

**Deloitte.**



## **Ekstern kvalitetssikring**

VVM-undersøgelse af elektrificering og opgradering  
Aarhus-Lindholm

14. marts 2017 – UDKAST

# Indhold

1	Forord	3
2	Resume	4
3	Tekniske løsninger	14
4	Anlægsbudgettet	24
5	Samfundsøkonomi	37
6	Organisering og finansiering	39
7	Mulige besparelser	42
8	Materiale og afholdte møder	45

# 1 Forord

Som led i at sikre det bedst mulige beslutningsgrundlag for Folketingets vedtagelse af store anlægsprojekter på Transport- og Bygningsministeriets område, skal der forud for vedtagelse af anlægslove, gennemføres en ekstern kvalitetssikring af projekter med en forventet totaludgift på over 250 mio. kr., jf. aktstykke 16 af 24. oktober 2006.

Ekstern kvalitetssikring er en uafhængig vurdering af planlægnings- og anlægsmyndighedens projektgrundlag og anlægsoverslag. Blandt andet vurderes det, om det økonomiske overslag, den tekniske løsningsmodel, projektets organisering og analysen af den samfundsøkonomiske rentabilitet har en tilfredsstillende kvalitet.

Denne rapport sammenfatter den eksterne kvalitetssikrings vurderinger af elektrificeringsplanerne i to af tre VVM-redegørelser for elektrificering og hastighedsopgradering af jernbanen mellem Aarhus og Lindholm med dertilhørende anlægsbudget og samfundsøkonomisk analyse. De to VVM-redegørelser, der er omfattet af den eksterne kvalitetssikring, er *Del 2: Elektrificering og Hastighedsopgradering Aarhus-Hobro* samt *Del 3: Elektrificering Hobro-Lindholm*. I forhold til elektrificeringen af strækningen fra Aarhus til Lindholm omhandler de to VVM-redegørelser forberedelse til elektrificeringen, som indebærer udskiftning og eller ombygning af en række broer eller sporsænkninger på strækningen, idet en række af de eksisterende broer er for lave til køreledningsanlægget. Det samlede anlægsoverslag for elektrificeringen af strækningen fra Aarhus til Lindholm omfatter desuden selve etableringen af hele kørestrømsanlægget. Etableringen af kørestrømsanlægget er omfattet af en allerede indgået kontrakt med Aarsleff-Siemens, hvorfor de to VVM-redegørelser ikke omhandler de tekniske løsninger for selve kørestrømsanlægget. De tekniske løsninger for kørestrømsanlægget er derfor heller ikke en del af denne eksterne kvalitetssikring.

Læsning af nærværende rapport forudsætter forudgående kendskab til de to nævnte VVM-redegørelser og elektrificeringsprogrammet samlet set.

Den eksterne kvalitetssikring er gennemført i henhold til Transport- og Bygningsministeriets notat af 2012, *Kvalitetssikring af VVM-redegørelser – Opgavebeskrivelse for ekstern kvalitetssikring af beslutningsgrundlag på niveau 2 (VVM)*.

Den eksterne kvalitetssikring er gennemført i perioden fra december 2016 til februar 2017 af Deloitte Consulting (Deloitte) i samarbejde med britiske Mott MacDonald.

Thomas Riisom  
Partner

## 2 Resume

Dette kapitel indeholder en opsummering af baggrunden for og indholdet af kvalitetssikringen, en beskrivelse af anlægsprojektet og de vurderinger, der ligger til grund for den samlede konklusion for den eksterne kvalitetssikring. Kapitlet har således til formål at give en kort introduktion til den VVM-undersøgelse, der er genstand for den eksterne kvalitetssikring, samt resultatet af kvalitetssikringsforløbet. Baggrunden for de enkelte vurderinger og dermed også den samlede konklusion er uddybet i de følgende kapitler.

### 2.1 Baggrund for og indholdet af kvalitetssikringen

Med den politiske aftale *En moderne jernbane – udmøntning af Togfonden DK* fra 14. januar 2014 mellem den daværende regering (S, SF og R), Dansk Folkeparti og Enhedslisten blev det besluttet at investere i det danske jernbanenet, blandt andet med formålet at reducere rejsetiden mellem København, Odense, Aarhus og Aalborg. Med *Timemodellen – det danske højhastighedskoncept* blev visionen om at kunne rejse hurtigere med tog mellem Danmarks større byer grundlagt. Elektrificering og hastighedsopgradering af strækningen mellem Aarhus og Lindholm er ét blandt mange projekter, der tilsammen skal realisere timemodellens vision.

Som det fremgår af nedenstående grafik, omfatter realiseringen af timemodellen på strækningen fra Aarhus til Lindholm flere forskellige initiativer i form af kapacitetsudvidelse af Aarhus H, elektrificering af hele strækningen og en hastighedsopgradering af strækningen, der er opdelt i to forskellige VVM-projekter.

Figur 1. Elektrificering og hastighedsopgradering fra Aarhus til Lindholm



Kilde: Elektrificering og opgradering Aarhus H-Lindholm, VVM-redegørelse

Ombygningen af Aarhus H, elektrificering af den samlede strækning og hastighedsopgraderingen af strækningen fra Aarhus til Hobro er behandlet i en samlet VVM-undersøgelse, der er afrapporteret i følgende tre delrapporter:

- Del 1: Elektrificering og opgradering Aarhus H
- Del 2: Elektrificering og hastighedsopgradering Aarhus - Hobro
- Del 3: Elektrificering Hobro - Lindholm.

Nærværende rapport omhandler udelukkende ekstern kvalitetssikring af VVM-undersøgelsens del 2 og 3 med fokus på undersøgelser og tekniske løsninger vedrørende forberedelse til elektrificering på strækningen.

Elektrificering af strækningen indebærer dels en række forberedende arbejder i forhold til de eksisterende broer for at skabe plads til kørestrømsanlægget, dels selve etableringen af kørestrømsanlægget. Etableringen af kørestrømsanlægget er omfattet af en allerede indgået kontrakt med Aarsleff-Siemens. VVM-redegørelsen og dermed den eksterne kvalitetssikring omhandler derfor ikke undersøgelser og de tekniske løsninger relateret til etableringen af selve kørestrømsanlægget. Kvalitetssikringen er således udelukkende fokuseret på klargøring af den eksisterende jernbane til elektrificeringen og dermed sikring af plads til køreledninger mv., der blandt andet skal føres under et stort antal eksisterende broer. Det øgede behov for frihøjde betyder hævnning af eksisterende broer, etablering af nye brokonstruktioner, permanent nedrivning af broer og sporsænkninger.

VVM-undersøgelsen består af to sammenfattende delrapporter, en anlægsbeskrivelse og en beskrivelse af arealforhold. Derudover er undersøgelsen beskrevet og dokumenteret på et mere detaljeret niveau i en række fagnoter og kortbilag. Udover VVM-redegørelsen har den eksterne kvalitetssikring fået forelagt anlægsoverslag, risikoanalyse og en samfundsøkonomisk analyse. Den eksterne kvalitetssikring er dog ikke forelagt Banedanmarks endelige beslutningsgrundlag med beskrivelse af anlægsøkonomi, væsentligste risici og samfundsøkonomiske forhold. Konklusionerne i denne kvalitetssikringsrapport er derfor draget under forudsætning af, at det endelige beslutningsgrundlag afspejler den underliggende dokumentation, der er forelagt den eksterne kvalitetssikring. Grundlaget for kvalitetssikringen er oplistet i denne rapport's kapitel 8.

Grundlaget for VVM-undersøgelsen i form af de tekniske løsninger for broarbejderne er udført af fem forskellige tekniske rådgivere: Atkins, COWI, Niras, Rambøll og Sweco. Den valgte organisering kan potentielt have betydning for VVM-undersøgelsens og dermed også anlægsoverslagets konsistens, hvorfor den eksterne kvalitetssikring er tilrettelagt og gennemført med fokus på denne problemstilling.

## 2.2 Anlægsprojektet, anlægsøkonomi og risici

I alt berøres 52 broer på strækningen fra Aarhus til Lindholm. Hertil kommer et mindre antal broer, der er omfattet af delprojektet vedrørende elektrificering og kapacitetsudvidelse af Aarhus H, der er beskrevet i VVM-redegørelsens del 1 og dermed ikke er omfattet af nærværende kvalitetssikring.

De tekniske løsninger består af 1-2 undersøgte løsninger for de enkelte broer, der omfatter ombygning, nedrivning og/eller etablering af en ny bro, eventuelle sporarbejder i forbindelse med sporsænkning, etablering af bygværker til forsyning mv. og tilhørende arbejder i form af jordarbejder, afvanding, ændringer i eksisterende konstruktioner samt forsynings- og sik-

### Karakteren af de planlagte broarbejder

Karakteren af arbejderne på de 52 brosteder, der er omfattet af VVM-undersøgelsen fordeler sig som:

- 25 nye broer inkl. nedlæggelse af den eksisterende bro
- 14 nedlæggelser
- 7 brohævninger
- 6 broer hvor sporet sænkes uden ændringer i brokonstruktionen

ringsanlæg. For en enkelt særligt kompleks bro (bro nr. 20888) er der undersøgt fire forskellige løsningsalternativer, der omfatter to forskellige forslag til en ny bro, hævnning af den eksisterende bro og sænkning af sporet under broen.

Som led i VVM-undersøgelsen har Banedanmark haft dialog med de berørte kommuner langs strækningen. Dialogen har blandt andet omfattet løsningsmuligheder for de eksisterende krydsninger af banen. Dette har ført til seks alternative løsninger, hvor den berørte kommune har foreslået etablering af en ny krydsning et andet sted til erstatning af en eksisterende bro eller opgradering broens kapacitet ved etablering af nye broer. Såfremt de kommunale alternativer indebærer øgede anlægsomkostninger forudsætter valget af de kommunale løsninger kommunal medfinansiering. Anlægsoverslaget omfatter, jævnfør nedenfor, således udelukkende Banedanmarks finansiering af de foreslåede løsninger.

Det samlede anlægsoverslag omfatter desuden omkostninger til:

- Etablering af kørestrømsanlægget (EPAS), som omfatter omkostninger til etablering af master, kabler mv. Omkostningerne er baseret på kontrakten for elektrificeringsarbejdet indgået med Aarsleff-Siemens.
- Andre forberedende arbejder, som omfatter arbejder, der er relateret til, men ikke er omfattet af kontrakten for etablering af kørestrømsanlægget. Disse omkostninger er relateret til stærkstrømsanlæg, herunder forsyningsledninger mv., omkostninger til ekspropriationer samt rydning af skovarealer og beplantning. Desuden omfatter denne del af budgettet en særlig risikopost, der har til formål at tage højde for en række usikkerheder forbundet med estimatet for forberedelsesarbejderne i form af primært broændringer.
- Allerede afholdte udgifter, der omfatter projektets andel af administrationen af det samlede elektrificeringsprogram.

I nedenstående tabel fremgår anlægsøkonomien i form af fysikoverslag, basisoverslag, ankerbudget og samlet anlægsoverslag.

Tabel 1. Anlægsoverslag (mio. kr.)

	<b>Total</b>	Broer	EPAS	Andre forberedende arbejder	Kommunale broalternativer	Allerede afholdte udgifter
<b>Fysikoverslag</b>	<b>2.114,47</b>	<b>722,83</b>	<b>825,14</b>	<b>373,08</b>	<b>119,87</b>	<b>73,55</b>
EKB (0%)	0	0	0	0	0	-
<b>Basisoverslag (Fysikoverslag + EKB)</b>	<b>2.114,47</b>	<b>722,83</b>	<b>825,14</b>	<b>373,08</b>	<b>119,87</b>	<b>73,55</b>
Korrektionstillæg K2a (10 %)	194,62	72,28	82,51	37,31	2,52*	-
<b>Ankerbudget (Basisoverslag + K2a)</b>	<b>2.309,09</b>	<b>795,11</b>	<b>907,65</b>	<b>410,39</b>	<b>122,39</b>	<b>73,55</b>
Korrektionstillæg K2b (20 %)	389,24	144,56	165,02	74,62	5,04*	-
<b>Totaludgift (Ankerbudget + K2b), ekskl. moms</b>	<b>2.698,33</b>	<b>939,67</b>	<b>1.072,67</b>	<b>485,01</b>	<b>127,43</b>	<b>73,55</b>

\* For flere af de broer, der udføres af kommunerne selv, har Banedanmark ikke tillagt K2a og K2b, da reserverne på 30 procent er indeholdt i fysikoverslaget, som Banedanmark betragter som værende en fastprisaftale med den enkelte kommune.

Det skal eksplicit fremhæves, at den eksterne kvalitetssikring har fokuseret på undersøgelse af grundlaget for anlægsoverslaget vedrørende broer, herunder de kommunale broalternativer. Dette betyder, at den eksterne kvalitetssikring omfatter cirka 55 procent af det samlede fysikoverslag. Det er således det tekniske grundlag for opgørelse af omkostningerne til etablering af kørestrømsanlægget, der samlet udgør cirka 41 procent af det samlede

fysikoverslag, og de allerede afholdte udgifter, der *ikke* er omfattet af den eksterne kvalitetssikring. Dette skyldes, at omkostningerne til kørestrømsanlægget tager afsæt i den indgåede kontrakt med Aarsleff-Siemens tillagt et korrektionstillæg baseret på erfaringerne fra den igangværende elektrificering af strækningen fra Esbjerg til Lunderskov, og de under kontrakten realiserede mængdeændringer. Elektrificeringen forventes afsluttet ultimo april 2017. Banedanmark har i forbindelse med denne kvalitetssikring oplyst, at grundlaget for elektrificeringskontrakten med Aarsleff-Siemens tidligere har været genstand for ekstern kvalitetssikring.

Fysikoverslaget vedrørende de forberedende arbejder omfatter primært arbejde relateret til de 52 broer, der skal ændres, nedrives eller genetableres for at sikre plads til kørestrømsanlægget. Post 3 *Broer og konstruktioner* udgør således cirka 42 procent af det samlede fysikoverslag vedrørende broer og cirka 14 procent af det samlede fysikoverslag inklusive kørestrømsanlægget.

Som det fremgår af tabel 1 ovenfor, har Banedanmark valgt *ikke* at anvende efterkalkulationsbidrag (EKB), hvorfor basisoverslaget er identisk med fysikoverslaget. Banedanmark har i stedet i forhold til broarbejderne valgt at indarbejde *en særlig risikopost* på 106 mio. kr. under anlægsoverslaget vedrørende *Andre forberedende arbejder*. Denne risikopost har til formål at tage højde for usikkerheder og risici, der normalt er omfattet af det erfaringsbaserede EKB. Det valgte tillæg svarer til cirka 2 mio. kr. per brosted og udgør cirka 16 procent af det samlede fysikoverslag for broerne og cirka 5 procent af det samlede fysikoverslag.

Desuden har Banedanmark i forbindelse med indarbejdelse af omkostningerne til *kørestrømsanlægget* tillagt en såkaldt korrektionsfaktor på 33 procent af den i kontrakten med Aarsleff-Siemens fastlagte fysik.

Det samlede fysikoverslag indeholder således korrektioner på cirka 310 mio. kr. svarende til cirka 15 procent af det samlede fysikoverslag. Baggrunden for og den eksterne kvalitetssikrings vurdering af disse to tillæg/korrektioner til anlægsoverslaget er nærmere beskrevet nedenfor under kapitel 4 og opsummeret nedenfor under afsnit 2.3.

For omkostningerne til de broer, der er berørt af *kommunale alternativer*, er de 30 procent K2a- og K2b-korrektionstillæg indregnet i fysikoverslaget for de broer, som kommunerne potentielt selv skal stå for at opføre. Dette gør sig gældende for broer med kommunale tilvalg i Aalborg og Rebild Kommuner og svarer til et beløb på cirka 21,5 mio. kr. Hertil kommer, at der til anlægsbudgettet er tillagt yderligere 1,5 mio. kr. Banedanmark har henvist til, at beløbet på cirka 23 mio. kr. er udtryk for et fokus på totaludgiften, inklusive K2b og K2b, i dialogen med kommunerne.

Banedanmark har i forbindelse med den eksterne kvalitetssikring fremhævet, at de er opmærksomme på den manglende overensstemmelse med principperne for NAB i den valgte fremgangsmåde. Banedanmark vil på denne baggrund søge at sikre, at de endelige aftaler med kommunerne ikke omfatter de indregnede tillæg.

Banedanmark har under udarbejdelsen af VVM-undersøgelsen identificeret og bearbejdet en række risici. Disse er dokumenteret i en risikolog, som den eksterne kvalitetssikring har gennemgået. Der er identificeret i alt 43 risici, hvoraf de største er opsummeret i tabel 2 nedenfor, hvor også den vægtede risikoværdi sammenholdt med værdien af K2a er opsummeret.

