

En Kattegatbane

København-Aarhus på kun én time

November 2015



Forord

I januar 2009 indgik den daværende regering (Venstre og De Konservative), Socialdemokraterne, Dansk Folkeparti, Socialistisk Folkeparti, Det Radikale Venstre og Liberal Alliance en aftale om en grøn transportpolitik. En central målsætning i denne politiske aftale var, at den kollektive trafik skal løfte en større del af trafikken i fremtiden.

Det blev bl.a. aftalt at gennemføre strategiske analyser af udbygningsmulighederne i Østjylland.

De strategiske analyser skulle dels omfatte en baneplan for Østjylland, dels det langsigtede kapacitetsbehov for trafikken mellem Øst- og Vestdanmark. Herunder skulle det undersøges om en Kattegatforbindelse vil være en god løsning som en meget hurtig, direkte forbindelse mellem Jylland og Sjælland.

Denne rapport beskriver anlægget af en fast forbindelse over Kattegat og en række mulige jernbaneanlæg på Sjælland og i Jylland.

Rapporten er en opdatering af den screening af en Kattegatforbindelse, der blev udarbejdet af Niras i 2008 for Transportministeriet. For den faste forbindelse er der taget udgangspunkt i det mest direkte og mindst omkostningskrævende forslag.

Rapporten indeholder et eksempel på, hvordan køreplanen kan sammensættes. Desuden gives en foreløbig vurdering af naturpåvirkningerne af det samlede anlæg.

En forbindelse over Kattegat vil give store rejsetidsgevinster særligt for rejsende mellem Hovedstadsområdet og øvrige Sjælland og Midt- og Nordjylland, mens rejsende mellem Sønderjylland, Fyn og Sjælland ikke vil drage fordel af broen.

Der er tale om et meget omfangsrigt anlæg. Den totale pris for en kombineret vej- og baneforbindelse over Kattegat inkl. vej- og baneanlæg varierer mellem 110-119 mia. kr. afhængigt af hvilken baneløsning, der vælges.

Med en højhastighedsbane vil rejsetiden København-Aarhus komme ned på ca. en time. Hvis det i stedet vælges at udnytte den eksisterende infrastruktur, bliver rejsetiden 30-40 minutter længere.

Trafik- og Byggestyrelsen



Indhold

København-Aarhus på én time	4
Store tidsgevinster til Midt- og Nordjylland	4
Anlægsomkostninger	5
Øvrige forudsatte jernbaneanlæg	9
Baneanlæg København-Aarhus	10
Anlægsomkostninger	10
Nærmere om de forskellige delstrækninger	10
Hvordan og hvor hurtigt skal togene køre?	19
Hvilket materiel?	19
Betjeningskoncepter for en Kattegatbane	19
Godstrafikken	22
Bilag 1 Anlægsoverslag	24
Bilag 2 Betjeningseksempler	25
Bilag 3 Referencer	26

København-Aarhus på én time

Store tidsgevinster til Midt- og Nordjylland

Med en Kattegatforbindelse og en højhastighedsbane til 300 km/t kan rejsetiden mellem landets to største byer København og Aarhus reduceres til knap en time.

En fast Kattegatforbindelse giver desuden markant kortere rejsetider videre til Midt- og Nordjylland. Ikke kun fra København, men også fra Roskilde, Holbæk og Kalundborg med flere bliver rejsetiderne betydeligt kortere. Desuden kobles Samsø på jernbanenettet.

Effekterne fra en fast Kattegatforbindelse vil kunne mærkes i store dele af Danmark, og Aarhus bliver et væsentligt knudepunkt for trafikken i Nord- og Midtjylland og mellem forbindelserne til Sjælland.

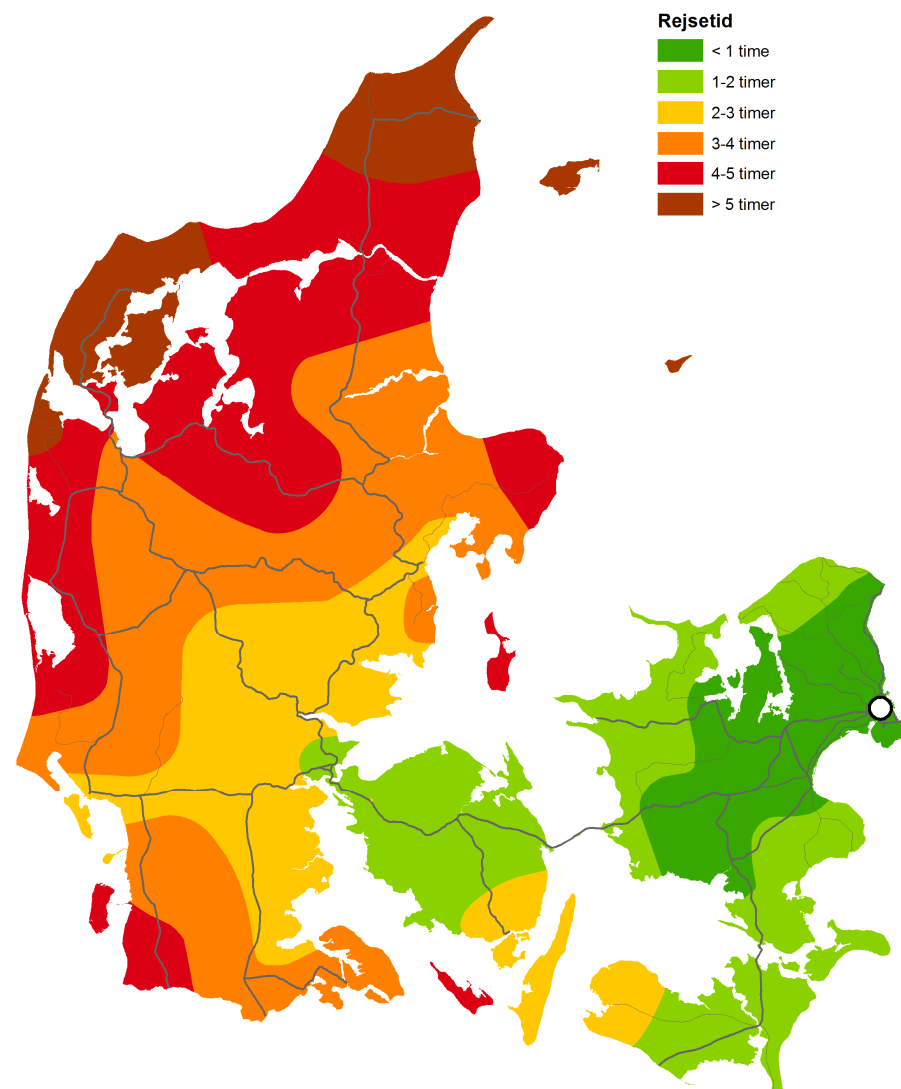
Fyn, Trekantsområdet og det sydlige Jylland får, på jernbanen, ikke gavn af en Kattegatforbindelse, som det også ses i tabellen.

Tabel 1. Udvalgte rejsetider til/fra København.

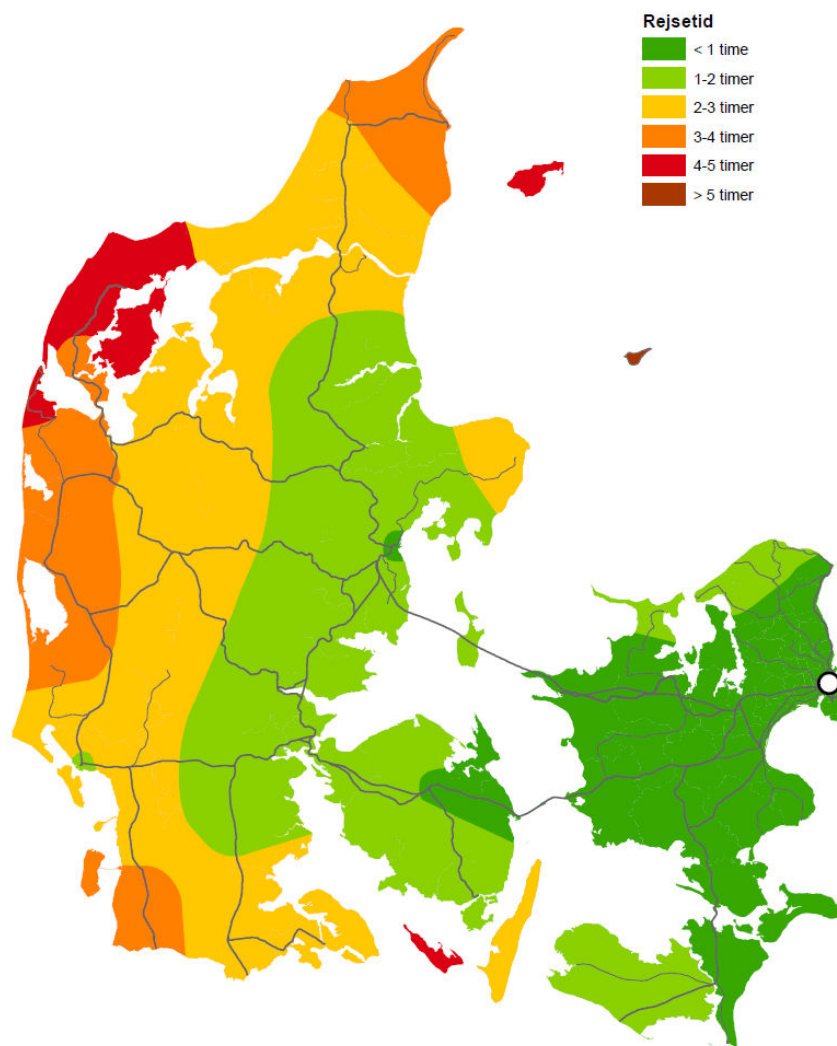
Rejsetider fra København til:	I dag	Rejsetid 2030 uden Kattegat*	Rejsetid 2030 med Kattegat*
Aarhus	2.50	1.55	0.58
Aalborg	4.19	3.00	2.03
Odense	1.15	0.58	0.58
Esbjerg	2.55	2.00	2.00
Herning	3.11	2.36	2.27
Viborg	4.17	3.08	2.11
Holstebro	3.45	3.01	3.01
Ringkøbing	4.38	3.40	3.40

* Med Timemodel.

