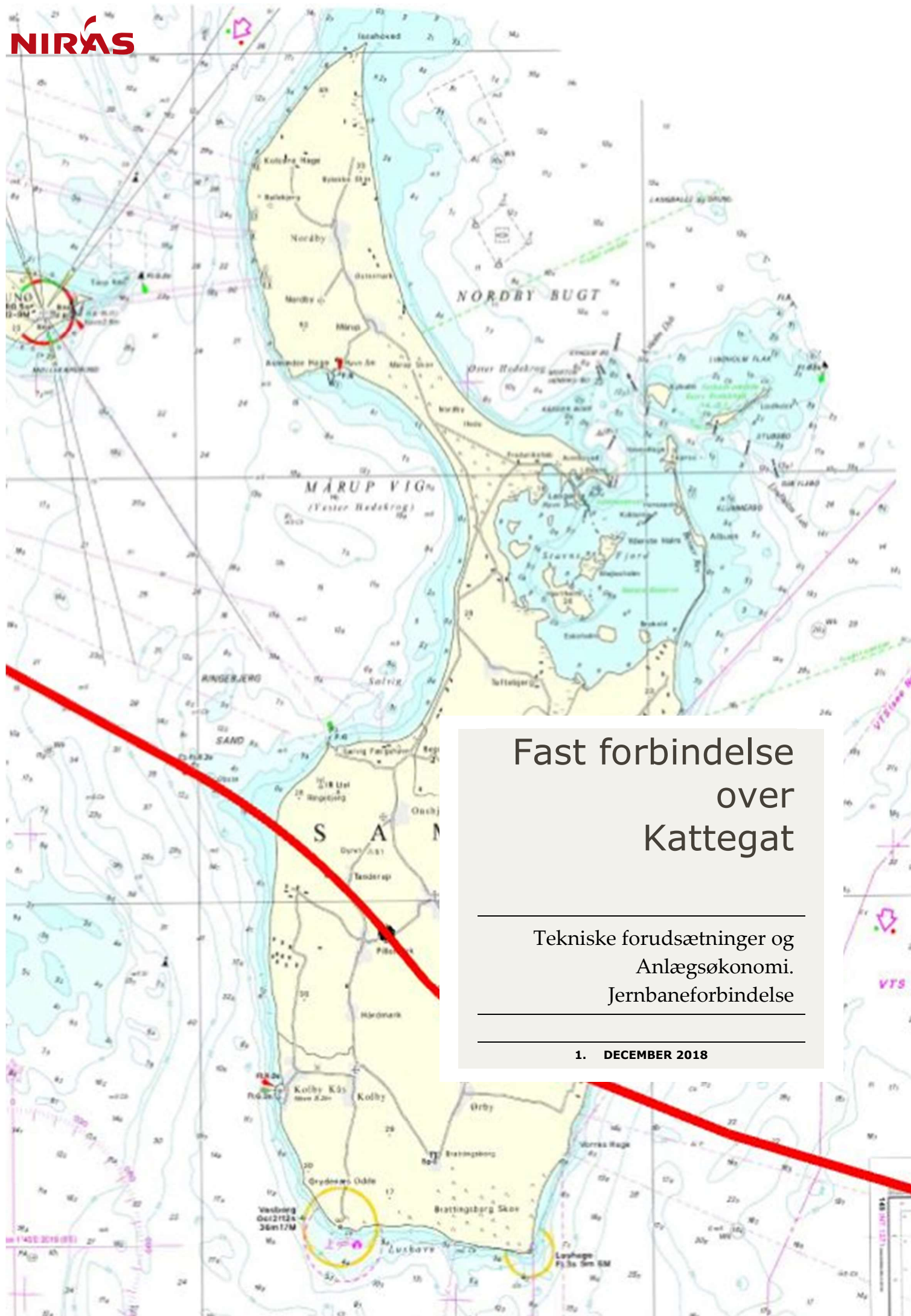




Fast forbindelse over Kattegat

Tekniske forudsætninger og
Anlægsøkonomi.
Jernbaneforbindelse

1. DECEMBER 2018

Indhold

1	Indledning	4
2	Baggrund	5
2.1	Sammendrag af tidligere undersøgelser	5
2.2	Linjeføring	5
2.2.1	Linjeføring på land	5
2.3	Driftsoplæg	7
2.4	Infrastrukturforudsætninger	8
3	Jernbaneteknik	9
3.1	Grundlag og forudsætninger	9
3.1.1	Højhastighedsalternativet	9
3.1.2	Opgraderingsalternativerne	10
3.2	Togtyper	10
3.3	Hastighed, aksellast og toglængde	11
3.4	Regelgrundlag	11
3.5	TEN-T nettet, interoperabilitet og TSI	12
3.6	Tracéring	12
3.7	Sporteknik	12
3.8	Elektrificering	14
3.9	Signalering/sikringsanlæg	14
3.10	Specifikke forhold	14
4	Anlægsarbejder og konstruktioner for de banetekniske landanlæg	16
4.1	Skærende veje og vejforlægninger m.m.	16
4.2	Konstruktioner på land	16
4.2.1	Sjælland	16
4.2.2	Samsø	16
4.2.3	Jylland	16
4.3	Baneforgreninger	16
4.4	Geotekniske forhold – landanlæg	17
4.4.1	Sjælland	17
4.4.2	Samsø	17
4.4.3	Jylland	17
4.5	Miljøforhold	17
4.5.1	Sjælland	17
4.5.2	Samsø	18

4.5.3	Jylland	18
4.6	Arealforhold	18
5	Anlægsøkonomi	19
5.1	Prisgrundlag og metode	19
5.2	Økonomiske erfaringstal fra andre projekter	19
5.2.1	Erfaringstal fra baneprojekter	19
5.2.2	Erfaringstal for anlægsarbejder og konstruktioner	19
5.3	Skønnede enhedspriser	19
5.3.1	Sporanlæg	19
5.3.2	Anlægsarbejder	20
5.3.3	Broer og konstruktioner	20
5.3.4	Kørestrøm	21
5.3.4.1	Køreledningsanlæg	21
5.3.5	Stærkstrøm	22
5.3.6	Sikring og fjernstyring	22
5.3.7	Tele	22
5.3.8	Bygninger	23
5.3.9	Arealer	23
5.3.10	Forst	23
5.3.11	Andet	23
5.3.12	Tværgående omkostninger	23
5.3.13	Tillæg	23
5.4	Ændringer i forhold til tidligere overslag	23
6	Perspektivering af andre løsninger	24
6.1	Højhastighedsalternativet	24
6.2	Opgraderingsalternativerne	24
7	Referencer	26

Bilag

Bilag 1, skematisk sporplan, højhastighedsalternativet

Bilag 2, skematisk sporplan, opgradering Lejre-Ærtebjerg

Bilag 3, skematisk sporplan, Opgradering Holbæk-Ærtebjerg

Bilag 4, alle løsninger, stationeringer

1 Indledning

Vejdirektoratet, Sund & Bælt, Transport-, Bygge- og Boligstyrelsen samt Transport- Bygnings- og Boligministeriets departement har udarbejdet en screening af de trafikale og anlægsøkonomiske og finansielle konsekvenser ved en fast forbindelse over Kattegat.

Transport-, Bygnings- og Boligministeriet har tidligere analyseret forbindelsen på et overordnet niveau i 2008, 2015 og i 2018. Nærværende opdatering er foregået i perioden maj til september 2018.

Dette notat er en opdatering af de forudsætninger der er anvendt for de anlægsøkonomiske konsekvenser for de banetekniske landanlæg på hhv. Sjælland og i Jylland. Opdateringen er foretaget ved at anvende de nyeste erfarings- og budgetpriser samt inddragelse af ny viden og overvejelser.

