



Trafikal analyse af en jernbaneforbindelse over Kattegat

Baggrundsrapport

1. juni 2022

Indhold

Indledning	4
Sammenfatning	6
Undersøgte baneløsninger for en fast forbindelse over Kattegat	8
Undersøgte baneløsninger på Sjælland	8
Undersøgte baneløsninger i Jylland	9
Tilvalg	9
Baneforudsætninger	9
Stationer	10
Trafikstyrelsens forslag til prioritering af de undersøgte banekorridorer	12
Metode	12
Prioritering af løsninger	14
Sammenfattende vurdering af de undersøgte jernbanekorridorer på Sjælland	16
Sammenfattende vurdering af de undersøgte jernbanekorridorer i Jylland	24
Andre forhold til evt. kommende analyser	26
Banebetjening og trafikale analyser	27
Et øget potentiale for kollektiv trafikbetjening med en Kattegatforbindelse	27
Beregningsforudsætninger, beregninger i LTM	31
Opstilling af køreplansscenarier	32
Vurdering af køreplansscenarier - beregninger	33
Køreplansscenarie til LTM-beregninger i Kattegat forundersøgelsen	39
Rejsetider	41
Køretidsberegninger København - Aarhus via Kattegat	41
Kapacitetsvurdering	44
Kapacitetsvurdering på det sjællandske banenet	44
Trafik på øvrige strækninger	51
Perspektiver for trafik/projekter på Sjælland	52
Kapacitetsforhold i Jylland	53
Materielforudsætninger	58
Togtyper på en kommende Kattegatbane	58
Togstørrelse i forhold til forventet efterspørgsel	60
Undersøgte nye stationer	64
Parker og Rejs i Østjylland	64
Station ved Kalundborg	70
Tilvalg og følsomhedsanalyser	73
Bilag 1: Enkeltsporet jernbanealternativ over Kattegat	79
Bilag 2. Tilslutning til Nordvestbanen	88

Indledning

Denne baggrundsrapport er udarbejdet som del af Forundersøgelsen for en fast forbindelse over Kattegat. Rapporten samler Trafikstyrelsens trafikale analyser vedr. togbetjening af en baneforbindelse via Kattegat, indenfor kommissoriets rammer om at forbindelsen skal være til gavn for flest mulige brugere, give størst mulige tidsbesparelser og være økonomisk sammenhængende.

Baggrundsrapporten har i en tidligere version indgået i den eksterne kvalitetssikring for Kattegat forundersøgelser. Bemærkninger herfra er indarbejdet. Der blev ikke fundet forhold som ikke kunne godkendes.

Natur og miljø er beskrevet i den anlægstekniske rapport udarbejdet af COWI og vil ikke blive beskrevet yderligere i denne baggrundsrapport. Finansielle analyser og beregninger er kun delvist beskrevet i denne baggrundsrapport, som del af analyserne af en mulig togbetjening.

Trafikstyrelsen har udarbejdet følgende trafikale analyser:

- Mulig togbetjening af en baneforbindelse via Kattegat
- Beregninger af køretider for togforbindelsen
- Kapacitet på en Kattegatforbindelse og eksisterende tilstødende banestrækninger
- Robusthed ift. forsinkelser
- LTM-beregninger af passagertal over forbindelsen, beregning af tidsgevinster, driftsøkonomi, indtægter og banebidrag
- Overvejelser vedr. mulige stationer ved Odder og Kalundborg
- Kattegatbanens sammenhæng til andre undersøgte infrastrukturprojekter
- Følsomhedsanalyser, herunder for køretider, tilslutning til Nordvestbanen samt enkeltsporet baneforbindelse over hav

Læsevejledning

Rapporten er opbygget med udgangspunkt i en række trafikale analyser, som Trafikstyrelsen har udarbejdet og inddelt efter emner. Afsnit kan derfor læses enkeltvist eller i sammenhæng.

I afsnittet "Undersøgte baneløsninger for en fast forbindelse over Kattegat" beskrives oversigtligt, hvilke korridorer der er undersøgt for jernbanen på land, samt hvilke forudsætninger der er gjort ift. jernbanen.