Figur 1. Nuværende rejsetider med tog til/fra København H.



Figur 2. Rejsetider med Timemodellen og en fast Kattegatforbindelse (højhastighedsløsning), på togrejser til/fra København.



Anlægsomkostninger

Anlægsomkostningerne for en fast Kattegatforbindelse i form af en kombineret vej- og banebro vurderes uden landanlæg at være ca. 95 mia. kr. (inkl. NAB-tillæg på 50%).

De mest nødvendige banetilslutninger mm. til eksisterende baner koster samlet ca. 7 mia. kr. og de samlede vejlandanlæg ligeledes ca. 7 mia. kr.

Den totale pris for en fast forbindelse over Kattegat ligger dermed på 109-118 mia. kr. afhængigt af, hvilken type jernbane der vælges – om det skal være en højhastighedsbane eller ej.

En Kattegatbanes forløb fra København til Aarhus starter på den eksisterende infrastruktur indtil Lejre via Roskilde.

Fra Lejre til Værslev ved Kalundborg er der tre muligheder for banens forløb over Sjælland. De tre linjeføringsalternativer over Sjælland benævnes højhastighedsløsningen, opgraderingsløsningen og minimumsløsningen.

Fra Værslev anlægges en højhastighedsbane til Røsnæs, som fortsætter på en bro med dobbeltsporet jernbane og en firesporet motorvej over Samsø til Hov i Jylland. Fra Hov anlægges en ny højhastighedsbane til Aarhus, som kan tilsluttes den nye Hovedgård-bane (Togfonden), såfremt denne er anlagt, nogle kilometer før Hasselager ved Aarhus.

På Aarhus H og København H bliver det i de fleste alternativer nødvendigt med en kapacitetsudbygning i størrelsesordenen godt 1 mia. kr. Der forudsættes desuden etableret en ny station ved Kalundborg og på Samsø.

Alle tre løsninger har de samme landanlæg i Jylland i form af banen fra Hov til Hasselager til ca. 3 mia. kr.

Tabel 2. Anlægsomkostninger for landanlæg ved forskellige jernbaneløsninger, inkl. NAB-tillæg på 50%.

Jernbanelandanlæg (afrundede beløb)	Mia. kr. (2015)	Min.løsning	Opgr. løsning	Højhast. løsning
Jylland				
Tilslutning til bro (Hov-Hasselager m.m.)	3,1	x	x	x
<i>Evt. afgrening mod Horsens (Hov-Hovedgård)*</i>	3,2			
Udbygning Aarhus H	0,2	x	x	x
Sjælland				
Kapacitetsudbygning København H	1,0		x	x
Tilslutning til bro (Røsnæs-Værslev m.m.)	3,6	x	x	x
Opgradering af Nordvestbanen (Værslev-Holbæk)	2,8		x	
Ny bane til 300 km/t (Værslev-Lejre)	8,1			x
I alt nødvendige landanlæg		6,9	10,7	16,0
Vejlandanlæg		6,7	6,7	6,7

*En eventuel afgrening mod Horsens er medtaget som et muligt anlæg, men vurderes ikke at være relevant for et tilstrækkeligt antal passagerer.

Note: Overslagene er, bortset fra kyst-kyst forbindelsen, reviderede ift. Trafikstyrelsens rapport fra 2011 'Forbindelser mellem Vest- og Østdanmark', og er i flere tilfælde på et lavere niveau end tidligere. Overslagene for kyst-kyst forbindelsen er opregnet fra Niras 2008 rapport.

Højhastighedsløsning

Det hurtigste alternativ over Sjælland, som giver størst gevinst pr. anlægskrone, er at bygge en 47 km lang dobbeltsporet højhastighedsbane fra Lejre til Værslev for ca. 8 mia. kr.

Den samlede rejsetid København-Aarhus bliver 58 minutter.

Opgraderingsløsning

En billigere mulighed er at udbygge den eksisterende strækning Holbæk-Kalundborg til dobbeltspor og opgradere strækningshastigheden til op til 200 km/t. Det koster ca. 3 mia. kr.

Med nonstop-tog med tophastighed på 200 km/t bliver rejsetiden 1 time og 21 minutter København-Aarhus.

Minimumsløsning

Den billigste mulighed er at tilslutte til den eksisterende bane mellem Holbæk og Kalundborg. Strækningen er fortsat enkeltsporet.

En fast Kattgatforbindelse kan i denne løsning kun betjenes med regionaltoget. De samlede omkostninger til baneanlæg består derved kun i kyst-kyst forbindelsen med tilsluttende landanlæg.

Hurtigste rejsetid København-Aarhus bliver ca. 1 time og 30 minutter.

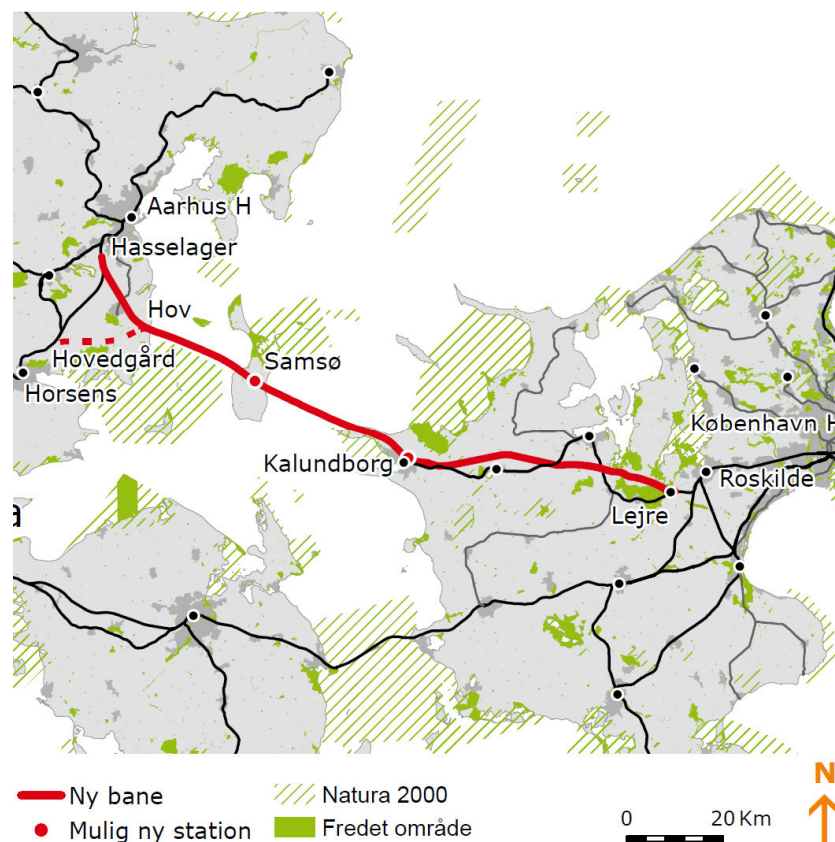
Minimumsløsningen betragtes i denne rapport som en mulighed for etapevis udbygning af de sjællandske landanlæg snarere end et reelt alternativ.

Eventuel afgrening mod Horsens

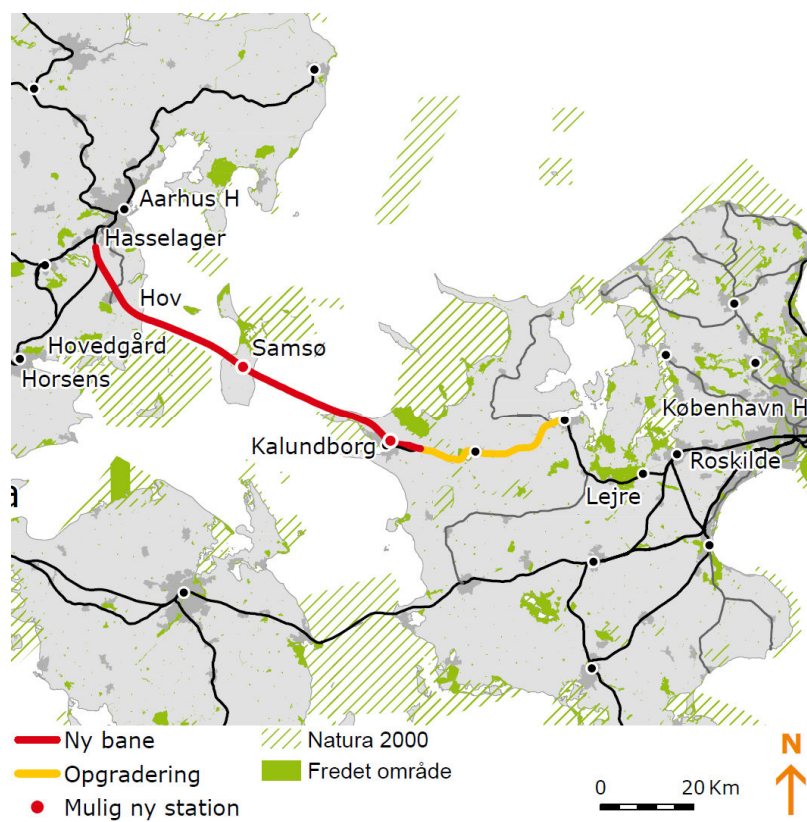
En afgrening mod Horsens på Jyllandssiden har været overvejet. Den koster yderligere ca. 3 mia. kr. En sådan afgrening til Horsens vil give en hurtig forbindelse til Horsens og Vejle-områderne. Rejsetiden København-Horsens kan i denne løsning komme ned på 58 minutter ved højhastighedsløsningen.

Det vil dog være meget få passagerer, der vil få fordel af en sådan bane. Syd for Vejle vil det være hurtigere at benytte Timemodellen på ture til og fra København, såfremt denne gennemføres. Og for pendlerne internt i Østjylland vil en Horsensafgrening ikke have betydning.