Notatet indeholder på overordnet niveau forudsætninger for linjeføring og anlægsoverslag for følgende alternativer:

- a) Et højhastighedsalternativ fra Lejre
- b) Et opgraderingsalternativ fra Lejre
- c) Et opgraderingsalternativ fra Holbæk

Tillige er der suppleret med en screening af de geotekniske forhold samt evt. ændret miljøforhold eller -krav siden 2008.

Da der er tale om en undersøgelse på et overordnet niveau, er der i sagens natur også en stor usikkerhed forbundet med det opstillede overslag for de viste alternative linjeføringer, der derfor skal ses som et eksempel på en linjeføring inden for en korridor omkring disse. En senere optimering og tilpasning af linjeføringerne vil uvægerligt medføre ændringer i de beregnede mængder, herunder bl.a. jordmængder og den anslåede andel af blødbund. Muligheden for at gennemføre boringer, opmålinger og øvrige forundersøgelser i næste fase vil samtidig gøre estimer og projektering mere robust og detaljeret.

Det er i den afsluttende fase af nærværende arbejde besluttet, at lade alternativ b overgå til at være en perspektivering af alternativ c.

Notatet omhandler udelukkende de banetekniske landanlæg. Forudsætninger for motorvejsvejanlæg og kystkys broanlæg er beskrevet i særskilte notater, hvortil der henvises for nærmere beskrivelser af disse.

2 Baggrund

2.1 Sammendrag af tidligere undersøgelser

Der er udarbejdet foregående undersøgelser bl.a. følgende:

- a) Undersøgelsen i 2008
- b) Undersøgelsen i 2015

Ad a) Undersøgelsen i 2008 omfattede en screening af en fast vej- og baneforbindelse over Kattegat og en belysning af forholdene ved en ren jernbaneforbindelse.

Den gennemførte økonomiske analyse baserede sig på 'Storebæltsmodellen', hvilket blandt andet betød brugerfinansiering.

Undersøgelsen analyserede følgende linjeføringer:

- Alternativ 1A: Røsnæs – Hov (over Samsø) med nyt vej- og banetracé på Sjælland
- Alternativ 1B: Røsnæs – Hov (over Samsø) med opgradering af nuværende vej og bane på Sjælland
- Alternativ 1C: Asnæs – Hov (over Samsø). Som 1A med en linjeføring over Asnæs og den sydlige ende af Samsø.
- Alternativ 2: Odden – Djursland med nyt vej- og banetracé

I forhold til ovenstående linjeføringer kan de linjeføringer, som undersøges i nærværende sammenhæng, sammenlignes med alternativerne 1A og 1B; dog skal det bemærkes, at linjeføringen på Sjælland er væsentligt ændret i forhold til linjeføringen i den nævnte undersøgelse.

Undersøgelsen angav intet om driftsoplæg med hensyn til banen, men forudsætninger om et sådant er angivet i nærværende undersøgelse.

Ad b) Undersøgelsen i 2015 var en strategisk analyse udarbejdet af Vejdirektoratet og Trafikstyrelsen, der tog udgangspunkt i den tidligere undersøgelse fra 2008 og benyttede sig af Landstrafikmodellen til at belyse det trafikale grundlag. I undersøgelsen er undersøgt den løsning, der kan sammenlignes med alternativ 1B fra 2008-undersøgelsen og den indeholdt en kapacitetsudbygning af København H og Århus.

2.2 Linjeføring

2.2.1 Linjeføring på land

For linjeføringen på land er der udarbejdet tre alternativer:

- a) Et højhastighedsalternativ fra Lejre
- b) Et opgraderingsalternativ fra Lejre
- c) Et opgraderingsalternativ fra Holbæk

Ad a) Højhastighedsløsningen har taget udgangspunkt i Lejre station, og angiver en mulig nybygningsløsning dels på strækningen Lejre – Ærtebjerg – Røsnæs med shunt uden om Holbæk, og dels på strækningen Hov – Hasselager.

Bemærk her, at alternativet i princippet har mange frihedsgrader i planen og rummet, og at der kun angives én løsning. Der vil kunne etableres en række andre løsninger, ligesom en række forhold angående f.eks. nedenstående ikke er undersøgt i detaljer i nærværende sammenhæng:

- Miljø, herunder bl.a. støj, grundvand, flora og fauna
- Fredninger, herunder kirke- og skovbyggelinjer
- Geoteknik, herunder blødbundsforhold
- Planforhold

Fra København H indtil Lejre og fra Hasselager og indtil Aarhus H benyttes de eksisterende baner, og der påregnes ingen tiltag på disse med undtagelse af Roskilde, hvor der påregnes tiltag til at hæve hastigheden gennem stationens Spor 2 og 5, således at tilslutningen af Nordvestbanen kan blive på niveau med tilslutningen af Vestbanen i øvrigt, ligesom det påregnes at indlægge ekstra transversaler mellem sporene 2 og 3 samt 4 og 5, således at der bliver mulighed for gennemkørsel til/fra Nordvestbanen gennem alle de nævnte spor. Se også Bilag 5, som angiver transversalerne på baggrund af Banedanmarks TIB¹.

I modsætning til Ny bane København-Ringsted og den nye bane over Vestfyn er der ikke taget hensyn til en evt. tæt tilknytning af banen til en parallelført vej/motorvej, idet det er erfaringen fra Vejdirektoratet, at det dels øger omkostningsniveauet og dels skaber restarealer, som det er svært at finde anvendelse for.

Tegning nr. 10401078-001 angiver en skematisk plan for alternativet.

Ad b) Opgraderingsalternativet har taget udgangspunkt i Lejre station, og angiver en mulig opgraderingsløsning på strækningen Lejre – Ærtebjerg. Fra sidstnævnte lokalitet og til Hasselager benyttes samme løsning som angivet under højhastighedsalternativet, dvs. ny bane fra Ærtebjerg og vest på til Hasselager.

Bemærk her, at alternativet ikke har så mange frihedsgrader, og at alle løsninger vil være tæt knyttede til den eksisterende banes linjeføring og længdeprofil.

Fra København H indtil Lejre og fra Hasselager og indtil Aarhus H benyttes de eksisterende baner, og der påregnes samme tiltag på disse som angivet under a).

Tegning nr. 10401078-002 angiver en skematisk plan for alternativet.

Alternativet er undersøgt på samme niveau som de 2 øvrige alternativer, men er i den afsluttende fase af nærværende undersøgelse og bearbejdning af resultaterne blevet redefineret til at være en mulig perspektivering af løsning c. Dette burde også gøre en sammenligning med de tidligere undersøgelser mere enkel.

Ad c) Opgraderingsalternativet har taget udgangspunkt i Holbæk Station, og angiver en mulig opgraderingsløsning på strækningen Holbæk – Ærtebjerg. Fra sidstnævnte lokalitet og til Hasselager benyttes samme løsning som angivet under højhastighedsalternativet, dvs. ny bane fra Ærtebjerg og vest på til Hasselager.

Bemærk her, at alternativet ikke har så mange frihedsgrader, og at alle løsninger vil være tæt knyttede til den eksisterende banes linjeføring og længdeprofil.

Fra København H indtil Holbæk og fra Hasselager og indtil Aarhus H benyttes de eksisterende baner, og der påregnes samme tiltag som angivet under a).

Tegning nr. 10401078-003 angiver en skematisk plan for alternativet.

¹ TIB angiver 'Trafikal Information om Banestrækningen'

For alle skematiske planer gælder, at strækningen er opdelt i 'etaper' udgående fra Aarhus, som følger:

0	<i>Aarhus-Hasselager</i>
1	Hasselager-Hov
2	Hov-Samsø
3	Samsø
4	Samsø-Røsnæs
5	Røsnæs-Ærtebjerg
6	Ærtebjerg-Knabstrup
7	Knabstrup-Holbæk
7a	Holbæk-Vipperød
8	Vipperød-Lejre
9	<i>Lejre-Roskilde</i>

2.3 Driftsoplæg

For de tre linjeføringer lægges følgende driftsoplæg til grund for de tekniske forudsætninger.