Tabel 2. Oversigt over største risici

	Risikoværdi (mio. kr.)	Sandsynlighed (%)	Konsekvens (mio. kr.)
<b>Sandsynlighedsvægtede værdi for risici</b>	<b>46</b>		
Heraf risiko for ekspropriering af syvetagers bygning	28	10-25	60-200
Heraf manglende vilje fra rådgivere til at afgive bud	3	3-10	20-60
Heraf omprojektering	3	3-10	20-60
Heraf ændring af projektomfang	3	3-10	20-60
<b>NAB-risikoreserve (K2a)</b>	<b>103</b>		
<b>Balance (reserve – risiko)</b>	<b>57</b>		

Som det fremgår af tabellen, overstiger den til projektet allokerede risikoreserve, der består af korrektionstillægget K2a, væsentligt risikomiddelværdien, der følger af projektets risikoanalyse. Dette indikerer umiddelbart økonomisk robusthed overfor de identificerede projektrisici. Risikoreserven er desuden robust nok til at rumme maksimumrisikoværdien, der beløber sig til 82 mio. kr. Den eksterne kvalitetssikring har en række bemærkninger til den gennemførte risikoproces og indholdet af risikoanalysen, som er opsummeret nedenfor under afsnit 2.3 og uddybende beskrevet under kapitel 4.

### 2.3 Vurdering

Dette afsnit sammenfatter den eksterne kvalitetssikrings vurdering af hvert af de områder, der er gennemgået i forbindelse med kvalitetssikringen.

#### Tekniske løsninger

Den eksterne kvalitetssikring af de tekniske løsninger, er baseret på VVM-redegørelsen, udvalgte dele af det omfattende tekniske grundlag for projektet samt de forelagte supplerende informationer fra Banedanmark og deres tekniske rådgivere. Til brug for kvalitetssikringen af de tekniske løsninger er der på tværs af de tre brokategorier (A, B og C) og de fem tekniske rådgivere udvalgt 13 broer til detaljeret gennemgang af det tekniske grundlag for de undersøgte løsninger. Resultatet af den eksterne kvalitetssikring kan opsummeres i følgende konklusioner:

- Projektgrundlaget for broløsningerne vurderes samlet set at være konsistent og på det *niveau og afklaringsstade*, der med rette kan forventes for en VVM-undersøgelse.
- Projektet omfatter blandt andet en række *forudsætninger og antagelser* vedrørende grænseflader til Signalprogrammet og en eventuel fremtidig hastighedsopgradering, geologiske og hydrologiske forhold, funderingsmæssige forhold og behovet for dispensationer i forhold til fritrumskrav. Det er i lyset af projektets stadi den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at disse forudsætninger og antagelser er rimelige og realistiske. Det har dog ikke på det foreliggende grundlag været



muligt at foretage en vurdering af, hvorvidt alle de til projektet gjorte antagelser og forudsætninger er fuldt og tilstrækkeligt afspejlet i risikoanalysen, idet der ikke foreligger referater fra de gennemførte risikoworkshops og beskrivelsen af de identificerede risici er forholdsvis kortfattet. Det anbefales, at der etableres en oversigt over projektets samlede forudsætninger og anbefalinger forud for eller i forbindelse med opstart af en eventuel næste fase for projektet, så det kan sikres, at der på behørig vis tages højde for de afledte risici og følsomheder.

- Der vurderes at være konsistens i tilgang og undersøgelsesniveau for de tre undersøgelseskategorier på tværs af projektets fem tekniske rådgivere. Det vurderes desuden på baggrund af de 13 udvalgte broer, at de *tekniske løsninger* er tilstrækkeligt afdækkede og realistiske. Den eksterne kvalitetssikring har i forbindelse med gennemgangen af de udvalgte broer identificeret konkrete risikoforhold og besparelspotentialer. Der er omtalt i henholdsvis kapitel 4 og kapitel 7.
- Den eksterne kvalitetssikring vurderer, at projektets forudsætninger og antagelser vedrørende de *banetekniske forhold* og den afledte håndtering af grænsefladerne mellem elektrificeringen af strækningen og henholdsvis Signalprogrammet og hastighedsopgraderingen af strækningen er håndteret hensigtsmæssigt.
- Omkring *forsyningsforhold* kan den eksterne kvalitetssikring konstatere, at de gennemførte analyser vedrørende de valgte strømforsyningsstationer viser, at det forudsatte system opfylder de relevante normkrav for normale og reducerede driftssituationer. Den valgte tilgang til håndtering af grænsefladen mellem projektets anlægsarbejder og eksisterende rør, kabler og ledninger i jorden langs den eksisterende bane, tages til efterretning, idet omkostninger til omlægning af eksisterende forsyningsledninger forudsættes afholdt efter gæsteprincippet<sup>1</sup>.
- I forhold til de *miljømæssige konsekvenser* af projektet har den eksterne kvalitetssikring fundet anledning til at fremhæve en række forhold og risici i de forudsætninger og antagelser vedrørende grundvand, forurenede jord, farlige stoffer og omfanget af arbejdsarealer ved ét af de undersøgte brosteder. Den eksterne kvalitetssikring anerkender den valgte fremgangsmåde, men opfordrer til, at disse forhold revurderes i forbindelse med opstarten af projektets næste fase.

### Anlægsbudgettet

Den eksterne kvalitetssikring af det samlede prismæssige grundlag, uddybende gennemgang af særligt risikobetonede områder, stikprøvegennemgang af priser og mængder for 13 udvalgte broer og *andre forberedende arbejder* og den til projektet hørende risikoanalyse og risikoproces samt de forelagte supplerende informationer fra Banedanmark kan opsummeres i følgende konklusioner:

- Den eksterne kvalitetssikring har *ikke* fundet anledning til at rejse spørgsmål eller kommentarer til anvendelsen af *sumposter* i forhold til prissætning af de tekniske løsninger.

---

<sup>1</sup> Gæsteprincippet betyder, at det er den enkelte ledningsejer, der afholder omkostningerne, hvorfor dette forhold ikke har økonomiske konsekvenser for projektet.

- De *anvendte enhedspriser* vurderes at være gyldige, idet der er tale om erfaringsbaserede enhedspriser, der stammer fra sammenlignelige projekter.
- Det er den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at de anvendte procentsatser for opgørelse af *omkostningerne til arbejdsplads* er baseret på konkrete skøn for de enkelte lokaliteter og dermed valide.
- Der er i anlægsoverslaget ikke anvendt EKB i forhold til at inddæmme manglende viden om de fysiske mængder. Banedanmark har derimod indarbejdet en sumpost til *håndtering af konkrete risici og usikkerheder*. Det er den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at denne fremgangsmåde er acceptabel og indenfor rammerne af principperne for ny anlægsbudgettering, når der ikke anvendes EKB-satser i basisbudgettet. Det skal dog samtidig fremhæves, at opgørelsen af værdien af sumposten er baseret på et spinkelt erfaringsgrundlag og ikke eksplicit forholder sig til størrelsen af de forventede usikkerheder. Det er derfor den eksterne kvalitetssikrings anbefaling, at Banedanmark fremadrettet anvender en mere metodisk underbygget tilgang til opgørelse af de mængdemæssige usikkerhed i projektet. En sådan tilgang kan med fordel tage afsæt i erfaringsbaserede EKB, som justeres i forhold til det konkrete projekt, hvor projektets niveau og afklaringsstade sammenholdes med niveau og afklaringsstade for erfaringsgrundlaget og eventuelt justeres yderligere i lyset af særlige risikofaktorer.
- Den valgte fremgangsmåde med indregning af K2a- og K2b-tillæg i den maksimale finansiering til de broer, som Aalborg Kommune og Rebild Kommune potentielt selv udfører, vurderes ikke at være i overensstemmelse med principperne for NAB. Banedanmark har fremhævet, at de er opmærksomme på den manglende overensstemmelse i den valgte fremgangsmåde. Banedanmark vil på denne baggrund søge at sikre, at de endelige aftaler med kommunerne ikke omfatter de indregnede tillæg. Den eksterne kvalitetssikring forudsætter på denne baggrund, at aftalerne med Aalborg Kommune og Rebild Kommune lukkes inden den politiske behandling af anlægsoverslaget, og at omfanget af de tillagte reserver til kommunerne i givet fald justeres i overensstemmelse med disse aftaler og afspejler principperne for NAB.
- Den eksterne kvalitetssikring finder desuden anledning til at fremhæve, at den indregnede *mængdeusikkerhed for kontrakten på kørestrømsanlægget* vurderes at være meget stor, når der er tale om en allerede indgået kontrakt. Den eksterne kvalitetssikring tager samtidig til efterretning, at usikkerheden er baseret på godkendte ændringer og krav fra elektrificeringen af Esbjerg-Lunderskov.
- Den *stikprøvemæssige gennemgang af mængder* har identificeret flere ugyldige forhold i form af fejl eller manglende sporbarhed af de anvendte mængder i den underliggende tekniske dokumentation. Da der er tale om meget begrænsede økonomiske konsekvenser for det samlede anlægsbudget, er det vores vurdering, at det er tilstrækkeligt, at Banedanmark eller deres rådgiver gennemfører en afsluttende kontrol af de identificerede forhold.
- På baggrund af den gennemførte risikoproses og den foreliggende risikolog, er det den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at *håndte-*

*ringen af usikkerheder og risici ikke* har fået tilstrækkeligt fokus under VVM-processen til at understøtte dels en fuldstændig risikoanalyse, dels det fremadrettede arbejde med projektet og dets risici. Særligt vurderes risikoanalysen ikke at have sikret et fuldstændigt billede af de samlede risici, idet tilgangen til risikoanalysen ikke har fokuseret på udbredelsen af de enkelte risici i forhold til det samlede antal brosteder. Desuden indeholder risikorapporten ikke en oversigt over mitigerende tiltag for de enkelte risici, hvorfor det vurderes at være vanskeligt at sikre kontinuerlig opfølgning på de enkelte risici i det videre arbejde med projektet.

Den eksterne kvalitetssikring anbefaler på denne baggrund, at der som det første i en eventuel næste fase for projektet afholdes en ny risikoworkshop med deltagelse af de fem tekniske rådgivere. Workshopen bør have særligt fokus på fastlæggelse af sandsynlighed og konsekvens under hensyntagen til omfanget af potentielt berørte broer. Der bør desuden identificeres konkrete mitigerende tiltag og den fagdisciplin, der i den fremadrettede projektering bør være ansvarlig for opfølgning på de enkelte risici under detailprojekteringen. Forud for gennemførelse af en ny risikoworkshop bør der desuden, jf. ovenfor, etableres en samlet oversigt over projektets forudsætninger og antagelser.

### **Samfundsøkonomi**

Den samfundsøkonomiske vurdering af projektet tager afsæt i den oprindelige samfundsøkonomiske analyse af elektrificeringsprojekterne under Togfonden, hvorfor der ikke er gennemført analyse af de trafikale effekter af elektrificeringen af strækningen.

- Den eksterne kvalitetssikring tager den valgte *metode til gennemførelse af samfundsøkonomiske vurderinger* af projektet til efterretning. Dette er begrundet i, at der er tale om en opgørelse af de samfundsøkonomiske effekter for en delmængde af projekterne under Togfonden og at den gennemførte analyse således udelukkende har til formål at muliggøre sammenligning af de enkelte delprojekter. Det er desuden noteret, at metoden er aftalt med Transport- og Bygningsministeriet.
- Den eksterne kvalitetssikring kan konstatere, at den samfundsøkonomiske analyse er blevet opdateret med aktuelle *tal og priser*.
- Den samfundsøkonomiske analyse viser, at elektrificering af strækningen isoleret set ikke er samfundsøkonomisk rentabel, da nutidsværdien er -829 mio. kr. svarende til en intern rente på 2,7 %.

### **Organisering og finansiering**

Den eksterne kvalitetssikring af projektets planer for organisering og finansiering er sket i lyset af, at der ikke på nuværende tidspunkt er udarbejdet en udbudsstrategi for projektet eller er forelagt planer for projektets organisering for den eksterne kvalitetssikring. Den eksterne kvalitetssikring anerkender den valgte fremgangsmåde, men finder dog anledning til at fremhæve, at der i lyset af den konkrete projekttype vil være en række fordele forbundet med en fastlagt udbudsstrategi på nuværende tidspunkt:

- Realisering af besparelspotentialer, der er forbundet med den valgte prissætningsstrategi, hvor det er forudsat, at de enkelte brosteder udføres som selvstændige entrepriser, jf. kapitel 7.

- Reduktion af de risici, som er forbundet med udførelsesforhold og stadeplanlægning, der på nuværende tidspunkt er en del af den risikosum på 2 mio. kr. per brosted, der er indregnet i anlægsbudgettet. På dette område aktualiseres behovet for fastlæggelse af udbudsstrategien af, at der er tale om arbejder på en strækning med et stort koordineringsbehov som følge af en lang række tilgrænsende projekter. Banedanmark har selv i forbindelse med den eksterne kvalitetssikring fremhævet et behov for koordinering med fornyelse og hastighedsopgradering på strækningerne Aarhus-Langå, Langå-Hobro og Hobro-Aalborg, ny bane til Aalborg Lufthavn, og tidlig udrulning af Signalprogrammet nord for Hobro.

I forhold til den fremadrettede udbudsstrategi og planerne for projektets organisering anbefaler den eksterne kvalitetssikring, at der tages højde for:

- Erfaringerne med styring af et stort og komplekst rådgiverteam bestående af fem forskellige tekniske rådgivere, således at omfanget af og dermed kompleksiteten i det fremadrettede rådgiverteam reduceres mest muligt.
- Den fremadrettede organisering af projektet bør tilpasses de forskellige krav og opgaver, der er forbundet med at være bygherre for henholdsvis hoved- og totalentrepriser. Hvor bygherrerollen ved hovedentrepriser er meget tæt på fastlæggelse af krav til udførelsesmetoder, materialer mv., indebærer opgave- og ansvarsdelingen i totalentrepriser, at en meget stor del af dette ansvar er overdraget til totalentreprenøren og dennes rådgiver. Denne forskel på opgave- og ansvarsfordelingen ved de to entrepriseformer bør af hensyn til en økonomisk effektiv drift af projektet derfor eksplicit afspejles i den interne organisering af projektet.
- Endelig bør den valgte udbudsstrategi og organisering tage højde for, hvordan indkøbet af de andre forberedende arbejder, der ikke er omfattet af kørestrømskontrakten, mest hensigtsmæssigt kan varetages.

### Mulige besparelser

Den eksterne kvalitetssikring har i gennemgangen af de tekniske løsninger og anlægsoverslaget identificeret og fremhævet følgende besparelspotentialer i forhold til de tekniske løsninger:

- Op mod 70 mio. kr. som følge af ændret løsning for Bro 20888 – Bro L (Bakkevang Haveforening).
- Besparelse forbundet med Banedanmarks betaling til kommunale alternativer i Aalborg Kommune. Potentialer er afhængig af en aftale med Aalborg Kommune om omfanget af de alternative løsninger, som kommunen ønsker at medfinansiere.

Desuden er der identificeret et besparelspotentiale ved tilrettelæggelsen af det fremtidige udbud af projektet. Da omfanget og antallet af kontrakt-pakker ikke er fastlagt på dette tidspunkt, er det ikke muligt for den eksterne kvalitetssikring at vurdere omfanget af dette potentiale.

Endelig vurderes den eksterne kvalitetssikrings anbefalinger til den fremadrettede analyse og håndtering af risici at understøtte den fornødne robusthed omkring udførelsen af projektet via en effektiv risikostyring og -mitigering. Der er således ikke tale om et egentligt besparelspotentiale,

men en styrkelse af forudsætningerne for at overholde projektets bevilningsmæssige ramme.

#### **2.4 Konklusion: Ingen vægtige forhold**

På baggrund af den eksterne kvalitetssikring er Deloitte ikke bekendt med vægtige grunde til, at der ikke kan træffes beslutning om at gå videre med projektet på baggrund af det beslutningsgrundlag, Banedanmark har fremlagt.

Konklusionen er under forudsætning af, at det beslutningsoplæg, der forelægges til den politiske behandling indeholder en beskrivelse af anlægsøkonomi, væsentligste risici og samfundsøkonomiske forhold i overensstemmelse med grundlaget for den eksterne kvalitetssikring.

# 3 Tekniske løsninger

Formålet med dette kapitel er at foretage en teknisk vurdering af de opstillede alternativer. Vurderingen er gennemført ved, at den eksterne kvalitetssikring ved kritisk stillingtagen har forholdt sig til, om:

- De foreslåede løsninger er tilstrækkeligt afdækket i forhold til projektets nuværende stade.
- De foreslåede løsninger er realistiske, herunder om forudsætninger og antagelser er gyldige.
- De tekniske løsninger er konsistente på tværs af de involverede rådgivere og om særlige forhold vedrørende broer, baneteknik og forsyninger er håndteret hensigtsmæssigt.
- De miljømæssige forhold er undersøgt på et niveau, der kan forventes og er hensigtsmæssigt håndteret

Vurderingen er gennemført på baggrund af gennemgang af VVM-redegørelsen og udvalgte dele af det omfattende tekniske grundlag for projektet. Vurderingen er desuden baseret på supplerende informationer fra Banedanmark og deres tekniske rådgivere. Der er desuden afholdt møde med Atkins vedrørende de tekniske løsninger for udvalgte broer.