Derefter beskrives Trafikstyrelsens prioritering af de undersøgte jernbaneanlæg på land med udgangspunkt i hvilke korridorer, der vurderes som værende mest optimale at undersøge nærmere i kommende faser af projektet ift. de trafikale vurderingsparametre, som understøtter projektets målsætninger.

I afsnit "Banebetjening og trafikale analyser" gennemgås de trafikale analyser og overvejelser, som ligger til grund for Trafikstyrelsens prioritering af de undersøgte korridorer, herunder togbetjening.

Afsnittet "Rejsetid" beskriver køretidsberegninger for korridorerne.

I afsnittet "Kapacitet" er der foretaget kapacitetsvurderinger for jernbanens eksisterende strækninger.

Afsnittet "Undersøgte nye stationer" beskriver Trafikstyrelsens indledende overvejelser omkring mulighederne for en evt. Parker og Rejs-station ved Odder og en evt. station ved Kalundborg.

Trafikstyrelsen har lavet et par følsomhedsanalyser, som er beskrevet under "Tilvalg og følsomhedsanalyser", herunder eventuel tilslutning af Nordvestbanen til Kattegatforbindelsen samt betragtninger omkring enkeltsporet jernbane over Kattegat.

Sammenfatning

Baggrundsrapporten sammenfatter Trafikstyrelsens arbejde med de trafikale analyser vedr. banebetjening af en fast forbindelse over Kattegat i en samlet dokumentation. Analyserne forholder sig til de trafikale aspekter af en Kattegat togbetjening, idet andre relevante emner som natur og miljø og anlægsteknik for landanlæg er beskrevet i andre baggrundsrapporter. Elementer vedr. selve Kyst-Kyst forbindelsen indgår ikke i baggrundsrapporten.

Analyserne anvendes bl.a. som baggrund for hvilken køreplan, der anvendes som beregningseksempel til Landstrafikmodel beregninger til Forundersøgelse af en fast forbindelse over Kattegat. Analyserne indgår desuden som vurderingsparameter ift. hvilken baneløsning som er mest optimal ift. kommissoriets formål.

De trafikale analyser viser, at en optimal togbetjening af Kattegatforbindelsen med hurtige tog imellem København og Aarhus, som kommer flest brugere til gavn, kan ske ved at køre tog via Ringsted, hvorved banekapaciteten udnyttes bedst og de bedste betjeningsmuligheder opstår.

En togforbindelse København – via Ringsted – Kattegat – Aarhus har kortest køretid mellem København H og Aarhus H og giver de bedste betingelser for en samlet banebetjening. En højklasset dobbeltsporet elektrificeret hovedløsning vurderes at kunne levere en robust køreplan, med høj kvalitet i driften, og kan udnytte kapaciteten bedst på begge hovedstrækninger København - Roskilde - Ringsted og København - Køge N - Ringsted, hvilket er vigtigt for den samlede togafvikling i landet.

I forhold til at få belyst Kattegatprojektets potentialer viser analyserne, at et godt køreplanseksempel er en køreplan med 4 tog i timen over Kattegatforbindelsen. Det er den togbetjening, som giver flest brugere, flest tidsgevinster og som har bedst samfundsøkonomi.

Det skal bemærkes, at den viste køreplan indgår som et beregningseksempel, der skal sikre en konsistent beregning af projektets effekter (økonomiske, trafikale, klima osv.) for forskellige løsninger og muliggøre en konsistent sammenligning af disse. En konkret køreplan vil først blive fastlagt ift. den konkrete situation, når en evt. Kattegatforbindelse er klar, og vil afhænge af mange forskellige faktorer som efterspørgsel, operatører på markedet osv.

En banebetjening via Lejre, med tog via København – Roskilde er også vurderet. Lejre-løsningen omfatter også en god betjening af Kattegatforbindelsen, men har ikke lige så mange trafikale fordele, som en løsning via Ringsted.

En alternativ løsning er at opgradere den eksisterende Nordvestbane mellem Holbæk og Kalundborg og køre Kattegattog via den opgraderede bane. Løsningen har langt færre trafikale fordele, mindre kapacitet og både færre brugere og en markant længere rejsetid.