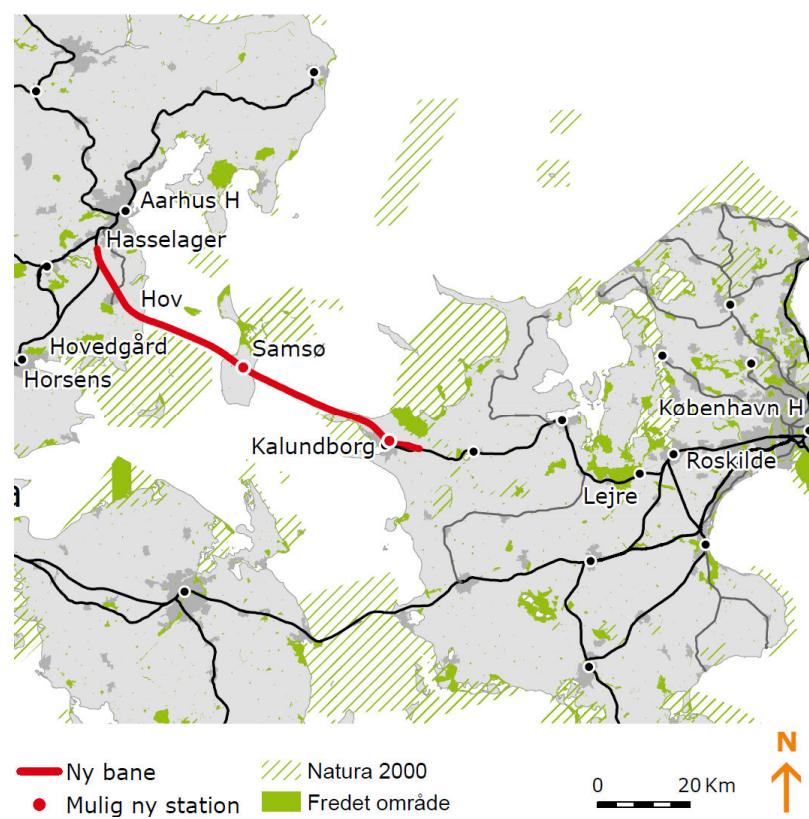
Figur 3. **Højhastighedsløsning** – En fast Kattgatforbindelse tilsluttes en ny bane til 300 km/t henover Sjælland (Lejre-Rønæs). Rejsetid København-Aarhus 58 minutter. Totalpris ca. 118 mia. kr. inkl. vejlandanlæg.



Figur 4. **Opgraderingsløsning** – En fast Kattegatforbindelse tilsluttes Nordvestbanen, der opgraderes til dobbeltspor og 200 km/t (Værsløv-Holbæk). Rejsetid København-Aarhus 1 time 21 minutter. Totalpris ca. 113 mia. kr. inkl. vejlandanlæg.



Figur 5. **Minimumsløsning** – En fast Kattegatforbindelse tilsluttes den eksisterende Nordvestbane (enkeltspor og 120 km/t Værsløv-Holbæk). Rejsetid København-Aarhus 1 time 30 minutter. Totalpris ca. 109 mia. kr. inkl. vejlandanlæg.



Øvrige forudsatte jernbaneanlæg

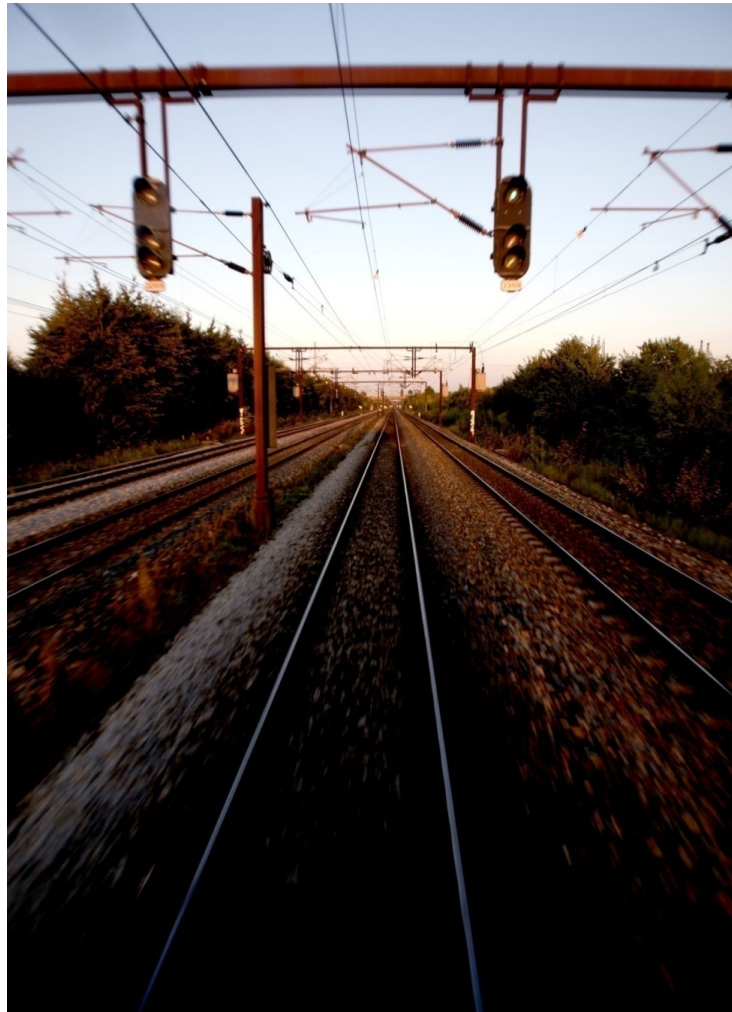
I anlægsoverslaget for en Kattegatbane indgår ikke følgende nødvendige anlægsinvesteringer, som er forudsat finansieret gennem andre kilder:

- Elektrificering Roskilde-Kalundborg
- Elektrificering Aarhus H-Aalborg
- Elektrificering Hasselager-Aarhus H

Disse anlægselementer har hidtil været planlagt finansieret i forbindelse med Togfonden DK.

En ny jernbane mellem Hovedgård og Hasselager, som indgik i den tidligere regerings planer om realisering af Timemodellen, vil endvidere kunne reducere anlægsomkostningerne for en Kattegatforbindelses landanlæg i Jylland, hvis Kattegatbanen tilsluttes Hovedgårdbanen og benytter denne på den resterende strækning ind til Aarhus. Der er dog ikke regnet nærmere på dette i denne analyse.

Figur 6. En elektrificeret bane



Baneanlæg København-Aarhus

En fast forbindelse over Kattegat vil give en direkte og hurtig baneforbindelse mellem Aarhus og København. Rejsetiden afhænger af landanlæggene på Sjælland.

Anlægsomkostninger

Jernbanens landanlæg udgør en forholdsvis lille del af de samlede omkostninger til den faste forbindelse. Relativt set er en højhastighedsløsning over Sjælland derfor ikke en stor investering.

Tabel 3. Totale anlægsomkostninger for de tre jernbanealternativer København-Aarhus (inkl. kombineret fast forbindelse Røsnæs-Samsø-Hov og vejlandanlæg), inkl. 50 % tillæg jf. NAB.

Samlede anlægsomkostninger København-Aarhus, for de tre forskellige jernbaneløsninger og en kombineret kyst-til-kystforbindelse.	Mia. kr. (2015)
Højhastighed	118
Opgraderingsløsning	113
Minimumsløsning	109

Note: Overslagene er, bortset fra kyst-kyst forbindelsen, reviderede ift. Trafikstyrelsens rapport fra 2011 'Forbindelser mellem Vest- og Østdanmark', og er i flere tilfælde på et lavere niveau end tidligere. Overslagene for kyst-kyst forbindelsen er opregnet fra Niras 2008 rapport.

Anlægsoverslagene er udarbejdet på screeningsniveau. Det er vigtigt at bemærke, at screeningen er en korridoranalyse. Det vil sige, at de viste linjeføringer i screeningen er eksempler på mulige linjeføringer indenfor en korridor.

I efterfølgende udredningsfaser vil der være behov for at undersøge flere relevante, og evt. mindre indgribende, linjeføringer indenfor pågældende korridor. Derfor må angivne konkrete lokaliteter f.eks. i forbindelse med linjeføringerne på nuværende tidspunkt også blot opfattes som mulige eksempler.

Nærmere om de forskellige delstrækninger

En fast Kattegatforbindelses baneanlæg består af en række forskellige anlægs-elementer, herunder de tre beskrevne alternative forløb over Sjælland.