## 3.1 Niveau og afklaringsstade

Kvalitetssikringen er foretaget på det foreliggende grundlag, og alle vurderinger er afgivet under en forudsætning om, at der ikke fremadrettet foretages ændringer i projektgrundlaget, der har betydning for beslutningsgrundlagets kvalitet og indholdet af anlægsoverslaget.

I forbindelse med VVM-undersøgelsen er de 52 undersøgte broer inddelt i tre forskellige kategorier afhængig af kompleksiteten af lokaliteten for den enkelte bro og dermed også de tekniske løsninger, der er nødvendige. Inddelingen fremgår af tabel 3 nedenfor.

Tabel 3. Beskrivelse af brokategorier

Kategori	Antal	Karakteristika	Rapporteringsniveau
A	10	Kompliceret lokalitet, der typisk også indebærer banetekniske arbejder, eller hvor det på anden vis ikke kun er den specifikke lokalitet, der berøres.	Teknisk notat med redegørelse for undersøgte løsninger, herunder også senere fravalgte løsninger. Forslag til udførelseslogistik/tidsplan.
B	14	Mindre kompliceret lokalitet, hvor der typisk sker sporsænkning, men som ikke påvirker andre lokaliteter. Denne kategori indeholder alle broer med tilhørende baneændringer, som ikke er placeret i kategori A.	Teknisk notat med redegørelse for undersøgte løsninger. Mindre omfangsrigt notat end for kategori A.
C	28	Simple lokaliteter uden banetekniske arbejder. Der udføres typisk en ny bro eller en simpel brohævning, der ikke kræver dispensationer.	Dæklade afleveret til miljørådgiveren med tilhørende tegninger.

Variationen i broernes kompleksitet og den tilhørende kategorisering af de enkelte broer er, som det fremgår af den foregående side, anvendt til også

at differentiere undersøgelsesniveauet og dermed også omfanget af det tekniske grundlag på tværs af de tre kategorier. Eksempelvis er der for kategori A-broerne udarbejdet detaljerede tekniske notater med redegørelse for de undersøgte løsninger, mens der for kategori C-broerne udelukkende er udarbejdet overordnede dækblade ledsaget af tegninger for de valgte løsninger.

Den eksterne kvalitetssikring har i forbindelse med gennemgangen af det tekniske grundlag bemærket en væsentlig forskel i tilgangen til opgørelse af omfanget af afvanding for sporet ved bro 21198 Vesterbro sammenlignet med tilgangen for de øvrige broer. For bro 21198 er der foretaget en meget overordnet vurdering af behovet for afvanding, mens der eksempelvis for bro 20908 Silkeborgvej og for de øvrige lokaliteter er foretaget en detaljeret opgørelse af behovet for afvanding af sporet. Den eksterne kvalitetssikring har overfor Banedanmark fremhævet denne manglende konsistens i tilgangen på tværs af broer.

Banedanmark har svaret, at den detaljerede opgørelse af behovet for afvanding er anvendt for at reducere den samlede risikoprofil for projektet. Banedanmark har dog samtidig oplyst, at de vurderer, at det på projektets nuværende stade er tilstrækkeligt at anvende en mere overordnet tilgang til fastlæggelse af behovet for afvanding, som det er sket ved bro 21198. Den eksterne kvalitetssikring anerkender den valgte fremgangsmåde, men finder samtidig anledning til at fremhæve, at dette skaber en vis inkonsistens i beslutningsgrundlaget. Henset til omfanget af afvanding for bro 21198 vurderes den valgte fremgangsmåde ikke at have nævneværdig betydning for projektets samlede risikoprofil.

Med undtagelse af ovenstående konkrete eksempel på manglende konsistens er det den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at kategoriseringen af de forskellige brolokaliteter er sket konsistent. Desuden vurderes tilgangen til beskrivelsen af de tekniske løsninger at være konsistent indenfor de tre kategorier.

På denne baggrund er det den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at projektgrundlaget for broløsningerne samlet set er konsistent og på det niveau og afklaringsstade, der med rette kan forventes for en VVM-undersøgelse.

### **3.2 Centrale forudsætninger og antagelser**

VVM-undersøgelsen er baseret på en række antagelser og forudsætninger, som ligger til grund for de valgte løsninger. Den eksterne kvalitetssikring er *ikke* forelagt en samlet oversigt over de forudsætninger og antagelser, der ligger til grund for projektet. Den eksterne kvalitetssikring har dog i forbindelse med gennemgangen af det tekniske grundlag for VVM-undersøgelsen identificeret følgende forudsætninger og antagelser:

- Det er forudsat, at Signalprogrammet udrulles på strækningen før gennemførelse af elektrificeringen. Dette er efter det oplyste fra Banedanmark i overensstemmelse med den anlægsplan, der er forelagt for Folketinget. Det er endvidere forudsat, at der i Signalprogrammet er taget hånd om de potentielle negative effekter elektrificeringen kan have på det nuværende signalsystem. Der er desuden i anlægsoverslaget taget højde for omkostninger til omprogrammering af signalsystemerne som følge af ændret sporgeometri. De mulige konsekvenser af brud på denne forudsætning er behandlet nedenfor under afsnit 3.4.

- Det er i forbindelse med VVM-undersøgelsen forudsat, at elektrificering af strækningen gennemføres før hastighedsopgraderingen. Banedanmark har i forbindelse med kvalitetssikringen oplyst, at dette er en grundlæggende forudsætning for elektrificeringen, hvilket også fremgår af den anlægsplan der er forelagt Folketinget, jf. ovenfor vedr. Signalprogrammet. De mulige konsekvenser af brud på denne forudsætning er behandlet nedenfor under afsnit 3.4.
- Der er ikke som led i VVM-undersøgelsen gennemført supplerende undersøgelser af geologiske og grundvandsmæssige forhold, der kan have betydning for særlige foranstaltninger til håndtering af blød bund, grundvandssænkning mv. Banedanmark har i forbindelse med den eksterne kvalitetssikring oplyst, at risikoen som følge af dette forudsættes at være begrænset og omfattet af projektets risikoanalyse.
- Fundering kan ske via ramning uden konflikt med begrænsninger i forhold til støj og vibrationer. Banedanmark har i forbindelse med kvalitetssikringen oplyst, at det vil være op til den fremtidige entreprenør at vælge funderingsmetode indenfor den enkelte lokalitets gældende begrænsninger i forhold til støj og vibrationer, herunder eventuelle tidsmæssige begrænsninger for udførelse af støjende arbejder.
- Visse steder vil de ændrede broer have udfordringer med at opfylde kravene til fritrumsprofil. Banedanmark har i forbindelse med den eksterne kvalitetssikring oplyst, at der forudsættes indhentet dispensation for de konkrete broer.

Det er den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at disse forudsætninger og antagelser i lyset af projektets stade er rimelige og realistiske. Banedanmark har i forbindelse med den eksterne kvalitetssikring oplyst, at der i forbindelse med risikoanalysen for projektet er søgt taget højde for de risici, der følger af de gjorte antagelser og forudsætninger. Den eksterne kvalitetssikring anerkender denne fremgangsmåde. Men da der *ikke* foreligger referater fra de gennemførte risikoworkshops og beskrivelsen af de identificerede risici er forholdsvis kortfattet, har det *ikke* været muligt at foretage en vurdering af, hvorvidt alle de til projektet gjorte antagelser og forudsætninger er fuldt og tilstrækkeligt afspejlet i risikoanalysen.

Som følge af den manglende oversigt over projektets samlede forudsætninger og antagelser anbefaler den eksterne kvalitetssikring, at denne etableres forud for eller i forbindelse med opstart af en eventuel næste fase for projektet. Det anbefales desuden, at den samlede oversigt over forudsætninger og antagelser inddrages i den risikoproces, der forudsættes gennemført, jævnfør vurderinger og anbefalinger i afsnit 4 vedrørende usikkerhed og risici.

Den eksterne kvalitetssikring skal samtidig anbefale, at Banedanmark for alle fremadrettede VVM-undersøgelser, herunder for projekterne under elektrificeringsprogrammet, etablerer en samlet oversigt over forudsætninger og antagelser, så det kan sikres, at der på behørig vis tages højde for de afledte risici allerede under VVM-fasen.

### 3.3 Konstruktionsmæssige forhold - broløsninger

Som led i den eksterne kvalitetssikring er der for hver af de fem tekniske rådgivere udvalgt én bro indenfor hver af de tre kategorier (A, B og C). Dette giver samlet set 13 broer, idet ikke alle rådgivere har haft ansvaret



for broer indenfor alle tre kategorier. For de enkelte rådgivere er der desuden i forbindelse med udvælgelsen taget højde for eventuelle særligt komplekse broer. Dette har eksempelvis ført til, at der blandt de broer, som Atkins er ansvarlig for, er udvalgt bro 20888, som er VVM-undersøgelsens dyreste bro og blandt de mest komplekse.

De 13 udvalgte broer har været genstand for en dybdegående gennemgang i forhold til de valgte tekniske løsninger, de anvendte forudsætninger og risici og usikkerheder. Gennemgangen af de udvalgte broer har desuden til formål at vurdere, hvorvidt der er konsistens i tilgang og undersøgelsesniveau for de tre undersøgelseskategorier på tværs af projektets fem tekniske rådgivere.

Tabel 4. Broer udvalgt til stikprøvegennemgang

Bro	Lokalitet	Kategori	Teknisk rådgiver	Aktion	Fysikoverslag (mio. kr.)
20888	Bro L ved Bakkevang Haveforening	A	Atkins	Ny bro	108,08
20908	Silkeborgvej	B	Niras	Sporsækning	29,21
20950	Skanderborgvej	A	Niras	Brohævning	43,39
20966	Hammelvej	A	COWI	Brohævning	11,31
20992	Fjordvang	B	Rambøll	Ny bro	19,04
20994	Hvidemøllevej	A	Rambøll	Ny bro	31,29
21034	Markvej	C	Rambøll	Nedlæggelse	2,54
21108	Hobrovej	B	Atkins	Brohævning	11,96
21110	Ulstrupvej	B	Sweco	Sporsækning	5,70
21114	Stenstrupvej	B	COWI	Brohævning	11,74
21148	Råkildevej	C	COWI	Ny bro	19,35
21161	Svenstrup st.	C	Sweco	Brohævning	2,30
21198	Vesterbro	A	Sweco	Sporsækning	91,26

I det følgende beskrives de tekniske forhold i broløsningerne, som den eksterne kvalitetssikring har fundet anledning til at fremhæve. Bemærkninger vedrørende øvrige tekniske og/eller miljømæssige forhold er behandlet i de følgende afsnit. Flere af de udvalgte broer er ikke nævnt, idet gennemgangen af projektgrundlaget ikke har givet anledning til bemærkninger fra den eksterne kvalitetssikring. Forhold relateret til budget og/eller risici er behandlet i rapportens kapitel 4.

#### Bro 21108 – Hobrovej

Hobrovej er en større kommunevej, der krydser banen nord for Hobro. Der er i det valgte alternativ tale om en hævnning af dækket på den eksisterende bro, så der gøres plads til kørestrømsanlægget under broen. Den eksterne kvalitetssikring har stillet spørgsmål til realismen i de valgte udførelsesmetoder, idet det ikke fremgår klart af den tekniske beskrivelse, der er forelagt den eksterne kvalitetssikring, hvordan etableringen af et nyt brodæk over og efterfølgende fjernelse af det eksisterende brodæk skulle udføres. Det er den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at der er tale om en kompleks løsning, hvor det blandt andet skal sikres, at det nye hævede brodæk forankres til de eksisterende bærende elementer, så der sker en forsvarlig fordeling af broens last og træk. Der er i forbindelse med kvalitetssikringen afholdt møde med Banedanmark og deres tekniske rådgiver, hvor den valg-

te løsning og den forudsatte udførelsesmetode blev gennemgået og drøftet. På baggrund af drøftelserne med Banedanmarks tekniske rådgiver er det den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at den valgte løsning er realiserbar og at udførelsesmetoderne tager højde for de relevante forhold. Det er dog samtidig den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at den valgte udførelsesmetode er risikofyldt, herunder særligt i forhold til fjernelse af det eksisterende brodæk efter etableringen af det nye brodæk. Løsningen forudsætter desuden dispensation fra de gældende banenormer som følge af reduceret gennemkørselshøjde under broen. Den eksterne kvalitetssikrings vurdering af den valgte løsning for bro 21108 er således under forudsætning af, at disse forhold er behørigt behandlet under risikoanalysen.

Den eksterne kvalitetssikring har desuden i forhold til den valgte løsning for bro 21108 adresseret risici forbundet med den tekniske beskrivelses forudsætninger om senere gennemførelse af geotekniske undersøgelser og behov for supplerende fundering for den eksisterende bro. Dette forhold er generelt beskrevet i forbindelse med den eksterne kvalitetssikring af projektets risikoanalyse, der er behandlet nedenfor under afsnit 4.3.

### Bro 20888 – Bro L (Bakkevang Haveforening)

Denne bro udgør en af de mest komplekse konstruktioner på strækningen fra Aarhus til Lindholm. Broen er en sporfletningsbro, hvor to jernbanespor krydser hinanden. Banedanmark har udarbejdet fire forskellige løsninger for forberedelse af broen til kørestrøm, jævnfør tabellen nedenfor.

Table 5. Overblik over alternativer for bro 20888

Alternativ	Løsning	Fysikoverslag (mio. kr.)
1a	Hævning af eksisterende brodæk	28*
1b	Ny bro etableret via spunsvægge og et betondæk	62*
1c <b>Valgt</b>	Ny bro etableret via præfabrikerede elementer	108
2a	Sænkning af spor uden ændringer i brokonstruktionen	26*

\* Disse overslag er ikke opdateret med forøget bygherreomkostning, som er tillagt Banedanmarks seneste version af anlægsoverslaget, hvor bygherreomkostningerne er forøget fra 15 til 25 %

Grundet lokalitetens kompleksitet, har Banedanmark valgt at prissætte det dyreste alternativ i anlægsoverslaget, hvilket også er den løsning, der indebærer de laveste risici under udførelsesfasen. Løsningen har dog konsekvenser for driften på strækningen under udførelsen, idet løsningen forudsætter en komplet lukning af sporet under udførelsen. Til at minimere disse gener er der forudsat anvendelse af præfabrikerede elementer. Det er den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at denne løsning er tilstrækkeligt afdækket og realistisk.

I forhold til de øvrige alternativer for denne lokalitet har den eksterne kvalitetssikring fremsat følgende bemærkninger:

- Alternativ 1a – hævnning af eksisterende bro via etablering af et nyt brodæk ovenpå det eksisterende dæk, der efterfølgende fjernes. Løsningen vurderes at være realiserbar, men den er samtidig forbundet med nogle risici, der bør afspejles i risikoanalysen, såfremt denne løsning vælges. De særlige risici skyldes behovet for at sammenkoble de eksisterende brovægge med det nye og højereliggende brodæk. Løsningen vil desuden indebære et behov for dispensation fra de

gældende krav til frihøjde under broen. Banedanmark har oplyst, at dette ikke adskiller sig fra forholdene omkring den eksisterende bro.

- Alternativ 1b - ny bro etableret via spunsvægge og et betondæk. Det er den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at der er tale om en risikofyldt udførelsesmetode, der såfremt denne løsning vælges, bør afspejles i risikoanalysen. De særlige risikofyldte forhold skyldes særligt forudsætningerne om de udførelsesmæssige forhold, hvor sporet forudsættes holdt i drift under dele af anlægsarbejderne og ved etableringen af spunsvæggene, som eventuelt indebærer et behov for for boring, samt de risici der er forbundet med nedrivningen af det eksisterende brodæk.
- Alternativ 2a – sænkning af det eksisterende spor. Denne løsning indebærer fjernelse af en del af bunden af brokonstruktionen under det eksisterende spor, en forstærkning af konstruktionen via stål eller kulstof og etablering af sporet som slabtrack. Der er i forbindelse med den eksterne kvalitetssikring fremlagt dokumentation for at denne løsning er mulig.

Den eksterne kvalitetssikring medgiver Banedanmark, at den valgte løsning er den mest sikre, men at der kan være omfattende økonomiske besparelser ved at vælge ét af de øvrige alternativer, såfremt der sikres fornødne foranstaltninger til at imødegå de identificerede risici.

#### **Bro 21114 – Stenstrupvej**

Stenstrupvej er en kommunevej, der krydser banen øst for Stokholm. For alle tre undersøgte alternativer er der i forbindelse med den tekniske dokumentation beskrevet en række supplerende undersøgelser, der forudsættes gennemført i forbindelse med detailprojekteringen. Det er dog samtidig fastslået, at de undersøgte alternativer alle er teknisk mulige. Banedanmark har i forbindelse med den eksterne kvalitetssikring oplyst, at de risici, der er forbundet med det nuværende undersøgelsesniveau forudsættes omfattet af den særlige risikopost, der er tillagt anlægsoverslaget.

Endvidere er det den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at den valgte løsning, der indebærer en hævnning af det eksisterende brodæk er forbundet med en række væsentlige risici, herunder særligt i forhold til behovet for forstærkning af den eksisterende konstruktion og de tilhørende fundamenter. Banedanmark har oplyst, at disse risici ligeledes forudsættes omfattet af den særlige risikopost, der er tillagt anlægsoverslaget. Størrelsen af denne sumpost er behandlet nedenfor under afsnit 4.1 vedrørende EKB og risikoposter i budgettet.