- Linjediagram for fjern- og regional 2032 øst (Figur 77)²
- IC/lyn mellem København H og Aarhus hver halve time
- IC mellem København H og Aalborg hver time

Ovenstående oplæg giver i myldretiden følgende mønster mellem Lejre og Hasselager:

Ad a) Højhastighedsalternativet

- 4 regionaltog (160 km/h) mod Holbæk-Kalundborg
- 3 højhastighedstog (250 km/h) mod Aarhus –(Aalborg)

Ad b) Opgraderingsalternativet fra Lejre

- 4 regionaltog (160 km/h) mod Holbæk-Kalundborg
- 3 højhastighedstog (250 km/h) mod Aarhus –(Aalborg)

Ad c) Opgraderingsalternativet fra Holbæk

- 4 regionaltog (160 km/h) mod Holbæk-Kalundborg
- 3 højhastighedstog (250 km/h) mod Holbæk-Kalundborg-Aarhus H–(Aalborg)

I det mest belastede snit (Lejre) vil der således være 7 tog i hver retning pr. time, hvilket helt sikkert er væsentligt under kapacitetsgrænsen (75 %) for baner med blandet trafik jf. UIC³.

I højhastighedsalternativet er kørsel med godstog fravalgt, idet disse kan køre over Storebælt.

I opgraderingsalternativerne påregnes, at der kan køres med godstog på strækningen Lejre/Holbæk-Kalundborg, men ikke på strækningen Ærtebjerg-Røsnæs (og videre mod Kattegat).

Der påregnes etableret to standsningssteder på strækningen Ærtebjerg-Hasselager. Et ved Kalundborg Nord og et på Samsø.

² Trafikstyrelsens 'Trafikplan for den statslige jernbane 2017-2032, Høringsudgave'

³ Tabel 10 i 'Trafikplan for den statslige jernbane 2017-2032, Høringsudgave'

2.4 Infrastrukturforudsætninger

Det er forudsat at følgende projekter er gennemført forud for etablering af jernbaneforbindelsen over Kattegat:

- 1) Elektrificeringsprogrammet (EP)
- 2) Signalprogrammet (SP)

Ad 1)

Med elektrificeringsprogrammets gennemførelse vil der være elektrificeret på alle eksisterende strækninger med grænseflade til nærværende projekt, herunder banen Holbæk-Kalundborg og banen Fredericia-Aarhus H.

Ad 2)

Med Signalprogrammets gennemførelse vil der være etableret ERTMS på alle eksisterende strækninger med grænseflade til nærværende projekt.

3 Jernbaneteknik

3.1 Grundlag og forudsætninger

Det er valgt at undersøge tre (3) mulige alternativer – én højhastighedsløsning og to opgraderingsløsninger, én fra Lejre og én fra Holbæk.

3.1.1 Højhastighedsalternativet

Banen på land påregnes etableret som en elektrificeret dobbeltsporet jernbane jf. principperne gældende for de højhastighedsbaner⁴, som er etableret i Europa (Frankrig, Italien, Spanien, Tyskland m.fl.) inden for den seneste tiårsperiode jf. /14/ og jf. /11/ Tabel 2, *Ydeevneparametre for passagertrafik, Trafikkode P1*.

Kørsel med godstog er fravalgt.

Ovenstående højhastighedsbaner, der som regel er etableret som en overbygning til det eksisterende jernbanelnet, trafikeres hovedsageligt af højhastighedstogsæt, hvilket giver såvel større togkapacitet som færre begrænsninger på sporets geometri i forhold til den situation, hvor der også skulle tages hensyn til godstrafik.

For de fleste af disse højhastighedsbaner gælder, at de er anlagt med anvendelse af konventionel jernbaneteknologi, og at de i princippet ikke adskiller sig fra ikke-højhastighedsbaner.

For en konventionel bane jf. ovenstående gælder, at en maks. hastighed på indtil ca. 350 km/h er teknisk mulig.

I forhold til f.eks. København-Ringsted Banen, som jo også er anlagt som en højhastighedsbane, men hvor der også skal kunne køre godstog, vil banen i princippet kun adskille sig med hensyn til længdeprofilen, idet stigningsforholdet (gradienten) kan gøres væsentligt større.

Banen forløber fra Lejre i eget tracé uden om Holbæk mod Kalundborg – Røsnæs – Samsø – et punktmiddelbart nord for Hov – direkte til et punkt på den eksisterende banen Fredericia – Aarhus vest for Viby Jylland. Der etableres ingen forbindelser til Nordvestbanen vest for Lejre.

Det forudsættes, at banen trafikeres med et driftsmønster, som angivet under afsnit 2.3, altså som en slags S-togs- eller metrolinje, blot med høj hastighed, hvilket medfører, at banens layout kan gøres meget enkel.

Med hensyn til banens layout forudsættes denne konkret etableret som en enkel dobbeltsporet bane. Der etableres et (endnu ikke helt fastsat) antal tekniske stationer (transversalstationer) undervejs.

Ved uregelmæssig drift benyttes transversaler, der for ny bane forudsættes etableret med en afstand på 20 km og på de opgraderede eksisterende banestrækninger forudsættes etableret med en afstand på 10 km.

Med hensyn til standsningssteder for passagerudveksling etableres kun to (2), nemlig ved Kalundborg Nord og på Samsø. Standsningsstederne forudsættes at bestå af 2 perroner langs banen plus publikumsfaciliteter, parkeringspladser og tilkørselsveje m.m., men kan også etableres som ø-perroner. Der kan evt. etableres 'platform screen doors' på perronerne (som i Metroen), således at passagerer sikres mod gennemkørende tog og kun kan træde ind i toget når dette holder stille langs perronen.

⁴ Som her er defineret som jernbaner med en tilladt maks. hastighed ≥ 250 km/h; der findes ingen egentlig definition.

3.1.2 Opgraderingsalternativerne

Banen på Sjælland, Nordvestbanen, (der er ingen bane at opgradere i Jylland) påregnes etableret som en elektrificeret dobbeltsporet jernbane jf. principperne gældende for Banedanmarks opgradering af Ringsted Femern Banen og jf. /11/, Tabel 2, Ydeevneparametre for passagertrafik, Trafikkode P4.

Der er behandlet to alternativer:

- Alternativ b, jf. afsnit 2.2.1 Linjeføringer på land.
- Alternativ c, jf. afsnit 2.2.1 Linjeføringer på land.

For Alternativ b gælder, at det er muligt at opgradere banen ved hjælp af nogle mindre kurveudretninger generelt, tre større baneforlægninger syd og nord for Tølløse og én meget stor baneforlægning vest for Jyderup.

Da hastigheden på banen gennem Holbæk station er stærkt begrænset (maks. 80 km/h), ligesom banen gennem Holbæk er en betydelig omvej, påregnes en 'kortslutningsbane'⁵ (en shunt) etableret fra et punkt syd for Vipperød til Knabstrup.

Der etableres således to tilslutningspunkter (forgreningsstationer) mellem Nordvestbanen og 'kortslutningsbanen'. Der etableres endvidere et tilslutningspunkt mellem den opgraderede banen og banen mod Kattegatbroen i Ærtebjerg.

For alternativet påregnes, at hele banens over- og underbygning samt afvandingssystem skal opgraderes/for-nyes.

For Alternativ c gælder, at det er muligt at opgradere banen ved hjælp af nogle mindre kurveudretninger generelt og én meget stor baneforlægning vest for Jyderup.

Der etableres et tilslutningspunkt mellem den opgraderede banen og banen mod Kattegatbroen i Ærtebjerg.

For alternativet påregnes, at hele banens over- og underbygning samt afvandingssystem skal opgraderes/for-nyes.