Ift. om Kattegatforbindelsen skal forløbe via Røsnæs eller Asnæs viser de trafikale analyser, at alternativerne trafikalt set er ligeværdige alternativer med stort set samme rejsetid og samme betjeningsmuligheder.

I Jylland er der belyst 4 mulige ilandføringspunkter, som alle - trafikalt set – er stort set ligeværdige alternativer.

For at komme flest mulige brugere til gavn er potentialet for etablering af eventuelle stationer på Sjælland ved Kalundborg og i Østjylland omtalt. Selve den præcise lokalisering af en eventuel station er et punkt, som der kan ses nærmere på i evt. kommende faser af projektet.

De trafikale analyser omfatter også en række følsomhedsberegninger, herunder muligheden for en enkeltsporet baneforbindelse over Kattegat. Her konkluderes det, at kun halvt så meget trafik kan afvikles, og trafikafviklingen vil være sårbar ift. driftsforstyrrelser, hvorved det fulde potentiale mellem København og Aarhus ikke kan realiseres.

Resultaterne af de samlede trafikale analyser af banebetjeningen indgår som et delement i de samlede analyser i Forundersøgelsen af en fast forbindelse over Kattegat.

Undersøgte baneløsninger for en fast forbindelse over Kattegat

Der er undersøgt 3 overordnede korridorer for jernbanen på Sjælland: Lejre-løsningen, Ringsted-løsningen og opgraderingsløsningen. I Jylland er der undersøgt en banekorridor med tilslutning ved Hasselager til den eksisterende hovedstrækning ind mod Aarhus H

Dette afsnit giver et kort overblik over hvilke baneløsninger, som er undersøgt for landanlæg i relation til Forundersøgelsen af en fast forbindelse over Kattegat samt hvilke forudsætninger, der er anvendt ift. jernbanen. Anlægsteknik, natur og miljø er afrapporteret i den anlægstekniske rapport udarbejdet af COWI.

Undersøgte baneløsninger på Sjælland

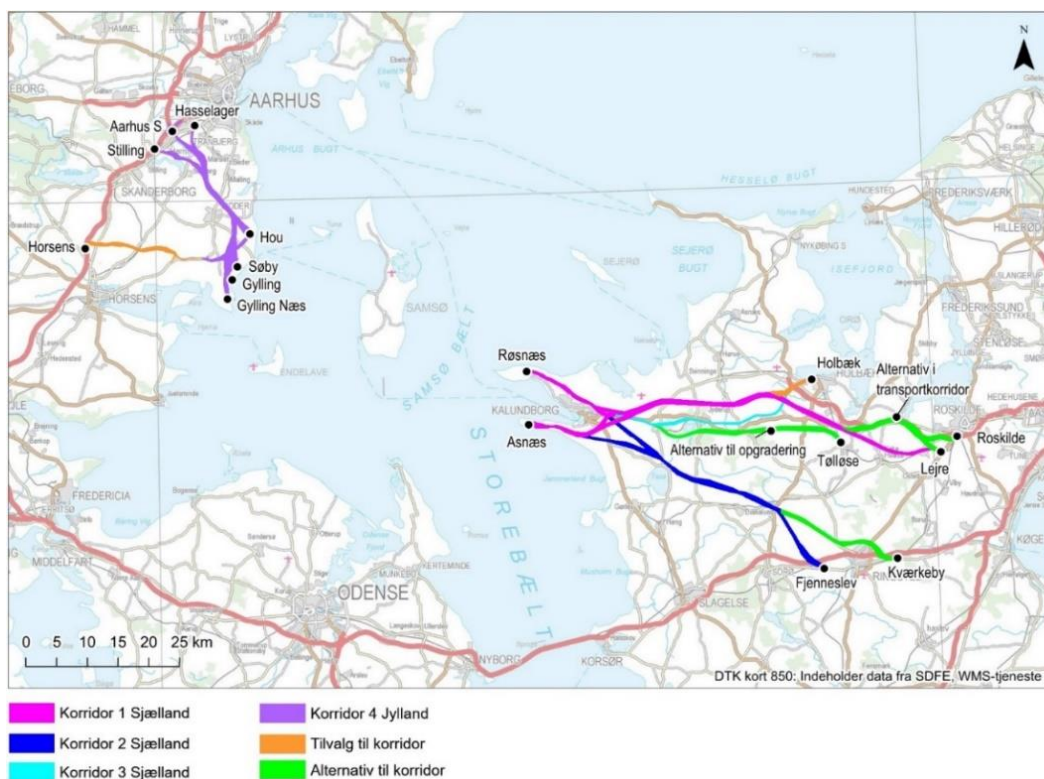
Overordnet set er der undersøgt 3 korridorer for jernbanelandanlæg på Sjælland.