#### **Bro 21148 – Råkildevej**

Råkildevej er en mindre kommunevej, der krydser banen nord for Støvring. På denne lokalitet nedrives den eksisterende bro og erstattes af en ny bro, der placeres en smule forskudt i forhold til den eksisterende bro. Den eksterne kvalitetssikring har ikke kunnet finde en beskrivelse af funderingsløsningen for den nye bro i den forelagte dokumentation. Banedanmark har oplyst, at den manglende beskrivelse af de funderingsmæssige forhold for den nye bro skyldes en forudsætning om genanvendelse af fundamenterne fra den eksisterende bro. Den eksterne kvalitetssikring har fremhævet, at denne forudsætning indebærer en risiko, der vil være forbundet med et behov for at fjerne de eksisterende fundamenter i form af en påvirkning af stabiliteten af det eksisterende spor. Banedanmark har oplyst, at denne risiko er omfattet af den sumpost, der er tillagt anlægsoverslaget. Størrel-

sen af denne sumpost er behandlet nedenfor under afsnit 4.1 vedrørende EKB og risikoposter i budgettet.

### **Opsummering**

Med afsæt i gennemgangen af de 13 udvalgte broer har den eksterne kvalitetssikring ikke identificeret så væsentlige forhold, at vi har haft fundet anledning til at udvide gennemgangen af de tekniske løsninger til de resterende brosteder.

### **3.4 Banetekniske forhold**

Den eksterne kvalitetssikring har vurderet, hvordan en række grænseflader mellem elektrificeringen af strækningen og henholdsvis Signalprogrammet og hastighedsopgraderingen af strækningen er håndteret.

#### **Hastighedsopgradering**

Det er den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at grænsefladen mellem elektrificering og hastighedsopgradering er kritisk, da begge projekter kan føre til ændringer i jernbanesporets geometri og beliggenhed, hvilket er forbundet med store omkostninger. Banedanmark har oplyst, at de forberedende arbejder til elektrificering, herunder de planlagte broarbejder, tilgodeser en fremtidig hastighedsopgradering og forventede tilhørende sporændringer. Dette har været en af årsagerne til at elektrificeringen og hastighedsopgraderingen har været en del af samme VVM-undersøgelse.

Den eksterne kvalitetssikring anerkender den anvendte tilgang, men finder samtidig anledning til at fremhæve, at vi finder denne forudsætning meget kritisk. Der bør således fremadrettet i projektet være fokus på håndtering af eventuelle ændringer i denne forudsætning, idet ændringer i sporprojekteringen til brug for hastighedsopgraderingen kan medføre omfattende omkostninger til ændring af nyetablerede brokonstruktioner og kørestrømsanlægget.

#### **Signalprogrammet**

Den eksterne kvalitetssikring har bemærket, at der i VVM-undersøgelsen ikke redegøres for grænsefladen mellem elektrificeringen af strækningen og Signalprogrammet. Der er således heller ikke medtaget beskrivelser af de potentielle negative effekter, som elektrificeringen kan have på det nuværende signalssystem. Banedanmark har i forbindelse med kvalitetssikringen oplyst, at alle signaltekniske arbejder forudsættes udført inden elektrificeringen, og at der i Signalprogrammet er taget hånd om denne grænseflade. Desuden er der i anlægsbudgettet afsat midler til omprogrammering af signalssystemerne som følge af ændret sporgeometri.

#### **Øvrige grænseflader til banetekniske forhold**

I forbindelse med elektrificering af strækningen begrænses frihøjden over de eksisterende jernbaneoverskæringer af køreledningerne. Dette har ikke direkte betydning for det samlede anlægsoverslag, men kan potentielt indebære en fremadrettet driftsmæssig risiko. Banedanmark har i forbindelse med den eksterne kvalitetssikring oplyst, at information om begrænsninger i frihøjde videregives til de relevante myndigheder, så der kan blive taget højde for dette ved fremtidige udstedelser af tilladelser til særtransporter mv. Den eksterne kvalitetssikring har konstateret, at omkostninger til jording og potentialeudligning ved jernbaneoverskæringerne er indregnet i anlægsoverslaget.

### **3.5 Forsyningsmæssige forhold**

Som beskrevet indledningsvis i afsnit 2.2 er arbejder og omkostninger relateret til selve elektrificeringen af strækningen ikke omfattet af den eksterne

kvalitetssikring. Der er dog et enkelt forhold omkring etableringen af selve kørestrømsanlægget, der har givet anledning til spørgsmål fra den eksterne kvalitetssikring. Projektet er baseret på en løsning med to strømforsyningsstationer. Henset til strækningens samlede længde har den eksterne kvalitetssikring bedt om supplerende dokumentation for simuleringen af forsyningsstationernes kapacitet, herunder scenarieanalyser i forhold til nedbrud. Banedanmark har forelagt den efterspurgte dokumentation. Den eksterne kvalitetssikring kan konstatere, at de gennemførte analyser viser, at det forudsatte system opfylder kravene i TSI Ene og tilhørende EN-normer for normale og reducerede driftssituationer.

Den eksterne kvalitetssikring har desuden vurderet grænsefladen mellem projektets anlægsarbejder og eksisterende rør, kabler og ledninger i jorden langs den eksisterende bane. Dette er sket i lyset af, at anlægsprojekter af denne type ofte indebærer en risiko for store omkostninger til omlægning af eksisterende rør, kabler og ledninger. Banedanmark har i forbindelse med den eksterne kvalitetssikring oplyst, at omkostninger til omlægning af eksisterende forsyningsledninger forudsættes afholdt efter gæsteprincippet. Den eksterne kvalitetssikring tager dette forhold til efterretning.

### **3.6 Miljømæssige forhold**

I forhold til de miljømæssige konsekvenser af projektet har den eksterne kvalitetssikring fundet anledning til at fremhæve følgende forhold.

#### **Grundvand**

Den eksterne kvalitetssikring har stillet spørgsmål til undersøgelserne af de eventuelle grundvandsmæssige konsekvenser af sporsænkninger, så det er sikret, at sporsænkningerne ikke har betydning for grundvandets kvalitet og flow. Banedanmark har oplyst, at konsekvenserne af grundvandssænkning i anlægsperioden er beskrevet som en del af de tekniske løsninger og omfattet af anlægsbudgettet. Det er desuden en projektmæssig forudsætning, at der ikke sker permanent udledning af grundvand eller blokering af grundvandsmagasiner. Den eksterne kvalitetssikring anerkender denne forudsætning, men finder dog samtidig anledning til at fremhæve, at idet, der ikke er foretaget nye geotekniske og hydrologiske undersøgelser, eksisterer der en risiko for, at der bliver behov for supplerende beskyttelsesforanstaltninger i forhold til permanente ændringer. Banedanmark har oplyst, at dette er indarbejdet i risikoenalysen.

#### **Forurenede jord**

Der er konstateret forurenede jord på lokaliteten for 2 af de 13 udvalgte broer. Grundet den store variation i lokalitet og tekniske løsninger kan denne forekomst ikke nødvendigvis skaleres lineært til det samlede projekt, men den kan fungere som indikator for den nødvendige risikomæssige håndtering og dertilhørende omkostning.

Det er ikke fuldt dokumenteret, hvorvidt de tekniske løsninger og det tilhørende anlægsoverslag til fulde tager højde for disse omkostninger. Banedanmark oplyser, at håndtering af forurenede jord hovedsagelig vil være nødvendig i forbindelse med sporsænkninger, og at disse omkostninger er omfattet af risikoposten på 2 mio. kr. per bro.

#### **Farlige stoffer**

Der er i budgetterne for enkelte af de udvalgte broer budgetteret med omkostninger til undersøgelser for farlige stoffer. Der er dog ikke budgetteret med og dermed forudsat foranstaltninger til håndtering af egentlige forekomster af farlige stoffer. Banedanmark har oplyst, at det er forudsat, at forekomsten af kørestrømsfarlige stoffer primært vil være forbundet med

etableringen af kørestrømsmaster, hvilket er omfattet af kontrakten og dermed også risikoanalysen for kørestrømsanlægget.

Det er den eksterne kvalitetssikrings overbevisning, at der også kan opstå behov for håndtering af farlige stoffer i forbindelse med nedrivning af broer, der er bygget i perioder, hvor særlige materialer, som nu betragtes som skadelige, blev benyttet. De særlige materialer omfatter eksempelvis PCB og tungmetaller såsom bly, cadmium og zink. Sumposten på 106 mio. kr. relateret til risici omfatter ikke de nævnte forhold, hvorfor det bør sikres, at disse indarbejdes i den reviderede risikoanalyse.

### **Bro 21114 – Stenstrupvej**

Tegningsgrundlaget for ændringerne af den eksisterende bro indikerer omfattende midlertidig ekspropriation i forbindelse med anlægsarbejderne. Banedanmark har i forbindelse med den eksterne kvalitetssikring fremhævet, at der er tale om en worst case-betragtning. Der er dog ikke forelagt et rationale for denne fremgangsmåde for den konkrete lokalitet, sammenholdt med, at der ikke er anvendt samme tilgang for de øvrige lokaliteter omfattet af stikprøvegennemgangen. Den eksterne kvalitetssikring anerkender, at der er tale om en meget lille betydning for fysikoverslaget, da der er tale om landbrugsjord. Det skal dog samtidig fremhæves, at permanente eller midlertidige ekspropriationer udgør et indgreb i den private ejendomsret, hvorfor der i en eventuel senere fase for projektet bør ske en revurdering af arealbehovet for den pågældende lokalitet.

### **3.7 Opsamling**

Den eksterne kvalitetssikring af VVM-redegørelsen, udvalgte dele af det omfattende tekniske grundlag for projektet samt de forelagte supplerende informationer fra Banedanmark og deres tekniske rådgivere vedrørende de tekniske løsninger for de udvalgte 13 broer kan opsummeres i følgende konklusioner:

- Projektgrundlaget for broløsningerne vurderes samlet set at være konsistent og på det *niveau og afklaringsstade*, der med rette kan forventes for en VVM-undersøgelse.
- Projektet omfatter blandt andet en række *forudsætninger og antagelser* vedrørende grænseflader til Signalprogrammet og en eventuel fremtidig hastighedsopgradering, geologiske og hydrologiske forhold, funderingsmæssige forhold og behovet for dispensationer i forhold til fritrumskrav. Det er i lyset af projektets stadi den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at disse forudsætninger og antagelser er rimelige og realistiske. Det har dog ikke på det foreliggende grundlag været muligt at foretage en vurdering af, hvorvidt alle de til projektet gjorte antagelser og forudsætninger er fuldt og tilstrækkeligt afspejlet i risikoanalysen, idet der ikke foreligger referater fra de gennemførte risikoworkshops og beskrivelsen af de identificerede risici er forholdsvis kortfattet. Det anbefales, at der etableres en oversigt over projektets samlede forudsætninger og anbefalinger forud for eller i forbindelse med opstart af en eventuel næste fase for projektet, så det kan sikres, at der på behørig vis tages højde for de afledte risici og følsomheder.
- Der vurderes at være konsistens i tilgang og undersøgelsesniveau for de tre undersøgelseskategorier på tværs af projektets fem tekniske rådgivere. Det vurderes desuden på baggrund af de 13 udvalgte broer, at de *tekniske løsninger* er tilstrækkeligt afdækkede og realistiske. Den eksterne kvalitetssikring har i forbindelse med gennemgangen af

de udvalgte broer identificeret konkrete risikoforhold og besparelspotentialer. Der er omtalt i henholdsvis kapitel 4 og kapitel 7.

- Den eksterne kvalitetssikring vurderer, at projektets forudsætninger og antagelser vedrørende de *banetekniske forhold* og den afledte håndtering af grænsefladerne mellem elektrificeringen af strækningen og henholdsvis Signalprogrammet og hastighedsopgraderingen af strækningen er håndteret hensigtsmæssigt.
- Omkring *forsyningsforhold* kan den eksterne kvalitetssikring konstatere, at de gennemførte analyser vedrørende de valgte strømforsyningsstationer viser, at det forudsatte system opfylder de relevante normkrav for normale og reducerede driftssituationer. Den valgte tilgang til håndtering af grænsefladen mellem projektets anlægsarbejder og eksisterende rør, kabler og ledninger i jorden langs den eksisterende bane, tages til efterretning, idet omkostninger til omlægning af eksisterende forsyningsledninger forudsættes afholdt efter gæsteprincippet<sup>2</sup>.
- I forhold til de *miljømæssige konsekvenser* af projektet har den eksterne kvalitetssikring fundet anledning til at fremhæve en række forhold og risici i de forudsætninger og antagelser vedrørende grundvand, forurennet jord, farlige stoffer og omfanget af arbejdsarealer ved ét af de undersøgte brosteder. Den eksterne kvalitetssikring anerkender den valgte fremgangsmåde, men opfordrer til, at disse forhold revurderes i forbindelse med opstarten af projektets næste fase.

På denne baggrund er det den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at de tekniske løsninger er tilstrækkeligt afdækkede, realistiske og konsistent håndteret på tværs af de involverede rådgivere.

---

<sup>2</sup> Gæsteprincippet betyder, at det er den enkelte ledningsejer, der afholder omkostningerne, hvorfor dette forhold ikke har økonomiske konsekvenser for projektet.

## 4 Anlægsbudgettet

Formålet med dette kapitel er at vurdere anlægsmyndighedens basisbudget, herunder foretage en vurdering af, om forudsætningerne er relevante og dokumenteret. Vurderingen er gennemført ved:

- Gennemgang af det samlede prismæssige grundlag, herunder anvendelsen af erfaringsbaserede tillæg.
- Uddybende gennemgang af områder, der efter den eksterne kvalitetssikrings opfattelse er særlig risikobetonede.
- Stikprøvegennemgang af priser og mængder.
- En vurdering af den til projektet hørende risikoanalyse, herunder sammenligning af projektets risikoværdi med størrelse af korrektionstillægget.

Den eksterne kvalitetssikring har taget afsæt i anlægsbudgettet med tilhørende dokumentation i form af prisreferencer og underliggende tekniske beskrivelser. Der er desuden gennemført flere møder med Banedanmark, herunder blandet andet vedrørende grundlaget for de oprindeligt anvendte EKB-satser, rationale for risikorelaterede sumposter og tilgangen til risiko-processen. Kvalitetssikringen er desuden understøttet af en løbende afklaring mellem Banedanmarks projektledelse og den eksterne kvalitetssikring.

Det bør indledningsvis bemærkes, at omkostningerne til selve kørestrømsanlægget er baseret på den indgåede kontrakt med Aarsleff og Siemens, hvorfor grundlaget for disse omkostninger ikke har indgået i den eksterne kvalitetssikring.



#### 4.1 Ankerbudgettet

Det samlede fysikoverslag for elektrificering af strækningen fra Aarhus til Lindholm udgør, jf. tabel 6 nedenfor, 2.020 mio. kr., hvilket svarer til en totaludgift, inklusive K2a og K2b, på 2.576 mio. kr. ekskl. moms.

Tabel 6. Samlet oversigt over anlægsbudgettet (mio. kr.)

Hovedposter	Total	Broer	EPAS	Andre forberedende arbejder	Kommunale bro-alternativer	Allerede afholdte udgifter
1 – Sporanlæg	49,83	49,83	-	-	-	-
2 – Anlægsarbejder	144,09	144,04	0,04	-	-	-
3 – Broer og konstruktioner	281,08	281,08	-	-	-	-
4 – Kørestrøm	674,97	-	674,67	-	-	-
5 – Stærkstrøm	114,83	0,65	43,94	70,25	-	-
6 – Sikring og fjernstyring	20,34	6,29	-	13,95	-	-
7 – Tele	0,80	0,80	-	-	-	-
8 – Bygninger	4,20	4,20	-	-	-	-
9 – Arealer	96,74	10,14	-	86,59	-	-
10 – Forst	21,68	-	-	21,68	-	-
11 – Andet	131,77	25,77	-	106,00	-	-
12 – Tværgående omkostninger	454,39	200,03	106,19	74,62	-	73,55
<b>Fysikoverslag</b>	<b>2.114,47</b>	<b>722,83</b>	<b>825,14</b>	<b>373,08</b>	<b>119,87</b>	<b>73,55</b>
EKB (0%)	0	0	0	0	0	-
<b>Basisoverslag (Fysikoverslag + EKB)</b>	<b>2.114,47</b>	<b>722,83</b>	<b>825,14</b>	<b>373,08</b>	<b>119,87</b>	<b>73,55</b>
Korrektionstillæg K2a (10 %)	194,62	72,28	82,51	37,31	2,52*	-
<b>Ankerbudget (Basisoverslag + K2a)</b>	<b>2.309,09</b>	<b>795,11</b>	<b>907,65</b>	<b>410,39</b>	<b>122,39</b>	<b>73,55</b>
Korrektionstillæg K2b (20 %)	389,24	144,56	165,02	74,62	5,04*	-
<b>Totaludgift (Ankerbudget + K2b), ekskl. moms</b>	<b>2.698,33</b>	<b>939,67</b>	<b>1.072,67</b>	<b>485,01</b>	<b>127,43</b>	<b>73,55</b>

\*For flere af de broer, der udføres af kommunerne selv, har Banedanmark ikke tillagt K2a og K2b, da reserverne på 30 procent er indeholdt i fysikoverslaget, som Banedanmark betragter som værende en fastprisaftale med den enkelte kommune.