3.2 Togtyper

For højhastighedsalternativet forudsættes, at banen skal trafikeres med ikke-kurvestyrede tog af nutidig standard, som f.eks. følgende typer:

- Alstom AGV
- Siemens Velaro
- Bombardier Zefiro
- CAF Oaris

Ovenstående typer er alle 'standardtyper', som har en højeste hastighed på min. 250 km/h, som udgør fabrikantens standard-højhastighedsplatform, og som p.t. anvendes af flere operatører. Der findes dog flere end disse, herunder toetagers alternativer og alternativer med afvigende principper.

For opgraderingsalternativerne forudsættes, at banen skal trafikeres med tog af en type sammenlignelig med (eller samme som) DSB's Fremtidens Tog. Indkøb af disse tog er nu (oktober 2018) kommet så vidt, at fire leverandører er prækvalificerede. . Kravet til togets højeste hastighed er specificeret til 200 km/h.

⁵ Godstog kan også fravælges på denne bane.

3.3 Hastighed, aksellast og toglængde

For højhastighedsalternativerne forudsættes følgende:

- a) Maksimal hastighed = 250 km/h
- b) Maksimal aksellast = 17 t
- c) Maksimal toglængde = 320 m

For opgraderingsalternativerne forudsættes følgende:

- d) Maksimal hastighed = 200 km/h
- e) Maksimal aksellast = 22,5 t
- f) Maksimal toglængde = 320 m

Ad a) Denne værdi er valgt dels fordi den hidtidige undersøgelse benytter denne værdi, og dels fordi Ny bane København-Ringsted benytter samme værdi. Der er ikke foretaget nogen egentlig analyse af andre (højere!) hastigheder.

Ad b) Når godstog er fravalgt kan aksellasten nedsættes betydeligt. Fra TSI INF fås 17 t.

Ad c) Den maksimale perronlængde i Danmark, når nye perroner etableres, er 320 m, men en lang række IC-stationer har perronlængder, som er betydeligt kortere.

Ad d) Denne værdi er valgt, dels fordi den hidtidige undersøgelse benytter denne værdi, og dels fordi Ringsted Femern Banen benytter samme værdi. Der er ikke foretaget nogen analyse af andre (lavere!) hastigheder.

Ad e) Værdien er fra TSI INF, og er overensstemmende med Ringsted Femern Banen.

Ad f) Ingen perroner i Danmark er i praksis længere end 320⁶ m. Jævnfør TSI INF, punkt 4.2.1 er kravet på 400 m heller ikke absolut.

3.4 Regelgrundlag

Følgende overordnede og specifikke regelværker lægges til grund:

- 1) TSI INF /11/
- 2) TSI ENE /12/
- 3) Banedanmarks tråceringsbestemmelser (Sporregler 1987) /13/
- 4) Banedanmarks Fritrumsprofiler /14/
- 5) Banedanmarks BN1-59 /15/

Ad 1) TSI INF angiver de overordnede tekniske kravspecifikationer for baneinfrastrukturen.

Ad 2) ENE TSI angiver de overordnede tekniske kravspecifikationer for banens energiforsyning (strømforsyning).

Ad 3) Sporregler angiver Banedanmarks detaljerede tekniske kravspecifikationer for baneinfrastrukturens geometri og er i overensstemmelse med TSI.

Ad 4) Fritrumsprofiler angiver Banedanmarks detaljerede tekniske kravspecifikationer til baneinfrastrukturens tværprofil (afstand til faste genstande, højde af overføringer m.m.).

Ad 5) BN1-59 angiver Banedanmarks detaljerede tekniske kravspecifikationer til baneinfrastrukturens sporbærende broer og jordkonstruktioner.

⁶ Af historiske grunde er der undtagelser, således at nogle få perroner (bl.a. i Fredericia) er længere.

3.5 TEN-T nettet, interoperabilitet og TSI

Banen bliver ikke en del af TEN-T nettet (som i Danmark kun omfatter transitforbindelsen Sverige – Tyskland), men selv om dette ikke er tilfældet, skal banen specificeres jf. interoperabilitetsdirektivet og kravene i de tilhørende TSI'er, idet banen er et nyanlæg, og sådanne skal jf. Trafik- bolig og byggestyrelsen følge de relevante TSI'er. Kravene i disse kan dog imødekommes uden problemer, og de har ingen indflydelse på anlægspriisen.

TSI INF opererer med 'ydeevneparametre' for forskellige banekategorier (trafikkoder). Som nævnt ovenfor forudsættes Højhastighedsalternativet som trafikkode P1 og Opgraderingsalternativet som trafikkode P4.

TSI INF angiver følgende krav til disse trafikcoder jf. TSI INF, Tabel 2:

Trafik-kode	Profil	Akseltryk [t]	Strækningshastighed [km/h]	Driftsmæssig perronlængde [m]
P1	GC	17	250-350	400
P4	GB	22,5	120-200	200-400

3.6 Tracéring

For højhastighedsalternativet gælder, at da kørsel med godstog er fravalgt, kan banens linjeføring og længdeprofil (tilsammen betegnet som banens tracé) optimeres til kørsel med højhastighedstog, hvilket giver såvel højere komfortniveau for passagererne som lavere slitage på banen.

Dette er overensstemmende med forholdene på en række egentlige højhastighedsbaner i udlandet, bl.a. i Frankrig og Spanien, hvor kørsel med godstog også er fravalgt.

Optimeringen omfatter banens kurveradier og i særdeleshed banens længdeprofil, hvor stigningsforholdet, jf. TSI INF, kan tillades forøget indtil 35 ‰.

I den skitserede tracé er følgende geometriske elementer benyttet:

- Minimal kurveradius = 3.000 m
- Maksimal stigningsforhold (gradient) = 35 ‰

For opgraderingsalternativerne gælder, at tracéet forudsættes projekteret jf. principperne fra Ringsted Femern banen og jf. Banedanmarks praksis.

I den skitserede tracé er følgende geometriske elementer benyttet:

- Minimal kurveradius = 1.890 m (som Ringsted Femern Banen)
- Længdeprofilet jf. Banedanmarks Normalbestemmelse (der skal kunne køre godstog til Kalundborg)

3.7 Sporteknik

For alle alternativer forudsættes, at sporet etableres som et traditionelt langskinnespor på betonsveller i skærveballast, hvilket anvendes på såvel Ny bane København-Ringsted som Ringsted Femern Banen.

For højhastighedsalternativet forudsættes, at der etableres et antal transversalstationer på Sjælland, på Samsø og i Jylland. Det forudsættes, at disse transversalstationer etableres med sporskifter 1:27,5, som tillader passage med 120 km/h i den afvigende gren. Der ses ikke grund til etablering af egentlige højhastighedssporskifter (til kørsel med høj hastighed i afvigende gren) i transversalerne.

Det forudsættes endvidere, at der på forgreningsstationerne etableres højhastighedssporskifter, som følger:

- 1) Ved Lejre: To (2) sporskifter til kørsel med min. 160 km/h i afvigende gren til fra/Holbæk
- 2) I Hasselager: To (2) sporskifter til kørsel med min. 140 km/h i afvigende gren til/fra Aarhus H

For opgraderingsalternativet fra Lejre forudsættes, at der etableres et antal transversalstationer på Sjælland. Det forudsættes, at disse transversalstationer etableres med sporskifter 1:27,5, som tillader kørsel med 120 km/h i den afvigende gren.