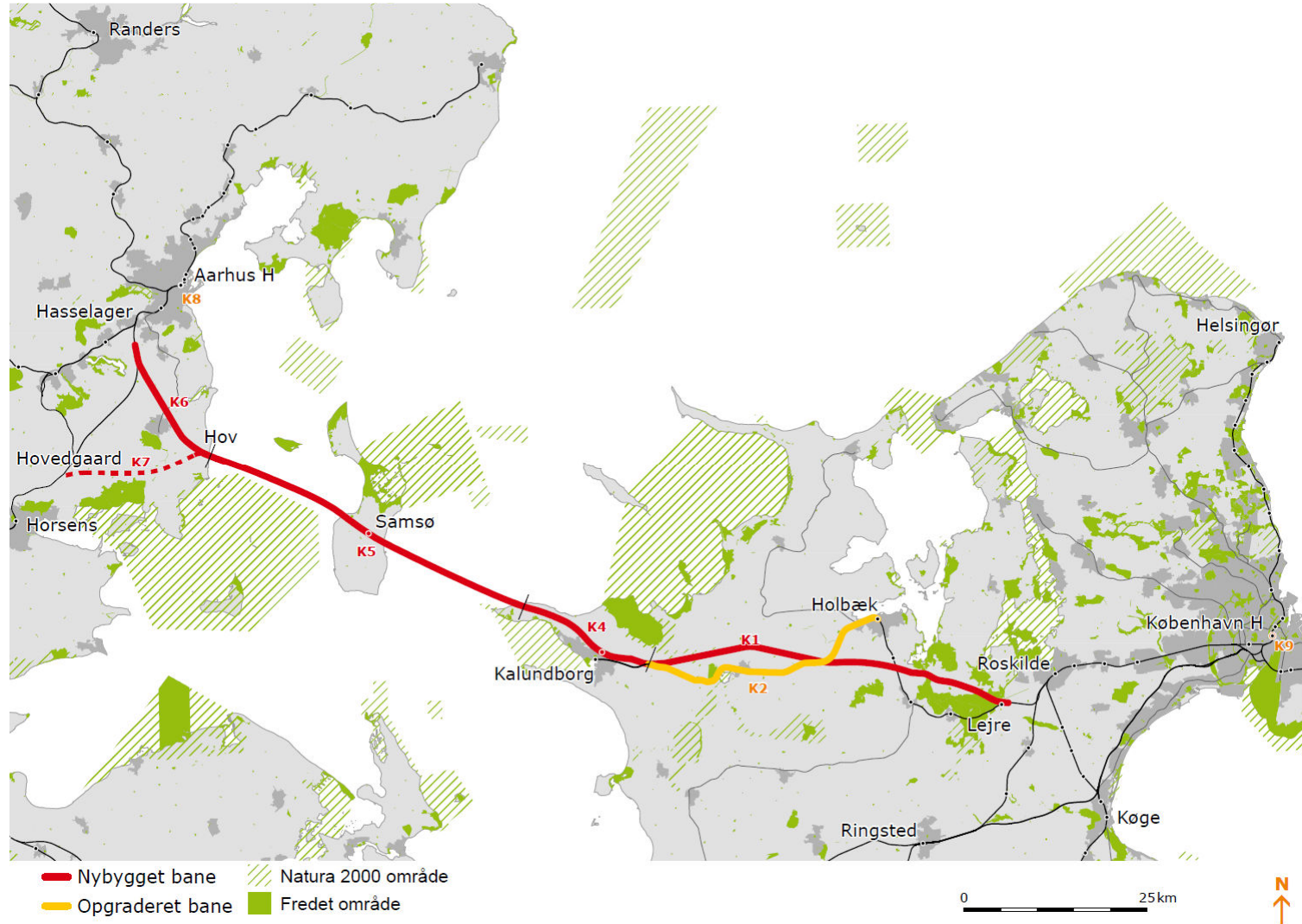
Tabel 4. Anlægsoverslag for de screenede baneanlæg, inkl. 50 % tillæg jf. NAB. Kilde: Niras.

Anlægs-elementer	Mia. kr. (2015-priser)
K1 Ny bane Lejre-Værsløv	8,1
K2 Opgradering Holbæk-Værsløv	2,8
K3 Eksisterende bane Holbæk-Værsløv	0,0
K4 Ny bane Værsløv-Røsnæs	3,6
K5 Ny kombineret forbindelse over Kattegat, Røsnæs-Samsø-Hov	95,2
K6 Ny bane Hov-Hasselager**	3,1
K7 evt. Horsens afgang (tilvalg)*	3,2
K8 Kapacitetsudbygning Aarhus H	0,2
K9 Kapacitetsudbygning København H	1,0

* en evt. afgang mod Horsens er en tilvalgs-mulighed.

** Banen fra Hov til Aarhus kan billiggøres ved tilslutning til Hovedgård-Hasselager banen.

Figur 7. Anlægs-elementer for en fast Katttegatforbindelses baneanlæg (inkl. besluttede projekter og Hovedgårdbanen, som indgik i den tidligere regerings planer om realisering af Timemodellen).



Der indgår ikke egentlige miljøvurderinger i screeningen, men de viste linjeføringer er så vidt muligt lagt udenfor fredede områder og andre specielt sårbare naturområder – de såkaldte Natura 2000 områder (EF-habitat områder og EF-fuglebeskyttelses områder).

Enkelte passager af sådanne områder har dog ikke kunnet undgå. Det kan kræve særlige undersøgelser og redegørelser, udover VVM-undersøgelsen, at etablere et nyt tracé gennem disse. Der vil desuden være andre forhold som ikke er vurderet i denne sammenhæng, som kan have indflydelse på den endelige vurdering af påvirkninger og nødvendige afværgeforanstaltninger.

Landanlæggene for bane og vej bør på Sjælland og i Jylland kunne anlægges i en fælles transportkorridor, så støj, barriereeffekter og landskabspåvirkning koncentrerer, og samlet set begrænses mest muligt.

For selve den faste forbindelse forudsættes i denne rapport den mest direkte og mindst omkostningskrævende af de tidligere screenede linjeføringer over Kattegat mellem Jylland og Sjælland. Linjeføringen er benævnt 1A/1B i Niras undersøgelse af forskellige alternativer for en fast forbindelse over Kattegat (Niras 2008).

Forudsætninger om øvrige baner

For det øvrige banenet forudsættes vedtagne baneprojekter, og realisering af Timemodellen hele vejen fra København til Aalborg via Odense.

De forudsatte anlæg inkluderer: Ny bane over Vestfyn, ny bane over Vejle Fjord, ny bane Hovedgård til Hasselager og en række hastighedsopgraderinger af hovedbanen, samt elektrificering af de eksisterende strækninger, der indgår i Kattegatbanens landanlæg. Der er med Togfonden også besluttet opgradering af regionale sidebaner. Effekten af disse er medtaget i køretidsberegningerne i minimumsalternativet, men ikke ellers, da køreplaner mv. for opgraderingerne på skrivetidspunktet er under udarbejdelse.

Ny bane Lejre-Vårslev (K1)

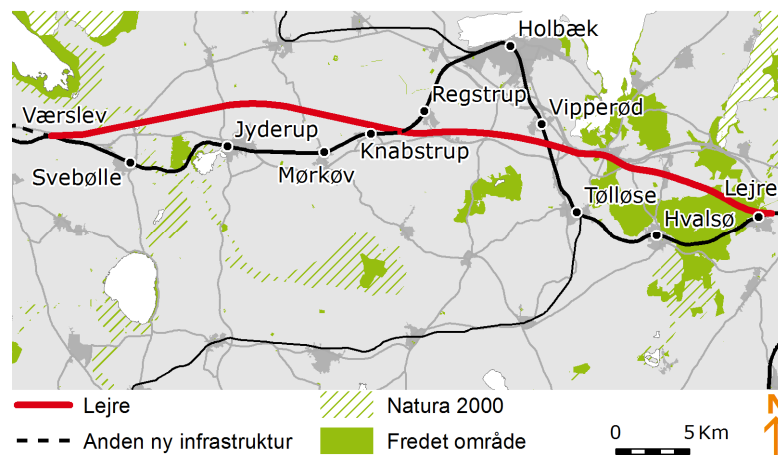
En ny direkte højhastighedsbane mellem området vest for Roskilde (Lejre) og Vårslev udgør de sjællandske landanlæg i højhastighedsløsningen, og er et alternativ til K2 (opgradering) og K3 (benytte eksisterende bane).

Anlægsomkostningerne er vurderet til ca. 8,1 mia. kr. Højhastighedsbanen over Sjælland giver i sig selv en sparet rejsetid på op til 40 minutter, afhængigt af materiel, og den samlede rejsetid København-Aarhus kommer ned på 58 minutter.

Den ca. 47 km lange bane forudsættes dobbeltsporet og elektrificeret og indrettet til brug for tog med 300 km/t.

Der er forudsat tilslutningsanlæg til den eksisterende bane hhv. øst og vest for Holbæk, så regionaltog kan benytte dele af den nye strækning. Banen bliver dermed ca. 15 km kortere end den eksisterende banestrækning via Holbæk.

Figur 8. Eksempel på linjeføring for højhastighedsbanen mellem Lejre og Vårslev, K1.



Banen løber primært gennem åbent, moderat kuperet terræn. Den vil krydse enkelte åer, hvoraf én løber i en egentlig ådal,

som krydses på en dalbro. Det vurderes at blive nødvendigt med støjafskærmning på korte dele af strækningen. Der vurderes desuden at være blød bund på dele af strækningen.

Dette linjeføringseksempel løber, ligesom den eksisterende bane, igennem tre sammenhængende fredede områder mellem Roskilde og Tølløse, samt et Natura 2000 område, og tæt forbi råstofgraveområder ved Jyderup. Der forventes etableret passende afværgende foranstaltninger.

Hvordan udstyres de nye banestrækninger?

I screeningen er for nye baner forudsat anlæg af dobbeltsporede og elektrificerede banestrækninger på op til 300 km/t. Over korte strækninger i forbindelse med de store spænd på broerne Røsnæs-Samsø og Samsø-Jylland forudsættes Niras dog 250 km/t som den med rimelighed højest opnåelige maksimalhastighed.

I screeningen er forudsat stigningsgradienter alene ud fra hensyn til persontog, dvs. der forudsættes op til 35 ‰ stigninger. Godstog mellem Jylland og Sjælland forudsættes at benytte baneforbindelsen via Storebælt.

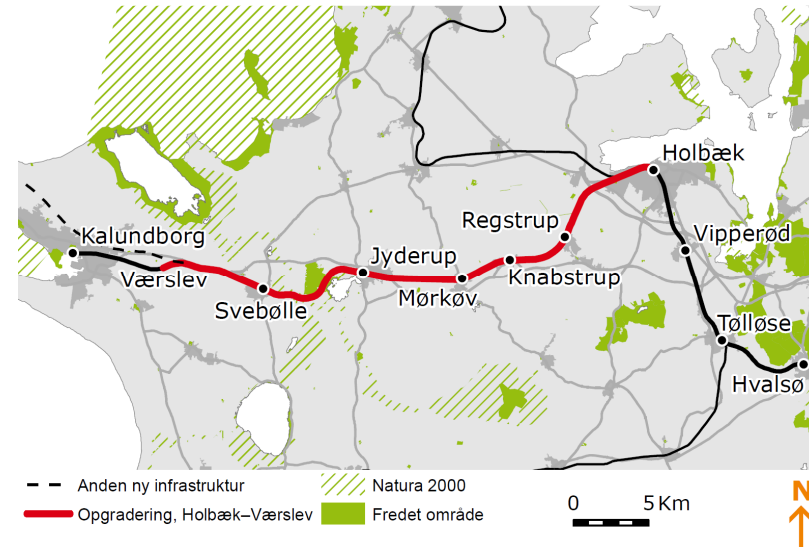
Opgradering Holbæk-Værslev (K2)

Den 36 km lange enkeltsporede bane Holbæk-Værslev opgraderes til dobbeltspor og i muligt omfang til 200 km/t. Dette udgør de sjællandske landanlæg i Opgraderingsløsningen, og er som nævnt et alternativ til K1, ny bane over Sjælland.