Som det fremgår af tabel 6, består anlægsoverslaget af en række underområder, der hver især er prissat i forhold til de relevante hovedposter i Banedanmarks overslagssystem.

Underområderne *broer* og *kommunale broalternativer* omfatter omkostningerne til arbejder på i alt 52 broer på strækningen fra Aarhus til Lindholm, der berøres af projektet. Udsondringen af anlægsbudgettet i underområdet *kommunale broalternativer* skyldes, at Banedanmark som led i VVM-undersøgelsen har haft dialog med de berørte kommuner langs strækningen. Dialogen har blandt andet omfattet løsningsmuligheder for de eksisterende krydsninger af banen. Dette har ført til seks alternative løsninger, hvor den berørte kommune har foreslået etablering af en ny krydsning et andet sted til erstatning af en eksisterende bro eller har ønske om opgradering af kapaciteten for de nyetablerede broer, som Banedanmark har planlagt udført. Såfremt de kommunale alternativer indebærer øgede anlægsomkostninger forudsætter valget af disse alternative løsninger kommunal medfinansiering. Anlægsoverslaget omfatter således udelukkende Banedanmarks finansiering af de foreslåede løsninger.

Banedanmarks maksimale andel af finansieringen af de kommunale alternativer på samlet set 118 mio. kr. omfatter en form for reserver på i alt 23 mio. kr. Fordelingen af finansieringen til de kommunale alternativer kan ses i tabel 7 nedenfor.

Tabel 7. Kommunale tilvalg (mio. kr.)

Beliggenhed	Ansvarlig for udførelse	Fysikoverslag	Heraf reserve
Faurskov, Randers og Mariagerfjord Kommune	Banedanmark	28 mio. kr.	Ingen
Rebild Kommune	Ikke afklaret	32 mio. kr.	7,4 mio. kr.
Aalborg Kommune	Aalborg Kommune	70 mio. kr.	16,2 mio. kr.
Yderligere reserve for at afspejle dialog med kommunerne			1,5 mio. kr.
<b>Sum</b>		<b>130 mio. kr.</b>	25,1 mio. kr.

Reserven på de cirka 25,1 mio. kr., der er indregnet direkte i fysikoverslaget for de broer, som kommunerne (potentielt) selv udfører, skyldes, at Banedanmark efter det oplyste i dialogen med kommunerne har taget afsæt i totaludgiften. Det vil sige, at de overslag og dermed tilskud fra Banedanmark, der er præsenteret for kommunerne er inklusive K2a- og K2b-tillæg. Dette er dog ikke eksplicit kommunikeret til kommunerne, hvorfor Banedanmark vurderer, at det er mest retvisende at indregne de summer, der er drøftet med kommunerne i det anlægsbudget, der forelægges til politisk behandling. Dette er ligeledes årsagen til den yderligere reserve på 1,5 mio. kr., der er indeholdt i anlægsbudgettet for de kommunale broer. Det er den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at denne fremgangsmåde *ikke* er i overensstemmelse med principperne for NAB. Dette skyldes, at K2a- og K2b-korrektionstillægget i principperne for NAB betragtes som en reserve, der udelukkende allokeres til projektet, såfremt der viser sig behov for dette som følge af uforudsete forhold.

Banedanmark har i forbindelse med den eksterne kvalitetssikring fremhævet, at de er opmærksomme på den manglende overensstemmelse med principperne for NAB i den valgte fremgangsmåde. Banedanmark vil på denne baggrund søge at sikre, at de endelige aftaler med kommunerne ikke omfatter de indregnede tillæg.

Ovenstående skal desuden ses i lyset af, at cirka 64 af de 120 mio. kr., der er allokeret til arbejder i forbindelse med kommunale alternativer, er forbundet med broer, der ligger i Aalborg Kommune. Banedanmark har oplyst, at det endelige antal broer, hvor arbejderne overdrages til Aalborg Kommune som følge af kommunens ønsker om alternativer, ikke er endeligt fastlagt. De 64 mio. kr. er således udtryk for en worst case-betragtning. Den eksterne kvalitetssikring forudsætter, at aftalerne med Aalborg Kommune og Rebild Kommune lukkes inden den politiske behandling af anlægsoverslaget, og at omfanget af de tillagte reserver til kommunerne i givet fald justeres i overensstemmelse med disse aftaler og afspejler principperne for NAB.

Det samlede anlægsoverslag omfatter desuden omkostninger til:

- Etablering af kørestrømsanlægget (EPAS), som omfatter omkostninger til etablering af master, kabler mv. Omkostningerne er baseret på kontrakten for elektrificeringsarbejdet indgået med Aarsleff og Siemens og har på denne baggrund ikke været omfattet af den eksterne kvalitetssikring.

- Andre forberedende arbejder, som omfatter arbejder, der er relateret til men ikke omfattet af kontrakten for etablering af kørestrømsanlægget. Disse omkostninger er relateret til stærkstrømsanlæg, herunder forsyningsledninger mv., omkostninger til ekspropriationer samt rydning af skovarealer og beplantning. Desuden omfatter denne del af budgettet en særlig risikopost, der har til formål at tage højde for en række usikkerheder forbundet med estimatet for forberedelsesarbejderne i form af primært broændringer.
- Allerede afholdte udgifter omfatter projektets andel af administrationen af det samlede elektrificeringsprogram og har som omkostningerne til EPAS ikke været omfattet af den eksterne kvalitetssikring.

Ankerbudgettet er udarbejdet ved hjælp af Banedanmarks overslagssystem på baggrund af mængder beregnet ud fra de valgte tekniske løsninger og enhedspriser fra Banedanmarks og Vejdirektoratets prisbibliotek for tidligere gennemførte anlægsarbejder. Som følge af tilgangen til de tekniske undersøgelser er det kun meget begrænsede dele af anlægsoverslaget, der udgøres af sumposter. Den eksterne kvalitetssikring har på denne baggrund ikke fundet anledning til at rejse spørgsmål eller kommentarer til anvendelsen af sumposter.

### **Enhedspriser**

I henhold til retningslinjerne i ny anlægsbudgettering skal der ved udarbejdelse af ankerbudgettet i videst muligt omfang anvendes erfaringsbaserede enhedspriser, der baseres på realiserede priser fra sammenlignelige projekter. Den eksterne kvalitetssikring har gransket de anvendte pris- og mængdeforudsætninger for anlægsoverslaget. I forbindelse med den eksterne kvalitetssikringsgennemgang er der konstateret enkelte mindre poster, hvor der ikke er indsat reference til et bagvedliggende prisbibliotek. Der er dog tale om så forholdsvis få og omkostningsmæssigt begrænsede poster, at den eksterne kvalitetssikring ikke har fundet anledning til at forfølge disse forhold yderligere.

På denne baggrund er det den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at de anvendte enhedspriser er gyldige, idet der er tale om erfaringsbaserede enhedspriser, der stammer fra sammenlignelige projekter.

### **Arbejdsplads**

Det bemærkes, at udgifterne til arbejdsplads er estimeret for hvert enkelt broarbejde som en procentdel af summen af hovedposterne 1-11 for den enkelte bro. Den anvendte procentdel varierer mellem 8 og 12,5 procent på tværs af de forskellige broer. Banedanmark har oplyst, at de anvendte procentsatser er udtryk for et konkret skøn fra den enkelte rådgiver baseret på den enkelte lokalitet og karakteren af anlægsarbejderne. De anvendte procentsatser er desuden i flere tilfælde valideret af Banedanmark. Den eksterne kvalitetssikring har sammenlignet de anvendte procentsatser på tværs af rådgivere og brokategorier og har ikke identificeret tegn på, at eksempelvis én specifik rådgiver konsekvent har anvendt en høj eller lav procentsats. Det er derfor den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at de anvendte procentsatser for opgørelse af omkostningerne til arbejdsplads er baseret på konkrete skøn for de enkelte lokaliteter.

### **Efterkalkulationsbidrag (EKB) og risikoposter i budgettet<sup>3</sup>**

<sup>3</sup> EKB er indføjet som led i ny anlægsbudgettering for at minimere risikoen for underbudgettering. Der har historisk set været en tendens til systematisk undervurdering af de fysiske mængder. Dette forsøges minimeret ved at tillægge fysikoverslaget et procenttillæg kaldet EKB.

Banedanmarks tilgang til anvendelse af EKB og risikoposter i anlægsoverslaget er *revideret* under kvalitetssikringsprocessen.

Det første anlægsoverslag, der blev forelagt den eksterne kvalitetssikring, omfattede EKB på mellem 6 og 20 procent på samtlige hovedposter med undtagelse af post 9 og 12, hvilket er i overensstemmelse med retningslinjerne fra Transport-, Bygnings- og Boligministeriet. Værdien af de tillagte EKB udgjorde i det oprindelige budget 42 mio. kr. svarende til 7,1 procent af fysikoverslaget for broerne. Banedanmark har oplyst, at de anvendte EKB-satser for broarbejder og andre forberedende arbejder er fastlagt i samarbejde med Vejdirektoratet på baggrund af udførte broprojekter på vejområdet. Herefter er satserne blevet verificeret på baggrund af 339 brofornyelsesprojekter, som Banedanmark har gennemført siden 2010.

Banedanmark havde desuden i det oprindelige anlægsoverslag indkalkuleret tre risikoposter under *andre forberedende arbejder* med en værdi på samlet set 120 mio. kr. Disse risikoposter havde til formål at omfatte usikkerheder i forhold til:

- Udførelsesforhold og stadeplanlægning (40 mio. kr.)
- Broernes tilstand (20 mio. kr.)
- Manglende dispensationer (60 mio. kr.).

Det er den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at kombinationen mellem anvendelse af EKB og de tre risikoposter sammenholdt med indholdet af risikoanalysen *ikke* er i overensstemmelse med principperne for ny anlægsbudgettering. Dette skyldes for det første, at det ikke er godtgjort, i hvilket omfang risikoen i forbindelse med udførelsesforhold og stadeplanlægning er omfattet af den mængdeusikkerhed, der allerede er taget højde for i det samlede basisoverslag med anvendelse af EKB på 20 procent på post 2 – Anlæg. For det andet, at de tre risici ikke vurderes at være afgrænset til særlige konstruktioner opgjort på baggrund af ekspertskøn eller benchmarks. For det tredje, at det ikke er godtgjort, om de korrelerede risici tilsvarende er nedjusteret i risikoanalysen, og i hvilken grad der er overlap mellem de risici, der er optaget i basisbudgettet, og de risici, der er omfattet af risikoanalysen.

Den eksterne kvalitetssikring fremførte desuden, at de tre risikoposter ikke vurderes at have karakter af konkrete ekstraordinære risici, idet eksempelvis risikoen i forbindelse med manglende dispensation for banenormer typisk optræder i anlægsprojekter af denne karakter og således også er et tema omfattet af risikoanalysen i VVM-undersøgelsen for en ny bane over Vejle Fjord.

Som følge af ovenstående kommentarer fra den eksterne kvalitetssikring har Banedanmark ændret tilgangen til anvendelse af EKB og risikoposter, så det ligger indenfor rammerne af Ny Anlægsbudgettering.

Det senest modtagne anlægsoverslag indeholder således *ikke* længere EKB og flere forskellige sumposter for mængdeusikkerheder for broarbejderne. De tre oprindelige risiko/usikkerhedsposter er samlet til én post på 106 mio. kr., som efter det oplyste er baseret på en estimeret risikoværdi på 2 mio. kr. per brosted, der omfatter de tre oprindeligt udvalgte risikoområder. Banedanmark har i forbindelse med den eksterne kvalitetssikring forelagt et notat, der beskriver baggrunden for estimatet på de 2 mio. kr. per brosted. En del af estimatet, der omfatter udførelsesforhold og stadeplanlægning, er baseret på erfaringerne fra hastighedsopgraderingen fra Hobro til Aalborg (som dog endnu ikke er gennemført) og elektrificeringen fra Esbjerg til

Lunderskov (der er under udførelse), hvor et ændret spærringsmønster har medført – eller forventes at medføre – meromkostninger på henholdsvis 70.000 kr. og 2 mio. kr. per brosted. Desuden viser erfaringer fra de to projekter, at blødbundsforekomster kan medføre meromkostninger i størrelsesordenen mellem 50.000 og 1 mio. kr. per brosted. Det fremsendte risikonotat redegør ikke nærmere for, hvordan de konkrete erfaringer er anvendt, og hvilke andre forudsætninger der ligger bag estimatet på de 2 mio. kr. per brosted.

Den eksterne kvalitetssikring har derfor på baggrund af afklaringsstadiet for det foreliggende beslutningsgrundlag, Banedanmarks opstilling af risici, der er omfattet af estimatet, og Mott MacDonalds erfaringer fra tilsvarende projekter på verdensplan foretaget en vurdering af den anvendte tilgang og estimatets størrelse. Det er den eksterne kvalitetssikringsvurdering, at sumpostens størrelse er opgjort på et spinkelt erfaringsgrundlag, da det er baseret to projekter, som ikke er fuldt ud realiseret. Ligeledes påvirkes estimatets robusthed af en meget stor variation i risikoværdierne. Endelig er det ikke med afsæt i det forelagte informationsgrundlag ikke muligt at vurdere erfaringerne fra de udvalgte projekters kvalitet og dermed pålidelighed.

Størrelsen af den samlede risikoværdi, der er indregnet i budgettet udgør samlet set cirka 16 procent af fysikoverslaget for de broer, der skal udføres af Banedanmark. Henset til omfanget af de risici, der er omfattet af sumposten, vurderes dette at være lavt sat. Den eksterne kvalitetssikring anerkender dog Banedanmarks skøn og det forhold, at der som led i ændringen er valgt det mest komplekse og dyreste alternativ for bro 20888. Dette har medført en forøgelse af det samlede fysikoverslag med cirka 70 mio. kr. og har dermed reduceret den samlede risikoprofil for projektet.

Den oprindelige tilgang med anvendelse af EKB og tre sumposter for risiko i det oprindelige anlægsoverslag medførte en usikkerhedsværdi på 162 mio. kr., mens den nuværende sumpost for risici sammenholdt med valget af en mindre risikabel broløsning indebærer en samlet værdi på 176 mio. kr. Der er således tale om en samlet forøgelse af anlægsoverslaget med cirka 14 mio. kr. som følge af den ændrede tilgang og en reduktion af usikkerhedsniveauet som følge af den valgte løsning for bro 20888. Der vurderes således at være tale om et større sikkerhedsniveau i anlægsoverslaget.

Det er den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at den anvendte fremgangsmåde – trods de identificerede svagheder – er acceptabel indenfor rammerne af principperne for ny anlægsoverslag. Dette skyldes, at det potentielle overlap mellem risikoposten og EKB er fjernet, da Banedanmark *ikke* længere anvender EKB på posterne vedrørende broarbejderne. Ligesom Banedanmark har revideret risikoanalysen, så der efter det oplyste *ikke* er overlap mellem de risici, der er omfattet af sumposten i anlægsoverslaget, og omfanget af de risici, der er medtaget i risikoanalysen. Den eksterne kvalitetssikring finder dog anledning til at anbefale, at Banedanmark fremadrettet anvender en mere metodisk underbygget tilgang til pris-sætning og indregning af projekternes usikkerheder og konkrete risici. En sådan tilgang kan med fordel tage afsæt i erfaringsbaserede EKB, som justeres i forhold til det konkrete projekt, hvor projektets niveau og afklaringsstadiet sammenholdes med niveau og afklaringsstadiet for erfaringsgrundlaget og eventuelt justeres yderligere i lyset af særlige risikofaktorer.

Det skal afslutningsvis fremhæves, at overslaget fra Banedanmark på de 106 mio. kr. er baseret på 53 broer. Den eksterne kvalitetssikring kan dog

udelukkende få det til 51 broer, hvor arbejderne skal udføres af Banedanmark. Potentielt er dette antal lavere, idet der, jævnfør ovenfor, udestår en endelig afklaring af, hvor mange arbejder, der udføres af Aalborg Kommune indenfor de cirka 64 mio. kr., der p.t. er allokeret i budgettet til dette formål.

I forhold til anlægsbudgettet for kørestrømsanlægget er de kontraktfastsatte mængder fra elektrificeringen af strækningen Esbjerg-Lunderskov tillagt en form for korrektionsfaktor på 33 procent, hvilket svarer til 177 mio. kr. Den anvendte procentsats er efter det oplyste fra Banedanmark baseret på en opgørelse af de mængdemæssige ændringer under udførelsen af elektrificeringen på strækningen Esbjerg-Lunderskov. Jævnfør et forelagt notat har Banedanmark med udgangen af 2016 godkendt ændringer og krav fra kørestrømsentreprenøren Aarsleff-Siemens svarende til en udvidelse af det oprindelige anlægsbudget på 44,6 procent. Det er Banedanmarks forventning, at en række af disse fordyrende forhold vil gøre sig gældende for elektrificeringen fra Aarhus til Lindholm. Dette omfatter blandt andet anvendelse/fortolkning af eksisterende normer og erkendte dataudfordringer i Banedanmark. En række forebyggende tiltag planlægges iværksat, hvilket er begrundelsen for, at der ikke tillægges de fulde 44,6 procent i forventet mængdeusikkerhed, men derimod blot 33 procent.