De to korridorer, Lejre-løsningen og Ringsted-løsningen, omfatter etablering af en ny dobbeltsporet jernbane til 250 km/t.

Den sidste korridor, opgraderingsløsningen, omfatter opgradering af den eksisterende jernbane (Nordvestbanen) fra Holbæk til øst for Kalundborg til 200 km/t og udbygning til dobbeltspor. De tre mulige løsninger knyttes sammen med selve kyst-til-kyst jernbanestrækningen over Kattegat.

Som alternativ til opgradering af den bestående Nordvestbane er der arbejdet med skitser af en ny banestrækning, som forløber fra Tølløse til Swebølle, hvor den nye banestrækning slutter til Nordvestbanen. Der er undersøgt alternative muligheder for afgrening af nye banestrækninger ved Lejre (Lejre/Roskilde) og ved Ringsted (Fjenneslev), ligesom korridorforløb via enten Røsnæs eller Asnæs er undersøgt som afsætningspunkt for forbindelsen over hav.

Der er undersøgt forskellige mulige placeringer af en evt. ny station ved Kalundborg.



Figur 1 Undersøgte linjeføringer på land (Forundersøgelse af en Kattegatforbindelse, Landanlæg. Teknik og Miljø for en kombineret vej og bane. COWI 2021)

Undersøgte baneløsninger i Jylland

I Jylland er der undersøgt en banekorridor med tilslutning ved Hasselager til den eksisterende hovedstrækning ind mod Aarhus H, og dertil er undersøgt 4 forskellige ilandføringspunkter ved Gylling Næs, Gylling, Søby og Hou. Der er endvidere belyst en mulig stationsplacering ved Odder.

Tilvalg

Som tilvalg er der undersøgt muligheden for at tilslutte den eksisterende Nordvestbane (Holbæk-Kalundborg) til Lejre- eller Ringstedløsningens respektive korridorer. For Lejre-løsningen er endvidere belyst muligheden for en tilslutning til/fra eksisterende bane ved Holbæk.

Baneforudsætninger

For anlæg af nye banestrækninger er der undersøgt en standard som dobbeltsporet elektrificeret jernbane til 250 km/t, som er samme hastighed som på ny bane København-Ringsted og ny bane over Vestfyn. Der er forudsat en hastighed 200 km/t over kyst-kyst forbindelsen og Samsø. Dertil er der foretaget forskellige følsomhedsberegninger, som beskrives sidst i baggrundsrapporten.

Vej og bane planlægges med en indbyrdes afstand på 60-100 m mellem centerlinierne.



Figur 2 Tværnsnit vej og bane, principskitse (Forundersøgelse af en Kattegat-forbindelse, Landanlæg. Teknik og Miljø for en kombineret vej og bane. COWI 2021)

For opgraderingsløsningen Holbæk-Kalundborg er undersøgt en udbygning af eksisterende bane til dobbeltspor og 200 km/t.