Opgraderingen til dobbeltspor vurderes at kunne gennemføres for ca. 2,8 mia. kr. På dette overordnede screeningsniveau vurderes en opgradering af banen ikke at have miljømæssige konsekvenser.

Der er allerede med Togfonden besluttet en hastighedsopgradering på strækningen fra de nuværende 120 km/t til 160 km/t. Dette, hvis det gennemføres, vil dog ikke have indflydelse på anlægsprisen for opgraderingsløsningen.

Figur 9. Opgraderingsløsningen: Banen fra Holbæk til Værslev opgraderes til 200 km/t og dobbeltspor, K2.



Eksisterende bane Holbæk-Værslev (K3)

Tilslutning til den eksisterende bane mellem Værslev og Holbæk uden yderligere opgraderinger, udover Togfondens hvis disse gennemføres, udgør minimumsløsningen, for de sjællandske landanlæg og er et alternativ til K1 eller K2.

Det vil sige at hastigheden her forudsættes opgraderet til 160 km/t hele vejen fra Holbæk til Kalundborg.

Banen er fortsat enkeltsporet, og der er ikke tilstrækkelig kapacitet til nonstop-tog ved siden af regionaltogene. Derfor må man i denne løsning betjene en fast Kattegatforbindelse med regionaltog, der videreføres over Kattegat.

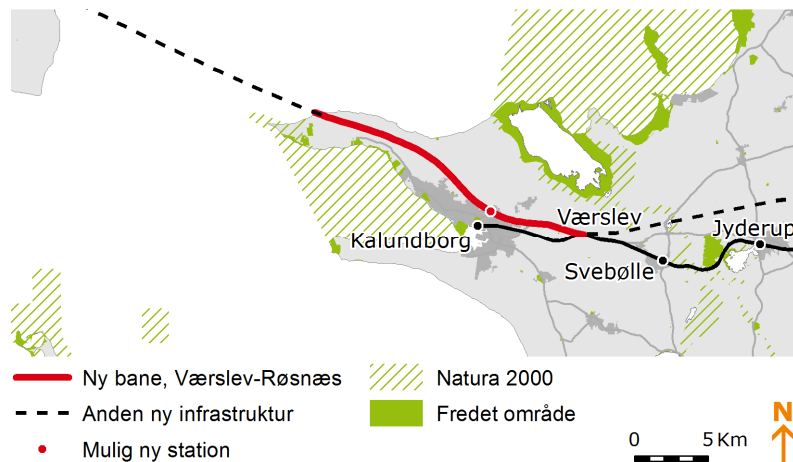
Hurtigste rejsetid København-Aarhus bliver da 1 time og 30 minutter.

Mellem Lejre og Holbæk er netop gennemført en opgradering og udbygning af Nordvestbanen til dobbeltspor og 160 km/t, som blev ibrugtaget august 2014. Denne opgradering er først og fremmest planlagt med det formål at forbedre pendlingstrafikken til hovedstadsområdet med flere og hurtigere tog.

Ny bane Værsløv-Røsnæs (K4)

Tilslutningen til en fast Kattegatforbindelse på Røsnæs forudsættes i alle tre alternativer anlagt som dobbeltsporet højhastighedsbane på ca. 23 km fra Værsløv-området øst for Kalundborg til broens landanlæg på Røsnæs. Anlægsomkostningen er ca. 3,6 mia. kr.

Figur 10. Eksempel på linjeføring Værsløv-Røsnæs, K4.



Linjeføringen kommer tæt på fredede områder og Natura 2000 områder, men ikke igennem disse. Det vurderes nødvendigt med støjskærme på en del af strækningen. Der vurderes at være blød bund på en kort del af strækningen.

Som følge af de bebyggelsesmæssige forhold er forudsat anlæg af en ny regionalstation i Kalundborg. Det vil være en fordel for passagererne, at alle tog i Kalundborg benytter samme station. Denne analyse indeholder dog hverken nærmere analyser af

stationsstrukturen i og omkring Kalundborg eller af stationernes passagerpotentiale.

Anlægsoverslagene

De præsenterede screenings-overslag for nye baner og opgraderinger af eksisterende baner er opstillet ved anvendelse af nøgletal for større anlægselementer: Hhv. km ny dobbeltsporet bane, opgradering pr. km eksisterende bane, km højbro, km lavbro o.lign. Se bilag 1.

Anlægsoverslagene er baseret på den nyeste viden ud fra konkrete baneprojekter, og er udarbejdet efter en ny og mere systematisk metode ift. anlægsoverslagene i Trafikstyrelsens rapport 'Forbindelser mellem Vest- og Østdanmark' fra 2011. En konsekvens heraf er, at anlægsoverslagene for de samme strækninger er på et lavere niveau i den nuværende screening (Niras 2013) end i den tidligere screening (Niras 2008).

Ny bane over Kattegat (K5)

En fast forbindelse over Kattegat mellem Røsnæs og Hov via Samsø i form af en kombineret bane- og vejforbindelse med 4-sporet motorvej forventes at kunne etableres for ca. 95,2 mia. kr.

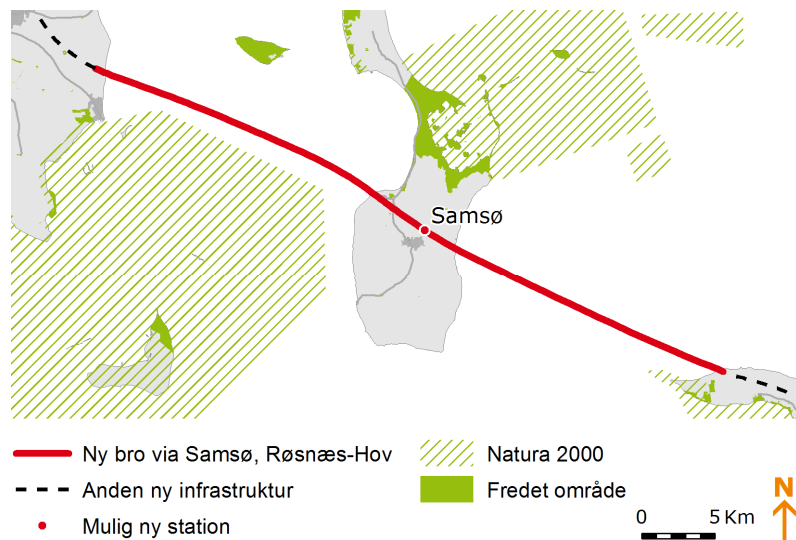
Tabel 5. Anlægsoverslag for kyst-kyst forbindelsen via Samsø, 2015-priser inkl. 50 % tillæg jf. NAB. Kombineret forbindelse.

Kattegatforbindelse (Røsnæs-Samsø-Hov)	Mia. kr. (2015)
Kombineret bane- og vejforbindelse	95,2

I denne screening er beregningsmæssigt forudsat det mest direkte og relativt mindst omkostningskrævende anlæg for en kombineret bane- og vejforbindelse over Kattegat, som blev belyst i Niras' screening af en fast Kattegatforbindelse, udarbejdet i 2008 for Transportministeriet, og deri benævnt alternativ 1A/1B.

Forbindelsen omfatter en ca. 19 km lang bro Røsnæs-Samsø, en ca. 20 km lang bro Samsø-Jylland, samt 7 km ny bane og en regionaltogstation på Samsø.

Figur 11. Eksempel på linjeføring over Kattegat.



Linjeføringen forløber i kort afstand fra et Natura 2000 område ud for Røsnæs, hvor der tillige forventes at være marsvin, som er en beskyttet art. Ved den jyske kyst passerer linjeføringen umiddelbart nord for et større Natura 2000 område omkring Endelave. Det er søgt at undgå at berøre Natura 2000 området ved den illustrerede linjeføring, hvor broen føres i land nord for. Projektet vurderes at kunne realiseres med passende afhjælpende foranstaltninger.

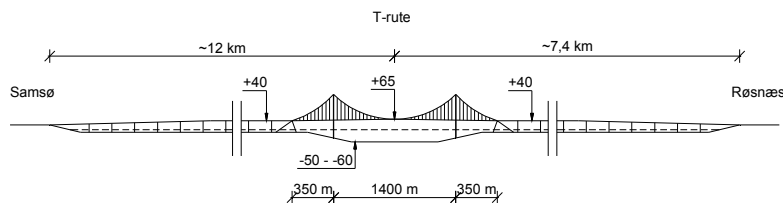
Figur 12. Set fra Sjælland. Banen krydser Kattegat mellem Røsnæs og Samsø på en ca. 19 km lang bro. Fra Samsø til Jylland fortsætter banen på en ca. 20 km lang bro.



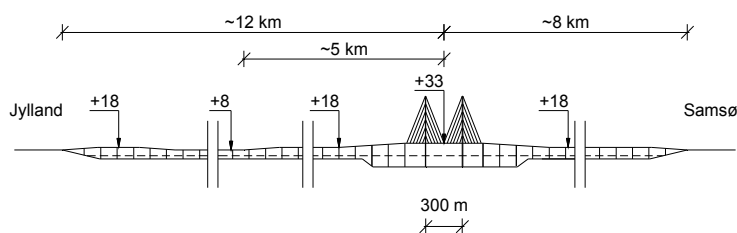
En højbro over sejlrueten mellem Røsnæs og Samsø forudsættes iflg. Niras pga. vanddybden udformet som hængebro med et hovedspænd på 1200-1400 m og gennemsejlingshøjde som for Storebæltsbroen på 65 m.

Højbroen mellem Samsø og Jylland kan til gengæld udformes som skråstagsbro med en gennemsejlingsbredde på 300 m og gennemsejlingshøjde 33 m.

