremtidige drift.

EQA bemærker, at der mellem de to scenarier er en mellemløsning i form af anskaffelsen af fjerntog til fjerntrafikken og regionaltog til regionaltrafikken, som begge er baseret på den samme produktplatform. Denne løsning giver producenterne mulighed for at tilbyde tilpassede løsninger til de to trafiktyper, uden at realisere samme niveau af kompleksitetsomkostninger som i scenarie 2<sup>49</sup>. Da denne løsning ligger indenfor DSB's endelige anbefaling, noterer EQA, at det anbefalede typevalg ikke reducerer producenterens mulige løsningsrum<sup>50</sup>. På baggrund heraf vurderer EQA, at den konkrete formulering af typevalget ikke indskrænker markedet eller beslutningsrummet unødvendigt<sup>51</sup>.

### 7.2 Anbefalet togtype

DSB anbefaler scenarie 1 med den tilføjelse at det tillades producenterne at byde med to varianter baseret på samme produktplatform<sup>52</sup>. Dette skyldes en afvejning mellem to forhold:

- 1) Scenarie 1 medfører reduceret kompleksitet i forhold til udbud, vedligeholdelse og administration, som følge af anskaffelsen baseres på kun én platform.

---

<sup>49</sup> Kompleksitetsberegningerne behandles i afsnit 7.3. For mellemscenariet er kompleksitetsomkostningerne ved fjern- og regionaltog baseret på samme platform vurderet halvt så store som i scenarie 2.

<sup>50</sup> Det bemærkes, at typevalget udelukker løsninger baseret på regionaltog og fjerntog på forskellige platforme, dvs. fra forskellige leverandører.

<sup>51</sup> Formuleringen indskrænker markedet ift. eksempelvis højhastighedstog eller sporvogne. Disse vurderes imidlertid ikke relevante.

<sup>52</sup> Varianter her forstået som regionaltog og fjerntog.

- 2) Scenarie 2 medfører lavere anskaffelsesomkostninger og mere effektiv drift, som følge af at platformene er optimeret i forhold til trafiktypen, og at regionaltog typisk er billigere (jf. afsnit 6.5). Til gengæld medfører scenariet betydelige kompleksitetsomkostninger.

EQA har kvalitetssikret den underliggende modellering og vurderer, at anbefalingen af scenarie 1 er velbelyst. Det bemærkes, at beregningerne er følsomme overfor udsving i kompleksitetsomkostningerne (jf. afsnit 7.4), men at det anbefalede scenarie ikke reelt begrænser producenterne i at byde med deres optimale løsning<sup>53</sup>. På baggrund heraf vurderer EQA typevalget robust.

Foruden typevalget anbefaler DSB i beslutningsoplægget ikke at begrænse udbuddet i forhold til singledækkertog eller dobbeltdækkertog, og at analysere anskaffelsen af lokomotiver i fase 2. Disse spørgsmål er belyst nedenfor.

### 7.3 Metode for beregning af omkostninger ved togtypescenarier

Beregningen af det optimale typevalg er baseret på resultaterne fra trafikprognoserne, passagerudviklingen samt den tilhørende materieloptimering. På baggrund af output fra modellerne der behandler disse variable<sup>54</sup>, opstilles en NPV-model<sup>55</sup>, der sammenligner de optimale anskaffelses- og køreplaner for henholdsvis scenarie 1 og scenarie 2. Modellen estimerer nettonutidsværdien for begge scenarier i 2016, under hensyntagen til anskaffelses-, energi- og vedligeholdelsesomkostningerne, samt sikkerhedsomkostninger forbundet med ekstra togfører ved kørsel under Storebælt, i det der forudsættes en togfører i hvert togsæt når toget passerer storebæltstunellen. Derudover beregnes kompleksitetsomkostninger for scenarie 2.

EQA har foretaget en kvalitetssikring af de anvendte data og output og finder, at beregningerne inkluderer relevante og veldefinerede variable. De anvendte antagelser og forudsætninger er i vid udstrækning baseret på faktiske data fra markedsundersøgelsen eller DSB's egen drift. Standardparametre som rente og WACC<sup>56</sup> følger dansk praksis.

EQA bemærker, at estimeringen af kompleksitetsomkostninger er behæftet med en række usikkerheder. Kompleksitetsomkostningerne dækker over de ekstraomkostninger, der er forbundet ved at anvende to platforme frem for én. Eksempler herpå er udgifter til: ekstra faciliteter til vedligeholdelse og reservedele, optræning af ekstra vedligeholdelsespersonale, mere administrativt personale, samt højere organisatoriske omkostninger vedrørende indkøb og udbud. Kompleksitetsomkostningerne består af i alt 12 underliggende faktorer, hvoraf fem er engangsudgifter og syv er årlige udgifter. Af disse 12 udgør faktoren *læringskurve*<sup>57</sup> ca. 70 pct. af kompleksitetsomkostningernes samlede nutidsværdi.

Læringskurven er et princip om, at erfaring eller gentagelse højner effektivitet. I beregningerne er dette modelleret ved at antage, at en fordobling af kørte litrakm. per togplatform medfører en effektivisering i vedligeholdelsesomkostningerne på 10 pct. Beregninger på det underliggende materiale viser, at læringskurven udgør ca. 70 pct. af de samlede kompleksitetsomkostninger, svarende til 1.104 mio. kr. i nettonutidsværdi eller 60 millioner kroner årligt<sup>58</sup>, hvorfor EQA bemærker, at den har stor betydning for den samlede anbefaling om typevalg.

---

<sup>53</sup> Anbefalingen begrænser producenter fra at byde med både fjerntog og regionaltog, baseret på hver sin platform. Markedsundersøgelsen viser imidlertid, at disse tilbud sjældent forekommer. Derudover begrænser typevalget DSB fra at anskaffe regionaltog fra en producent og fjerntog fra en anden producent, hvilket ikke vurderes problematisk i en risikobetragtning.

<sup>54</sup> MO2030, TKM samt OMPLS2 (Omløbsplanlægningssystem – til test af om de modellerede køreplaner er realistiske i forhold til omløbsplaner).

<sup>55</sup> *Net Present Value*

<sup>56</sup> *Weighted Average Cost of Capital*.

<sup>57</sup> *Learning Curve*, kan opfattes som en skalaeffekt

<sup>58</sup> Læringskurven realiseres først i 2030, hvorfor nettonutidsværdien er ganske høj

EQA har foretaget følsomhedsberegninger på det underliggende materiale og bemærker, at den samlede økonomiske fordel ved scenarie 1 er følsom over for ændringer i de underliggende antagelser. Eksempelvis er de to scenarier lige økonomisk attraktive, hvis antagelsen om læringskurven reduceres til 4 procents forbedring per fordobling af litrakm. Ved 10 pct. effekt udgør udgør læringskurven en forbedring på ca. 60 mio. kr. om året.

EQA noterer, at anvendelsen af læringskurven til modellering af typevalg afhænger af, i hvor høj grad dens eksistens kan eftervises teoretisk og empirisk. Det noteres, at det ikke har været muligt at indsamle markedsdata om læringskurven<sup>59</sup>, men at antagelsen er baseret på en lignende metodik anvendt af andre større operatører i nylige anskaffelsesprojekter. Effekten er veldokumenteret i flybranchen, hvor den har medført, at adskillige flyselskaber har simplificeret deres flåde. Den konkrete effekt er af eksperter indledningsvist vurderet til at være 10-25 pct. per fordobling af litrakm. På samme måde medfører en antagelse om 10 pct. læringskurve, at kompleksitetsomkostninger udgør ca. 5 pct. af de samlede omkostninger for togenes fulde levetid, hvilket stemmer godt overens med erfaringer fra andre europæiske operatørers lignende anskaffelsesprojekter.

Det bemærkes, at flere operatører ved seminarerne har givet udtryk for at en reduktion i antal togtyper har været et centralt mål for deres seneste anskaffelser. Derudover bemærkes, at anvendelsen af kun en platform ligeledes bør føre til effektivisering af vedligeholdet af større, kritiske komponenter.

På denne baggrund vurderer EQA, at den anvendte læringskurve og dermed kompleksitetsomkostning er velbelyste.

#### **7.4 Resultater for omkostningsberegningerne**

DSB vurderer, at nutidsværdien af den samlede anskaffelse og drift af de nye tog frem til 2060 er ca. 700 mio. kr. lavere i scenarie 1 end i scenarie 2. Dette er baseret på en anskaffelse af 204 togsæt i scenarie 1, og samlet set 227<sup>60</sup> togsæt i scenarie 2. På baggrund heraf anbefales, at anskaffe togsæt baseret på kun én standardplatform.

EQA har undersøgt beregningerne bag typevalget og finder, at resultaterne er robuste for en lang række følsomhedsberegninger, herunder energiomkostninger, diskonteringsrente, personaleomsætningsrate mv. På baggrund heraf vurderes anbefalingen velbelyst.

Det noteres, at kompleksitetsomkostningerne er den udslagsgivende faktor for det endelige typevalg, og at scenarie 1 er udtryk for et yderpunkt i et kontinuum af mulige løsninger. I scenariet med to varianter på samme platform vurderes kompleksitetsomkostningerne kun at være halvt så store. EQA bemærker imidlertid, at denne løsning ligger indenfor DSB anbefalede typevalg, og at producenterne dermed tillades at byde med både fjerntog og regionaltog, så længe de er baseret på samme platform. Dermed sikres, at usikkerheden i beregningerne ikke medfører en reduktion i det potentielle marked. På baggrund heraf vurderer EQA, at det anbefalede typevalg reflekterer de underliggende beregninger og resultater, og at beslutningsgrundlaget er velbelyst.

#### **7.5 Usikkerhed i typevalgsberegningerne**

DSB har foretaget en række følsomhedsanalyser af typevalget for en række vigtige forudsætninger. Det fremgår af beslutningsoplægget, at i 97 pct. af udfaldende i en Monte Carlo simulering medfører scenarie 2 højere omkostninger end scenarie 1. EQA bemærker, at de præsenterede resultater belyser den samlede

---

<sup>59</sup> Dette skyldes bl.a. at læringskurven relaterer sig til vedligeholdelsesomkostninger, der af mange producenter vurderes som centrale konkurrenceparametre og dermed følsomt materiale.

<sup>60</sup> Bestående af 141 fjerntog og 86 regionaltog.

usikkerhed ved udsving i samtlige underliggende variable på samme tid, men ikke giver en forståelse for følsomheden af de overordnede resultater for hvert enkelt variabel.

EQA har undersøgt de præsenterede følsomhedsberegninger for typevalget, og finder at håndteringen af usikkerhed er baseret på usikkerhed i henholdsvis 12 produktions- og omkostningsvariable og fire af de grundlæggende forudsætninger. De 12 produktions- og omkostningsvariable angiver de vigtigste drivere af omkostninger i anskaffelsen af rullende materiel, og er gengivet i Tabel 7-1. For hver variabel er identificeret en realistisk minimums- og maksimumsværdi for variabelen i forhold til det anvendte estimat i basisscenariet, og effekten heraf på typevalget af beregnet. Vurderingen af usikkerhedsspændet er baseret på: data fra markedsundersøgelsen, simuleringresultater, DSB's egen vurdering samt ekspert udsagn.<sup>61</sup> Tabellen angiver fordelene ved scenarie 1 sammenlignet med scenarie 2, således at et positivt tal angiver at en løsning baseret på én produktplatform fremfor to er økonomisk fordelagtig.

Det ses at 11 af de 12 produktionsvariable ikke alene kan påvirke typevalget indenfor det af DSB angivne realistiske usikkerhedsspænd. Den eneste variabel som alene kan påvirke typevalget er 'Læringskurven' (stordriftsfordele) ved en fordobling af mængden af vedligeholdelse på en togtype fremfor to togtyper (se afsnit 7.3). Den er i basisscenariet sat til 10 pct., og kan variere ned til 3 pct. uden at ændre typevalget. Ved 10 pct. effekt udgør udgør læringskurven en forbedring på ca. 60 mio. kr. om året. De andre produktionsvariable hvis usikkerhed har størst betydning for typevalget er henholdsvis prisforskellen mellem regionaltog og fjerntog samt vedligeholdelsesomkostningerne for regionaltog. På baggrund heraf finder EQA usikkerhed i den grundlæggende produktions- og omkostningsvariable belyst.

**Tabel 7-1: Produktions- og omkostningsvariable**

Produktions- og omkostningsvariable	Usikkerhedsinterval				Omk. diff. S1 vs. S2 (NPV DKKm)		
	Lavt	basis	Højt	Begrundelse for usikkerhedsspænd	Lavt	Basis	Højt
Læringskurve	3%	10%	17%	Estimatet baseret på analyser beskrevet i underliggende teknisk rapport	-91	705	1.487
Indeks for Capex (Fra RT til FT)	41%	26%	10%	Lavt og højt estimat fra RFI	284	705	1.125
Vedligehold/vogn/km. for 3 vogns RT (DKK)	2,5	3,4	4,2	Ekspertestimer baseret på RFI	351	705	1.066
WACC	4,7%	3,5%	2,3%	Estimeret af DSB's Økonomienhed	484	705	1.028
Indeks energi omk. (fra RT til FT i reg. trafik)	10,0%	1,5%	-7,0%	Ekspertestimat baseret på simuleringresultater	474	705	935
Capex per vogn for RT (DKK)	16,2	12,4	8,7	95-percentil af fase 1 og 1.5 Capex data	550	705	860
Indeks vedligeholdelsesomk. (fra RT til FT i reg. trafik)	8%	4%	0%	Ekspertestimer baseret på RFI	554	705	856
Vedligehold/vogn/km. per ekstra RT vogn (DKK)	3,0	2,5	2,0	Lavt og højt estimat fra RFI	568	705	841
Inflation	1,4%	1,8%	2,2%	Estimat fra Fremtidens Tog	587	705	823
Indeks vedligeholdelsesomk. (fra RT til FT i fjerntrafik)	-15%	0%	15%	Lavt og højt estimat fra RFI	632	705	780
Energiomk./vogn/km. for RT	1,2	1,0	0,8	Ekspertestimat baseret på simuleringresultater	636	705	786
Indeks energi omk. (fra RT til FT i fjerntrafik)	10,0%	1,1%	-7,9%	Ekspertestimat baseret på simuleringresultater	705	705	705

Foruden usikkerhed i produktions- og omkostningsvariable har DSB beregnet effekten af udsving i en række af programmets forudsætninger, og betydningen heraf på typevalget. Resultaterne heraf er angivet i Tabel 7-2.