Det forudsættes endvidere, at der på forgreningsstationerne etableres højhastighedssporskifter, som følger:

- 3) Ved Vipperød: To (2) sporskifter til kørsel med 160 km/h i afvigende gren) til fra/Holbæk
- 4) Ved Knabstrup: Fem (5) sporskifter 1:27,5 til kørsel med 120 km/h i afvigende gren til/fra Holbæk
- 5) Ved Ærtebjerg: Tre (3) sporskifter 1:27,5 til kørsel med 120 km/h i afvigende gren) til fra Kalundborg
- 6) I Hasselager: To (2) sporskifter til kørsel med min. 140 km/h i afvigende gren til/fra Aarhus H

For opgraderingsalternativet fra Holbæk forudsættes, at der etableres et antal transversalstationer på Sjælland. Det forudsættes, at disse transversalstationer etableres med sporskifter 1:27,5, som tillader kørsel med 120 km/h i transversaler.⁷

Det forudsættes endvidere, at der på forgreningsstationerne etableres højhastighedssporskifter, som følger:

- 7) I Hasselager: To (2) sporskifter til kørsel med min. 140 km/h i afvigende gren til/fra Aarhus H

3.8 Elektrificering

For alle alternativer forudsættes, at der etableres et køreledningsanlæg jf. Elektrificeringsprogrammets principper (Siemens' 'Sicat SX'), og at der etableres energiforsyning jf. Elektrificeringsprogrammets principper (autotransformerprincippet).

Samme køreledningsanlæg og energiforsyning er etableret og i drift på Esbjerg-Lunderskov, er etableret på Ny bane København Ringsted og planlægges på Ringsted Femern banen.

Kørelednings- og energiforsyningsanlæggene er 25 kV 50 Hz anlæg i overensstemmelse med TSI INF og TS Energy.

For højhastighedsalternativet påregnes én supplerende fordelingsstation på Sjælland og én supplerende ditto i Jylland samt autotransformere pr. ca. 10 km ny bane.

For opgraderingsalternativerne påregnes, at strømforsyningen på den eksisterende bane er tilstrækkelig.

3.9 Signalering/sikringsanlæg

For alle alternativer forudsættes, at der etableres et sikringsanlæg jf. Signalprogrammets principper (ERTMS Level 2).

Samme sikringsanlæg er etableret/under etablering på Ny bane København-Ringsted, Ringsted Femern banen og i Banedanmark i øvrigt.

ERTMS (European Rail Traffic Management System) er et nyt fælleseuropæisk signal- og kommunikationssystem, som udgøres af en signalerings- og en kommunikationsdel som følger:

- ETCS (European Train Control System)
- GSM-R (Global System for Mobile Communications – Railways)

Banen påregnes således udstyret med et signalanlæg uden ydre signaler, hvor al kommunikation foregår med radio.

For alle alternativer påregnes, at der er fuld vekselsporsdrift, således at togene kan køre i såvel højre- som venstre spor uden restriktioner.

3.10 Specifikke forhold

Det forudsættes, at Holbæk fortsat skal betjenes af Nordvestbanen, og at en evt. linjeføring uden om Holbæk skal indeholde en forbindelse til Holbæk station såvel fra/til Roskilde som fra/til Kalundborg. Det vil fortsat være

⁷ Jf. Sporregler 1987

muligt at betjene Holbæk Station med godstog fra/til Sjælland, således at de nuværende trafikale muligheder ikke forringes.

Ligeledes forudsættes det at forbindelse til og betjening af den eksisterende station i Kalundborg opretholdes, således at både arbejdskørsel, godstog og regionaltog til stationen kan vende og opstilles her.

4 Anlægsarbejder og konstruktioner for de banetekniske landanlæg

4.1 Skærende veje og vejforlægninger m.m.

For banen på land påregnes alle skæringer med veje og baner at skulle ske ude af niveau og i overensstemmelse med Banedanmarks regelværker (herunder BN1-59) på området. Strækningerne er gennemgået specifikt og behov for niveaufri skæring er vurderet. Ved hver skæring er behov for overføring eller underføring vurderet ud fra højdeprofil i forhold til vurderet længdeprofil. Vejforlægningen ved hver skæring antages gennemsnitlig 300 m lang med en gennemsnitlig asfaltbelagt bredde på 8m, med mindre kronebredde på eksisterende vej er vurderet betydeligt bredere end gennemsnittet.

Behovet for vejforlægninger er ligeledes skønnet ved gennemgang af strækningen.

4.2 Konstruktioner på land

Elektrificeringsprogrammet kræver højere frihøjde under overføringerne end hidtil påregnet, nemlig ca. 7,5 m, idet 1) den såkaldte 'negative feeder' (-25 kV) føres under broen i en højde af +7 m, 2) ramper i køreledningsanlægget tillades ikke længere og 3) systemhøjden i anlægget er højere end hidtidig praksis.

Strækningerne er gennemgået specifikt og behov for niveaufri skæring er vurderet. Ved hver skæring er behov for overføring eller underføring vurderet ud fra højdeprofil i forhold til vurderet længdeprofil.

4.2.1 Sjælland

Der er i nybygningsalternativet i anlægsoverslaget forudsat 50 under/overføringer udover niveaufrie udfletningsanlæg på Sjælland samt to skæringer med eksisterende baneanlæg. For hastighedsopgradering til Holbæk er der regnet med 44 under/overføringer og for hastighedsopgradering til Lejre er der regnet med 57 under/overføringer.

Der er forudsat én dalbro (300 m) syd for Ledreborg Slot på Sjælland.

4.2.2 Samsø

Der er i anlægsoverslaget forudsat 5 under/overføringer.

4.2.3 Jylland

Der er i anlægsoverslaget forudsat 19 under/overføringer udover niveaufrie udfletningsanlæg.

Der er forudsat dalbro (1.000m) ved Tvenstrup og syd for Bjerager (1.000m) i Jylland.

4.3 Baneforgreninger

For forgreninger af banen på land påregnes disse at ske som følger:

- a) Forgreningen ved Vipperød: Udfletning
- b) Forgreningen ved Knabstrup: Forgrening i niveau
- c) Forgreningen ved Ærtebjerg: Forgrening i niveau
- d) Forgreningen i Hasselager: Udfletning

Med en 'udfletning' menes, at skæringer med andet baneanlæg sker ude af niveau.

4.4 Geotekniske forhold – landanlæg

4.4.1 Sjælland

Ærtebjerg-Holbæk:

Strækningen forløber fra Ærtebølle til omkring Knabstrup gennem et let kuperet morænelandskab med underbund bestående primært af moræneler. Fra Swebølle til Knabstrup bliver underbunden mere sandet og mere kuperet. Fra Knabstrup til Holbæk er underbunden igen bestående primært af moræneler.

Der kan på hele strækningen forventes at træffes større og mindre blødbundsområder i lavtliggende områder samt afløbsløse lavninger, dødishuller.

333/Ærtebjerg-Lejre:

Også på denne strækning er jordbunden primært moræneler fra Ærtebølle til omkring Knabstrup og derfra primært af sandet karakter til Swebølle, hvor den igen primært består af moræneler.

Nord for Bjergsted er landskabet meget kuperet, hvilket det også er ind mod Lejre. Ved Åstrup krydses en ådal, Elverdamsådal, hvori der træffes blødbund, kildekalk samt kilder der springer ud af dalens stejle sider. Området er et Geologisk Interesseområde.

Der kan på hele strækningen forventes at træffe større og mindre blødbundsområder i lavtliggende områder samt afløbsløse lavninger, dødishuller.

Røsnæs-Ærtebjerg

Strækningen forløber gennem et typisk bakket morænelandskab der overvejende består af lerede aflejringer. På sydsiden af Røsnæs halvøen er der også truffet plastisk ler og skrænterne bærer her tydeligt præg, ved hyppige udskridninger, af den plastiske ler. Det må altså også på denne strækning mellem Røsnæs og Kalundborg forventes, at der stedvist kan forekomme partier af plastisk ler, der skal tages højde for i forbindelse med funderingen af bygværker og stabiliteten af skråningsanlæg.