Den eksterne kvalitetssikring tager disse erfaringer og vurderinger til efterretning, men finder dog samtidig anledning til at fremhæve, at en mængdeusikkerhed i en indgået kontrakt på 33 procent må betragtes som værende meget stor.

#### **4.2 Stikprøvegennemgang**

Den eksterne kvalitetssikring har gennemført en stikprøvevis gennemgang af anlægsoverslaget, hvor sammenhængen mellem de prissatte mængder og det tekniske grundlag kontrolleres. Som følge af at projektet består af en lang række broer, er der taget afsæt i de 13 broer, der også blev udvalgt til gennemgang i forbindelse med kvalitetssikringen af de tekniske løsninger, jf. kapitel 3, tabel 4 ovenfor. Desuden er der foretaget en vurdering af det mængdemæssige grundlag for *andre forberedende arbejder*. Denne tilgang betyder, at stikprøvegennemgangen reelt omfatter samtlige projektets hovedposter.

### Udvalgte brosteder

Som det fremgår af tabel 8 nedenfor, er der for flere af de udvalgte broer konstateret enten uoverensstemmelse mellem mængder anført i budgettet og mængder anført i den tekniske dokumentation, eller generelt manglende sporbarhed i mængdeangivelserne.

Tabel 8. Stikprøvegennemgang af brosteder

Bro	Fysik- overslag (mio. kr.)	Andel af omkostnin- ger til broer	Samlet vurdering	Bemærkninger
20888	108,08	14,95 %	Gyldig	
20908	29,21	4,04 %	Ugyldig	Jord- og skærvemængder kan ikke spores.
20950	43,39	6,00 %	Ugyldig	Jordmængder kan ikke spores.
20966	11,31	1,56 %	Gyldig	
20992	19,04	2,63 %	Gyldig	
20994	31,29	4,33 %	Ugyldig	Adskillige af de mængder, der er angivet i anlægsoverslaget, svarer ikke til de mængder, der fremgår af det tekniske grundlag for broen.
21034	2,54	0,35 %	Gyldig	
21108	11,96	1,65 %	Gyldig	
21110	5,70	0,79 %	Ugyldig	Skærvemængder kan ikke spores.
21114	11,74	1,62 %	Gyldig	
21148	19,35	2,68 %	Gyldig	
21161	2,30	0,32 %	Gyldig	
21198	91,26	12,63 %	Gyldig	

Af de samlet set fire identificerede ugyldige anlægsbudgetter for udvalgte broer skyldes de tre af dem manglende sporbarhed mellem de i anlægsbudgetterne angivne jord- og/eller skærvemængder. Det har således ikke været muligt at verificere de angivne mængder i den udleverede tekniske dokumentation. Den eksterne kvalitetssikring kan konstatere, at størstedelen af de i anlægsoverslaget anvendte mængder er baseret på rådgivernes digitale modeller. Sammenholdt med rådgivernes normale praksis for kontrol af deres leverancer og det forhold, at der er tale om mindre dele af anlægsbudgetter, der udgør en meget begrænset andel af det samlede anlægsbudget for broer, er det vores vurdering, at der er tale om mangler, der ikke har betydning for det samlede anlægsoverslag. Det forudsættes dog, at Banedanmark eller deres rådgivere foretager en afsluttende kontrol af de anvendte mængder for de tre broer.

Det fjerde ugyldige anlægsbudget vedrører bro 20994, hvor der er konstateret en række uoverensstemmelser mellem de i anlægsbudgettet anvendte mængder og de mængder, der er angivet i den bagvedliggende tekniske dokumentation. Disse uoverensstemmelser omfatter blandt andet asfaltmængder og mængder relateret til ny vejbefæstelse. Da der er tale om meget begrænsede økonomiske konsekvenser for det samlede anlægsbudget, er det vores vurdering, at det er tilstrækkeligt, at Banedanmark eller deres rådgiver gennemfører en afsluttende kontrol af dette forhold.

### Andre forberedende arbejder

Resultatet af den eksterne kvalitetssikring af sammenhængen mellem de prissatte mængder og den underliggende dokumentation for *andre forberedende arbejder* fremgår af tabel 9 nedenfor.

Tabel 9. Stikprøvegennemgang af poster under *andre forberedende arbejder*

Post	Udgift (mio. kr.)	Samlet vurdering	Bemærkninger
BPU	29	Ugyldig	Fejl i enhedspris – rettet sidenhen.
Last mile-fiber	13	Gyldig	Dokumentation for beløbets oprindelse er forelagt den eksterne kvalitetssikring.
Investeringsbidrag (Energinet.dk)	28	Gyldig	Dokumentation for beløbets oprindelse er forelagt den eksterne kvalitetssikring.
Ekspropriation (boliger, der påvirkes af magnetfelt)	69	Gyldig	
Rydning	11	Gyldig	

Den eksterne kvalitetssikrings gennemgang har udelukkende konstateret en enkelt fejl, der er blevet rettet i forbindelse med den seneste revision af anlægsoverslaget. Den eksterne kvalitetssikring har derfor ikke supplerende bemærkninger til de prissatte mængder under *andre forberedende arbejder*.

Samlet har den stikprøvemæssige gennemgang af de anvendte mængder identificeret flere ugyldige forhold i form af fejl eller manglende sporbarhed af de anvendte mængder i den underliggende tekniske dokumentation. Da der dog er tale om meget begrænsede økonomiske konsekvenser for det samlede anlægsbudget, er det vores vurdering, at det er tilstrækkeligt, at Banedanmark eller deres rådgiver gennemfører en afsluttende kontrol af de identificerede forhold

### 4.3 Usikkerhed og risici

Dette afsnit omfatter en vurdering af resultatet af projektets risikovurdering, herunder den anvendte proces, de identificerede risici og risikoanalysens understøttelse af det fremadrettede projektarbejde.

Den eksterne kvalitetssikring er baseret på risikologgen for projektet, notat vedrørende risikoprocessen og tilgangen til bestemmelse af risikoværdi samt møder med Banedanmark om risikoanalysen som helhed.

#### Risikoprocessen

Banedanmark har oplyst, at risikoanalysen for projektet blev indledt med en risikoworkshop umiddelbart efter opstart af VVM-undersøgelsen. Banedanmarks projektledelse og projektlederne for de fem tekniske rådgivere deltog i den indledende risikoworkshop. Risikoanalysen tog afsæt i erfaringer fra tidligere projekter og havde til formål at identificere de risici, der typisk optræder i denne projekttype. Det blev på workshoppene ligeledes vurderet, i hvilket omfang det er realistisk, at disse optræder i nærværende projekt. Der er *ikke* forelagt dokumentation vedrørende denne indledende workshop, herunder mødereferat og det erfaringsbaserede materiale, der dannede grundlag for workshoppene. Det er således ikke muligt for den eksterne kvalitetssikring at forholde sig til indholdet af grundlaget for og resultatet af den indledende risikoworkshop.



Banedanmark har oplyst, at risikoanalysen blev revurderet og opdateret få måneder før de tekniske rådgiveres aflevering af anlægsoverslag for de enkelte brosteder. Deltagerkredsen bestod igen af Banedanmarks projektledelse og projektlederne for de fem tekniske rådgivere. Risikoanalysen tog efter det oplyste afsæt i de enkelte rådgiveres identifikation af risici relateret til de broprojekter, de er ansvarlige for. Risikoworkshoppen blev anvendt til drøftelse af, om de konkrete risici er gældende for blot enkelte broer, eller om der er tale om risici, der er gældende for størstedelen af alle broer. Generelle risici er blevet optaget i risikologgen, hvorimod risici relateret til specifikke broer, med få undtagelser, er udeladt. Den største risikoværdi i risikoregistret er dog relateret til én specifik bro, jf. tabel 10 nedenfor.

De identificerede risici er struktureret i en risikolog, der er udarbejdet i værktøjet Ramrisk. Der er identificeret i alt 43 risici, som alle består af en risikobeskrivelse, -årsag og -effekt, samt angivelse af intervaller for sandsynlighed og økonomisk konsekvens. Banedanmark har oplyst, at sandsynlighed og konsekvens er fastlagt på baggrund af konsensus blandt workshopdeltagerne. Det skal for en god ordens skyld fremhæves, at flere af de identificerede risici reelt ikke indeholder en økonomisk værdi og således må betragtes som værende ikke-aktuelle. Alternativt indikerer der manglende angivelse af sandsynlighed og konsekvens for de pågældende risici, at der ikke er foretaget en fuldstændig analyse af de til projektet hørende risici, hvilket kan indebære en barriere for effektiv realisering af projektet.

Som led i den eksterne kvalitetssikring har Banedanmark gennemført en opdatering af risikoregistret. Dette er sket som led i introduktionen af risikosumposten på 2 mio. kr. per bro i anlægsbudgettet. Her er en række risici i risikoregistret blevet revideret som følge af sumposten i budgettet. Konkret har dette ført til, at den samlede risikoværdi er blevet reduceret med cirka 40 procent. Det bør nævnes, at denne revision er sket uden involvering af de tekniske rådgivere.

Det er den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at det ikke tydeligt fremgår, hvorvidt der på den første risikoworkshop blev foretaget en fuldstændig afdækning af relevante risici, og i hvilket omfang arbejdet har ført til mitigerende tiltag i den efterfølgende projektering. Vedrørende den anden risikoworkshop er det den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at der er en risiko for, at flere risikoværdier er for lave, set i lyset af at 52 brosteder potentielt bliver berørt. Som eksempel kan nævnes risikoen for omprojektering, der, jf. tabel 10, har en maksimal risikoværdi på 6 mio. kr. Det er den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at der er risiko for, at der fremadrettet opstår behov for omprojektering for en eller flere brosteder, der samlet set beløber sig til væsentligt mere end de 6 mio. kr., der udgøres af den maksimale risikoværdi. Slutteligt vurderes det, at den manglende involvering af tekniske rådgivere ved den seneste revision af risikoanalysen udgør en risiko for, at de reviderede risikoværdier er fastlagt på et ufuldstændigt grundlag.

### **Væsentligste risici**

De største risici (baseret på risikoværdi) og den vægtede risikoværdi sammenholdt med værdien af K2a er opsummeret i tabel 10 nedenfor.

Tabel 10. Oversigt over største risici

	Risikoværdi (mio. kr.)	Sandsynlighed (%)	Konsekvens (mio. kr.)
<b>Sandsynlighedsvægtede værdi for risici</b>	<b>46</b>		
Heraf risiko for ekspropriering af syvetagers bygning	28	10-25	60-200
Heraf manglende vilje fra rådgivere til at afgive bud	3	3-10	20-60
Heraf omprojektering	3	3-10	20-60
Heraf ændring af projektomfang	3	3-10	20-60
<b>NAB-risikoreserve (K2a)</b>	<b>103</b>		
<b>Balance (reserve – risiko)</b>	<b>57</b>		

Som det fremgår af tabellen, overstiger den til projektet allokerede risikoreserve, der består af korrektionstillægget K2a, væsentligt risikomiddelværdien, der følger af projektets risikoanalyse. Dette indikerer umiddelbart en tilfredsstillende økonomisk robusthed overfor de identificerede projektrisici. Risikoreserven er desuden tilstrækkelig robust til at rumme maksimumrisikoværdien, der beløber sig til 82 mio. kr.

I forbindelse med den tekniske granskning er der dog identificeret flere risici, som ikke umiddelbart er omfattet af risikologgen eller risikosumposten, der er indarbejdet i anlægsbudgettet. Det drejer sig om følgende:

- Forekomst og håndtering af forurenede jord i uforudset omfang.
- Forekomst og håndtering af farligt affald i forbindelse med nedrivning af broer.
- Forsinkelse og fordyrelse af projekt som følge af ugunstige vejrforhold.

Det er den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at den samlede risikoværdi, jf. Tabel 10, umiddelbart er meget lav. Dette skyldes primært tilgangen til risikoprocessen, hvor det ikke vurderes at være sandsynliggjort, at der er sket en fuldstændig afdækning af de økonomiske konsekvenser af de enkelte risici. Desuden har den eksterne kvalitetssikring identificeret konkrete risikoforhold, der ikke ses omfattet af den foreliggende risikoanalyse.

### Risikorapporten

Risikorapporten indeholder risikobeskrivelse, sandsynlighed og konsekvens som foreskrevet i principperne for Ny Anlægsbudgettering. Den eksterne kvalitetssikring bemærker, at der kun i meget begrænset omfang er taget stilling til mitigerende tiltag for de enkelte risici. Derudover bemærkes det, at Banedanmarks projektleder figurerer som ejer af samtlige risici og forfatter til størstedelen af opfølgende kommentarer i risikologgen. Disse forhold vurderes at indebære en svækkelse af fundamentet for det fremadrettede arbejde med projektets risici og den samlede reduktion af disse.

### Samlet vurdering og anbefalinger

På baggrund af ovenstående forhold relateret til risikoproces og risikolog, som er en central del af Ny Anlægsbudgettering, er det den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at håndteringen af usikkerheder og risici *ikke* har fået tilstrækkelig fokus under VVM-processen til at understøtte dels en fuldstændig risikoanalyse, dels det fremadrettede arbejde med projektet og dets risici.

Den eksterne kvalitetssikring anbefaler på denne baggrund, at der som det første i en eventuel næste fase for projektet afholdes en ny risikoworkshop med deltagelse af de fem tekniske rådgivere. Workshopen bør have særligt fokus på fastlæggelse af sandsynlighed og konsekvens under hensyntagen til omfanget af potentielt berørte broer. Der bør desuden identificeres konkrete mitigerende tiltag, ligesom den fagdisciplin, der i den fremadrettede projektering bør være ansvarlig for opfølgning på de enkelte risici under detailprojekteringen, bør identificeres.

Forud for gennemførelse af en ny risikoworkshop bør der, jf. anbefalingen i afsnit 3.2, etableres en samlet oversigt over projektets forudsætninger og antagelser.

#### 4.4 Opsamling

Den eksterne kvalitetssikring af det samlede prismæssige grundlag, uddybende gennemgang af særligt risikobetonede områder, stikprøvegennemgang af priser og mængder for 13 udvalgte broer og *andre forberedende arbejder* og den til projektet hørende risikoanalyse og risikoproces samt de forelagte supplerende informationer fra Banedanmark kan opsummeres i følgende konklusioner:

- Den eksterne kvalitetssikring har *ikke* fundet anledning til at rejse spørgsmål eller kommentarer til anvendelsen af *sumposter* i forhold til prissætning af de tekniske løsninger.
- De *anvendte enhedspriser* vurderes at være gyldige, idet der er tale om erfaringsbaserede enhedspriser, der stammer fra sammenlignelige projekter.
- Det er den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at de anvendte procentsatser for opgørelse af *omkostningerne til arbejdsplads* er baseret på konkrete skøn for de enkelte lokaliteter og dermed valide.
- Der er i anlægsoverslaget ikke anvendt EKB i forhold til at inddæmme manglende viden om de fysiske mængder. Banedanmark har derimod indarbejdet en sumpost til *håndtering af konkrete risici og usikkerheder*. Det er den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at denne fremgangsmåde er acceptabel og indenfor rammerne af principperne for ny anlægsbudgettering, når der ikke anvendes EKB-satser i basisbudgettet. Det skal dog samtidig fremhæves, at opgørelsen af værdien af sumposten er baseret på et spinkelt erfaringsgrundlag og ikke eksplicit forholder sig til størrelsen af de forventede usikkerheder. Det er derfor den eksterne kvalitetssikrings anbefaling, at Banedanmark fremadrettet anvender en mere metodisk underbygget tilgang til opgørelse af de mængdemæssige usikkerhed i projektet. En sådan tilgang kan med fordel tage afsæt i erfaringsbaserede EKB, som justeres i forhold til det konkrete projekt, hvor projektets niveau og afklaringsstade sammenholdes med niveau og afklaringsstade for erfaringsgrundlaget og eventuelt justeres yderligere i lyset af særlige risikofaktorer.
- Den valgte fremgangsmåde med indregning af K2a- og K2b-tillæg i den maksimale finansiering til de broer, som Aalborg Kommune og Rebild Kommune potentielt selv udfører, vurderes ikke at være i overensstemmelse med principperne for NAB. Banedanmark har fremhævet, at de er opmærksomme på den manglende overensstemmelse i den valgte fremgangsmåde. Banedanmark vil på denne baggrund søge at sikre, at de endelige aftaler med kommunerne ikke

omfatter de indregnede tillæg. Den eksterne kvalitetssikring forudsætter på denne baggrund, at aftalerne med Aalborg Kommune og Rebild Kommune lukkes inden den politiske behandling af anlægsoverslaget, og at omfanget af de tillagte reserver til kommunerne i givet fald justeres i overensstemmelse med disse aftaler og afspejler principperne for NAB.