<sup>61</sup> Således at den sande værdi med 95 pct. sandsynlighed ligger indenfor intervallet.

Tabel 7-2: Følsomhedsanalyser af typevalg

Forudsætninger	Omkostningsforskel S1 ift. S2		Behov for antal sæder	
	%	NPV DKKm	Sæder ('000)	% RT sæder
Dobbeltdækkere	2,8%	1.374	44	23%
Høj passagervækst (Timemodelprognose)	2,2%	1.228	46	30%
24 Ekstra ET i RØ	1,6%	799	37	19%
Nykøbing hurtig udgår	1,4%	705	41	26%
<b>Basisscenarie</b>	1,3%	705	43	30%
OP-og nedformering i IC trafik (og Aarhus i Lyn)	1,3%	669	42	31%
Højere belægningsgrad	1,2%	596	40	29%
Lav passagervækst (0% vækst fra 2020)	-0,7%	353	38	30%
IC3 sædeafstand	-0,2%	-130	41	28%

I forhold til programmets overordnede forudsætninger, medfører følsomhedsanalyser af samtlige forudsætninger, at scenarie 1 med anskaffelse af fjerntog baseret på én produktplatform er at foretrække. Det samlede behov for sædeantal påvirkes i mindre grad på tværs af følsomhedsanalyserne, hvor dog tilgængeligheden af Øresundstogene til brug i regionaltrafikken vil reducere sædepladsbehovet med 6.000 sæder i forhold til basisscenariet. På baggrund heraf vurderer EQA ikke, at usikkerheden i programmet grundlæggende forudsætninger har signifikant betydning for typevalget.

Den forudsætning som har størst betydning for typevalget er sædeafstanden. Vælges IC3 layout med større sædeafstand og dermed færre sæder per togsæt, reduceres nettonutidsgevinsten ved scenarie 1 fra ca. 700 mio. kr. til ca. 130 mio. kr.. Dette skyldes at anskaffelsesbehovet stiger, og at der opnås en større gevinst ved at købe billigere regionaltog. EQA bemærker dermed at IC3 sædeafstand ikke bare medfører højere omkostninger, men også gør det optimale typevalg mere usikkert.

På baggrund heraf vurderer EQA at usikkerheden i forbindelse med typevalget er velbelyst.

## 7.6 Andre overvejelser i forhold til typevalg

Udover den modellerede økonomiske fordel ved kun at anskaffe én produktplatform angiver DSB i beslutningsoplægget en række andre overvejelser i forbindelse med typevalget. En væsentlig faktor vurderes i den forbindelse at være den øgede købekraft (*buying power*) ved kun at anskaffe togsæt fra én leverandør, som følge af samle hele ordren i én stor anskaffelse.

EQA har undersøgt øvrige operatørers købekraft i forbindelse med toganskaffelser og finder, at større anskaffelser generelt medfører væsentlige rabatter med en tilhørende reduktion i anskaffelsesomkostningerne per vogn. Data fra markedsundersøgelsen viser, at den maksimale mængderabat opnås ved anskaffelse af ca. 100 togsæt (se afsnit 11.2), hvorfor anskaffelsen af eksempelvis 54 regionaltogetsæt hos én leverandør, ikke vil være nok til fuldt ud at maksimere de økonomiske fordele ved køb af flere togsæt i samme grad, som det ville være tilfældet med én enkelt leverandør for begge typer. På baggrund heraf vurderer EQA valget af antal leverandører velbelyst.

### 7.6.1 *Toglængde*

DSB anbefaler at tillade toglængder på mellem 80 og 110 meter. Denne begrænsning skyldes både hensynet til at optimere driften og hensynet til længden af de nuværende perroner. DSB stiller krav til toglængde indenfor et interval med henblik på at sikre, at toglængde ikke bliver en begrænsende faktor for det samlede udbud.

EQA har undersøgt den økonomiske effekt af længden på togsæt og noterer, at 80 meter lange togsæt er mest omkostningseffektive i forhold til belægningsgrad og det samlede antal nødvendige togsæt. Det bemærkes, at lange togsæt i udgangspunktet har lavere driftsomkostninger per sæde, som følge af at førerrummet udgør en mindre andel af det samlede areal. Til gengæld er længere togsæt sværere at koble sammen til optimale toglængder, hvorfor der realiseres en lav belægningsgrad på adskillelige strækninger. Som følge heraf vil længere tog medføre behov for flere sæder end 80 meter tog for at opfylde samme køreplan, hvilket medfører at omkostningerne per passager er højere.

EQA har undersøgt den økonomisk rentabilitet af forskellige toglængder og finder, at en flåde baseret på togsæt af 80 meter (210 sæder) har lavere årlige omkostning på ca. 50 mio. kr. sammenlignet med en flåde på 100 meter (270 sæder). Denne forskel skyldes lavere anskaffelses-, energi- og vedligeholdelsesomkostninger, hvoraf ca. 16 pct. udgøres af anskaffelsesomkostninger. Anskaffes toglængder på 100 meter estimeres behovet til 161 togsæt af hver fem vogne, hvilket svarer til henholdsvis 805 vogne eller 43.470 pladser. For 80 meter tog er der behov for 204 togsæt af fire vogne, hvilket svarer til 816 vogne eller 42.840 pladser. Forskellen mellem de to toglængder er dermed 630 pladser. En positiv upside ved det lavere antal togsæt ved 100 meter tog er reducerede personaleomkostninger på ca. 8,7 mil. kr. årligt. Dette påvirker dog ikke den overordnede konklusion. Samme logik ligger til grund for, at en flåde baseret på 80 meter lange tog er billigere end togsæt på 120, 140 og 160 meter.

Den anden årsag til at DSB anbefaler tog på mellem 80 og 110 meter, er at minimere behovet for udvidelse af de danske stationers perroner i forbindelse med anskaffelsen af de nye tog. Forskellige toglængder medfører forskelligt behov for perronforlængelser, da mulighed for kobling af togsæt medfører reduktion i togsættens samlede længde. Generelt vil kortere togsæt medføre større fleksibilitet i koblingsammenhæng under begrænsning af, at samtlige operatører giver udtryk for at kobling med over fem togsæt er udfordrende. Behovet for perronforlængelser er behandlet i afsnit 4.1. I scenariet med flere end 630 passagerer per tog er forskellen i investeringsbehovet for perronforlængelser mellem et 80 meter tog og et 100 meter tog minimal. Hvis der imidlertid forventes færre end 630 passagerer per afgang, vil en toglængde på 100 meter resultere i et behov for meget lange togsæt, hvilket medfører et markant behov for perronforlængelser for 100 meter tog på ca. 700 mio. kr. Dette er både i Aarhus, Horsens og på en række sønderjyske stationer. Som følge af anbefalingen om at sikre en robust anskaffelse gennem antagelse om mere end 630 passagerer per togsæt, forventes toglængden dermed ikke at være en afgørende faktor for behovet for perronforlængelser.

På trods af en økonomisk fordel i 80 meter tog sammenlignet med 100 meter tog, anbefaler DSB at tillade toglængder på op til 110 meter. Dette gøres med henblik på ikke at udelukke producenter hvis produktplatform optimalt udformes i længden 90-110 meter. EQA bemærker, at den økonomiske forskel mellem 80 og 100 meter tog er lille, og at hensynet til det samlede udbud vejer tungt. EQA bemærker, desuden at markedsundersøgelsen har vist, at samtlige større europæiske producenter er i besiddelse af en etableret produktplatform, der som standard kan konfigureres i det efterspurgte interval. På baggrund heraf finder EQA anbefalingen om toglængde velbelyst.

### 7.6.2 *Singledæk- eller dobbeltdækkertog*

I forhold til om DSB skal anskaffe singledækkertog (SD) eller dobbeltdækkertog (DD), angiver DSB i beslutningsoplægget, at den økonomiske forskel mellem SD og DD vurderes at være ca. 80 mio. kr. årligt, men at beregningerne er forbundet med en høj grad af usikkerhed. Som følge heraf anbefaler DSB ikke at på forhånd begrænse udbuddet i forhold til enten SD eller DD, men i stedet belyse problemstillingen gennem yderligere analyser i fase 2. Det understreges, at kritisk forudsætning for et succesfuldt udbud er, at

producenterne har mulighed for at anvende deres mest konkurrencedygtige, gennemtestede og mindst risikable løsning, hvad enten der er tale om SD eller DD-løsninger.

EQA har undersøgt forskellene mellem SD- og DD-togsæt. Data fra markedsundersøgelsen viser, at DD i gennemsnit har mellem 15 og 25 pct. flere sæder per meter end SD. Dette skyldes at hver enkelt vogn i togsættet kan holde op til 50-60 pct. flere passagerer, men at øget pladsanvendelse til trapper og rum mellem kupeer gør at de enkelte vogne i et togsæt også er længere. Vognene i SD er typisk ca. 20 meter lange<sup>62</sup>, mens de i DD typisk er 25-26 meter lange. Til gengæld er DD ofte mindre energieffektive, da den øgede vægt kræver større eller flere motorer, ligesom passagerudvekslingsraten kan være lavere. Det er dermed ikke entydigt hvorvidt SD eller DD er mest omkostningseffektiv per sæde.

Erfaringer fra operatørseminarerne viser, at flere andre operatører har taget stilling til spørgsmålet om DD eller SD fra start af. En adspurgt operatør fremhæver eksplicit DD som mindre driftsøkonomiske end SD, da de øgede passagersæder ikke opvejer de forhøjede driftsomkostninger. Operatøren har derfor eksplicit valgt ikke at anskaffe DD-løsninger fremover og pointerer, at deres kollegaer i nabolandet har truffet den samme beslutning. Derudover vurderer enkelte operatører, at DD medfører mindre passagerkomfort som følge af den større udnyttelse af rumfanget. Omvendt har andre operatører eksplicit efterspurgt DD-løsninger, da det er vurderet at potentialet herved langt overgår de højere omkostninger. På baggrund af markedsundersøgelsen og operatørdialogen vurderer EQA, at der ikke på nuværende tidspunkt kan træffes en entydig beslutning om valg af singledæk- eller dobbeltdækkertog og finder dermed beslutningen om yderligere analyse af problemstillingen i fase 2 begrundet.

---

<sup>62</sup> Som eksempel er IC3-styrevogne 20,5 meter lange, mens IC3-midtervogne er 17,7 meter lange.

## 8 Anskaffelses- og idriftsættelsesplan

Dette afsnit behandler den tidsmæssige anskaffelses- og idriftsættelsesplan samt de identificerede risici herved. EQA vurderer, at den præsenterede anskaffelsesplan er i overensstemmelse med de overordnede principper i programmet.

### 8.1 Anskaffelsesplanen

Den af DSB udarbejdede anskaffelsesplan er baseret på tre vejledende principper. Disse er udledt af resultaterne fra det beregnede materielbehov i afsnit 5 samt det optimale typevalg i afsnit 7.

Det første princip er idriftsættelse af de nye tog fra 2024, hvilket underbygges af den estimerede materielmangel som følge af passager- og materiefremskrivningerne (se afsnit 4.2 og 4.5).<sup>63</sup>

Det andet princip er en leverancetakt på tre togsæt pr. måned, hvilket baseres på erfaringer fra markedsundersøgelsen og samtidig stemmer overens med den forventede levetid af den eksisterende flåde. Afstemning af leverancetakten til leverandørens kapacitet er af stor betydning for anskaffelsesomkostningerne, da kapacitetsmangel kan medføre at leverandøren må anlægge en ny produktionslinje, eller producere på alternative tidspunkter af døgnet. Omvendt kan en for høj leverancetakt medføre overkapacitet af de nye tog med deraf øgede afledte omkostninger til stabling eller suboptimal udnyttelse af den eksisterende flåde, der udfases.

EQA har undersøgt leverancetakten og noterer, at antallet per måned er i overensstemmelse med producenternes foretrukne leverancetakt som angivet i markedsdialogen. Derudover viser operatørseminarerne, at andre operatører har benyttet leverancetakter i samme størrelsesorden ved deres seneste anskaffelser. Endelig vurderer internationale eksperter, at en leverancetakt på tre togsæt om måneden er realistisk.

Det tredje princip er en jævn indfasningstakt. Dette understøtter dels producenten, da det sikrer en stabil udnyttelse af produktionsapparatet de 5-6 år togene produceres og leveres, dels DSB, der kontinuerligt kan tilpasse driften med de nye tog. Det gælder for DSB både i forhold til infrastrukturel forberedelse, indkøring og udfasning af den eksisterende flåde, samt i forhold organisatoriske og uddannelsesmæssige forhold. Det vil samtidig understøtte lave anskaffelsesomkostninger. EQA bemærker, at størstedelen af leverandørerne i markedsundersøgelsen har givet udtryk for at foretrække en jævn indfasningstakt. På baggrund heraf vurderer EQA anskaffelsesplanen velbelyst.