4.4.2 Samsø

Strækningen hen over Samsø forløber gennem et typisk bakket morænelandskab, der overvejende består af lerede aflejringer. Det forventes også her, at der stedvist kan forekomme partier af plastisk ler.

4.4.3 Jylland

Strækningen forløber gennem et typisk bakket morænelandskab, der overvejende består af lerede aflejringer. Af specielle forhold kan nævnes krydsningen af ådalen nordøst for Odder samt, at der for denne strækning må forventes, at der kan forekomme partier af plastisk ler.

4.5 Miljøforhold

4.5.1 Sjælland

Miljøundersøgelser i en senere fase må godtgøre om linjeføringen på Røsnæs kan flyttes så skæring med kystlinjen sker længere mod vest. Den nuværende skæring er trukket så langt mod øst fordi der er udlagt et større Natura 2000 område ved den østlige spids af Røsnæs, og vejforløbet respekterer dette område, men der vil være store besparelser ved at få dispensation til at gå gennem en del af Natura 2000 området.

Mellem Tølløse og Lejre passerer nybygningslinjen gennem et større fredet landområde, men bortset fra det skønnes der ikke at være større konflikter i forhold til miljøforholdene på Sjælland.

Det er forudsat, at der etableres 5,7 km støjskærme i 4 m's højde i alternativ a) - højhastighedsalternativ fra Lejre.

Det er forudsat, at der etableres 16,4 km støjskærme i 4 m's højde i alternativ b) – opgraderingsalternativet fra Lejre.

Det er forudsat, at der etableres 9,5 km støjskærme i 4 m's højde i alternativ c) – opgraderingsalternativet fra Holbæk.

4.5.2 Samsø

Umiddelbart er der ingen miljømæssige problemer med linjeføringen over Samsø. Linjeføringen mellem Samsø og Jylland må dog påregnes justeret, og dermed også linjeføringen over Samsø, da den for nærværende ligger indenfor et Natura 2000 område.

Placeringen af et standsningssted på Samsø er endnu ikke fastlagt, men som forudsætning vil placeringen ske i forbindelse med en overordnet, skærende vej og formentlig i forbindelse med et tilslutningsanlæg for motorvejen.

Der forudsættes ikke opsat yderligere støjafskærmning end det, der er forudsat i forbindelse med anlæg af motorvejen.

4.5.3 Jylland

Landfæstet for broen, og dermed linjeføringen sker som udgangspunkt nord for Hov idet et stort område syd for Hov er udlagt som Natura 2000 område. Herfra forløber jernbanen stort set uproblematisk gennem landskabet indtil den sammenkobles med den eksisterende østjyske jernbane ved Hasselager.

Bortset fra nogle fredede gravhøje og en kirkegårdsfredning ved Bjerager kirkegård, er der umiddelbart ingen større miljømæssige hindringer ved motorvejens linjeføring.

Der forudsættes ikke opsat yderligere støjafskærmning end det, der er forudsat i forbindelse med anlæg af motorvejen.

4.6 Arealforhold

Det forudsættes, at der skal afstås et areal der svarer til, at banen - inklusiv udfletningsanlæg, skærende veje, regnvandsbassiner og arbejdsarealer - har en gennemsnitlig bredde på 40 meter. Det forudsættes desuden, at alle ejendomme med en beboelse, der ligger tættere end 20 meter fra motorvejens midte, bliver totalekspropriet.

5 Anlægsøkonomi

5.1 Prisgrundlag og metode

Banen og motorvejen er nærtliggende på en stor del af strækningen på Jylland samt mellem Røsnæs og Ærtebjerg. For at udgiften til eksempelvis støjforanstaltninger, arealerhvervelse, mv. ikke medregnes dobbelt, så er denne udgift kun indregnet under motorvejsprojektet. Det betyder ligeledes, at **overslaget for baneanlægget IKKE kan stå alene**, der vil i så fald mangle udgift til støjafskærmning, ekspropriation, arealerhvervelse, mv.

Anlægsoverslagene er udarbejdet i Banedanmarks overslagssystem i henhold til retningslinjerne i Ny Anlægsbudgettering. Anlægsoverslaget består af et fysikoverslag dvs. mængde med tilhørende enhedspriser eller sumposter samt et tillæg i form af 50% (K1) i korrektionsreserve, som er pålagt hele fysikestimatet. Alle poster er prissat i Banedanmarks overslagssystem enten som standard poster eller som nye særposter. Alle skærende veje er prissat i Vejdirektoratets overslagssystem og indgår som særposter (sumposter) i overslaget, med henvisning til detaljer i bilag.

Overslaget er udarbejdet i fagindeks 2018K2, hhv. jordindeks for alle anlægsarbejder og banetekniske arbejder samt betonindeks for bygværker.

Alle banetekniske arbejder er vurderet og prissat af NIRAS, mens alle anlægsarbejder, konstruktioner, arealer og miljømæssige hensyn er prissat af Vejdirektoratet.

5.2 Økonomiske erfaringstal fra andre projekter

5.2.1 Erfaringstal fra baneprojekter

De økonomiske erfaringstal for banen, der er anvendt til estimering af anlægsoverslaget er primært hentet fra følgende projekter:

- Ringsted Femern Banen
- København Ringsted Banen
- Glostrup Station

5.2.2 Erfaringstal for anlægsarbejder og konstruktioner

Alle skærende veje og jordarbejder er prissat med udgangspunkt i vejdirektoratets overslagssystem. Relevante entrepriser er udvalgt for Jylland og Sjælland.

For generering af prisbibliotek for strækningerne på Jylland og Samsø er udvalgt tre entrepriser på Silkeborg-motorvejen mellem Funder og Låsby samt to entrepriser på Midtjyske motorvej mellem Ølholm og Hornstrup. For generering af prisbibliotek for Sjælland er udvalgt fire entrepriser fra Holbækmotorvejen samt en entreprise ved tværvejen. For alle enhedspriser beregnes en gennemsnitspris ved inddragelse af de 3 billigste tilbud fra licitationen fra hver udvalgt entreprise.

Overføringer, underføringer og dalbroer er prissat ud fra m2 priser på baggrund af licitationspriser fra udførte projekter.

5.3 Skønnede enhedspriser

5.3.1 Sporanlæg

Ved estimering af sporanlægget er der anvendt følgende generiske enhedspriser, som alle er skabt ud fra erfaringstal fra andre baneprojekter, som omtalt i afsnit 5.2.1

Nyt dobbeltspor inkl. Afvanding og bassiner

Posten indeholder indkøb og anlæg af dobbeltspor inkl. Sporkasse og grøfter og dertil er lagt etablering af tilhørende forsinkelsesbassiner og udledning. Posten anvendes til både nybygning og opgradering fra et til to spor, da erfaring fra bl.a. Ringsted Femern Banen viser at der er tilnærmelsesvis samme udgifter forbundet ved at anlægge nyt spor, som at omlægge et eksisterende spor og udbygge det til dobbelt spor.

Dobbelttransversal 1:26,5

Posten indeholder indkøb og anlæg af en dobbelttransversal bestående af i alt 4 sporskifter 1:26,5 med tilhørende drev og varme samt mellemstykke i transversalen.

Dertil ligger der under "hovedpost 3 Broer og konstruktioner" 2 poster, der dækker indkøb og anlæg af afgretningsanlæg ude af niveau og krydsning af eksisterende bane med bro, hvoraf brokonstruktionen og spuns-vægge udgør en betydelig del af enhedsprisen og derfor er lagt under denne hovedpost.

Arbejdsplads

Denne post indeholder etablering, drift og afrigning af arbejdspladser og adgangsveje samt indhegninger, tyveriforsikring og hærværkssikring for bygherrens arbejdsplads.

Posten er for sporanlæg vurderet til 12% af arbejder i denne hovedpost.