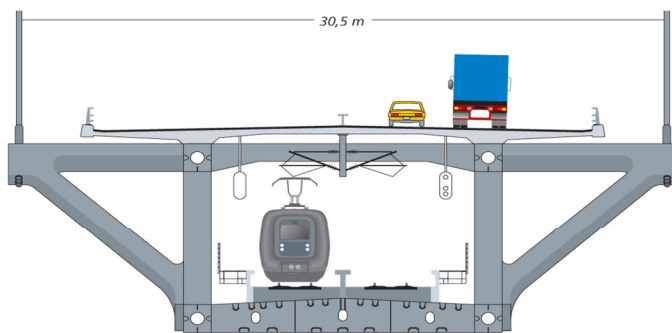
Figur 13. Skematisk opstalt af hængebro mellem Røsnæs og Samsø.



Figur 14. Skematisk opstalt af skråtagsbro mellem Samsø og Jylland.



Figur 15. Fra Sjælland til Samsø regnes med en toetagers løsning som på Øresundsbroen.



Figur 16. Fra Samsø til Jylland forløber den dobbeltsporede jernbane og den firesporede motorvej parallelt.



Ny bane Hov-Hasselager (K6)

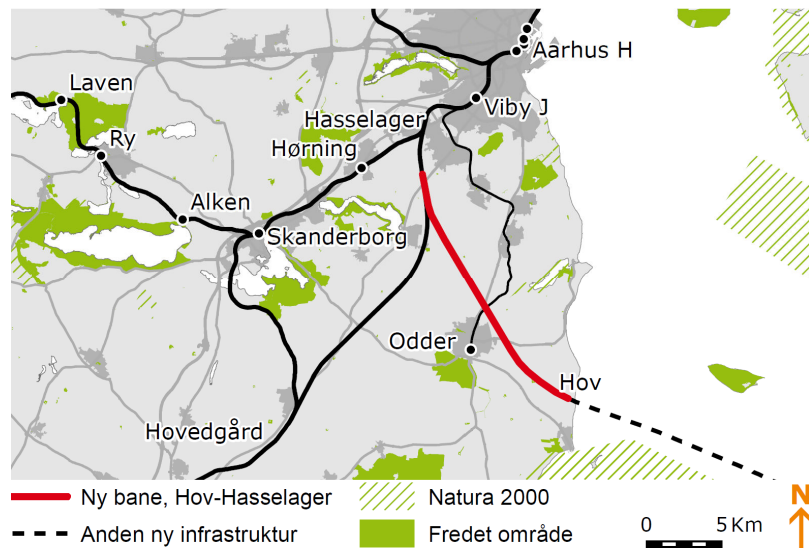
I alle tre alternativer består de jyske landanlæg af en ca. 22 km lang ny dobbeltsporet højhastighedsbane til ca. 3,1 mia. kr. fra Hov til Hasselager. Banen bør kunne anlægges i en fælles transportkorridor sammen med motorvejen.

Banen kan forkortes lidt og derved billiggøres, hvis der anlægges en ny bane mellem Hovedgård og Hasselager, og der tilsluttes til denne.

Banen forløber overvejende gennem åbent land, men enkelte steder tæt ved bebyggelse. Det vurderes nødvendigt med støjskærme på en kortere del af strækningen, og der forventes

blød bund på en kort del af strækningen. Desuden krydses Odderbanen.

Figur 17. Eksempel på linjeføring fra Hov til Hasselager ved Aarhus.



Eventuel Horsens afgrening, ny bane Hov- Hovedgård (K7)

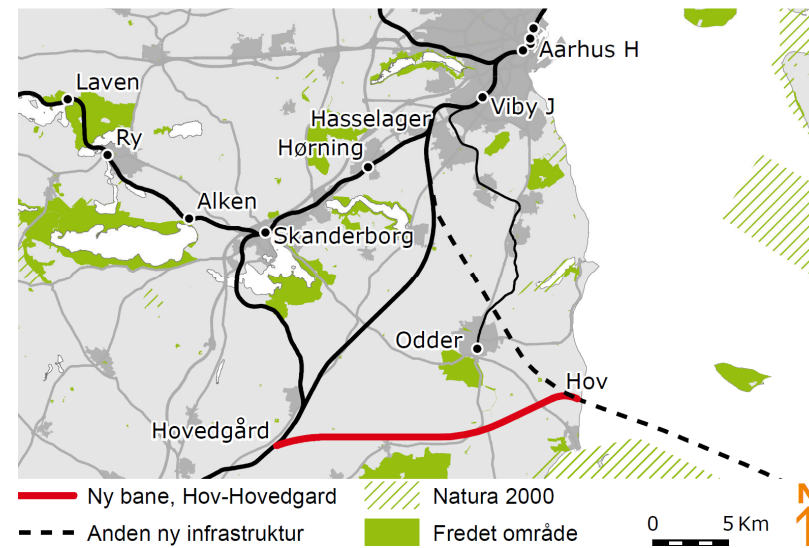
Et supplement til landanlæggene i Jylland kunne være en mulig afgrening mod Horsens, dvs. en ca. 22 km højhastighedsbane fra Hov med tilslutning til hovedbanen syd for Hovedgård (ca. 14 km nord for Horsens). Denne bane giver mulighed for hurtige tog via Kattegat-forbindelsen til Horsens.

Banen ville i givet fald koste ca. 3,2 mia. kr. og give en rejsetid København-Horsens på 58 minutter.

Linjeføringseksemplet forløber gennem et moderat kuperet landskab. Linjeføringen kan bl.a. berøre et mindre fredet område. Det vurderes nødvendigt med støjafskærmning, og der vurderes

blød bund på en kort del af strækningen. Også her bør bane og vej i givet fald kunne anlægges i en fælles transportkorridor.

Figur 18. Eksempel på linjeføring for afgrening til Horsens.



Hvis de i Togfonden beskrevne opgraderinger af eksisterende strækninger mellem hhv. Hovedgård-Horsens og Horsens-Daugård til 200 km/t gennemføres, vil de give en rejsetidsforbedring på godt 1 minut, afhængigt af materieltypen.

Kapacitetsudbygning Aarhus H (K8)

Det vurderes, at der ifm. Kattgatbanen bliver behov for kapacitetsudbygninger på Aarhus H.

Omkostningerne til dette er her skematisk sat til ca. 0,2 mia. kr.

Kapacitetsudbygning København H (K9)

I højhastigheds- og i opgraderingsløsningerne vurderes der at være behov for en udbygning af banegårdskapaciteten på hovedbanegården i København, medmindre en sådan i mellemtiden skulle være besluttet af andre årsager.

Kapacitetsudbygningen er beregningsmæssigt afsat 1 mia. kr. Forskellige udbygningsmuligheder i Trafik- og Byggestyrelsens analyser af kapacitetsudbygning af København H ligger hhv. på, under og over dette niveau, jf. Trafikstyrelsens rapport 'Analyse af kapaciteten på København H' fra 2013.

Figur 19. Tilslutning syd for Aarhus.



Hvordan og hvor hurtigt skal togene køre?

Med en fast Kattegatforbindelse og en højhastighedsbane til 300 km/t vil rejsen mellem København og Aarhus tage en time.

Den præcise rejsetid København-Aarhus afhænger af køreplanen, som igen bestemmes af baneanlæggene og togmateriellet.

De tre undersøgte infrastrukturløsninger på Sjællandssiden giver tilsvarende tre forskellige køreplaner og rejsetider København-Aarhus. Jo bedre infrastruktur på Sjælland desto bedre er mulighederne for at køre flere og hurtigere tog mellem de to byer.

Der forudsættes at køre to-tre tog over en Kattegatbane i timen.

Hvilket materiel?

Køretidsgevinsten ved den udbyggede infrastruktur afhænger af, hvilket materiel der anvendes. Materiellet skal kunne godkendes til kørsel med høj hastighed.

I højhastighedsløsningen vil rejsetiden København-Aarhus med elektriske tog med topfart på 300 km/t komme ned på 58 minutter. Med materiel med en tophastighed på op til 200 km/t bliver rejsetiden 1 time 10 minutter.

I højhastighedsløsningen vil hurtige regionaltog stoppe på Samsø. Rejsetiden mellem Samsø og Aarhus vil være ca. 23 minutter, og rejsetiden mellem Samsø og København ca. 1 time og 8 minutter.

I opgraderingsløsningen og minimumsløsningen gør materiellet ligeledes en forskel, som det ses i tabellen.

Tabel 6. Rejsetider København-Aarhus for de forskellige løsninger med forskelligt materiel.

Rejsetider København-Aarhus	IC3	ET	ICE	Velaro
	180 km/t	200 km/t	250 km/t	300 km/t
I dag via Storebælt	2.50			
Rejsetider 2030 uden Kattegat*	2.01	1.57	1.55	1.52
Højhastighedsløsning*	1.15	1.10	1.03	0.58
Opgraderingsløsning*	1.26	1.21	1.17	1.14
Minimumsløsning*	1.42	1.30		

*Med Timemodellen.

Note: Effekten af de regionale opgraderinger er medtaget i køretidsberegningen for minimumsløsningen, jf. Banedanmarks rapport 'Hastighedsopgraderinger i forbindelse med Signalprogrammet'

Betjeningskoncepter for en Kattegatbane

Alt efter udformningen af anlæggene på Sjællandssiden er der mulighed for forskellige betjeningskoncepter for en fast forbindelse over Kattegat.

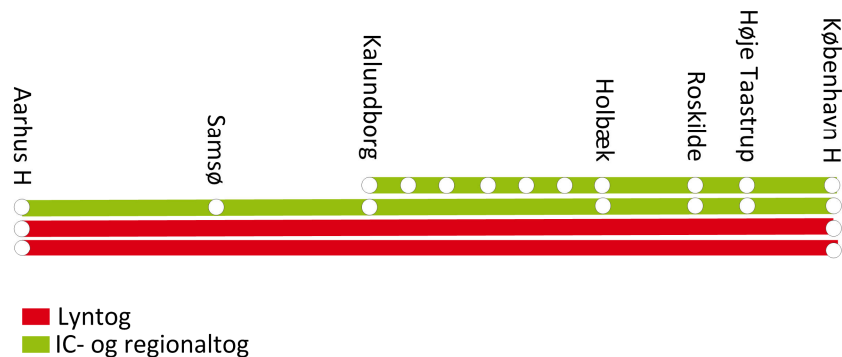
Højhastighedsløsningens betjening

I udgangspunktet består højhastighedsforbindelsen af to lyntog pr. time, der kører direkte København-Aarhus på 58 minutter. Det ene fortsætter til Aalborg med stop i Randers.