### 8.2 Forventet idriftsættelsesplan

Principperne i anskaffelsesplanen udmøntes i idriftsættelsesplanen, der konkret modelleres i DSB's værktøj til materieloptimering, MO2030. Modellen er baseret på passager- og materiefremskrivningerne, som fremgår af kapitel 4, og optimerer således flådestørrelsen ift. behovet af sædepladser og en realistisk leverance- og udfasningstakt.

DSB angiver, at IC4 udskiftes først som følge af materiellets ringe driftsstabilitet og høje omkostninger. Det fremgår, at IC4 udfases fra 2024 til 2025<sup>64</sup>. I samme periode indfases 72 af de nye el-tog. For de resterende togtyper angiver DSB, at fokus er på at få udskiftet i en takt, hvor togsættene ikke betydeligt overstiger deres forventede levetid på 35 år. De 96 IC3-togsæt udfases fra 2024 til 2028. Samtlige 44 IR4-togsæt udfases fra 2027 til 2029. De 204 nye el-tog indfases fra 2024 til 2029, hvilket svarer til 36 togsæt om året fra 2024 til 2028, og 24 togsæt i 2029.

---

<sup>63</sup> Indfasning af FT er på samme måde den kritiske faktor for udfasning af IC4

<sup>64</sup> Anbefalingen er uddybet i den selvstændige rapport "IC4 Redegørelse"

EQA har undersøgt idriftsættelsesplanen og finder at tidsplanen er udarbejdet med fleksibilitet eller robusthed, da en række leverandører forventes at ville kunne levere mere end tre togsæt om måneden. Leverancetakten kunne dermed potentielt øges til fire eller fem togsæt om måneden. Samtidig noteres det, at DSB har gjort overvejelser omkring, hvordan IC3 ved ekstra vedligeholdelse, kan benyttes som buffer, i det tilfælde at der opstår problemer med de nye tog (se afsnit 4.5). På baggrund heraf finder EQA idriftsættelsesplanen velbelyst.

### **8.3 Usikkerhed i den forventede idriftsættelsesplan**

DSB identificerer en række usikkerheder i den overordnede idriftsættelsesplan, herunder eksempelvis den fremtidige tilgængelighed af Øresundstog. Som følge heraf bemærkes det, at anskaffelsen kan styres gennem kontraktindgåelse med rammeaftale, som anvendes når usikkerhederne er afklaret og at idriftsættelsesplanen vil kunne opdateres.

EQA bemærker, at de underliggende principper i anskaffelsesplanen i overvejende grad er uafhængige af de præsenterede usikkerheder, hvorfor idriftsættelsesplanen vurderes robust. Det noteres, at de præsenterede usikkerheder er relevante og velbeskrevne. På baggrund af ovenstående finder EQA usikkerheden i den forventede idriftsættelsesplan velbelyst.

## 9 Væsentlige krav til de nye tog

Dette afsnit behandler DSB's tilgang til kravarbejdet og de væsentligste krav til de nye tog. Det væsentligste princip i kravspecifikationen er, at der anvendes funktionelle krav. Dette muliggør, at producenter kan tilbyde løsninger, der i videst muligt udstrækning er baseret på eksisterende produktplatforme. Kravspecifikationen er i denne fase færdig på de overordnede niveauer, og skal detaljeres yderligere i fase 2.

### 9.1 Tilgang

DSB baserer udarbejdelsen af kravspecifikationer på en række grundlæggende arbejdsforudsætninger. Den vigtigste af disse er, at kravene er formuleret funktionelt, så de stiller krav til togets funktioner og ydeevne, men ikke til hvordan det teknisk opnås. Et eksempel herpå er, at toget skal kunne overholde den forudsatte køreplan. Alternativet er tekniske kravspecifikationer, hvor fokus er på togets tekniske egenskaber, herunder eksempelvis specifikke krav til togets acceleration eller tophastighed. Det overlades med andre ord til leverandøren selv at levere et tog, der er i stand til at servicere de af DSB stillede krav til performance, driftsstabilitet og omkostningseffektivitet. Fordelen ved denne tilgang er, at det sikrer fleksibilitet for togleverandøren til at anvende velafprøvede løsninger og derigennem undgå at skulle udvikle eller optimere på specifikke platformselementer, for at leve op til særlige krav om eksempelvis passagerudveskling eller acceleration. Anvendelsen af funktionelle krav forventes derigennem at reducere den samlede programrisiko.

EQA har undersøgt kravspecifikationen og noterer, at anvendelsen af outputbaserede krav er den foretrukne tilgang i markedet, både for producenter og andre operatører. Samtlige producenter har i markedsanalysen givet udtryk for, at anvendelsen af funktionelle eller outputbaserede krav medfører bedre, billigere og mindre risikable løsninger for operatøren. Fire af de fem adspurgte operatører har ligeledes anvendt outputbaserede krav i deres seneste anskaffelse, og den sidste operatør har givet udtryk for at de ligeledes vil anvende denne tilgang i fremtiden. EQA finder dermed, at anvendelsen af outputbaserede kravspecifikationer er velbelyst.

En anden central forudsætning er, at kravarbejdet er baseret på TSI<sup>65</sup>, som er den grundlæggende EU-lovgivning på området. TSI kan ses som det basale udgangspunkt for produktionen af tog til drift i EU-medlemslande og sikrer, at togene lever op til en række EU-fælles minimumskrav. TSI-krav sikrer dermed harmonisering og standardisering på tværs af Europa. EQA har undersøgt leverandørernes TSI-erfaring, og fundet at samtlige relevante togproducenter på det europæiske marked har erfaring med TSI-godkendelser. Markedsundersøgelsen viser, at de fleste producenter ligeledes har udviklet togplatforme, som allerede lever op til de på nuværende tidspunkt gældende TSI-regler, men de skal tilpasses opdaterede regler fra 2017.

Endelig er specielle danske krav minimeret, og krav som ikke opfyldes af etablerede markedsrelevante produktplatforme er risikovurderet. Eksempler på specifikke danske krav er, at togsættene skal være kompatible med 25 kV-strømtilførsel, eller at togsættene skal kunne operere i den særligt saltholdige havluft ved de danske kyster uden at korrodere. EQA har undersøgt de af DSB stillede obligatoriske krav, og markedsundersøgelsen viser, at de ikke vil have betydning for det samlede antal potentielle leverandører og produktplatforme i udbuddet.

#### 9.1.1 Udarbejdelse af krav

På baggrund af arbejdsforudsætningerne, har DSB udarbejdet ca. 100 krav i syv overordnede kategorier<sup>66</sup>. Fokus har i fase 1.5 været på toget som produkt, mens krav til afledte og sideløbende projekter og processer vil følge i fase 2. De syv overordnede kategorier opdeles i en række underkategorier og kravniveauer. De tre overordnede niveauer er defineret i fase 1.5. I fase 2.0 vil udvalgte krav detaljeres til niveau 4 og 5. De overordnede krav fastlægges således i fase 1.5. DSB noterer, at der kan tilføjes yderligere krav på niveau 2

---

<sup>65</sup> Technical Specifications for Interoperability.

<sup>66</sup> Togdrift, togarkitektur, passageroplevelse (arealanvendelse), passageroplevelse, miljøpåvirkning, infrastrukturkompatibilitet og øvrige krav.

og 3, men bemærker, at dette kun er tilfældet for områder der ligger uden for selve toganskaffelsen, herunder afledte projekter, producentens processer, dokumentation etc.

EQA har undersøgt de konkret formulerede krav med henblik på at foretage en vurdering af om de reflekterer behov, der går ud over hvad en standardplatform indeholder. En gennemgang af den underliggende tekniske rapport viser, at ingen krav er formuleret således, at det vil tvinge producenterne til at foretage markante ændringer til deres etablerede produktplatform. Derudover bemærkes, at DSB har vurderet, at kun tre af de stillede krav potentielt kan medføre betydeligt forøgede omkostninger: 1) Valg af komfortniveau/sædeafstand, 2) Antal/anvendelse af flexrum samt 3) Niveau for HVAC<sup>67</sup>. Kravet til sædeafstand fastlægges i fase 1.5<sup>68</sup>, mens krav 2 og 3 fastlægges efter nærmere undersøgelser i fase 2. På baggrund heraf finder EQA kravspecifikationen velbelyst.

### 9.1.2 Risiko

I forhold til fordyrelser og forsinkelser vurderes signifikante ændringer til kravspecifikationen efter kontraktindgåelse som programmets største enkeltstående risiko. Som følge heraf er håndtering af risiko i kravarbejdet en central nøgleudfordring. DSB noterer, at der kun stilles helt nødvendige krav op i mod klare fordele, og at krav fastholdes af kravejere igennem hele anskaffelsen.

EQA har undersøgt planen for den interne styring i kravspecifikationen og noterer, at hvert krav tilhører et kravteam, som udvikler kravene i henhold til de opstillede principper for kvalitet og dokumentation. Disse refererer til en kravejer, der på direktørniveau er overordnet ansvarlig for udformning, godkendelse og ændringer i forhold til de specifikke overordnede krav. I praksis udspilles denne rolle gennem en kravsansvarlig linjefører, der er ansvarlig for at inddrage kravspecialister og stakeholders i udformningen af krav. Således er der en klar ansvarsfordeling internt i organisationen, der allerede er konkretiseret på personligt niveau. Endelig kræver ændringer af de besluttede krav behandling i DSB's materieludvalg. EQA vurderer dette i overensstemmelse med bedste praksis.

Derudover noterer EQA, at den overordnede kravstyring mellem DSB og producenten styres af DSB's tilpassede V-model<sup>69</sup>, der både bruges af andre operatører i Europa, ligesom at markedsundersøgelsen har vist, at leverandører anbefaler brugen af modellen. På baggrund heraf finder EQA kravstyringen velbelyst.

## 9.2 Produktplatforme

DSB noterer, at samtlige krav tager udgangspunkt i etablerede produktplatforme og deres konfigurationsmuligheder, med henblik på at minimere risici og give producenterne optimale arbejdsbetingelser. DSB har som en del af markedsundersøgelsen bedt samtlige producenter vurdere risikoen i forhold til økonomi, tidsplan og design ved at stille krav, der medfører at producenten skal foretage ændringer i forskellige elementer. Denne undersøgelse viser, at krav til optimering eller ændring af standardplatformenes grundlæggende elementer, medfører betragtelig risiko i samtlige kategorier. Eksempler herpå er: Bogier, vognkasse, gulvhøjde eller traktionsudstyr. Omvendt er ændringer på elementer som indvendig indretning af sæder eller toiletter, eller krav om et bedre HVAC-system mindre risikable, da det ikke medfører udviklingsopgaver. Dette angiver retningen for, hvilke elementer DSB bør kunne stille krav til.

EQA har undersøgt, hvorvidt de krav der er formuleret i fase 1.5 påvirker de risikable eller omkostningsdrivende platformselementer. EQA vurderer ikke, at kravspecifikationen som udformet på

---

<sup>67</sup> Heating, Ventilation and Air Conditioning.

<sup>68</sup> DSB anbefaler typisk europæisk sædeafstand, svarende til komfortniveauet i de nuværende dobbeltdækkervogne. Beslutningen kan genbesøges i fase 2.

<sup>69</sup> V-modellen er en model for samarbejde, hvor et projekt defineres af part A, udføres af en part B, og derefter testes og integreres af part A (Fox & van der Waldt, 2008).

nuværende tidspunkt påvirker de af markedsundersøgelsen identificerede kritiske eller omkostningstunge platformselementer, men bemærker, at der endnu mangler en niveaumæssigt dybere specificering heraf.

EQA understreger, at der er en klar sammenhæng mellem kravspecifikation og risikoen for forsinkelser og fordyrelser. Ved at stille krav til funktionalitet, der går ud over de basale konfigurationsmuligheder i markedet produktplatforme, eksempelvis særlige højder på gulvet eller indretning af førerrummet, risikeres forsinkelser og fordyrelser i det samlede program. Denne effekt forøges, desto senere i processen nye krav formuleres, således at ekstra krav der stilles efter kontraktindgåelse kan medføre markante meromkostninger. EQA noterer, at DSB forudsætter en grundig afvejning mellem den øgede risiko ved hvert stillet krav og den forventede gevinst, kravet tænkes at medføre. EQA bemærker, at dette trade-off i den nuværende kravspecifikation har medført en minimering af det samlede risikobillede, hovedsageligt som følge af det udtalte fokus på anskaffelsen af et standardtog.

### 9.3 Særlige kravområder

#### 9.3.1 Gulvhøjde

DSB fremfører en række konkrete anbefalinger til specifikke krav, herunder at der stilles krav til niveaufri indstigning fra en 550 mm perron. Dette bygger på, at 65-69 pct. af alle passagerer på nuværende tidspunkt stiger på og af toget fra en perron af denne højde, og at det er overensstemmende med Banedanmarks plan om at standardisering af perronhøjder fremadrettet. EQA bemærker, at 550 mm-perroner er i overensstemmelse med TSI, og at relevante leverandører tilbyder togplatforme med lavgulv i denne højde. På baggrund heraf vurderes dette krav ikke at påføre øget risiko eller omkostninger.