Følgende er bl.a. forudsat om infrastrukturen på øvrige baner:

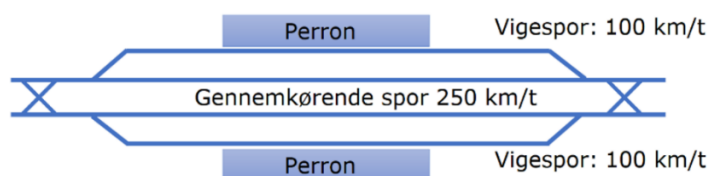
- Elektrificering af strækningerne: Roskilde-Holbæk, Holbæk-Kalundborg, Ringsted-Femern og Fredericia-Aarhus-Aalborg
- Signalprogrammet fuldt udrullet og ibrugtaget
- Kapacitetsudvidelse og hastighedsopgradering af Ringsted station. Der er forudsat en gennemkørselshastighed på 200 km/t for Ringsted station.
- Kapacitetsforbedrende tiltag på Aarhus H
- Ny bane over Vestfyn
- Eksisterende infrastruktur anvendes fra København H til Lejre hhv. Ringsted, samt fra Hasselager til Aarhus
- Kapaciteten på København H antages at være som i dag, og kapaciteten antages at være fuldt udnyttet
- Øvrige anlæg i IP35, bl.a. ny bane Aarhus-Silkeborg, S-tog til Roskilde og fjerntogsperroner på Glostrup station.

Der er antaget følgende forudsætninger i køretidsberegningerne vedr. materiel: Køreplanen er beregnet med togmateriel som kan køre 250 km/t, for de hurtige direkte tog, mens IC-togene som standser undervejs køres med materiel til max. 200 km/t. Hastigheder over 250 km/t har ikke indgået i forundersøgelsen.

Stationer

Der er undersøgt muligheden for at anlægge tre nye stationer ved hhv. Kalundborg, Samsø og i Østjylland. Stationernes udformning skal ske ud fra en række hensyn, således at det sikres at de kan håndtere de forskellige trafikale situationer, der opstår efter at Kattegatforbindelsen er åbnet.

I denne fase af projektet arbejdes med følgende principudformning for stationerne Kalundborg og i Østjylland.



Figur 3 Udformning af nye stationer på Kattegatbanen

Det forudsættes, at der både vil være tog som standser ved stationerne, og tog som er gennemkørende og ikke standser ved stationerne. De gennemkørende tog skal kunne passere stationerne med høj hastighed, 250 km/t (Samsø 200 km/t).

Der skal etableres vigespor ved stationerne, således at der bliver mulighed for at de hurtige tog kan overhale tog, som standser ved stationerne. Der etableres perroner ved vigesporene.

Sporskifterne til vigesporene skal tillade en hastighed på mindst 100 km/t i afvigende gren. Perronerne skal udformes og indrettes, således at de er i overensstemmelse med relevante TSI'er, forudsat en længde på 400 m.

Af hensyn til perronsikkerheden foreslås, at der ikke etableres perroner ved de 2 spor som skal anvendes til de gennemkørende tog.

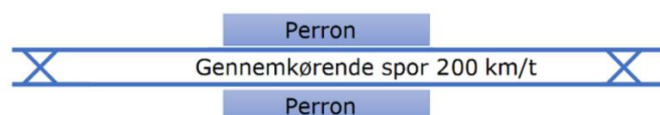
Stationernes udformning skal ligeledes sikre at situationer kan håndteres, hvor det ene eller begge spor på den faste forbindelse er lukket, eksempelvis som følge af vedligeholdelsesarbejde eller vejrforhold.

Der skal være tilstrækkelig plads til, at der er mulighed for at vedligeholdelsestog og evt. redningsmateriel kan håndteres på vigesporene på stationen, som bør have en længde på anslået 1000 m.

Som forplads til stationerne er der taget udgangspunkt i Nyborg station, der har p-pladser til godt 600 biler med mulighed for udvidelse.

På Samsø arbejdes der med en lidt mindre station til 200 km/t med perroner af 200 meters længde og en til stationen hørende lidt mindre forplads, og færre parkeringspladser.

For løsningen med udbygning af Nordvestbanen forudsættes opgradering af eksisterende stationer med sideliggende perroner på en sådan måde at tog kan køre igennem stationen med 200 km/t.



Figur 4 Udformning af nye stationer på Kattegatbanen, station til 200 km/t

Det skal dog bemærkes at den endelige placering af samt udformning af stationerne vil dog først blive fastlagt i en eventuelt senere fase af projektet.