5.3.2 Anlægsarbejder

Jordarbejder

Jordmængder er fremkommet ved en overordnet vurdering på baggrund af længdeprofil samt tværsnit pr. 10 m og beregninger i projekteringsværktøjet InRail.

Blødbund

Posten indeholder udgift til håndtering af skønnede blødbundsmængder. Mængder er skønnet ud fra karteringskort.

Skærende veje

Posten indeholder udgift til anlæg af alle skærende veje, inkl. vejudstyr, opbrydning af asfalt, mm. Alle skæring med veje og baner sker ude af niveau og i overensstemmelse med Banedanmarks regelværker (herunder BN1-59) på området.

Strækningerne er gennemgået med henblik på behov for opretholdelse af skærende vej og mulighed for lukning af vej. Behov for vejomlægninger ligeledes skønnet.

Arbejdsplads

Denne post er for anlægsarbejder vurderet til 12% af arbejderne i denne hovedpost.

5.3.3 Broer og konstruktioner

Posten omfatter alle udgifter til udfletningsanlæg, overføringer, underføringer og dalbroer. Selve galleriet på hhv. Jyllands- og Sjællandssiden er inkluderet i overslaget for kyst-kyst-forbindelsen.

Strækningen er gennemgået specifikt og behov for niveaufri skæring er vurderet. Ved hver skæring er behov for overføring eller underføring vurderet ud fra højdeprofil i forhold til vurderet længdeprofil.

Der er forudsat dalbro (1.000 m) ved Tvenstrup og syd for Bjerager (1.000m) i Jylland.

Der er forudsat én dalbro (300 m) syd for Ledreborg Slot på Sjælland.

Arbejdsplads

Udgift til arbejdsplads indgår i de estimerede m2 priser for dalbroer, overføringer og underføringer. Niveauafribe udfletningsanlæg pålægges 12% til arbejdsplads.

5.3.4 Kørestrøm

Ved estimering af kørestrømssystemet er der anvendt følgende generiske enhedspriser, som alle er skabt ud fra erfaringstal fra andre baneprojekter, som omtalt i afsnit 5.2.1.

Strømforsyning

Selve strømforsyningen til kørestrømsanlægget består af følgende poster:

Fordelingsstation

Denne post indeholder indkøb og etablering af en fordelingsstation (inkl. transformere), som placeres med hhv. én i Jylland og ved nybygningsløsningen også én på Sjælland.

Forstærkning af offentlige forsyningsnet

Denne post dækker udgift til forstærkning af Energinets eltransmissionsnet, som forsyner fordelingsstationerne. Dette er til kompensering af, at kørestrømsanlægget belaster eltransmissionsnettets tre faser skævt. Udgiften er skønnet ud fra erfaring fra Ringsted Femern Banen, men fastlægges af Energinet.

Forsyningskabler

Denne post indeholder pris på forsyningskabler mellem Energinets 132/150 kV-transformerstationer og Banedanmarks fordelingsstationer. Det er anslået, at der skal kabellægges på en strækning på i alt 10 km fordelt ligeligt på strækningerne i Jylland og på Sjælland.

Investeringsbidrag til Energinet DK.

Denne post dækker udvidelse af samt tilslutning i Energinets 132/150 kV-transformerstationer. Udgiften er skønnet ud fra erfaring fra Ringsted Femern Banen, men fastlægges af Energinet.

5.3.4.1 Køreledningsanlæg

Selve køreledningsanlægget er prissat ved brug af følgende underposter:

Komplet installation af køreledning på fri strækning, dobbeltspor

Denne post indeholder indkøb og komplet installation af et nyt køreledningsanlæg på fri dobbeltsporet strækning. Posten anvendes til både nybygning og opgradering fra et til to spor med hastighedsopgradering, da der kan argumenteres for, at der er tilnærmelsesvis samme udgifter forbundet ved at installere kørestrøm på nyt spor, som at ombygge eksisterende kørestrøm på et eksisterende spor som hastighedsopgraderes. Posten inkluderer én autotransformer pr. 10 km dobbeltspor.

Dobbelt transversal

Posten indeholder indkøb og montering af kørestrømskomponenter, som installeres i forbindelse med transversaler. Posten inkluderer rammer/portaler/galger, opfang, ledningsadskiller, køretrådkrydsningsbroer og evt. ledningskoblere.

Afgreningssporanlæg

Posten indeholder indkøb og montering af kørestrømskomponenter, som installeres i forbindelse med et afgreningssporanlæg. Posten inkluderer rammer/portaler/galger, opfang, ledningsadskiller, køretrådkrydsningsbroer og evt. ledningskoblere.

Trinbræt

Posten indeholder indkøb og montering af kørestrømskomponenter, som installeres i forbindelse med et trinbræt i hhv. Samsø og Kalundborg Nord. Posten inkluderer evt. rammer/portaler/galger og ledningskoblere.

Neutralsektion

Posten indeholder indkøb og montering af kørestrømskomponenter, som installeres i forbindelse med en neutralsektion, der forudsættes etableret ved afgreningsanlæg og halvvejs mellem fordelingsstationer. Kørestrømskomponenterne inkluderer opfang og ledningskoblere.

Fjernstyring af kørestrøm

Posten indeholder indkøb og installation af fjernstyring af kørestrømskomponenter (ledningskoblere), der etableres ved afgreningsanlæg, stationer og trinbrædder. Posten inkluderer understation i hytte, transmission samt opdatering på OCK-centralen.

Skærmstage på vejbroer

Posten indeholder indkøb og montering af i alt 24 stk. skærmstage (additionstage) pr. vejbro (overføring).

Arbejdsplads

Denne post er for kørestrømsanlæg vurderet til 8% af arbejderne i denne hovedpost.

5.3.5 Stærkstrøm

Denne post er erfaringsmæssig en meget lille post og er indeholdt i de øvrige poster, idet f.eks. sporskiftevarme er indeholdt i prisen for sporskifter, der ligger i summen for transversaler og afgreningsanlæg og strømforsyning til elevatorer er indeholdt i prisen for elevatorer, som ligger i summen for etablering af et trinbræt.

5.3.6 Sikring og fjernstyring

Ved estimering af sikring og fjernstyring er der anvendt følgende generiske enhedspriser, som alle er skabt ud fra erfaringstal fra andre baneprojekter og Signalprogrammet i Banedanmark

Radiomasteanlæg og FTN kabler

Levering og etablering af Radioanlæg inkl. FTN kabelanlæg med forbindelse mellem objekterne på banen og det centrale radioanlæg samt computeranlægget til fjernstyring af trafikken på anlægget.

Central Computer og Radio Block Center (RBC)

Levering og etablering af det centrale computeranlæg samt Radio Block Center med forbindelse til detekteringskomponenter langs sporene samt via det etablerede FTN kabelanlæg forbindelse til sætning af togveje mv.

Strækingsanlæg

Levering og installation af detekteringskomponenter til registrering af togtrafikken på fri strækning.

Dobbelt transversal

Levering og installation af marker boards, baliser og akseltællere til detektering mv.

Afgreningssporanlæg

Levering og installation af marker boards, baliser og akseltællere til detektering.

Trinbræt (Samsø og Ny Kalundborg Nord station)

Levering og installation af marker boards og akseltællere.

Arbejdsplads

Denne post er for kørestrømsanlæg vurderet til 8% af arbejderne i denne hovedpost.

5.3.7 Tele

Denne post er erfaringsmæssig en meget lille post og er indeholdt i de øvrige poster, idet f.eks. informatik er indeholdt i prisen for radiomasteanlæg og perronaptering, som ligger i summen for etablering af et trinbræt.

5.3.8 Bygninger

Station på Samsø og Kalundborg Nord

Levering af materialer og etablering af et trinbræt og forplads indeholdende bygninger, befæstigelse, perron, aptering, perronbro samt elevatorer.

Arbejdsplads

Denne post er for bygninger vurderet til 8% af arbejderne i denne hovedpost.