Hurtige regionaltog med stop i Holbæk og Kalundborg kan også bruge store dele af den nye bane og opnå en kortere rejsetid end ved at køre ad den nuværende bane. Disse fortsætter til Aarhus med stop på Samsø.

I bilag 2 er præsenteret mere detaljerede betjeningskoncepter.

Figur 20. Linjediagram for Højhastighed- og Opgraderingsløsningerne over Kattegat. Hver linje markerer et tog i timen i hver retning.

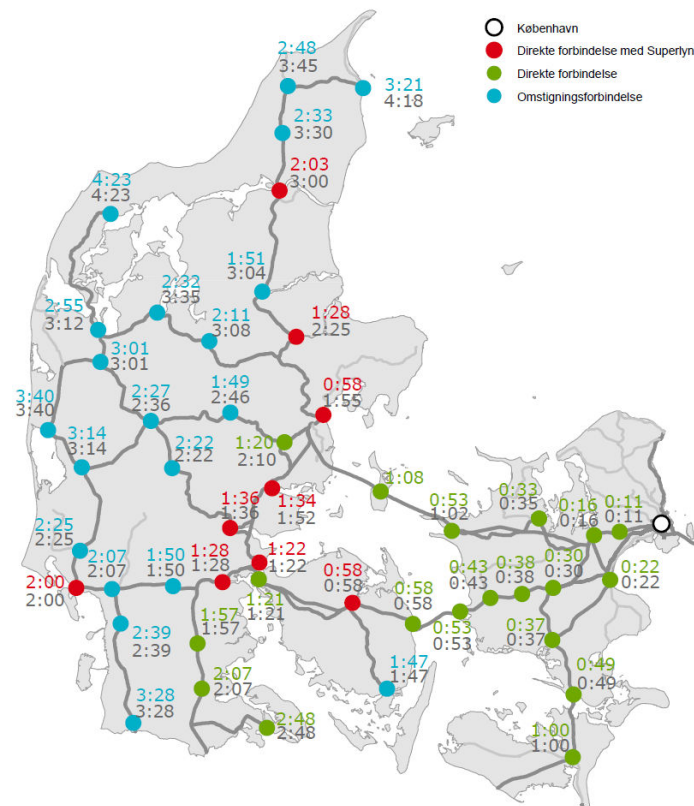


Opgraderingsløsningens betjening

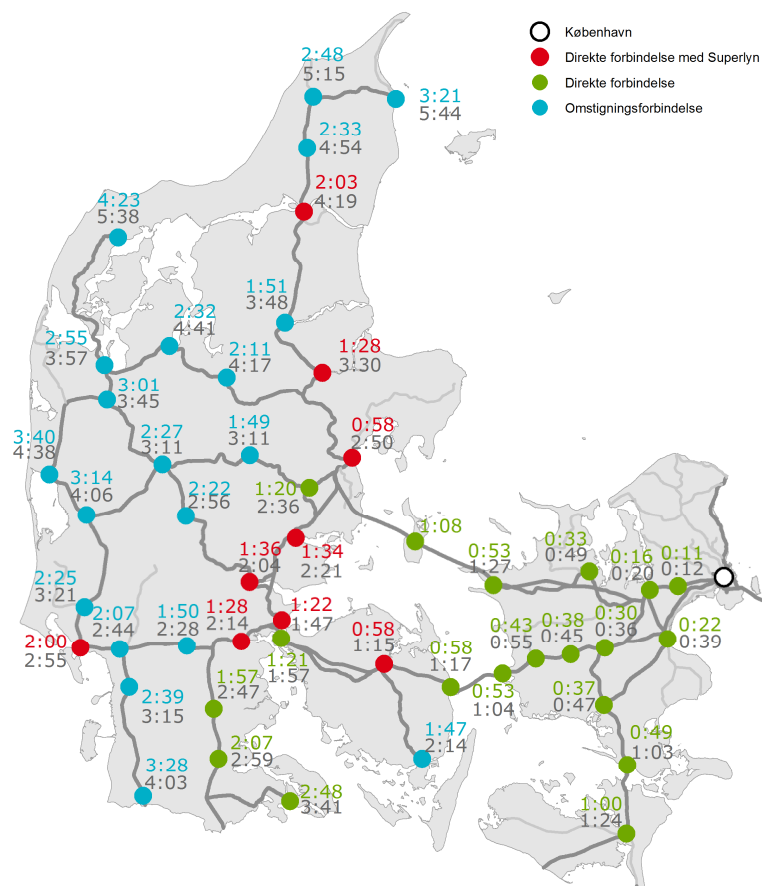
I opgraderingsløsningen hvor den eksisterende Nordvestbane får dobbeltspor hele vejen, kan der også køre tre tog over en fast Kattegatforbindelse i timen, samt et stop-tog til Kalundborg ligesom i højhastighedsalternativet.

Forskellen på betjeningen i højhastighedsløsningen og opgraderingsløsningen er hastigheden – på en opgraderet Nordvestbane vil den højeste hastighed kun være op til 200 km/t, hvilket vil give en samlet rejsetid København-Aarhus på ca. 1 time 21 minutter.

Figur 21. Rejsetider til/fra København med hhv. Timemodellen og med både Timemodellen og en Kattegat-højhastighedsløsning. De grå tal er rejsetider med Timemodellen, de farvede tal er rejsetider med både Timemodellen og en Kattegatbane, højhastighedsløsning. Bemærk at der for Kattegat standses med re-tog i Kalundborg og på Samsø, mens lyntoget kører non-stop.



Figur 22. Rejsetider til/fra København med en Kattegat-højhastighedsløsning og Timemodellen. Med farvede tal ses rejsetider efter ibrugtagning af Kattegatbanen og Timemodellen, med sorte tal nuværende rejsetider. Bemærk at der for Kattegat standses med re-tog i Kalundborg og på Samsø, mens lyntoget kører non-stop.



Minimumsløsningens betjening

I minimumsløsningen, hvor den eksisterende Nordvestbane benyttes fra Værsløv til Roskilde, kan der kun køre to tog i timen over en Kattegatbane, idet der på den enkeltsporede bane til 160 km/t, jf. Togfondens planlagte opgraderinger, ikke er mulighed for at køre non-stop tog udover stoptogene.

Det vil sige, der er ingen lyntog over Kattegat i denne løsning.

Hurtigste rejsetid København-Aarhus bliver derfor 1 time og 30 minutter.

Figur 23. Linjediagram for Minimumsløsningen. Hver linje markerer et tog i timen i hver retning.



Rejsetider

Beregninger af køretider er foretaget af Atkins. På baggrund af disse har Trafik- og Byggestyrelsen opstillet køreplanseksempler for de forskellige løsninger.

Foruden egentlig køretid indgår holdetid ved stationer og et køretidstillæg, der gør det muligt at indhente mindre forsinkelser.

Køretidstillæg er opgjort efter en fælles metode til brug for langsigtede planlægningsprojekter aftalt mellem Banedanmark, DSB og Trafikstyrelsen, jf. notatet Metode til at fastlægge køretider på jernbanen i planlægningsprojekter fra februar 2013. Der er generelt tale om mindre køretidstillæg end i dag. Disse forventes mulige i fremtiden, hvor vedligeholdelseefterslæb er indhentet og signalprogrammet fuldført, og der endvidere er øget kapacitet på banestrækningerne som følge af nyanlæg.

Køreplanen udelukker ikke, at materiel med lavere tophastighed, men eksempelvis bedre accelerationsevne eller hurtigere passagerudveksling kan opfylde rejsetiderne. Trafik- og Byggestyrelsen har ikke forholdt sig til hvilket materiel, det markedsmæssigt vil være optimalt at anskaffe.