#### 9.3.2 Sædeafstand

DSB bemærker i rapporten, at der er stor fleksibilitet i forhold til togenes indvendige indretning, og at en primær omkostningsdriver er sædeafstanden. Større afstand medfører mere benplads per kunde, men færre sæder per togsæt. Da den samlede anskaffelse opgøres i antal sæder, vil en større sædeafstand alt andet lige medføre et øget behov for antal togsæt. Der er på tværs af tog i Europa stor forskel på sædeafstand, og DSB's flåde er generelt kendetegnet ved en bred sædeafstand i IC3-togene. Ved at anvende europæisk standard for sædeafstand i de nye tog, opnås et lavere behov for det samlede antal togsæt. DSB estimerer, at den europæiske standard for sædeafstand resulterer i ca. 15 pct. flere pladser i et togsæt end hvad der er tilfældet i et IC3-tog, og at anvendelsen af IC3-sædeafstand medfører et behov for 20 flere togsæt og årlige meromkostninger på ca. 140 mio. kr. Som følge heraf anbefaler DSB at stille krav til anvendelse af europæisk sædeafstand, men vil genbesøge beslutningen i fase 2.

EQA har undersøgt beregningerne bag de estimerede meromkostninger ved IC3 sædeafstand, og bemærker at resultaterne baseres på en reduktion i de tilgængelige antal sæder med 15 pct., fra 210 sæder til 183.<sup>70</sup> Den optimale anskaffelse er da estimeret på baggrund af en sådan togtype. Den større flåde medfører øgede årlige anskaffelsesomkostninger på 50 mio. kr., og øgede årlige drifts- og energiomkostninger på 88 mio. kr., hvoraf ca. 1/3 er på den eksisterende flåde<sup>71</sup>. Reduktionen i antal siddepladser på 15 pct. er baseret på en sammenligning af IC3-layout<sup>72</sup> med syv forslag fra leverandører til standardplatforme med forskellige vognlængder. Sædeafstanden i disse løsninger medfører op til 25 pct. flere pladser. På baggrund heraf, vurderer EQA, at 15 pct. er et middelestimat.

EQA har ligeledes undersøgt betydningen af sædeafstand på kundetilfredsheden. Data fra DSB's *Kundebarmometeret* viser, at kundernes tilfredshed med komforten på strækninger serviceret af de nuværende dobbeltdækkere med europæisk standard ikke er lavere end på strækninger serviceret af IC3. Som følge af

---

<sup>70</sup> 210/1,15=183

<sup>71</sup> Inklusiv nye elektriske lokomotiver på vej i udbud

<sup>72</sup> Sædeafstand = 1.030 mm, fire sæder per række, flexareal på syv pct., to meter til rullestole, fire meter til to toiletter.

de estimerede meromkostninger ved anvendelse af IC3 sædeafstand, og sammenhængen mellem passagerkomfort og kundetilfredshed, finder EQA forudsætningen om europæisk sædeafstand velbelyst.

### 9.3.3 Flex-arealer

I forhold til flex-arealer angiver DSB, at ca. 15 pct. af togets areal afsættes til flex-arealer. Disse kan bruges til: cykler, barnevogne, kørestole, større bagage mv. Størrelsen på flex-arealet påvirker ikke anskaffelsesbehovet, da flex-arealer gennem klapsæder har ca. samme sædekapacitet som almindelige kupeer. EQA bemærker, at en betydelig andel flex-arealer i de nye tog er standard, og ikke medfører øget risici. Dette er vist i markedsundersøgelsen. Flexarealet indgår således i togets antal pladser uden fradrag og er derfor ikke årsag til indkøb af flere togsæt.

### 9.3.4 Tryksikring

I forhold til tryksikring angiver DSB, at der ikke eksisterer et akut behov herfor ved anskaffelsen af nye, hurtigere fjern tog. Det noteres, at tryksikring/trykbeskyttelse ikke er nødvendigt ud fra en sikkerhedsmæssig betragtning, og at spørgsmålet dermed relaterer sig til passagerernes komfort. Dette er ydermere kun relevant for to specifikke strækninger på den danske infrastruktur<sup>73</sup>. DSB angiver i beslutningsoplægget at tryksikring af de nye tog kan være særdeles omkostningsdrivende med meromkostninger på til 30 pct. af anskaffelsesprisen.

EQA har undersøgt behovet for tryksikring af de nye tog. Markedsundersøgelsen viser, at trykbeskyttelse bliver relevant når toget skal køre omkring eller over 200 km/t. Fuld tryktæthed vurderes kun relevant for højhastighedstog, hvorfor DSB står overfor et valg om ingen eller delvis tryktæthed<sup>74</sup>. Erfaringer fra operatørseminarerne og dialogen med producenterne viser, at omkostningerne forbundet hermed estimeres til op mod 10 pct. af anskaffelsesomkostningerne, og 5-10 pct. for vedligeholdelsesomkostninger. DSB vil undersøge behovet for og alternative løsninger i form af punktvis hastighedsnedsættelser eller infrastrukturændringer på andre delstrækninger ud fra en helhedsbetragtning i fase 2. På baggrund af erfaringerne fra markedsundersøgelsen og operatørdialogen vurderer EQA spørgsmålet om tryksikring/trykbeskyttelse velbelyst.

---

<sup>73</sup> Indgangen til Storebæltstunnellen og under motorvejsbroen ved Knudshoved.

<sup>74</sup> Delvis tryktæthed inkluderer en tætning af en række kanaler, eksempelvis døre, vinduer eller udluftning. Fuld tryktæthed inkluderer totalt afsejling af toget indvendige rum.

# 10 Vedligeholdelse

Dette kapitel dækker DSB's anbefaling om vedligeholdelsesstrategi for de nye el-tog, herunder en kortlægning af markedet for vedligehold, samt hvordan forskellige vedligeholdelsesmodeller kan understøtte programmets overordnede målsætninger.

## 10.1 Introduktion og formål

DSB angiver, at vedligeholdelsesomkostninger udgør en betragtelig del af togenes samlede livstidsomkostninger. EQA har undersøgt de estimerede vedligeholdelsesomkostninger i typevalgsberegningerne og finder, at de for de nye fjerntog estimeres til ca. 40 pct. af de samlede livstidsomkostninger<sup>75</sup>. Heraf udgør let vedligehold ca. 2/3, og tungt vedligehold ca. 1/3. Derudover har flere operatører i markedsundersøgelsen givet udtryk for, at vedligeholdelsesomkostningernes andel af de samlede livstidsomkostninger ligger i størrelsesordenen 30 pct. til 40 pct. På baggrund heraf finder EQA størrelsen af vedligeholdelsesomkostningerne og dermed opgaven relateret hertil velbelyst.

## 10.2 Vedligeholdelsesmodeller

Der identificeres i beslutningsoplægget i alt tre overordnede modeller for vedligehold: 1) In-house varetagelse, 2) Total outsourcing, inklusive medarbejdere, 3) Kombinationer af 1 og 2, med forskellige former for ansvarsdeling på tværs af operatør og vedligeholder. Det bemærkes, at de nationale europæiske passagertogsoperatører er kendetegnet ved lang erfaring med og en høj grad af in-house opgavevaretagelse.

EQA har undersøgt den underliggende analyse af vedligeholdelse i Europa og finder, at de præsenterede modeller er baseret på den nuværende vedligeholdelsesstruktur i 14 vesteuropæiske lande. Heraf anvender seks lande overvejende in-house vedligehold, to lande har i overvejende grad outsourcet vedligeholdet, mens seks lande anvender en kombination af de forskellige løsninger.

Operatører der har valgt selv at varetage vedligeholdet af deres flåde begrundet deres valg i, at vedligeholdet dels er en for virksomhedskritisk proces til at kunne overlades andre, dels i at vedligeholdet medfører indsigt i togenes sammensætning, der gør den daglige drift mere effektiv. Derudover nævnes politiske hensyn som relevante. I de lande der har valgt at outsource vedligeholdet, er de primære argumenter herfor et fokus på deregulering, liberalisering og konkurrenceudsættelse med henblik på at sikre øget omkostningseffektivitet og et kvalitetsløft for brugerne.

Det bemærkes, at de seks lande der er kategoriseret som kombinationsløsninger, har vidt forskellige årsager hertil. Der afvendes forskellige argumenter i landene. Nogle operatører outsourcer vedligeholdet af nogle togtyper (eksempelvis højhastighedstog) mens de selv vedligeholder andre togtyper (eksempelvis regionaltog). Det bemærkes, at i de tilfælde hvor vedligehold outsources er den mest normale løsning, at medarbejderne overføres til den vedligeholdelsesansvarlige.

EQA vurderer på baggrund heraf, at de forskellige modeller og muligheder for strukturering af vedligehold er velbelyst.

## 10.3 Markedets modenhed

DSB viser, at antallet af togkontrakter der indeholder vedligehold er steget siden 2004, at disse kontrakter dækker samtlige togtyper, og at alle større togproducenter har kompetencer og kapacitet til at varetage vedligehold. På baggrund heraf vurderes markedet for vedligehold at være modent, og outsourcing en

---

<sup>75</sup> Dækkende de omkostninger der varierer på tværs af togtyper, herunder anskaffelsesomkostninger, energi samt ongoing/LCC maintenance. Dermed er eksempelvis lønudgifter til personale ikke inkluderet.

realistisk løsning for DSB. Det noteres, at der er begrænset erfaring med vedligehold af en flåde i samme størrelse som DSB's anskaffelse af Fremtidens Tog.

EQA har undersøgt de præsenterede data og bemærker, at det identificerede niveau for outsourcing af vedligehold kun dækker kontrakter, hvor vedligeholdet er outsourcet til producenten. Det vurderes herudover, at yderligere 5-10 pct. af de samlede kontrakter har indeholdt outsourcet vedligehold til tredjepartsspecialister. Dette medfører, at det samlede niveau for outsourcing er højere.

EQA noterer, at en primær årsag til, at der observeres en stigning i mængden af outsourcet vedligehold er, at den øgede konkurrence har presset leverandørerne til at forny sig selv og finde nye vækstområder. Erfaringer fra ansatte hos de største europæiske producenter viser, at der satses hårdt på udvikling og oparbejdelse af kompetencer i vedligehold. Dette medfører, at leverandører potentielt kan tænkes at tilbyde særligt favorable priser med henblik på at etablere sig på det nye, voksende marked. I forlængelse heraf fremhæves det, at størrelsen på DSB's ordre gør den medfølgende vedligeholdelsesopgave ekstra interessant.

På baggrund heraf vurderer EQA, at markedets modenhed er velbelyst.

#### 10.4 Opnåelse af driftsstabilitet

Det fremhæves i beslutningsoplægget, at DSB historisk set har haft markante udfordringer, i forhold til hvor lang tid det har taget at leve fuldt op til de forventede mål for nyanskaffede tog. Det bemærkes, at tog normalt har lavere pålidelighed i opstartsperioden som følge af 'børnesygdomme', og at operatøren endnu ikke har opnået fuldt kendskab til det nye materiel. For DSB har denne periode taget 7-8 år for IC3 og OTU togsættene, mens det for andre operatører eller togproducenter ligger i størrelsesordenen 2-4 år<sup>76</sup>. Forbedring af det indledningsvise vedligehold til det krævede niveau betragtes som en nøgleudfordring i anskaffelsen af de nye tog.

EQA har undersøgt fordele og ulemper ved outsourcing af vedligehold, bl.a. i forhold til hurtig opnåelse af bedre pålidelighed. Der er identificeret en række kvalitative kriterier, der foruden omkostningseffektivitet definerer og vurderer effektiviteten af en given vedligeholdelsesstruktur. De vigtigste heriblandt er:

- 1) **Fleksibilitet:** Vedligeholdelsesstrukturens evne til genopretning af driften ved uforudsete hændelser, eksempelvis større nedbrud.
- 2) **Tilgængelighed:** Tilgængeligheden af togsæt ved driftens begyndelse i starten af dagen. Kan betragtes som den ene halvdel af vedligeholdets kvalitet.
- 3) **Pålidelighed:** Evnen til at holde togene funktionelle i løbet af dagen, dvs. undgå nedbrud o.l., der reducerer tilgængeligheden i slutningen af dagen. Kan betragtes som den anden halvdel af vedligeholdets kvalitet.

Outsourcing af vedligehold kan omvendt reducere fleksibiliteten af vedligeholdet. Dette skyldes, at outsourcing af vedligehold typisk er baseret på specifikke retningslinjer for samarbejdet mellem den vedligeholdelsesansvarlige og operatøren, hvilket kan gøre den optimale anvendelse af flåden mindre fleksibel. Eksempelvis kan en operatør ønske at udskyde en mindre vedligeholdelsesopgave, så togsættet i stedet kan anvendes til erstatning af et uforudset nedbrud, mens den vedligeholdelsesansvarlige ville holde på, at de aftalte leverancer mellem operatør og vedligehold overholdes. Flexibilitet vurderes dermed være større ved in-house opgavevaretagelse end ved outsourcing, men effekten heraf vurderes af DSB ikke at være af stor nok til, at outsourcing i sin helhed er uinteressant.

I forhold til tilgængelighed vurderer en række internationale eksperter, at togproducenter, som følge af deres kendskab til materiellet fra produktionen heraf, typisk opnår fuld og tilfredsstillende tilgængelighed hurtigere

---

<sup>76</sup> Vurderet af industrieksperter.

end operatører<sup>77</sup>. Der eksisterer imidlertid ingen strukturelle årsager til, hvorfor producenter over tid skulle kunne opnå et højere niveau for tilgængelighed end operatører. For pålidelighed er den underliggende logik den samme, hvor producenter forventes hurtigere at kunne opnå et optimalt niveau, men at der ikke er nogen strukturelle forhindringer for, at operatører over tid burde kunne opnå samme niveau.