- Den eksterne kvalitetssikring finder desuden anledning til at fremhæve, at den indregnede *mængdeusikkerhed for kontrakten på kørestrømsanlægget* vurderes at være meget stor, når der er tale om en allerede indgået kontrakt. Den eksterne kvalitetssikring tager samtidig til efterretning, at usikkerheden er baseret på godkendte ændringer og krav fra elektrificeringen af Esbjerg-Lunderskov.
- Den *stikprøvemæssige gennemgang af mængder* har identificeret flere ugyldige forhold i form af fejl eller manglende sporbarhed af de anvendte mængder i den underliggende tekniske dokumentation. Da der er tale om meget begrænsede økonomiske konsekvenser for det samlede anlægsbudget, er det vores vurdering, at det er tilstrækkeligt, at Banedanmark eller deres rådgiver gennemfører en afsluttende kontrol af de identificerede forhold.
- På baggrund af den gennemførte risikoproces og den foreliggende risikolog, er det den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at *håndteringen af usikkerheder og risici ikke* har fået tilstrækkeligt fokus under VVM-processen til at understøtte dels en fuldstændig risikoanalyse, dels det fremadrettede arbejde med projektet og dets risici. Særligt vurderes risikoanalysen ikke at have sikret et fuldstændigt billede af de samlede risici, idet tilgangen til risikoanalysen ikke har fokuseret på udbredelsen af de enkelte risici i forhold til det samlede antal brosteder. Desuden indeholder risikorapporten ikke en oversigt over mitigerende tiltag for de enkelte risici, hvorfor det vurderes at være vanskeligt at sikre kontinuerlig opfølgning på de enkelte risici i det videre arbejde med projektet.

Den eksterne kvalitetssikring anbefaler på denne baggrund, at der som det første i en eventuel næste fase for projektet afholdes en ny risikoworkshop med deltagelse af de fem tekniske rådgivere. Workshopen bør have særligt fokus på fastlæggelse af sandsynlighed og konsekvens under hensyntagen til omfanget af potentielt berørte broer. Der bør desuden identificeres konkrete mitigerende tiltag og den fagdisciplin, der i den fremadrettede projektering bør være ansvarlig for opfølgning på de enkelte risici under detailprojekteringen. Forud for gennemførelse af en ny risikoworkshop bør der desuden, jf. ovenfor, etableres en samlet oversigt over projektets forudsætninger og antagelser.

På denne baggrund er det den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at det foreliggende anlægsbudget kan betragtes som værende gyldigt. Den eksterne kvalitetssikring har fremhævet en række kritikpunkter i forhold til den gennemførte risikoanalyse og anbefaler, at der for at understøtte projektets fremadrettede forløb gennemføres en fornyet risikoworkshop.

# 5 Samfundsøkonomi

Formålet med dette kapitel er at vurdere den opdaterede samfundsøkonomiske analyse for projektet, herunder gyldigheden af de økonomiske forudsætninger og opgørelsen af projektets cost-benefit-forhold.

Kvalitetssikringen er gennemført på grundlag af notat om ajourføring af den samfundsøkonomiske analyse for strækningen fra Aarhus til Lindholm og de bagvedliggende samfundsøkonomiske beregninger.

## 5.1 Økonomiske forudsætninger

Der er ikke som et led i VVM-analysen gennemført en fuld separat samfundsøkonomisk analyse af projektet. Der blev i 2011 gennemført samfundsøkonomiske beregninger af elektrificeringsprojekterne, der er med i Togfonden DK, herunder strækningen mellem Aarhus og Lindholm. Denne beregning er i 2017 blevet opdateret med seneste tal og priser men er uændret, hvad angår principper og metoder i beregningen.

Da der ikke som led i opdateringen af den samfundsøkonomiske analyse er lavet trafikberegninger og –analyser for elektrificeringen af strækningen, omfatter opdateringen ikke de forventede tidsgevinster som følge af elektrificeringen. Den opdaterede analyse er således begrænset til at være en sammenligning mellem drift med eldrevet materiel og dieseldrevet materiel og de tilhørende anlægsomkostninger, anskaffelses-, drifts- og vedligeholdelsesomkostninger samt miljømæssige konsekvenser. Resultatet af den opdaterede samfundsøkonomiske analyse for projektet kan således ikke anvendes i forbindelse med sammenligning af den forventede samfundsøkonomiske rentabilitet for andre projektyper, der også omfatter eventuelle trafikale gevinster. Det er den eksterne kvalitetssikrings anbefaling, at denne begrænsning eksplicit fremhæves i beslutningsgrundlaget, der forelægges til politisk behandling.

Ved gennemgangen af grundlaget for opdateringen af den samfundsøkonomiske analyse har vi konstateret, at opdateringen er foretaget med afsæt i aktuelle tal og priser, herunder en nettoafgiftsfaktor på 32,5 procent, opdaterede diskonteringsfaktorer og en generel korrektion af prisgrundlaget til 2017-niveau. Den eksterne kvalitetssikring har desuden ikke bemærkninger til de effekter, der indgår i den samfundsøkonomiske beregning.

## 5.2 Cost-benefit-forholdet

I forbindelse med opdateringen er der udført samfundsøkonomiske beregninger for følgende to strækninger:

- Fredericia-Aarhus-Aalborg (Lindholm)
- Fredericia-Aarhus.

Den eksterne kvalitetssikring har i gennemgangen af den samfundsøkonomiske beregning fundet en mindre regnefejl, som efterfølgende er blevet rettet.

Marginaleffekten for strækningen Aarhus-Aalborg (Lindholm) præsenteres som differencen mellem de to beregninger. Analysen viser, at elektrificering af strækningen, isoleret set, ikke er samfundsøkonomisk rentabel, da nutidsværdien er -829 mio. kr. med en intern rente på 2,7 %. Den eksterne

kvalitetssikring finder det relevant at fremhæve, at dette resultat ikke skal betragtes som et endegyldigt bevis på, at projektet ikke er rentabelt.

### 5.3 Opsamling

Den samfundsøkonomiske vurdering af projektet tager afsæt i den oprindelige samfundsøkonomiske analyse af elektrificeringsprojekterne under Togfonden, hvorfor der ikke er gennemført analyse af de trafikale effekter af elektrificeringen af strækningen.

- Den eksterne kvalitetssikring tager den valgte *metode til gennemførelse af samfundsøkonomiske vurderinger* af projektet til efterretning. Dette er begrundet i, at der er tale om en opgørelse af de samfundsøkonomiske effekter for en delmængde af projekterne under Togfonden og at den gennemførte analyse således udelukkende har til formål at muliggøre sammenligning af de enkelte delprojekter. Det er desuden noteret, at metoden er aftalt med Transport- og Bygningsministeriet.
- Den eksterne kvalitetssikring kan konstatere, at den samfundsøkonomiske analyse er blevet opdateret med aktuelle *tal og priser*.
- Den samfundsøkonomiske analyse viser, at elektrificering af strækningen isoleret set ikke er samfundsøkonomisk rentabel, da nutidsværdien er -829 mio. kr. svarende til en intern rente på 2,7 %.

På denne baggrund er det den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at opdateringen af den samfundsøkonomiske analyse er baseret på gyldige forudsætninger og en retvisende opgørelse af projektets cost-benefit-forhold.

# 6 Organisering og finansiering

Formålet med dette kapitel er at foretage en vurdering af den udbudsstrategi, der hører til projektet. Vurderingen er gennemført ved, at den eksterne kvalitetssikring ved kritisk stillingtagen har forholdt sig til, om:

- Der i forbindelse med valget af entrepriseform er taget højde for projektets særlige karakteristika, risikoprofil og leverandørmarkedet.
- Vurderingen af planerne for projektets finansiering i form af den i Principperne for Ny Anlægsbudgettering forudsatte OPP-egnethedsvurdering, og om disse kan betragtes som værende fuldstændige og retvisende.

Vurderingen er gennemført på baggrund af et kortfattet dokument: Notat vedr. udbudsstrategi for elektrificering Aarhus-Lindholm. Dokumentet indeholder en beskrivelse af status for, forudsætninger for anlægsbudgettet og forventninger til den fremadrettede udbudsstrategi for de enkelte projektelementer.

## 6.1 Udbudsstrategi og organisering

Det forelagte notat fastlægger indledningsvis, at der ikke er udarbejdet en udbudsstrategi for de forberedende arbejder i form af broændringer mv. og de forberedende arbejder, der ikke er omfattet af kørestrømskontrakten med Aarsleff-Siemens (andre forberedende arbejder). Etableringen af selve kørestrømsanlægget er omfattet af den allerede indgåede kontrakt med Aarsleff-Siemens, hvorfor denne del af arbejderne ikke er nærmere behandlet i dette afsnit.

Den manglende udbudsstrategi er begrundet i, at der ikke i Banedanmark er tradition for at fastlægge udbudsstrategien i forbindelse med VVM-fasen. Den eksterne kvalitetssikring har desuden ikke fået forelagt en plan for den fremadrettede organisering af projektet internt i Banedanmark, hvilken naturligvis bør ses i tæt sammenhæng med den fremtidige udbudsstrategi for det samlede projekt.

Banedanmark har oplyst, at det er en forudsætning for prissætningen af de forberedende arbejder, at der er tale om isolerede projekter for hvert brosted. Denne fremgangsmåde er valgt for at sikre så stor en frihed som mulig i forhold til den fremadrettede udførelse af arbejderne og dermed også udbudsstrategien. Det forelagte notat beskriver endvidere en forventning om, at de mest komplekse broer vil blive udbudt som selvstændige hovedentrepriser, mens de øvrige broer forventes samlet i pakker af en ikke nærmere defineret størrelse, som forventes udbudt og gennemført i totalentreprise.

Den eksterne kvalitetssikring anerkender den valgte fremgangsmåde, men finder dog anledning til at fremhæve, at der i lyset af den konkrete projekttype vil være en række fordele forbundet med en fastlagt udbudsstrategi på nuværende tidspunkt:

- Realisering af besparelespotentialer, der er forbundet med den valgte prissætningsstrategi, hvor det er forudsat, at de enkelte brosteder udføres som selvstændige entrepriser, jf. kapitel 7.
- Reduktion af de risici, der er forbundet med udførelsesforhold og studeplanlægning, der på nuværende tidspunkt er en del af den risikosum på 2 mio. kr. per brosted, der er indregnet i anlægsbudgettet. På dette område aktualiseres behovet for fastlæggelse af udbudsstrategien af, at der er tale om arbejder på en strækning med et stort koordineringsbehov som følge af en lang række tilgrænsende projekter. Banedanmark har selv i forbindelse med den eksterne kvalitetssikring fremhævet et behov for koordinering med fornyelse og hastighedsopgradering på strækningerne Aarhus-Langå, Langå-Hobro og Hobro-Aalborg, ny bane til Aalborg Lufthavn og tidlig udrulning af Signalprogrammet nord for Hobro.

Ved fastlæggelse af den fremtidige udbudsstrategi og organisering af projektet bør erfaringerne med styring af et stort og komplekst rådgiverteam bestående af fem forskellige tekniske rådgivere tages i betragtning. Den valgte udbudsstrategi bør således afspejle eller understøttes af den valgte interne organisering af projektet, afhængig af hvilke af disse to forhold der fastlægges først.

De skitserede forventninger om opsplitting af projektet i en række hovedentrepriser for de mest komplekse brosteder og pakker bestående af flere brosteder, der udbydes i totalentreprise, må forventes at stille særlige krav til bygherreorganisationen. Det anbefales derfor, at organiseringen særligt tager højde for de forskellige krav og opgaver, der er forbundet med at være bygherre for henholdsvis hoved- og totalentrepriser. Hvor bygherrollen ved hovedentrepriser er meget tæt på fastlæggelse af krav til udførelsesmetoder, materialer mv., indebærer opgave- og ansvarsdelingen i totalentrepriser, at en meget stor del af dette ansvar er overdraget til totalentreprenøren og dennes rådgiver. Denne forskel på opgave- og ansvarsfordelingen ved de to entrepriseformer bør af hensyn til en økonomisk effektiv drift af projektet derfor eksplicit afspejles i den interne organisering af projektet.

Afslutningsvis skal det fremhæves, at den valgte udbudsstrategi og organisering naturligvis også bør tage højde for, hvordan indkøbet af de andre forberedende arbejder, der ikke er omfattet af kørestrømskontrakten, kan varetages mest hensigtsmæssigt. Ved fastlæggelse af denne del af udbudsstrategien bør erfaringerne fra tidligere elektrificeringsprojekter naturligvis inddrages.

## **6.2 OPP-egnethedsvurdering**

I forbindelse med den eksterne kvalitetssikring er der ikke forelagt informationer om, hvorvidt der er gennemført en OPP-egnethedsvurdering for projektet. Da projektet skal realiseres i regi af Togfonden, er det den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at det ikke er relevant at gennemføre en selvstændig OPP-egnethedsvurdering for de enkelte projekter.



### 6.3 Opsamling

Den eksterne kvalitetssikring af projektets planer for organisering og finansiering er sket i lyset af, at der ikke på nuværende tidspunkt er udarbejdet en udbudsstrategi for projektet eller er forelagt planer for projektets organisering for den eksterne kvalitetssikring. Den eksterne kvalitetssikring anerkender den valgte fremgangsmåde, men finder dog anledning til at fremhæve, at der i lyset af den konkrete projekttype vil være en række fordele forbundet med en fastlagt udbudsstrategi på nuværende tidspunkt:

- Realisering af besparelespotentialer, der er forbundet med den valgte prissætningsstrategi, hvor det er forudsat, at de enkelte brosteder udføres som selvstændige entrepriser, jf. kapitel 7.
- Reduktion af de risici, der er forbundet med udførelsesforhold og stædeplanlægning, der på nuværende tidspunkt er en del af den risikosum på 2 mio. kr. per brosted, der er indregnet i anlægsbudgettet. På dette område aktualiseres behovet for fastlæggelse af udbudsstrategien af, at der er tale om arbejder på en strækning med et stort koordineringsbehov som følge af en lang række tilgrænsende projekter. Banedanmark har selv i forbindelse med den eksterne kvalitetssikring fremhævet et behov for koordinering med fornyelse og hastighedsopgradering på strækningerne Aarhus-Langå, Langå-Hobro og Hobro-Aalborg, ny bane til Aalborg Lufthavn og tidlig udrulning af Signalprogrammet nord for Hobro.

I forhold til den fremadrettede udbudsstrategi og planerne for projektets organisering anbefaler den eksterne kvalitetssikring, at der tages højde for:

- Erfaringerne med styring af et stort og komplekst rådgiverteam bestående af fem forskellige tekniske rådgivere, således at omfanget af og dermed kompleksiteten i det fremadrettede rådgiverteam reduceres mest muligt.
- Den fremadrettede organisering af projektet bør tilpasses de forskellige krav og opgaver, der er forbundet med at være bygherre for henholdsvis hoved- og totalentrepriser. Hvor bygherrerollen ved hovedentrepriser er meget tæt på fastlæggelse af krav til udførelsesmetoder, materialer mv., indebærer opgave- og ansvarsdelingen i totalentrepriser, at en meget stor del af dette ansvar er overdraget til totalentreprenøren og dennes rådgiver. Denne forskel på opgave- og ansvarsfordelingen ved de to entrepriseformer bør af hensyn til en økonomisk effektiv drift af projektet derfor eksplicit afspejles i den interne organisering af projektet.
- Endelig bør den valgte udbudsstrategi og organisering tage højde for, hvordan indkøbet af de andre forberedende arbejder, der ikke er omfattet af kørestrømskontrakten, kan varetages mest hensigtsmæssigt.

Det er den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at den manglende udbudsstrategi indebærer en barriere for effektiv håndtering og mitigerende af projektets risici vedrørende udførelsesforhold og stædeplanlægning. Det anbefales, at der hurtigst muligt etableres en udbudsstrategi for projektet, og at denne ledsages af en plan for organisering, der understøtter udbudsstrategien og projektets kompleksitet med forventningen om anvendelse af både hoved- og totalentrepriser på tværs af brosteder.

# 7 Mulige besparelser

Formålet med dette kapitel er at vurdere, om de valgte alternativer rent faktisk afspejler det projekt, der som minimum må gennemføres for at opnå de forudsatte effekter. De identificerede besparelsesmuligheder er allerede reflekteret i kapitel 3, 4 og 5 vedrørende tekniske løsninger, anlægsbudgettet og organisering og finansiering. I dette kapitel er disse imidlertid samlet med henblik på at give et overblik over de besparelsesmuligheder, der er identificeret af den eksterne kvalitetssikring.

Vurderingen er gennemført på baggrund af granskning af ankerbudgettet for de opstillede alternativer og en række tekniske dokumenter samt interview og supplerende oplysninger fra Banedanmark og den ene af deres fem tekniske rådgivere.

## 7.1 Tekniske løsninger

I forbindelse med VVM-undersøgelsen er der for de fleste brosteder undersøgt to forskellige løsningsmuligheder for etablering af den fornødne plads til kørestrømsanlægget. I forbindelse med VVM-undersøgelsen er flere af de undersøgte løsningsmuligheder fravalgt som værende ikke realiserbare eller forbundet med meget omfattende risici. Banedanmark har efter det oplyste udarbejdet det foreliggende anlægsbudget med afsæt i de mest realistiske løsningsforslag. Den eksterne kvalitetssikring har dog konstateret særligt to forhold omkring valg af alternativer, som vurderes at indebære et reelt besparelsespotentiale.