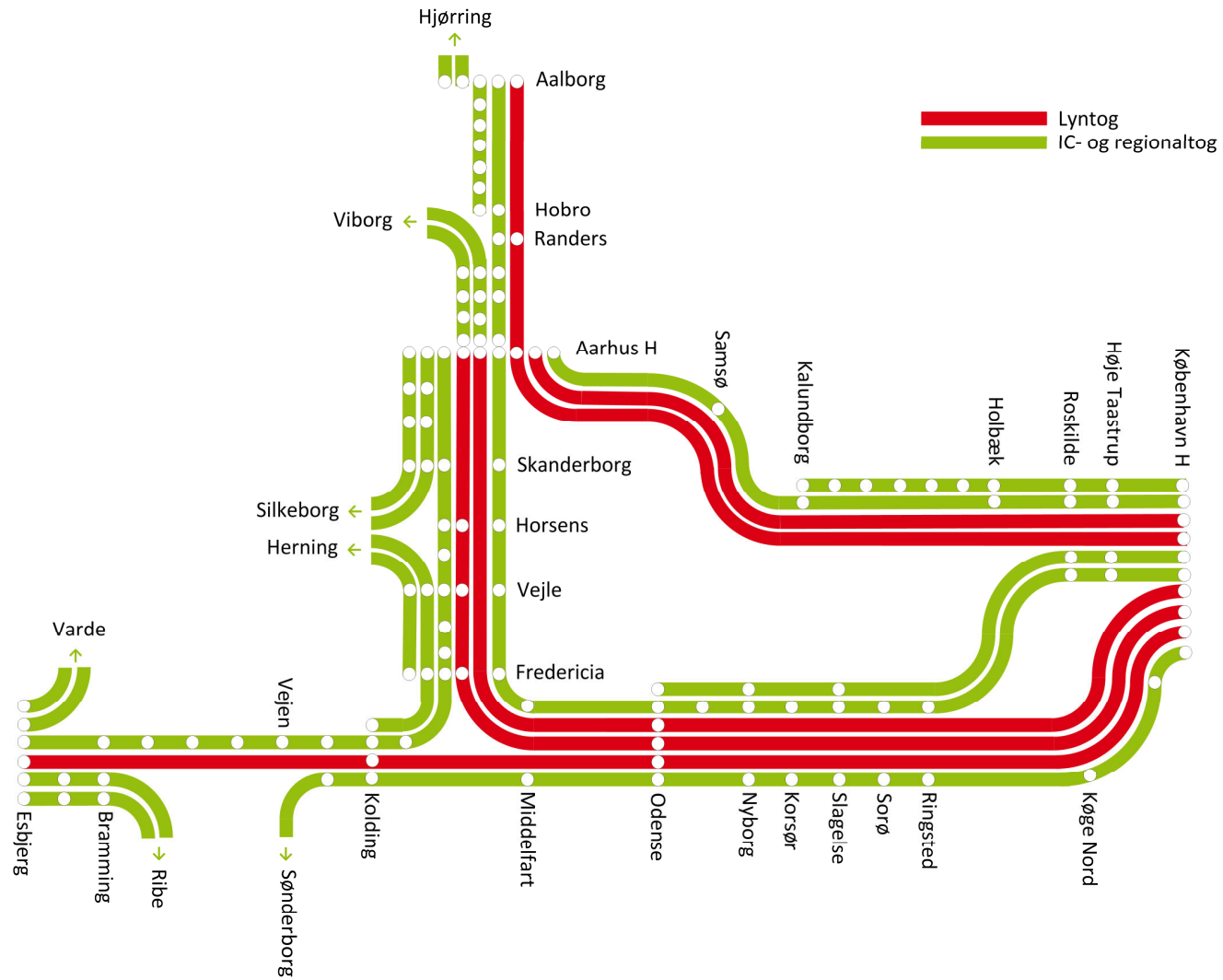
Prioriterede korrespondancer

Det forudsættes, at der planlægges prioriterede korrespondancer i både Kattegatbanebyer og øvrige byer, så der opnås den maksimale gevinst af Kattegatbanens rejsetider. Ved en prioriteret korrespondance forstås én omstigning, helst ved samme perron, og kort omstigningstid på 5-10 minutter i begge retninger mellem lyntoget og regionaltoget, der betjener de pågældende byer.

Godstrafikken

En Kattegatbane er ikke dimensioneret til godstog, da forbindelsen herved billiggøres, og det desuden er muligt teknisk set at optimere forbindelsen til højhastighedstog. Godset vil fortsat skulle køre ad eksisterende baner, men får mere plads og dermed kortere køretider.

Figur 24. Højhastighedsløsningen over Kattegat og Timemodellen. Hver linje markerer et tog i timen i hver retning.



Bilag 1 Anlægsoverslag

For de nye banestrækninger har Niras estimeret en enhedspris for én km banestrækning på baggrund af det nyeste projekteringsmateriale (fx Ringsted-Femern projektet). For hver af de nye banestrækninger er omfanget af arbejder for den konkrete strækning vurderet ud fra foreliggende kortmateriale

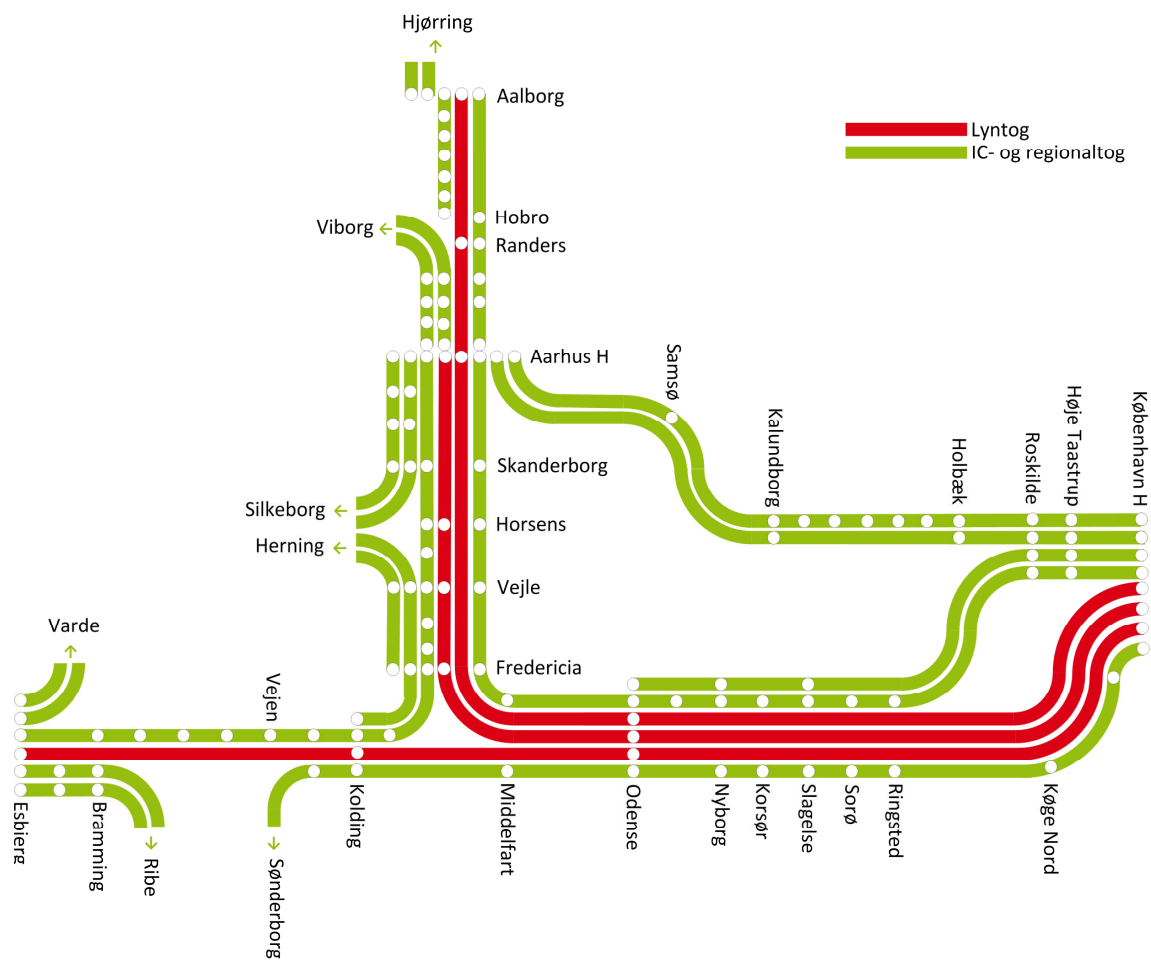
(omfanget af broarbejder ud fra afstand mellem veje som skærer banen, omfanget af jordarbejder ud fra terrænets beskaffenhed (fladt/kuperet), omfang af støjskærme mv.). Endvidere er der tillagt beløb til niveaufri udfløtningsanlæg med eksisterende bane samt til skæringer med motorvej.

Table 7. Resume af anlægsoverslag. Strækingspriser pr. km for højhastighedsløsningen. Kilde: Niras.

Strækingspriser pr. km, mio. kr, 2013-priser	K1, Ny bane Lejre-Vørslev	K4, Ny bane Vørslev-Røsnæs	K6, Ny bane Hov-Hasselager	K7, Ny bane Hov-Hovedgård Syd
Sporanlæg	10,1	10,1	10,1	10,1
Anlægsarbejder	29,3	26,5	21,4	21,4
Broer og konstruktioner	13,2	13,2	13,2	9,6
Kørestrøm	6,7	6,7	6,7	6,7
Stærkstrøm	0,3	0,3	0,3	0,3
Sikring og fjernstyring	9,3	9,3	9,3	9,3
Tele	0,8	0,8	0,8	0,8
Bygninger	0,0	0,0	0,0	0,0
Arealer	5,2	5,2	2,7	2,7
Forst	1,8	3,6	1,8	1,8
Andet	0,0	0,0	0,0	0,0
Bygherreadministration	14,2	14,0	12,3	11,6
Total km pris ekskl. NAB	90,8	89,7	78,6	74,3
Total km pris inkl. 50%-tillæg	136,2	134,6	117,9	111,5
Totalpris 2015-priser	140,3	138,6	121,4	114,8

Bilag 2 Betjeningseksempler

Figur 25. Eksempel på linjediagram for Katttegatbanen: minimumsløsning. Hver linje markerer et tog i timen i hver retning.



Bilag 3 Referencer

Aftale om en grøn transportpolitik, 29. januar 2009

Aftale om bedre og billigere kollektiv trafik (aftale om takstnedsættelser og investeringer til forbedring af den kollektive trafik), 12. juni 2012.

Aftale om en moderne jernbane – udmøntning af Togfonden DK, 14. januar 2014.

Aftale om en ny letbane i Aalborg, 13. november 2014.

Banedanmark (2013): Hastighedsopgraderinger ifm. Signalprogrammet.

Banedanmark, DSB og Trafikstyrelsen (2013): Metode til at fastlægge køretider på jernbanen i planlægningsprojekter.

Banedanmark og Trafikstyrelsen (2013): Togfonden DK – højhastighed og elektrificering på den danske jernbane.

Niras (2008): Screening af en fast forbindelse over Kattegat.

Niras (2013): Screening af linjeføringer over Kattegat

Trafikstyrelsen (2011): Forbindelser mellem Vest- og Østdanmark.

Trafikstyrelsen (2013): Analyse af stationskapaciteten på København H.

Transportministeriet (2014): En grøn transportpolitik – Afrapportering af de strategiske analyser

Atkins har leveret rå køretider for de forskellige materieltyper, Trafik- og Byggestyrelsen har beregnet køretider inkl. køretidstillæg.

Illustrationer: Gottlieb Paludan Architects og Trafik- og Byggestyrelsen

Fotograf: Klaus Holsting m.fl.

Kortgrundlag: Kort & Matrikelstyrelsen



Trafik- og Byggestyrelsen
Edvard Thomsens Vej 14
DK-2300 København S

info@tbst.dk
www.tbst.dk

En Kattegatbane