### 10.5 Reduktion af vedligeholdelsesomkostninger

DSB vurderer, at omkostningerne til vedligehold af de nye tog kan reduceres med ca. 20 pct., hvis det vælges at outsource vedligeholdet frem for at foretage det in-house. Denne gevinst er baseret på forskelle i effektivitet, og medregner ikke den generelle forventning til lavere vedligeholdelsesomkostninger som følge af, at den aldrende dieselflåde udskiftes med nye, eldrevne tog.

EQA har undersøgt omkostningsgevinsten ved outsourcing af vedligehold. Denne er beregnet ved en TCO-model<sup>78</sup>, der er baseret på 13 grundlæggende omkostningsdrivere i vedligeholdelsesopgaven<sup>79</sup>. For hver af disse er der foretaget en vurdering af forbedringspotentialet ved henholdsvis bedste praksis outsourcing og bedste praksis in-house opgavevaretagelse. Disse vurderinger er baseret på internationale ekspertudsagn, DSB's egen viden samt en række kvantitative benchmarks. Modellen estimerer på baggrund af hver omkostningsdrivers forbedringspotentiale ved outsourcing et samlet potentiale på 28 pct., sammenlignet med den nuværende vedligeholdelseeffektivitet i DSB-Vedligehold (DSB-V). Da outsourcing af vedligehold forudsætter udgifter til kontraktstyring antaget til ca. 3 pct., samt at den vedligeholdelsesansvarlige antages at skulle realisere 5 pct. profit, medfører dette, at DSB kan forvente reducerede omkostninger ved outsourcing af vedligehold på i alt ca. 20 pct., sammenlignet med fortsat opgavevaretagelse i DSB-V.

EQA har analyseret det underliggende datasæt for ovenstående og finder, at modelleringen inkluderer en lang række relevante variable, herunder 1) Capex/afskrivninger på togsæt, værksteder, træning, bygninger og spor/vej ved depoter, 2) Opex til energi, forsikring, diverse services samt overhead samt 3) Vedligeholdelses & reparationsudgifter ift. arbejdskraft, reservedele, depotservices samt andre indirekte omkostninger. Modellen vurderes tilstrækkelig til det anvendte formål. Da det identificerede forbedringspotentiale for hver omkostningsdriver er baseret på en kombination af internationale erfaringer og DSB-V's egne vurderinger, vurderer EQA at den metodiske udregning af potentialet er sandsynliggjort.

EQA har foruden kvalitetssikringen af potentialeberegningerne undersøgt effekten af opnåelse af bedste praksis in-house opgavevaretagelse. For en lang række omkostningsdrivere er der ikke vurderet nogen forskel i hvilken effektivitet en operatør teoretisk bør kunne realisere sammenlignet med en producent eller tredjepartseksperter, jf. afsnit 10.4. Ved anvendelse af samme TCO-model identificeres et besparelspotentiale på 25,8 pct. ved bedste praksis in-house varettagelse, sammenlignet med det nuværende niveau. Da DSB selv i princippet kunne realisere denne gevinst, ville det samlede potentiale dermed kunne være højere end for bedste praksis outsourcing.

EQA bemærker, at potentialet ved optimering af DSB-V ikke inkluderer ramp-up effekten (hurtigere opnåelse af forventet performance), men blot sammenligner endelige optimale vedligeholdelsesniveauer. På baggrund heraf reduceres potentialet ved in-house varettagelse. Derudover bemærkes, at de identificerede potentialer i regi af DSB-V på nuværende tidspunkt ikke er omsat til projektplaner til at bringe DSB-V op på det fornødne effektivitetsniveau. Endelig bemærker EQA, at overladelse af vedligeholdelsesopgaven til producenten,

---

<sup>77</sup> Såkaldt 'Ramp-up'.

<sup>78</sup> Total Cost of Operation.

<sup>79</sup> TCO-design, tilstandsbaseret vedligehold, vedligeholdelsesregime, 'First Time Right', nedetid, produktivitet i opetid, forhandlingsstyrke for reservedele, anskaffelseskompetencer, arbejdskapital, pris på arbejdskraft, omkostninger ikke forbundet til vedligehold, moms samt producentens profitmargin. Hver af disse omkostningsdrivere er yderligere opdelt i underlæggende variable.

ligeledes reducerer DSB's risiko for manglende performance, som i stedet overføres til producenten. På baggrund heraf vurderer EQA, at der er belæg for en beslutning om outsourcing.

#### **10.6 Forudsætninger for succesfuld outsourcing**

Outsourcing af vedligehold er en markant gentænkning af DSB's kerneopgaver og et opbrud med mange års historie og tradition for egne vedligeholdskompetencer i DSB. Som følge heraf opstiller DSB i beslutningsoplægget en række forudsætninger for at transitionen til outsourcet vedligehold bliver succesfuld, hvoraf de vigtigste er udviklingen af et velfungerende samarbejde med den vedligeholdelsesansvarlige styret af fornuftige incitamenters samt etableringen af kontraktstyringskompetencer

EQA finder de identificerede områder relevante og vurderer, at de nødvendige forudsætninger for succesfuld outsourcing er realistiske. I forlængelse heraf bemærkes, at DSB-V er kendetegnet ved at have en andel tjenestemænd i personalesammensætningen og at betydningen heraf på den optimale model for outsourcing af vedligeholdet bør belyses. Det noteres, at DSB vil genbesøge beslutningen i fase 2.

#### **10.7 Opsummering af kvantitative og kvalitative overvejelser**

DSB fremhæver afslutningsvist en række centrale overvejelser fra det udførte analysearbejde, samt de deraf afledte konsekvenser for DSB's valg af vedligeholdelsesstrategi. I forhold til omfanget af det outsourcete vedligehold, anbefaler DSB, at både tungt og let vedligehold outsources, hvis denne vedligeholdelsesstrategi vælges. EQA har undersøgt de bagvedliggende analyser, og finder anbefalingerne velbelyste.

EQA noterer, at det ikke er usædvanligt kun at outsource tungt vedligehold i luftfartsindustrien, men at det er en relativt sjælden forekomst i togindustrien. Dette skyldes en række årsager. Først og fremmest eksisterer der ingen konkret eller juridisk definition af henholdsvis tungt og let vedligehold, hvorfor en deling af hvad der outsources kan medføre stridigheder mellem operatør og vedligeholder. Et andet argument for ikke kun at outsource én type vedligehold er, at det kan medføre skæve incitamenters for både operatør og vedligeholder, til kun at optimere ud fra sit eget vedligeholdesperspektiv, og dermed ikke basere vedligeholdet på optimale livstidsomkostninger. Endelig er det en tendens i togindustrien, at tungt vedligehold over tid effektiviseres og standardiseres til et niveau, hvor det kan betragtes som let vedligehold. Denne effekt vil udestå hvis kun tungt vedligehold outsources. På baggrund heraf vurderes outsourcing af kun tungt vedligehold ikke optimalt, og DSB's anbefaling vurderes af EQA velbelyst.

Angående dimension 3, type af vedligeholdelsesansvarlig, anbefaler DSB, at outsourcing bør varetages af togproducenten frem for af en tredjepartsspecialist. Det primære argument for anvendelse af en tredjepartsspecialist, er at de gennem opgavevaretagelse på tværs af forskellige operatører kan opnå betydelige skalafordele og anvendelse af bedste praksis. Eksempler herpå er identificeret i den amerikanske fragtindustri. Omvendt har togproducenten en klar kompetitiv fordel, som følge af de selv har produceret materiellet, og dermed i udgangspunktet kender det bedst. Endnu stærkere er argumentet om, at en kontrakt på levering af togsæt der inkluderer vedligehold, giver producenten stærke incitamenters til at optimere toget i forhold til livstidsomkostninger frem for blot anskaffelsesomkostninger. Endelig vurderes producenten at kunne anskaffe nødvendige reservedele hurtigt, især de reservedele de selv producerer.

En analyse af det samlede producentmarked viser, at mindst ¾ af det samlede outsourcete vedligehold foretages den producent, der leverede togene. På baggrund heraf finder EQA DSB's anbefaling vedrørende valg mellem producent eller tredjepartsspecialist i tilfælde opgaven outsources velbelyst.

I forhold til dimension 6 anbefaler DSB, at de efter outsourcing af vedligeholdet selv bør have ejerskab over værkstederne. Dette valg bygger på en afvejning mellem fordele og ulemper ved at outsource værkstedsejerskabet.

Fordelene ved outsourcing af værkstedsejerskab omfatter, at den vedligeholdelsesansvarlige er i stand til selv at designe værkstedet i forhold til deres egen proces og metode, og således kan optimere værkstedets

udformning. Derudover kan den vedligeholdelsesansvarlige have mere erfaring med værkstedsdesign end DSB gennem vedligeholdelsesarbejde i andre lande.

Ulemperne for DSB ved ikke selv at beholde ejerskabet af værkstederne inkluderer risici ved fuldt at overlade ejerskabet til den vedligeholdelsesansvarlige, da det vil være vanskeligt at få værkstederne tilbage ved et dårligt fungerende samarbejde. Der er desuden risiko for, at den vedligeholdelsesansvarlige nedprioriterer investeringer i værkstederne i løbet af de sidste år før kontraktens udløb, da de alligevel ikke skal benytte dem når samarbejdet er færdigt. DSB har nævnt, at den vedligeholdelsesansvarlige vil være udpeget før værkstederne indrettes og udstyres med værkstøjer og således kan indgå i beslutninger herom. Det vil kunne indgå i fase 2.

På baggrund af ovenstående vurderer DSB, at fordelene ved at beholde ejerskabet af værkstederne overstiger fordelene ved at outsource ejerskabet. Derfor anbefales det at beholde ejerskabet.

EQA vurderer, at fordele og ulemper ved at beholde ejerskabet af værkstederne er velbelyst, og at anbefalingen derfor er udviklet på et fornuftigt grundlag.

I forhold til varigheden af vedligeholdelseskontrakten identificeres to overordnede muligheder: 1) 8-12 år svarende til togenes første vedligeholdelsescyklus, 2) 30-35 år svarende til togenes fulde levetid. Der eksisterer bredt i industrien ingen konsensus om hvilken tilgang der er optimal.

Fordele ved en kort kontraktlængde inkluderer reduceret risiko for operatøren, i forhold til at låse sig fast i et dårligt fungerende samarbejde. Fungerer samarbejdet omvendt godt, er det muligt at forlænge kontrakten. Derudover giver kortere kontrakter den vedligeholdelsesansvarlige incitament til at levere optimalt, da genforhandling af kontrakten er tættere på. Endelig medfører den teknologiske udvikling forventeligt en effektivisering af vedligehold over tid<sup>80</sup>, hvorfor kortere kontrakter kan give operatøren bedre mulighed for at opnå fordele heraf. Omvendt giver en lang kontrakt producenten/den vedligeholdelsesansvarlige incitament til at designe et holdbart tog med lave livstidsomkostninger, ligesom den vedligeholdelsesansvarlige må forventes at optimere vedligeholdet ud fra en 30-års horisont, og dermed ikke foretage kortsigtede løsninger, der ikke er optimale i et livstidsperspektiv. Andre fordele ved lange kontrakter er fraværet af genforhandling, og den deraf afledte risiko for at låse sig til en specifik leverandør. Endelig spredes udbuds- og kontraktomkostninger over flere år.

EQA vurderer på baggrund heraf fordele og ulemper ved forskellige kontraktlængder er velbelyst og DSB's beskedne erfaring med outsourcing af vedligehold taget i betragtning, at anbefalingen af en kort kontraktperiode på én vedligeholdelsescyklus (7-8 år) er velbegrundet.

### **10.8 Sammenfatning og anbefaling**

På baggrund af den udførte analyse vurderer DSB, at outsourcing af vedligeholdelsesopgaven for de nye tog kan medføre hurtig opnåelse af tilfredsstillende driftsstabilitet samt lave vedligeholdelsesomkostninger, og at outsourcing dermed vurderes fordelagtigt. Som følge af usikkerhed i forhold til markedets modenhed, herunder særligt i forhold til vedligeholdelse af større flåder i komplekse netværk, anbefales at afvente yderligere undersøgelser af markedet og genbesøge beslutningen om vedligeholdelsesstrategi i fase 2. DSB vil i den forbindelse analysere forudsætningerne for en succesfuld forandring og effektivisering internt i DSB.

EQA bemærker, at den udførte analyse af mulighederne for outsourcing af Fremtidens Tog, herunder fordele og ulemper ved henholdsvis outsourcing og egen opgavevaretagelse er velbelyst og velbegrundet. EQA

---

<sup>80</sup> Eksempelvis gennem ny teknologi til bedre måling af data og deraf optimere tilstandsbaseret vedligehold, robotter mv.

vurderer, som følge af den opnåede markedsindsigt, den samlede størrelse af anskaffelsen samt den nuværende vedligeholdelsesstruktur, at der er gode argumenter for outsourcing af vedligeholdelsesopgaven.

# 11 Indkøbs-, udbuds- og kontraktstrategi

Dette afsnit behandler de indkøbs-, udbuds- og kontraktmæssige overvejelser og anbefalinger, som er foretaget i fase 1.5. EQA bemærker, at rapporten er udarbejdet i samarbejde med Kammeradvokaten og Gorrissen Federspiel, der begge har erfaring med bedste praksis på området, og EQA har derfor generelt ikke kommenteret på juridiske og kontraktmæssige forhold. Der er i stedet foretaget en kvalitetssikring af rapportens overensstemmelse i forhold til andre dele af programmet, med særligt fokus på markedsmæssige relationer og operationelle forhold.