### Bro 20888 – Bro L (Bakkevang Haveforening)

For denne bro har Banedanmark, grundet lokalitetens kompleksitet, valgt at prissætte det dyreste alternativ i anlægsoverslaget, hvilket også er den løsning, der indebærer de laveste risici under udførelsesfasen. Som det fremgår af nedenstående oversigt, er der dog væsentlige besparelsespotentialer forbundet med valget af ét af de øvrige undersøgte alternativer, der alle vurderes at være realiserbare.

Tabel 11. Overblik over alternativer for bro 20888

Alternativ	Løsning	Fysikoverslag
1a	Hævning af eksisterende brodæk.	Cirka 28 mio. kr.
1b	Ny bro etableret via spuns-vægge og et betondæk.	Cirka 62 mio. kr.
1c <b>Valgt</b>	Ny bro etableret via præfabrikerede elementer.	Cirka 98 mio. kr.
2a	Sænkning af spor uden ændringer i brokonstruktionen.	Cirka 26 mio. kr.

Valget af et af de øvrige alternativer for lokaliteten indebærer et besparelsespotentiale på op mod 72 mio. kr., hvilket udgør cirka 4 procent af det samlede fysikoverslag.

### Kommunale alternativer – Aalborg Kommune

Banedanmarks betaling til arbejder i forbindelse med kommunale alternativer, forbundet med broer, der ligger i Aalborg Kommune, er ikke endeligt fastlagt. Anlægsbudgettet indeholder en samlet omkostningspost på 64

mio. kr. til disse alternative løsninger, der efter det oplyste er udtryk for en worst case-betragtning.

Den eksterne kvalitetssikring forudsætter, at aftalerne med Aalborg Kommune lukkes inden den politiske behandling af anlægsoverslaget, og at omfanget af de tillagte reserver til kommunerne i givet fald justeres i overensstemmelse med disse aftaler.

## **7.2 Udbudsstrategiske forhold**

Banedanmark fremhæver selv i beskrivelsen af tilgangen til prissætningen af de enkelte brosteder, at prissætningen som individuelle projekter betyder, at der må forventes visse besparelspotentialer, særligt for størstedelen af brostederne, der forventes udbudt i mindre pakker.

Da omfanget og antallet af pakker ikke er fastlagt på dette tidspunkt, er det ikke muligt for den eksterne kvalitetssikring at vurdere omfanget af dette potentiale.

## **7.3 Den fremadrettede håndtering af risici og usikkerheder**

Som det er fremhævet i kapitel 4, afsnit 4.3 vedrørende usikkerheder og risici, er det den eksterne kvalitetssikrings vurdering, at der som det første i en eventuel næste fase for projektet afholdes en ny risikoworkshop med deltagelse af de fem tekniske rådgivere. Workshoppens bør have særligt fokus på fastlæggelse af sandsynlighed og konsekvens under hensyntagen til omfanget af potentielt berørte broer. Der bør desuden identificeres konkrete mitigerende tiltag, ligesom den fagdisciplin, der i den fremadrettede projektering bør være ansvarlig for opfølgning på de enkelte risici under detailprojekteringen, bør identificeres. Forud for gennemførelse af en fornyet risikoworkshop bør der desuden etableres en samlet oversigt over projektets forudsætninger og antagelser.

Dette forslag har ikke til formål at reducere det foreliggende anlægsbudget, men har til formål at understøtte den fornødne robusthed omkring udførelsen af projektet via en effektiv risikostyring og -mitigering.

## **7.4 Opsamling**

Den eksterne kvalitetssikring har i gennemgangen af de tekniske løsninger og anlægsoverslaget identificeret og fremhævet følgende besparelspotentialer i forhold til de tekniske løsninger:

- Op mod 70 mio. kr. som følge af ændret løsning for Bro 20888 – Bro L (Bakkevang Haveforening).
- Besparelse forbundet med Banedanmarks betaling til kommunale alternativer i Aalborg Kommune. Potentialet er afhængig af en aftale med Aalborg Kommune om omfanget af de alternative løsninger, som Kommunen ønsker at medfinansiere.

Desuden er der identificeret et besparelspotentiale ved tilrettelæggelsen af det fremtidige udbud af projektet. Da omfanget og antallet af kontrakt-pakker ikke er fastlagt på dette tidspunkt, er det ikke muligt for den eksterne kvalitetssikring at vurdere omfanget af dette potentiale.

Endelig vurderes den eksterne kvalitetssikrings anbefalinger til den fremadrettede analyse og håndtering af risici at understøtte den fornødne robusthed omkring udførelsen af projektet via en effektiv risikostyring og -mitigering. Der er således ikke tale om et egentligt besparelspotentiale,

men en styrkelse af forudsætningerne for at overholde projektets bevilningsmæssige ramme.

# 8 Materiale og afholdte møder

Grundlaget for den eksterne kvalitetssikring udgøres af følgende materiale og møder.

## **Afholdte møder**

Følgende møder har været afholdt som del af den eksterne kvalitetssikring:

- Opstartsmøde med deltagelse af den eksterne kvalitetssikring og Banedanmark.
- Granskningsmøde, præsentation af issue-log, med deltagelse af den eksterne kvalitetssikring og Banedanmark.
- Granskningsmøde, issue-log, teknik og anlægsoverslag, med deltagelse af den eksterne kvalitetssikring og Banedanmark.
- Granskningsmøde, EKB-satser, med deltagelse af den eksterne kvalitetssikring og Banedanmark.
- Granskning vedrørende brug af risikosumposter, med deltagelse af den eksterne kvalitetssikring og Banedanmark.
- Granskningsmøde, tekniske løsninger, med deltagelse af den eksterne kvalitetssikring, Banedanmark og teknisk rådgiver (Atkins).
- Granskningsmøde, risikoproces og EKB-satser, med deltagelse af den eksterne kvalitetssikring og Banedanmark.

## Gransket materiale

Følgende materiale er gennemgået som del af den eksterne kvalitetssikring.

Dokumentnavn	Dato for modtagelse	Beskrivelse/fagområde
<b>VVM-rapport</b>		
VVM Hobro-Lindholm	02-12-2016	VVM-rapport
VVM Aarhus-Hobro	02-12-2016	VVM-rapport
<b>Tekniske løsninger</b>		
21161_02_2_Svenstrup St - NAB 2 teknisk notat	02-12-2016	Bro, teknisk notat
21198_02_4_Vesterbro - NAB 2 teknisk notat	02-12-2016	Bro, teknisk notat
1100016629-002-06-664-11-Dækblad bro 21034 B	02-12-2016	Bro, teknisk notat
Dækblad - Bro 21148	02-12-2016	Bro, teknisk notat
fa-li_NAB2_20888_2a_Mgd.dok_Bane	06-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
Forklaringer vedrørende mængder	06-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
Bro 21114_RABD	06-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
Hjælpeark anlægsoverslag bro 21114	06-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
Jordmængder anlægsoverslag bro 21114	06-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
Mængder til anlægsoverslag, bro 20966	06-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
Mængder_hjælpeark_21148	06-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
Fa-Lih_COR_NOT_13_0_Bilag 1_TBRB_21198_R0_005-optælling	06-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
Fa-Lih_COR_NOT_14_0_Bilag 2_TBRB_21198_S0_002	06-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
Fa-Lih_COR_NOT_15_0_Bilag 3_Mathcad - Fa-Lih Mængder Ståltrappe	06-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
Fa-Lih_COR_NOT_16_0_Bilag 4_Mathcad - Mænder for Ulstrupvej	06-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
Fa-Lih_COR_NOT_17_0_Bilag 5_Mathcad - Mængder for brohævning - Stoevring og svenstrup st	06-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
Besvarelse til NAB2-granskning – Rambøll	09-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
RE EI fa-Lih Forudsætninger for spunsning og forurenede jord_1	09-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
RE EI fa-Lih Forudsætninger for spunsning og forurenede jord_2	09-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
RE EI fa-Lih Forudsætninger for spunsning og forurenede jord_3	09-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
SV EI Fa-Lih Bagvedliggende beregninger for NAB-skemaer	09-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
Sweco	09-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
Fa-Lih_COR_NOT_16_0_Bilag 4_Mathcad - Mænder for Ulstrupvej	10-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
TBRA_20888_S1_004_A	10-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
TBRA_21108_B1_001	10-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
TBRA_21108_B1_002	10-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
MBR_20994_3_Quantities	10-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
TBRB_20994_B1_101-F3_A	10-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
TBRB_20994_B2_102-F3_A	10-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
TBRB_20994_F1_001-F3_A	10-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
TBRB_20994_T1_001-F3_B	10-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
TBRB_20994_T1_011-F3_B	10-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
TBRB_20994_T3_001_B	10-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
TBRB_20994_T4_001-F3_B	10-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
Samle ark Mængder	10-02-2017	Bro, teknisk dokumentation
<b>Fagnotater</b>		
Bilag 5k_Fagnotat_G4_Klimatilpasning	02-12-2016	Fagnotat

Dokumentnavn	Dato for modtagelse	Beskrivelse/fagområde
Anlægsbeskrivelse Elektrificering Aarhus-Lindholm	02-12-2016	Fagnotat
Bilag 5a_Fagnotat_G1_Kulturhistoriske og rekreative interesser	02-12-2016	Fagnotat
Fagnotat Elektromagnetisme Aarhus-Lindholm	02-12-2016	Fagnotat
Bilag 5d_Fagnotat_G2_Emissioner	02-12-2016	Fagnotat
Bilag 5e_Fagnotat_G2_Grundvand og drikkevand	02-12-2016	Fagnotat
Bilag 5b_Fagnotat_G1_Planforhold	02-12-2016	Fagnotat
Bilag 5h_Fagnotat_G3_Arealforhold	02-12-2016	Fagnotat
Bilag 5l_Fagnotat_G4_Natur og overfladevand	02-12-2016	Fagnotat
Bilag 5i_Fagnotat_G3_Støj og vibrationer	02-12-2016	Fagnotat
Bilag 5j_Fagnotat_G4_Jord og jordforurening	02-12-2016	Fagnotat
Bilag 5f_Fagnotat_G2_Trafikale forhold	02-12-2016	Fagnotat
Bilag 5c_Fagnotat_G1_Visuelle forhold	02-12-2016	Fagnotat
Bilag 5g_Fagnotat_G3_Affald og ressourcer	02-12-2016	Fagnotat
Traction simulation report for K2030 – Sicat SX	20-01-2017	Kørestrømssimulering
Anlgsbeskrivelse, Hast Aarhus-Hobro	20-01-2017	Fagnotat, hastighedsopgradering
<b>Samfundsøkonomi</b>		
Notat – Tillæg til Strategisk analyse af elektrificering af banenettet	23-01-2017	Samfundsøkonomisk analyse
Basis 1B1 Fredericia - Århus - Ålborg	25-01-2017	Samfundsøkonomisk analyse
Basis 1B1 Fredericia - Århus - Ålborg_20-01-2017	26-01-2017	Samfundsøkonomisk analyse
Basis 1B1 Fredericia - Århus - Ålborg_30-01-2017	30-01-2017	Samfundsøkonomisk analyse
Notat – Tillæg til Strategisk analyse af elektrificering af banenettet_30-01-2017	30-01-2017	Samfundsøkonomisk analyse
Notat – Tillæg til Strategisk analyse af elektrificering af banenettet_30-01-2017 – (opdateret)	09-03-2017	Samfundsøkonomisk analyse
<b>Anlæg og forudsætninger</b>		
NAB samleark Ar-Lih	06-12-2016	Anlægsbudget
NAB samleark Ar-Lih 12-12-2016	12-12-2016	Anlægsbudget
NAB samleark Ar-Lih	19-12-2016	Anlægsbudget
Ekstra og tillægsarbejder 22092016	19-12-2016	Anlægsbudget, bilag
Bravida – TBL BPU Slutopgørelse 23-09-2016	19-12-2016	Anlægsbudget, bilag
A1647 Ar-Lih Erstatninger	19-12-2016	Anlægsbudget, bilag
Pris på erstatningsskov	19-12-2016	Anlægsbudget, bilag
Tilbud til Henry	19-12-2016	Anlægsbudget, bilag
SV Elektrificering Aarhus-Lindholm Tilslutning til fjernstyringscentral	19-12-2016	Anlægsbudget, bilag
Budgetoverslag for 29 KC sites, TIB 24, rev 2016-11-24	19-12-2016	Anlægsbudget, bilag
Priser på HV stikkontakter	19-12-2016	Anlægsbudget, bilag
20908 NAB Anlægsoverslag – Sporsænkning	06-12-2016	Bro, anlægsbudget
20950 NAB Anlægsoverslag – Vej og brohævning	06-12-2016	Bro, anlægsbudget
21198_07_2_NAB Anlægsoverslag. Bro nr. 21198. Vesterbro. Sporsænkning	06-12-2016	Bro, anlægsbudget
21161_09_2_NAB Anlægsoverslag. Bro nr. 21161. Gangbro Svenstrup st. Brohæv a	06-12-2016	Bro, anlægsbudget
21110_09_2_NAB Anlægsoverslag. Bro nr. 21110. Ulstrupvej. Sporsænkning	06-12-2016	Bro, anlægsbudget
Bro 21034 Ørrildvej – NAB Anlægsoverslag – Nedlæggelse	06-12-2016	Bro, anlægsbudget

Dokumentnavn	Dato for modtagelse	Beskrivelse/fagområde
1100016629-002-6670-001 FINAL-NAB 2 Anlægsoverslag bro 20992 alt 1 ny bro	06-12-2016	Bro, anlægsbudget
1100016629-002-6670-001 FINAL-NAB 2 Anlægsoverslag bro 20994 alt 3 ny bro nyt sted	06-12-2016	Bro, anlægsbudget
Anlægsoverslag – Bro 21148, alternativ 2	06-12-2016	Bro, anlægsbudget
Anlægsoverslag – Bro 21114, alternativ 2	06-12-2016	Bro, anlægsbudget
Anlægsoverslag – Bro 20966, alternativ 2 – hævning	06-12-2016	Bro, anlægsbudget
fa-li_samlet_21108_1	06-12-2016	Bro, anlægsbudget
fa-li_samlet_20888_2a	06-12-2016	Bro, anlægsbudget
21180_08_2_NAB Anlægsoverslag. Bro nr. 21180. Over Kæret. Sporsænkning	06-12-2016	Bro, anlægsbudget
21220_08_2_NAB Anlægsoverslag. Bro nr. 21220. Viaduktvej. Ny bro samme sted	06-12-2016	Bro, anlægsbudget
SV: Redegørelse for grundlaget bag Banedanmarks tilgang til anvendelse efterkalkulationsbidrag	25-01-2017	EKB-grundlag
Issue 22 Hævning af bro	26-01-2017	Prisgrundlag
Issue 27 - Beregning af standardpris til nedrivning	26-01-2017	Prisgrundlag
Issue 83	26-01-2017	Bro, fysikestimer
Vedr udbudsstrategi	27-01-2017	Udbudsstrategi
020217 Kørestrøm erfaringspriser på Esbjerg-Lunderskov (2)	10-02-2017	Prisgrundlag
NAB samleark Ar-Lih – til Deloitte	10-02-2017	Anlægsbudget
NAB samleark Ar-Lih	13-02-2017	Anlægsbudget
NAB samleark Ar-Lih	02-03-2017	Anlægsbudget
Notat tværgående omkostninger	08-03-2017	Baggrund for opgørelse af bygherreomkostninger
Anlægsplan_offentlig	08-03-2017	Plan vedr. anlægs- og fornyelsesprojekter



# Deloitte.

## **Deloitte i Danmark**

Deloitte leverer ydelser indenfor revision, consulting, financial advisory, risk advisory, skat og dertil knyttede ydelser til både offentlige og private kunder i en lang række brancher. Deloitte betjener fire ud af fem virksomheder på listen over verdens største selskaber, Fortune Global 500®, gennem et globalt forbundet netværk af medlemsfirmaer i over 150 lande, der leverer kompetencer og viden i verdensklasse og service af høj kvalitet til at håndtere kundernes mest komplekse forretningsmæssige udfordringer. Vil du vide mere om, hvordan Deloitte omkring 240.000 medarbejdere gør en forskel, der betyder noget så besøg os på LinkedIn eller Twitter.

Deloitte er en betegnelse for en eller flere af Deloitte Touche Tohmatsu Limited, der er et britisk selskab med begrænset ansvar (DTTL), dets netværk af medlemsfirmaer og deres tilknyttede virksomheder. DTTL og alle dets medlemsfirmaer udgør separate og uafhængige juridiske enheder. DTTL (der også betegnes Deloitte Global) leverer ikke selv ydelser til kunderne. Vi henviser til [www.deloitte.dk/Om Deloitte](http://www.deloitte.dk/Om_Deloitte) for en udførlig beskrivelse af DTTL og dets medlemsfirmaer.