5.3.9 Arealer

Posten omfatter alle udgifter til ekspropriationer, midlertidige arealerhvervelser, ulempeerstatninger, landbrugsomlægninger, arealer for erstatningsnatur, o. lign.

5.3.10 Forst

Posten omfatter udgift til støjafskærmning samt udgift til miljømæssige hensyn, så som erstatningsnatur, paddehegn, mindre faunapassager, omlægning af vandløb.

5.3.11 Andet

Posten omfatter udgift til geotekniske undersøgelser, ledningsomlægninger og arkæologiske undersøgelser.

5.3.12 Tværgående omkostninger

Posten omfatter alle udgifter til projektering, tilsyn og administration, som erfaringsmæssigt skønnes til 25% af hovedpost 1-11.

5.3.13 Tillæg

Fysikestimatet pålægges 50% i korrektionsreserve (K1) i henhold til principperne i Ny Anlægsbudgettering.

5.4 Ændringer i forhold til tidligere overslag

I forhold til tidligere udarbejdede anlægsoverslag er de væsentligste ændringer at

- Der er regnet med flere dalbroer
- Enhedspriserne er justeret og baseret på nyeste projekter
- Længden på banestrækningerne er ændret qua ændrede linjeføringer
- Kapacitetsudvidelse på København H og Århus stationer er ændret til en mindre funktionsændring på Roskilde station
- Der er i alternativet med højhastighed regnet med 250 km/t mod 300 km/t

Men i detaljer er det svært at sammenligne, da forudsætninger og opstilling af anlægsoverslag er forskellige i undersøgelserne.

6 Perspektivering af andre løsninger

6.1 Højhastighedsalternativet

Det er ovenfor angivet, at højhastighedsalternativet opererer med en maks. hastighed på 250 km/h. Dette skal ses som en reference i forhold til undersøgelsen i 2008.

Selvom der ikke er foretaget en egentlig analyse af højere hastigheder, er den maksimale hastighed 250 km/h ikke absolut begrænsende for undersøgelsens resultat, som altså dækker en 'højhastighedsbane', hvor den maksimale hastighed ikke er specificeret, men hvor der benyttes baneteknik som specificeret i afsnit 4.

Såfremt der påregnes en væsentligt højere hastighed, som f.eks. 300 km/h, vil banens beliggenhed i planen ændre sig betydeligt, og vil blive mere bundet; mest fordi kurveradierne bliver betydeligt større. Længdeprofilen vil også ændre sig, men i meget mindre omfang. Det må forventes, at udarbejdelsen af en linjeføring til en væsentlig højere hastighed vil volde vanskeligheder i et bebygget landskab som det danske, ligesom det næppe er muligt at udarbejde en linjeføring med en konsekvent udnyttelse af hastigheden 300 km/h uden at det vil medføre betydelige konsekvenser i form af indgreb i landsbyer, naturområder m.m. såvel på Sjælland som i Jylland.

Såfremt en højere hastighed påregnes, bør der tages stilling til benyttelse af andre mere avancerede teknologier, som f.eks. fast befæstet spor ('slab track'), sporskifter med avancerede geometri og/eller avancerede krydsningskonstruktioner, støjdemper i sporet, avancerede køreledningskonstruktioner m.m. Disse teknologier er som regel dyrere, men kan omvendt have lavere vedligeholdelsesomkostninger.

Endelig skal det påregnes, at støjniveauet for meget hurtigkørende tog stiger betydeligt i forhold til traditionelle tog, idet vindstøjen nu bliver den dominerende faktor.

En linjeføring til f.eks. 300 km/h kræver altså accept af forøgede indgreb i landskab, landsbyer og natur samt accept af et højere støjniveau fra togene.

Broen ved Røsnæs berører ikke natura 2000 området. Ved en senere undersøgelse bør muligheden for dispensation for berøring af området undersøges, i det det kan forkorte broen med ca. 2.000 m.

6.2 Opgraderingsalternativerne

Kurvestyring

For opgraderingsalternativerne gælder, at såfremt kurvestyrede tog anvendes, kan hastigheden hæves betydeligt, op til ca. 10 %, idet disse tog, som f.eks. X2000⁸, Pendolino⁹ og Talgo Pendular¹⁰, i et vist omfang kan kompensere for en mangelfuld geometri ved at styre vognkassens hældning i forhold til sporets plan.

Kurvestyrede tog anvendes som hovedregel ikke på egentlige højhastighedsbaner, men hovedsageligt på baner, hvor geometrien enten ikke kan opgraderes, hvor en sådan opgradering er udenfor de økonomiske muligheder eller hvor kun en del af toglinjen er en højhastighedsbane.

Kurvestyrede tog giver mulighed for at udnytte hastighedspotentialen i den eksisterende infrastruktur (som f.eks. tilslutningsbanen København – Lejre/Holbæk) til det yderste.

⁸ Benyttes bl.a. på strækningen Stockholm-Malmø-København, Stockholm-Göteborg og i Sverige generelt. Toget fremstilles ikke mere, og det er usikkert, om togets afløser vil benytte kurvestyring.

⁹ Benyttes bl.a. i Italien og Finland.

¹⁰ Benyttes bl.a. i Spanien og USA.

Det skal bemærkes, dels at kurvestyrede tog udgør en niche i markedet, og således ikke har stor udbredelse og dels, at kørsel med kurvestyrede tog kan opleves som mindre behageligt af et mindretal af passagerne (køresyge!).

Etapedeling

For begge alternativer gælder, at en etapedeling er mulig.

- Det er f.eks. muligt at udskyde bygningen af 'kortslutningsbanen' Vipperød-Knabstrup til et senere tidspunkt, således at alle tog i begyndelsen føres over Holbæk i Alternativ c, jf. afsnit 2.2.1 Linjeføringer på land.
- Det er f.eks. muligt at udskyde en hastighedsopgradering af banen Lejre-Vipperød-(Holbæk) til et senere tidspunkt. Bemærk her, at banen er opgraderet til 160 km/h inden for en kort tidsrum, ligesom banen planlægges elektrificeret af Elektrificeringsprogrammet i den eksisterende tracé til ultimo 2022.

Hastighedsgradering

I stedet for at opgradere hele banen Lejre-Vipperød til 200 km/h kan dette udelades, og hastigheden 160 km/h vil således være den fremtidige maks. hastighed. Hastighedspotentialet i en opgradering udnyttes således ikke.

Bemærk her, at såfremt dette vælges, vil det være meget vanskeligt at opgradere banen senere hen, dels idet banen jo så er i drift, og dels da en opgradering vil betyde, at langt det meste af køreledningsanlægget skal flyttes eller fornyes som følge af kurveudretningerne. En beslutning bør således tages inden arbejderne med elektrificeringen begyndes.

Bemærk også her, at energiforsyningen (banetransformere, fordelingsstation, autotransformere, tilslutningskabel m.m.) påregnes at kunne genbruges – evt. i en ny placering – i forbindelse med en evt. hastighedsopgradering på et senere tidspunkt.

Derimod kan en hastighedsopgradering af banen (Holbæk)-Knabstrup-Ærtebjerg ikke udsættes, idet maks. hastigheden (120 km/h) er alt for lav til at udgøre et brugbart alternativ.

7 Referencer

Vejdirektoratet plus nedenstående:

/11/ TSI infrastruktur (Nr. 1299/2014)

/12/ TSI energy (Nr. 1301/2014)

/13/ Banedanmarks tråceringsbestemmelser (Sporregler 1987)

/14/ UIC HIGH SPEED RAIL 2018: https://uic.org/IMG/pdf/uic_high_speed_2018_ph08_web.pdf

/15/ Banedanmarks regelværk (har normstatus) 'Fritrumsprofiler'

/16/ Banedanmarks banenorm BN1-59