## 11.1 Den forudsatte anskaffelse

DSB angiver i beslutningsoplægget, at indkøbs-, udbuds- og kontraktstrategien er baseret på anbefalingerne vedrørende: Togtypevalg, anskaffelsesplan, kravspecifikation samt vedligeholdelse. I forhold til kravspecifikationen anbefaler DSB at anvende outputbaserede funktionskrav, med henblik på at lade producenterne kunne anvende deres etablerede platformsløsninger.

EQA har undersøgt producenternes overordnede mulighed at optimere deres samlede bud gennem konfiguration af deres platformsløsning. Det er fundet, at der samlet overlades fire centrale beslutninger til leverandørerne: 1) toglængde (indenfor et interval), 2) valg af variant (fjerntog eller regional- og fjerntog), 3) single- eller dobbeltdækkervogne samt 4) EMU'er eller lokomotiver og vogne<sup>81</sup>. Det noteres, at DSB's egne analyser har estimeret foretrukne eller optimale løsninger for alle fire optimeringsområder, men netop overlader beslutningerne herom til producenten, for ikke at begrænse markedsudbuddet. EQA bemærker, at erfaringer fra markedsundersøgelsen viser, at samtlige relevante producenter har mulighed for at byde med en etableret produktplatform inden for de beskrevne rammer.

## 11.2 Indkøbsstrategi

DSB baserer sin indkøbsstrategi på markedsundersøgelsen, der viser at der eksisterer et kompetitivt marked med 5-6 relevante leverandører, og at DSBs position som køber vurderes stærk på grund af den samlede ordres betragtelige størrelse. På baggrund heraf anbefales fire konkrete håndtag til at udnytte denne fordel optimalt.

EQA har undersøgt de fremsatte indkøbshåndtag, herunder anbefalingen om at gøre basisordrens andel af den samlede ordre så stor som mulig. EQA noterer, at anbefalingen begrundes i den kendsgerning, at en større ordre medfører skalafordele for leverandøren, men at DSB kun kan forvente at få andel heri for basisordren, og ikke for yderligere skalafordele ved udnyttelse af rammeaftalen. Det bemærkes, at selv med en stor fleksibilitet i rammeaftalen i den samlede kontrakt, vil den totale størrelse af basisordren og efterfølgende ordrer i DSB's anskaffelse gøre den attraktiv for samtlige relevante producenter. Derudover viser data fra markedsundersøgelsen, at de forventede prisreduktioner ved øgede ordrestørrelser aftager betragteligt ved ordrer over ca. 100 togsæt, hvorfor der ikke forventes betydelige tab af besparelser ved en samlet ordre ved rammeaftale. På baggrund heraf vurderes hensynet til risikomitigering mere relevant end forventet prisreduktion ved en større enkeltordre.

Et andet primært indkøbshåndtag er, at overlade ansvaret for homologering (myndighedsgodkendelse) og driftsstabilitet til producenten. EQA bemærker, at en optimal arbejdsdeling mellem operatør og producent indbefatter placering af risiko, hvor den bedst kan mitigeres, og at det vurderes som bedste praksis at lade producenten varetage myndighedsgodkendelserne. Det bemærkes, at DSB betragter homologering som en nøglerisiko i risikohåndteringen, og at den primære mitigerende handling er overførsel af ansvar til producenten. DSB har dog stadig en opgave i at sikre kontakt og kommunikation mellem producent og Trafik-

---

<sup>81</sup> Der er på nuværende tidspunkt ikke truffet endelig afgørelse om producenterne skal tillades at tilbyde en løsning med lokomotiver og vogne. Det afventer yderligere analyse, herunder Banedanmarks analyse af begrænsninger som følge af tilladt akseltryk

og Bygningsstyrelsen, samt løbende overvågning og dialog vedrørende ændringer i godkendelsesprocesser mv.

Endelig anbefales at udarbejde en kontrakt med fokus på et langvarigt producentsamarbejde, der sikrer en høj grad af incitament til at samarbejde med DSB om at opnå den målsatte økonomi og driftsstabilitet. EQA bemærker, at dette forudsætter både stærke kontraktstyringskompetencer samt en kulturel accept af operatørrolle og samarbejdsvillighed fra DSB's side.

På baggrund heraf finder EQA indkøbsstrategien velbelyst.

### 11.3 Udbudsstrategi

Formålet med udbudsstrategien er at sikre en fejlfri og effektiv opfyldelse af gældende regler og lovgivning, omfattende de generelle principper for: ligebehandling, ikke-diskrimination og gennemsigtighed. På baggrund heraf anbefaler DSB at anvende udbudstypen 'udbud med forhandling', hvor DSB gennem en række forhandlingsrunder kan tilpasse udbudsmaterialet i forhold til behov og producenternes input. EQA har undersøgt de forskellige udbudstyper, og bemærker, at denne tilgang er velkendt i markedet, sikrer anvendelse af allerede afprøvede løsninger og dermed mitigerer af risici, men omvendt er den mest ressourcekrævende af de foreslåede tilgange.

En central aktivitet i udbuddet er prækvalificering af relevante leverandører. DSB fremhæver, at de vil stille minimumskrav til producenternes finansielle og tekniske kapacitet med henblik på at sikre et samlet felt af fem prækvalificerede leverandører til sikring af effektiv konkurrence. EQA har undersøgt behovet for prækvalifikation og finder, at det endelige antal prækvalificerede bør afveje DSB's behov for tilstrækkelig konkurrence med leverandørernes sandsynlighed for at vinde og dermed deres interesse i udbuddet. Derudover bør beslutningen reflektere de omkostninger DSB skal anvende på at opretholde dialog med de prækvalificerede producenter og evaluere deres bud, samtidig med at der skal være rum til at enkelte leverandører dropper ud af budet uden at det reducerer konkurrencen. EQA finder anbefalingen af 5 prækvalificerede leverandører velbegrundet.

Endelig har specificering af krav betydning for fleksibiliteten i udbudsprocessen. DSB opdeler kravene i tre overordnede kravtyper: 1) Obligatoriske krav, 2) Nøglekrav og 3) Evalueringskrav. Obligatoriske krav omfatter grundlæggende forudsætninger, som er afgørende for at toget kan operere i Danmark, eller er relevant for programmet *Fremtidens Tog*. Et eksempel herpå er at toget skal være drevet af 25 KV. Disse vil være få og ikke være til forhandling eller ændre sig i forløbet. Lever en leverandør ikke op til disse krav i første runde af udbudsprocessen, kan leverandøren ikke fortsætte til næste runde. EQA bemærker, at de obligatoriske krav fremstår selvindlysende, og at producenterne gennem markedsdialogen bør være helt afklarede med disse.

Nøglekrav er krav, som DSB frem til sidste udbudsrunde (BAFO<sup>82</sup>) vil forlange, at toget skal leve op til, men som kan redigeres eller slettes i løbet af udbudsprocessen. Eksempler herpå er HVAC, hvor DSB vil stille krav til at toget skal indeholde en form for aircondition, men undervejs i udbudsprocessen kan redigere hvor højt et niveau, der forventes. Tilpasningen af nøglekrav baseres på dialog med leverandørerne. EQA bemærker, at udvælgelsen af nøglekrav er et kritisk element i forhold til at minimere den samlede programrisiko. Dette skyldes dels, at kravstævnning kan medføre udviklingsopgaver for producenten, hvis de stilles til grundlæggende platformselementer, og dels at manglen på endelig opfyldelse kan reducere det samlede producentmarked. EQA har vurderet de i fase 1.5 opstillede nøglekrav, og finder ikke at de kompromitterer programmets mål om lavest muligt risiko. Det noteres, at det videre arbejde vil følge de samme retningslinjer.

---

<sup>82</sup> Best and Final Offer – bedste og sidste bud.

Den sidste type krav er evalueringskrav, som kan betragtes som DSB's håndtag til systematisk at vurdere og sammenligne leverandørernes tilbud. Evalueringskrav er ikke obligatoriske, og mangel på opfyldelse heraf vil ikke udelukke producenten fra at byde, men i stedet trække det konkrete bud op eller ned. Eksempler herpå er komfortniveauet og inklusion af kaffeautomater. Der er i fase 1.5 ikke udviklet endelige evalueringskrav, men der er udviklet en præliminær version af den evalueringsmodel, der vil sortere og rangere buddene ud fra evalueringskravene. EQA bemærker, at evalueringskrav kan give producenten incitament til at optimere deres tog udover deres eget "standardtog", med henblik på at opnå en bedre score på udvalgte evalueringskriterier, hvilket kan medføre øgede omkostninger samt forøget risiko. Som følge heraf bemærkes, at et kritisk element i evalueringsmodellen er at sikre, at den giver incitament til at producere et driftssikkert og omkostningseffektivt tog, med så lav produktionsrisiko som mulig.

EQA har undersøgt udkastet til evalueringsmodellen og finder, at modellen ikke giver anledning til øget risiko. Et centralt evalueringskrav er modenheden i hvert komponent i toget, således at velafprøvede og gennemtestede løsninger scorer højere end elementer der ikke er bevist funktionsdygtigt i praksis. Dette sikrer, at producenter ikke får for stærkt incitament til at redigere og optimere specifikke elementer, da det vil trække ned i modenhedskravet. EQA bemærker, at dette krav bør tillægges betydelig vægt i den endelige evalueringsmodel.

#### **11.4 Kontraktstrategi**

Den anbefalede kontraktstrategi baseres på den tilsvarende kontraktstrategi for fase 1. EQA vurderer, at de overordnede projektmål er i overensstemmelse med den øvrige indkøbs- og udbudsstrategi. EQA har derfor ingen bemærkninger hertil.

## 12 Afledte projekter og samlet omstilling

Dette afsnit behandler de afledte projekter af toganskaffelsen, herunder infrastruktur, processer/organisation og IT. Der er i alt identificeret 22 afledte projekter, som samlet estimeres til at koste mellem 2,6-4,2 mia. kr. EQA bemærker, at der på nuværende tidspunkt er usikkerhed i de præsenterede omkostningsestimater.

### 12.1 Infrastruktur og faciliteter

6 af de 22 afledte projekter er investeringer i infrastruktur og faciliteter, og de samlede udgifter forbundet hermed estimeres til ca. 2,8 mia. kr. Størstedelen af omkostningerne er forbundet med konstruktionen af to eller tre nye værksteder, men projekterne dækker ligeledes ændringer/udbygning af klargøringsfaciliteter, opstillingsspor samt tilknyttede perroner og faciliteter.

Anskaffelsen af nyt rullende materiel medfører en unik mulighed for DSB til at gentænke og forny deres samlede opgaveportefølje, herunder vedligeholdet af både den nye og eksisterende flåde. På baggrund af hensynet til optimering af vedligeholdet, samt de nye togs særlige behov (herunder mindst 20 meter længere tog), vurderes det nødvendigt at anlægge to eller tre værksteder til vedligehold af de nye tog. Den samlede omkostning forbundet hermed estimeres til ca. 2,5 mia. kr.

EQA har undersøgt oplægget vedrørende nye værksteder og finder, at den primære omkostningsdriver for anlægsudgifterne er antallet af spor på værkstederne, der er den dimensionerende faktor for hvor mange togsæt der kan vedligeholdes af gangen. Værkstedskapaciteten er en kritisk komponent i et effektivt vedligehold, da flaskehalse ved mangel på spor er en reel risiko for forringet driftsstabilitet. Den optimale udformning af værkstederne er dermed en afvejning mellem antallet af spor og omkostningseffektivitet.

Den af DSB anbefalede udformning af de nye værksteder, er baseret på et behov for i alt 25 spor. EQA har undersøgt dette behov og fundet, at den samlede værkstedseffektivitet, og dermed behovet for antal spor, afhænger af fire grundlæggende parametre: 1) varigheden af værkstedsaktiviteterne per togsæt, 2) togsættets kilometertal, 3) planlægning/frekvens for værkstedsaktiviteter samt 4) værkstedets åbningstider. EQA noterer, at behovet for 25 spor er baseret på scenariet med lavest mulig effektivitet i alle fire parametre, kombineret med et maksimalt behov for samlet antal togsæt. Det samlede behov for antal spor spænder fra 14 spor til 25 spor, alt afhængig af antallet af togsæt og effektivitet, og de anbefalede 25 spor er dermed et yderpunkt.

Det høje antal spor begrundes i et behov for at minimere risikoen for flaskehalse. Konsekvensen ved ikke at kunne vedligeholde togene hensigtsmæssigt, vurderes af DSB til at være lav driftsstabilitet, med potentielt tab af trafikkontrakten i yderste tilfælde. Som følge heraf vurderes det nødvendigt, at anlægge spor i forhold til at sikre DSB i alle situationer, selvom det potentielt kan medføre et overudbud af spor i en række scenarier.

EQA har undersøgt antallet af tog per spor for de nye tog, som er en primær indikator for nødvendig effektivitet i vedligeholdet. Det er fundet, at afhængig af antallet af anskaffede togsæt samt værkstedseffektivitet, forventes mellem 9-13 tog per spor. DSB anbefaler at basere anlægsbeslutningen på det lave estimat. EQA noterer, at dette er en smule lavere end gennemsnittet for DSB's nuværende værksteder, der eksklusiv tre særlige værksteder<sup>83</sup> ligger på 14 tog per spor. Omvendt er det sammenligneligt med 12 udvalgte værksteder i Sverige og Norge, der i gennemsnit har ca. 8 tog per spor. EQA vurderer, at anskaffelsen af nye, elektriske fjernog burde medføre et reduceret langsigtet kapacitetsbehov, og at 9 tog per spor dermed virker lavt.

EQA noterer, at det primære argument for anlæggelsen af flere skinner end bedste praksis, er behovet for mitigerende af risikoen for flaskehalse. EQA vurderer, at denne betragtning er velbegrundet, og bemærker at der eksisterer en grad fleksibilitet i den endelige udformning af værkstederne. Ved at basere størrelsen af

---

<sup>83</sup> Otto Buses Vej der servicerer lokomotiver og dermed er usammenlignelig, samt KAC og KGC der er serviceværksteder og dermed heller ikke sammenlignelige. Inkluderes disse er gennemsnittet for DSB 15 tog per spor.

værkstederne på den lave effektivitet, begrænser DSB ikke deres fremtidige muligheder for at øge kapacitetsbehovet såfremt det bliver nødvendigt. Omvendt vil det være muligt at reducere kapaciteten ved eksempelvis ikke at udstyre en række af sporene med dyrt udstyr i det tilfælde, at der ikke bliver behov herfor alligevel. EQA bemærker, at udvidelsen af et allerede etableret værksted med yderligere spor, er markant mere omkostningstungt end at anlægge de ekstra spor i udgangspunktet. På baggrund heraf finder EQA beslutningen om fremtidigt værkstedskapacitet velbelyst, og anbefaler en optimering af løsningen i fase 2.

I forhold til placeringen af de nye værksteder, anbefaler DSB som minimum en lokation i Østdanmark og en lokation i Vestdanmark. EQA har undersøgt grundlaget for identifikationen af optimale værkstedsfaciliteter, og finder at DSB har baseret de samlede faciliteters antal, typologi og geografiske placering på en til formålet udarbejdet model (FLOT<sup>84</sup>). Modellen beregner den omkostningsmæssige optimale placering af værksteder, ud fra en minimering af investeringsomkostninger og tomgangskørsel til og fra værksteder.

DSB har foretaget en individuel vurdering af eksisterende værksteder, med henblik på at afklare om de gennem modernisering kan anvendes til den nye flåde. På baggrund heraf anvendes FLOT til at identificere hvilke værksteder der er omkostningsmæssig optimale. EQA noterer, at der i alt er identificeret fem potentielle værkstedslokationer: To i Vestdanmark og tre i Østdanmark. Beregninger i FLOT viser at der ikke er nogen omkostningsmæssig optimal sammensætning heraf, og at den endelige beslutning i fase 2 må understøttes af en kvalitativ vurdering af tilgængeligheden af land, byggegodkendelser, arbejdskraft, strategisk placering mv. EQA noterer i denne forbindelse, at alternativomkostningen ved anvendelsen af de forskellige lokationer samt effekten/værdien af de frigjorte værksteder skal reflekteres i beslutningsgrundlaget.

EQA bemærker, at der er markante skalafordele i vedligehold, hvorfor anlæggelsen af blot ét stort værksted er omkostningsoptimalt. Dette medfører imidlertid øget risiko hvis tog bryder ned langt herfra, ligesom det kan begrænse DSB's langsigtede strategiske råderum i forhold til køreplaner mv. På baggrund heraf finder EQA etableringen af værkstedsfaciliteter velbelyst.

## 12.2 Processer og organisation

DSB angiver i beslutningsoplægget, at anskaffelsen af nye tog medfører behov for opkvalificering og uddannelse af medarbejdere i DSB i forhold til at sikre en problemfri og effektiv indfasning af materiellet. For de fire mest relevante personalegrupper estimeres et samlet behov for 35.000 træningsdage omhandlende i alt 2.700 medarbejdere. EQA noterer, at de samlede uddannelses- og opkvalificeringsomkostninger estimeres til ca. 120 mio. kr.

EQA har undersøgt behovet for uddannelse og opkvalificering og finder, at de præsenterede estimater er baseret på erfaringer fra uddannelsesbehovet ved anskaffelsen af IC4. Der er på nuværende tidspunkt ikke foretaget konkrete vurderinger af det specifikke behov for *Fremtidens Tog*, og EQA bemærker, at størrelsen på anskaffelsen medfører, at der må forventes betydelige skalafordele/effektiviseringsgevinster ved anvendelse af digitale/elektroniske læringsmidler. Det noteres, at uddannelsesindsatsen befinder sig på et tidligt stadie, og at der er plads til videreudvikling af de konkrete forløb i efterfølgende faser.

## 12.3 IT

DSB angiver, at et effektivt og sikkert IT-system i de nye tog er essentielt i forhold til at sikre pålidelighed og vedligeholdelsesvenlighed i driften samt i forhold til den samlede passageroplevelse. Som følge heraf anbefales en opdeling af IT-systemerne i tre netværk: 1) togkontrolnetværk, 2) servicenetværk samt 3) offentligt tilgængeligt netværk. Tredelingen af netværket sikrer en effektiv systemhåndtering, samt en reduktion i risiko ved nedbrud i de enkelte systemer. Dette står i modsætning til IT-arkitekturen i den nuværende flåde,

---

<sup>84</sup> Facility Location Optimisation Tool.

der ikke systematisk er opdelt i forskellige netværk. De samlede omkostninger til IT-arkitektur vurderes til ca. 300 mio. kr.

EQA bemærker, at opdeling af netværk i forskellige undersystemer betragtes som almindelig bedste praksis på området. Det noteres, at de præsenterede løsninger inkluderer sikkerhedssystemerne ETCS og GSM-R<sup>85</sup> inden for henholdsvis togkontrol og digital kommunikation til jernbanedrift, som begge er europæiske standardløsninger. Togkontrolnetværket er i forhold til sikkerhed særligt prioriteret. EQA bemærker, at det af samme grund skal sikkerhedsgodkendes af Trafikstyrelsen, før det sættes i funktion.

For at oversætte de specifikke IT-netværk ombord på de nye tog til DSB's egne systemer benyttes en ESB<sup>86</sup>, kaldet DSB Integrationsplatform. EQA bemærker, at DSB forventes ansvarlig for integrationen i samarbejde med togleverandøren. Dette vurderes i overensstemmelse med bedste praksis for operatører.

#### **12.4 Portefølje af afledte projekter**

På baggrund af de 22 afledte projekter indenfor infrastruktur, processer og organisation samt IT, estimeres det samlede investeringsbehov til mellem 2,6 og 4,2 mia. kr. Herudover er identificeret yderligere 7 potentielle projekter, der ikke er vurderet i beregningen.

EQA har undersøgt de potentielle projekter og finder, at en række af disse forudsættes udført og finansieret af Banedanmark, eksempelvis elektrificering af spor til og fra værksteder. Disse projekter er ikke vurderet i beregningsgrundlaget, men EQA vurderer, at der er signifikante omkostningerne forbundet hermed.

EQA bemærker, at risikoen for højere omkostninger til afledte projekter er inkluderet i risikohåndteringsens top 10. Her søges risikoen mitigeret gennem reservering af en risikomargin til uventede højere omkostninger, fremrykkelse af aktiviteter som kan gennemføres uden at kende togkontrakten med henblik på at sprede omkostningerne og ikke komme i tidsnød i senere faser, samt implementering af en samlet overordnet porteføljestyrelse for de afledte projekter. Samtidig vil arbejdet med identificering og estimering af de afledte og potentielle projekter fortsætte i de næste faser af programmet.

EQA bemærker, at der i forhold til at porteføljens omkostningsestimat delvist baserer sig på en forventning om, at Banedanmark dækker visse elementer af de afledte projekter foregår en proces på øverste ledelsesniveau omkring afklaring af dette. Den nuværende forventning er, at Banedanmark som forudsat del af elektrificeringsprogrammet dækker ca. 95 pct. af omkostningerne til elektrificering af spor til værksteder, service og stabling-faciliteter. Det førmtalte FLOT-værktøj er udarbejdet, så det kan håndtere ændringer i antagelserne om andelen af Banedanmarks medfinansiering i fase 2.

Samlet set vurderes det, at DSB håndterer risici ved de afledte projekter på en robust måde, skønt der i nuværende fase er betydelig usikkerheder ved estimeringen af ressourcebrug.

---

<sup>85</sup> European Train Control System & Global System for Mobile Communication – Railway.

<sup>86</sup> Enterprise Service Bus – en konstruktion der oversætter togleverandørens systemer til DSB's system.

## 13 Organisering og styring

Dette kapitel beskriver organiseringen og styringen af det samlede program, herunder bemandingsplan, programplan samt centrale beslutningsporte for toganskaffelsen.

### 13.1 Organisering og styring af Fremtidens Tog

En nøgleudfordring for succesfuld anskaffelse af Fremtidens Tog er, at DSB som organisation er i stand til at modtage og idriftsætte de nye tog effektivt og problemfrit. Dette forudsætter en hensigtsmæssig organisering og styring af projektet samt en plan for overgangen fra projektorganisationen til linjeorganisationens daglige drift. DSB angiver, at projektet styres efter principper i MSP<sup>87</sup>, og at samarbejdet med producenten vil baseres på V-modellen (se afsnit 9.1).

EQA bemærker, at MSP er et anerkendt og velafprøvet værktøj til styring af komplekse programmer, og at anvendelsen heraf bør medføre effektiv programstyring i form af overholdelse af tidsfrister, opnåelse af mål samt et velafviklet underliggende forløb. I forhold til V-modellen noterer EQA, at det er en velkendt model i europæisk sammenhæng, og at flere producenter gennem markedsundersøgelsen har givet udtryk for kendskab og tryghed herved.

EQA noterer, at den i beslutningsoplægget beskrevne programorganisering er i overensstemmelse med principperne i MSP, og at der er udarbejdet et klart beslutningshierarki på tværs af ledelsesniveauer. Dette sikrer en effektiv fremdrift af projektet. Derudover noteres, at der er udpeget ansvarlige personer for en række relevante funktioner i programmet, med tydeligt beskrevne ansvarsopgaver. EQA vurderer, at dette er særligt relevant i forhold til kravstyringsprocessen, der er identificeret som en toprisiko for det samlede projekt.

EQA bemærker, at håndtering af interessenter er en nøgleopgave for succesfuld anskaffelse og implementering af nye tog. DSB har undersøgt programmets interessenthåndtering og fundet, at der er udarbejdet en konkret og handlingsbaseret plan for inddragelse af relevante interessenter. Der er i løbet af udarbejdelsen af beslutningsoplægget foretaget møder med fire nøgleinteressenter<sup>88</sup> med henblik på at sikre inddragelse af relevante synspunkter og minimering af risiko.

På baggrund heraf vurderer EQA organiseringen og styringen af programmet *Fremtidens Tog* velbelyst.

### 13.2 Bemanning af programmet

DSB angiver en ressourceplan for bemanning af programorganisationen på 44 årsværk i 2017, faldende til 16 i 2023 og fremad. Det forventes, at ca. 40 pct. af ressourcerne består af eksterne rådgivere i begyndelsen, men at det er disse ressourcer, der overvejende reduceres fremadrettet.

EQA noterer, at størrelsen på programorganisationen er i overensstemmelse med lignende anskaffelsesprojekter hos sammenlignelige operatører, og at anvendelsen af ekstern rådgivning til eksempelvis juridisk bistand er både nødvendigt og en forudsætning for at opnå bedste praksis. EQA bemærker herudover, at der formodentligt vil være et ekstra ressourcetræk på linjeorganisationen i perioden.

EQA finder bemanningen af programmet velbelyst.

### 13.3 Programplan

Den anbefalede programplan medfører modtagelse af de første togsæt i 2023, og idriftsættelse heraf fra 2024. Der er identificeret tre centrale beslutningsporte for politisk godkendelse.

---

<sup>87</sup> Managing Successful Programmes.

<sup>88</sup> Materielgruppe 3.1 (faglige organisationer under Dansk Jernbaneforbund (DJ)), Danske Handicaporganisationer, Pendlerklubber samt Cyklistforbundet.

EQA har undersøgt holdbarheden af den præsenterede programplan, herunder hvilke delprojekter der ligger på den kritiske vej, og hvor der er slæk. Det noteres, at den forventede tidsperiode på op til 2½ års til forberedelse af udbud samt indgåelse af kontrakt stemmer overens med erfaringer fra lignende anskaffelsesprojekter opnået i operatørseminarerne. EQA vurderer på baggrund heraf programplanen for Fremtidens Tog som realistisk.

EQA anbefaler at undgå tidspres i forhold omkring udbud, således at såvel DSB som de bydende producenter har den nødvendige tid i de forskellige faser frem til kontraktunderskrivelse.

# 14 Risiko og samlet investering

Dette afsnit behandler DSB's håndtering af risici forbundet med anskaffelsen af de nye tog, samt de estimerede investeringsomkostninger for det samlede program.

## 14.1 Samlet risikoprofil

DSB's arbejde med at identificere og håndtere risiko, er baseret på en strukturering af risici i tre overordnede niveauer: 1) fire overordnede strategiske risici, 2) 11 fasespecifikke programrisici samt 3) ca. 65 konkrete projekt- og teamrisici struktureret i en samlet risikolog. Det første niveau anvendes til at kvantificere effekten af programmets samlede risici, mens niveau to anvendes til at identificere hvornår i programmet de forskellige risici er størst. Det tredje niveau er udspecificeringen af de konkrete risici, og udgør dermed det relevante niveau i forhold til igangsættelse af mitigerende handlinger og processer.

EQA har undersøgt metodikken for håndtering af risiko. Det samlede risikobillede på 3,7 mia. kr. er identificeret ved at sætte en sandsynlighed<sup>89</sup> på samtlige 65 projektrisici og vurdere, hvorvidt realisering af denne risiko medfører en lille, mellem eller stor effekt på den relevante strategiske risici. Den økonomiske konsekvens af henholdsvis en lille, mellem eller stor effekt af de strategiske risiko er beregnet med udgangspunkt i DSB's nuværende organisation og omkostningsstruktur, og fremgår af beslutningsoplæggets tabel 14.1. Den enkelte projektrisikos risikoværdi er da den forventede værdi som følge af sandsynligheden og den antagne økonomisk konsekvens. EQA vurderer at denne metodik er i overensstemmelse med bedste praksis, da den både giver et totalbillede af den samlede udfordring, og samtidig er baseret på enkelte, konkrete risici med detaljerede håndtag for mitigering og ansvarsplacering.

Da programmet identificerer i alt ca. 65 forskellige risici, er den konkrete håndtering fokuseret på de 10 enkeltstående største risici, vurderet på baggrund af risikoværdi til den overordnede risikomitigering. Disse udgør i alt ca. 2,0 mia. kr. i kalkulerede risikoomkostninger, hvilket svarer til ca. halvdelen af programmets samlede risikobillede. Ved at fokusere på håndtering af disse opnår DSB dermed mitigering af en anseelig del af den samlede usikkerhed.

EQA har undersøgt de 10 vigtigste risici, og finder at de giver et retvisende billede af de forventelige og primære risiko ved større anskaffelser af rullende materiel. Den enkeltstående største risiko vurderes at være markante ændringer til krav efter kontraktindgåelse, hvilket info fra markedsundersøgelsen viser er årsagen til mere end 40 pct. af de samlede forsinkelser i toganskaffelser. Derudover indgår homologering eller myndighedsgodkendelse som en top 10 risiko hvilket ligeledes stemmer overens med erfaringerne fra andre operatører.

EQA bemærker, at samtlige risici er beskrevet i individuelle risikokort, der angiver en række relevante informationer om den specifikke risiko. Disse inkluderer en overordnet beskrivelse af risikoen, potentielle årsager, forskellige scenarier for effektudslag, mitigerende handlinger opdelt i proaktive og reaktive tiltag, risikoindikatorer samt risikoejere og overordnet ansvarlige. Disse risikokort opdateres løbende hver tredje måned gennem hele projektets løbetid. EQA vurderer, at den eksplicite og detaljerede håndtering af risici medfører en proaktiv og handlingsorienteret tilgang til risiko, og det konkrete ejerskab af de individuelle risici medvirker til at ingen risici overses eller undervurderes. På baggrund heraf finder EQA risikotilgangen velbelyst.

## 14.2 Investering

DSB præsenterer afslutningsvis det samlede økonomiske overblik for den forventede investering forbundet med anskaffelsen af nyt rullende materiel. Dette inkluderer omkostninger til indkøb af nye tog, investeringer i

---

<sup>89</sup> Angivet i et interval. Til beregninger anvendes midterpunktet i intervallet.

afledte projekter samt omkostninger relateret til programorganisationen. Endelig præsenteres de samlede effekter på DSB's overordnede økonomi. De forventede investeringsomkostninger er angivet i Tabel 14-1:

**Tabel 14-1: Oversigt over investering**

	<b>Mia. kr.</b>
Toganskaffelse	14,0-17,0
Afledte projekter	2,6-4,2
Programomkostninger	0,5-0,6
Eksterne investeringer ( <i>Banedanmark</i> )	Op til 0,4
<b>Total</b>	<b>17,5-22,2</b>

De samlede omkostninger til anskaffelse af nye tog estimeres til mellem 14 og 17 mia. kr. EQA har undersøgt anskaffelsesomkostningerne, og finder at det anseelige spænd skyldes forskelle i prisen per vogn og den forventede meromkostning af fjerntog i forhold til regionaltog. Det nedre spænd er baseret på en forventet pris per regionaltogsvogn på ca. 11 mio. kr., hvilket svarer til gennemsnittet for desktop-analysen, og en meromkostning for fjerntog på 10 pct., hvilket er den mest positive vurdering foretaget en producent i markedsundersøgelsen. Det øvre spænd er baseret på en pris per vogn på ca. 14 mio. kr., og en mark-up på fjerntog på 40 pct. Begge skøn inkluderer moms og er baseret DSB's opdaterede skøn for nødvendige antal togsæt. EQA bemærker, at det identificerede spænd er bredt, men noterer at den endelige anskaffelsespris først kendes efter udbudsrunderen.

Data fra markedsundersøgelsen viser at anskaffelsesomkostningerne udgør ca. 1/3 af et togs samlede levetidsomkostninger, hvorfor forventninger til energi- og vedligeholdelsesomkostningerne ligeledes er centrale for projektets og DSB's samlede økonomi. DSB angiver, at der på nuværende tidspunkt ikke eksisterer valide estimater for disse parametre, da det dels er afhængigt af en række underliggende faktorer som køremønstre eller vedligeholdelsesstruktur, dels er konkurrencemæssig følsom information for producenterne.

EQA har undersøgt den driftsøkonomiske gevinst ved de nye tog. Indledende beregninger viser, at det direkte driftsøkonomiske potentiale estimeres til mellem 435 og 510 mio. kr. årligt, hvoraf besparelser på vedligehold udgør mellem 255 og 310 mio. kr., og lavere energiomkostninger mellem 180 og 200 mio. kr. Dette er besparelser relateret direkte til nyere og mere effektivt materiel. Den høje ende af besparelserne dækker scenariet hvor op- og nedformering i drift er implementeret tilfredsstillende. Beregningerne er baseret på en sammenligning af data baseret på en kombination af IC3, IR4 og IC4, da disse udgør den primære flåde som de nye tog skal erstatte, og forventninger til vedligeholdelses- og energiomkostninger til den nye flåde, baseret på data fra markedsundersøgelsen. EQA bemærker, at en årlig besparelse på 0,4-0,5 mia. kr. i perioden 2030-2060 svarer til en nutidsværdi på mellem 8 og 10 mia. kr. i 2017, eller op mod 50 pct. af den samlede investering i tog af afledte projekter. Som følge heraf er anskaffelsen af nye tog ikke snævert selv bærende, men skal betragtes som en nødvendig reinvestering i materiel for at sikre DSB fortsat mulighed for servicering af den danske fjerntrafik – samt håndtere den fremtidige vækst. EQA noterer, at det forventes, at de nye tog er mindst lige så billige at vedligeholde som de mindst vedligeholdelseskrævende togtyper i dag (IC3), og at de er mindst lige så energieffektive som de mest energieffektive togtyper i dag (Øresundstogene).

Foruden en reduktion af de direkte driftsomkostninger angiver DSB en række yderligere gevinster medført af anskaffelsen af de nye tog. Af disse er lavere drifts- og vedligeholdelsesomkostninger som følge af reduceret kompleksitet ved en mere simpel flåde estimeret til at reducere de årlige omkostninger med ca. 100 mio. kr. Dette er besparelser ved stordriftsfordele som basis for højere effektivitet. EQA har undersøgt effekten af lavere kompleksitet i den samlede flåde. Komplexitetsomkostninger er ligeledes behandlet i typevalget, hvor scenarie 2 (anskaffelse af både fjerntog og regionaltog) vurderes at medføre øgede kompleksitetsomkostninger på ca. 60 mio. kr. årligt. Dette er under antagelse af at de nye tog forventes at

køre ca. 55-60 mio. litrakm. årligt. Til sammenligning producerer IC3, IC4 og IR4 i dag ca. 45 mio. litrakm. årligt. Dette indikerer at en besparelse på 100 mio. kr. er højt. Omvendt er reduktionen i kompleksitet større, som følge af der reduceres fra de tre togtyper til kun én togtype, samt udrangering af IC2 og MR-typerne. Dette taler for en højere kompleksitetsbesparelse end i typevalget. Som følge heraf finder EQA beregningen af kompleksitetsomkostninger velbelyst, om end behæftet med betydelig usikkerhed.

Endelig noterer DSB, at anskaffelse af nye elektriske tog medfører en række gevinster, der ikke er kvantificeret i fase 1.5. Dette inkluderer operationelle gevinster ved køreplansoptimeringer som følge af, at de nye tog har bedre køreegenskaber, generelle miljø-, støj- og luftgevinster, samt forbedret pålidelighed, der både påvirker driftsomkostningerne og DSB's rettidighed til fordel for kunderne.

# 15 Materiale

## 15.1 Tekniske rapporter

- 1.0 - Prerequisites
- 2.0 - Market Intelligence
- 3.0 - Train Type Selection
- 5.0 - Procurement and Tendering Strategy
- 6.0 - Commercial Requirements
- 6.0 - Technical Requirements
- 7.1 - Blueprint for Processes
- 7.2 - Appendix A - Methods, Assumptions, Scenario Analysis & FLOT Results
- 7.2 - Appendix B - DSB Maintenance Facilities, Summary of visit reports and fact sheets
- 7.2 - Appendix C - phased out fleet stabling
- 7.2 - Appendix D - Maintenance, Nordic comparison of trains per track
- 7.2 - Appendix E - Lokationskatalog
- 7.2 - Appendix F - FLOT description
- 7.2 - Appendix G - FLOT database
- 7.2 - Appendix H - Maintenance, Overview of European workshop construction cases
- 7.2 - Appendix I - Assessment of locations shortlisted
- 7.2 - Blueprint for Infrastructure
- 7.3 - Blueprint Organisation
- 7.4 - Blueprint IT Integration Architecture
- 7.5 - Derived Projects Portfolio (Appendices)
- 7.5 - Derived Projects Portfolio
- 8.0 - Maintenance Solution
- 9.1 - Organisational implementation
- 9.2 - Governance and Organisation
- 10.0 - Economic Overview
- Beslutningsoplæg for Fase 1.5 (95 pct.)
- Risikostyring og Samlet Risikobillede

## 15.2 Præsentationer

- High-Level Requirement Headers
- Onboarding pack
- Passagerpulsens anbefalinger til Fremtidens Tog
- Præsentation for 3.1 gruppen
- Præsentation for 3.1 gruppen
- Præsentation for Cyklistforbundet
- Præsentation for DH
- Præsentation for Pendergruppe
- Risk Workshop
- Sektorgruppepræsentation
- Strategiske krav til Fremtidens Tog

## 15.3 Baggrundsdokumenter

- Beslutningsoplæg fra fase 1
- Beslutningsreferat fra 3.1 gruppen
- Beslutningsreferat fra Cyklistforbundet
- Beslutningsreferat fra Dansk Handicapforbund
- Beslutningsreferat: Sektorgruppemøde
- Beslutningsreferat: Sektorgruppemøde
- Beslutningsreferat: Sponsorgruppemøde
- Bilag til mødereferat fra DH-møde
- Driftskobling: Anvendelsen og betydningen
- EQA Plan
- FT 1.0 Risikotilgang

Incentive - Nøgletal  
Input fra pendlerrep. Anders Nymand  
Input fra pendlerrep. Conny Hansen  
Interessentanalyse og principper for  
kommunikation  
MO2030 - Overordnet modellogik  
Mødemateriale til Cyklistforbundet  
Mødemateriale til Dansk Handicapforbund  
Mødemateriale til Pendlergruppe  
Notat: Leverancetakt mv. for Fremtidens Tog  
Plan for interessenter  
Referat: 3.1 gruppen  
Referat: Pendlere og passagerpuls  
Risikotilgang generelt  
TK7 Preliminary Results v12  
TKM-præsentation til EQA

#### **15.4 Operatørerfaringer**

Noter fra workshopmøde med DB  
Noter fra workshopmøde med NS  
Noter fra workshopmøde med SNCB  
Noter fra workshopmøde med VRR  
Noter fra workshopmøde med ÖBB

#### **15.5 RFI**

RFI Briefing  
RFI Operational Capacity and Constraints  
RFI Preliminary New Trains Requirements  
RFI Process  
RFI Questionnaire  
RFI Questionnaire Appendix

#### **15.6 Data og modeller**

Alteryx  
Complexity cost data sheet  
Cost data for existing and new rolling stock  
List of prerequisites  
Market Intelligence Database  
Materieloptimering 2030  
MO2030 Cost Data Phase 1.5  
NPV model v77  
Opex for litratyper  
RFI Evaluation - Agenda for workshop  
Risk Register  
TK6 Final  
TK7 Final  
Togplatforme  
Ændringer i CPI i nyeste NPV model

#### **15.7 Produktbeskrivelser**

1. PD - Prerequisites
2. PD - Market Intelligence Report
  - 2.1 PD - Market Intelligence Foundation
  - 2.2 PD - Market Intelligence Database and Governance
  - 2.3 PD - Market Intelligence Results
3. PD - Train type selection

- 4. PD - Procurement plan selection
  - 5. PD - Procurement and Tender Strategy Recommendation
  - 6. PD - Requirements
    - 6.1 PD - Requirement Management Approach
  - 7.1 PD - Blue print processes
    - 7.2 PD - Infrastructure blueprint report
      - 7.2.1 PD - Methodology (infrastructure calculation)
      - 7.2.2 PD - Prerequisites
      - 7.2.3 PD - Facility Location Optimization Tool (FLOT)
      - 7.2.4 PD - Platform calculation Tool
      - 7.2.5 PD - Infrastructure calculation results
    - 7.3 - Blueprint Organisation
    - 7.4 PD - Blueprint for IT
    - 7.5 PD - Derived Project Portfolio
  - 9.2 PD - Programme organisation and governance for phase 2 and onwards
  - 10. PD - Economic overview
- Produktnedbrydning