Trafikstyrelsens forslag til prioritering af de undersøgte banekorridorer

Trafikstyrelsen har med dette afsnit foretaget en sammenligning af jernbanekorridorerne for landanlæg for Kattegatforbindelsen

Baggrund

Sammenligningen af banekorridorerne vedrører primært de forskellige muligheder for afvikling af en sammenhængende jernbanetrafik i de forskellige korridorer, men med skelen til forskelle i anlægsøkonomi, som typisk afspejler forskellige anlægsteknisk kompleksitet og effekter for natur og miljø.

Af hovedkommissoriet for forundersøgelsen af en Kattegatforbindelse fremgår:

"Det er en målsætning, at en kommende fast forbindelse over Kattegat skal være til gavn for flest mulige brugere, være økonomisk sammenhængende og give størst mulige tidsbesparelser for rejsende samt bidrage til at sikre forsyningssikkerheden mellem Øst- og Vestdanmark."

Endvidere fastlægger kommissoriet at formålet med denne forundersøgelse er at tilvejebringe et bedre grundlag for en politisk drøftelse og eventuelt en principbeslutning om projektets videre forløb.

Den samlede vurdering af en kombineret forbindelse foretages i samarbejde med Vejdirektoratet og Sund & Bælt. Heri indgår også de økonomiske analyser, herunder samfundsøkonomi samt en bredere analyse af forsyningssikkerhed.

Metode

Korridorerne for landanlæg er vurderet ud fra følgende trafikale parametre, som gennemgås nærmere igennem baggrundsrapportens forskellige afsnit.

- Antal kollektive brugere via Kattegatforbindelsen
- Rejsetid: Køretid mellem Aarhus og København med tog uden stop
- Togbetjening: Hurtig og god betjening af rejsestrømme i Øst-Vest trafikken
- Robusthed ift. driftsforstyrrelser
- Kapacitet på eksisterende jernbane

Antal kollektive brugere

Trafikstyrelsen har på baggrund af konkrete køreplansoplæg foretaget modelberegninger på landstrafikmodellen for forskellige køreplaner for de forskellige korridorer. På baggrund heraf er foretaget en vurdering af antal kollektive brugere i de forskellige korridorer. Beregningerne beskrives nærmere i afsnittet "Banebetjening og trafikale analyser".

	Bedst/god (+++/++)	Rimelig (+)	Ringe (-)
Kollektive brugere	Løsning med flest brugere og løsninger med op til 5% færre brugere	Mellem 5% og 15% færre brugere end den løsning der har flest brugere	Mere end 15% færre brugere end den løsning der har flest brugere

Tabel 1. Kollektive brugere

Rejsetid

Der er foretaget en beregning af køretiden mellem København H og Aarhus H med direkte tog uden standsning undervejs ved anvendelse af realistiske køretider som tager højde for forventet trafikomfang. Køretidsberegninger er foretaget med TPS og beskrevet nærmere i særskilt afsnit.

	Bedst/god (+++/++)	Rimelig (+)	Ringe (-)
Rejsetid	Løsning med kortest rejsetid og løsninger med op til 5% længere rejsetid	5% til 15% længere rejsetid end den løsning der har kortest rejsetid	Over 15 % længere rejsetid end den løsning der har kortest rejsetid

Tabel 2. Rejsetid

Den trafikale betjening er beskrevet kvalitativt i form af nedenstående 3 parametre. Vurderingerne gennemgås nærmere i de følgende afsnit for korridorer og de forskellige linjeføringsalternativer.

Togbetjening

Vurdering af løsningsmodellens potentiale for etablering af mest optimal togbetjening og køreplaner som kommer flest mulige brugere til gavn.

	Bedst (+++)	God (++)	Rimelig (+)	Ringe (-)
Togbetjening	"Bedste muligheder for at betjene byer med direkte tog med høj frekvens via Kattegat, samt for at etablere (gode) skifteforbindelser til øvrige IC-, Re- og lokalstationer. Gode muligheder for Parkér og rejs. Nye hurtige lokale rejserelationer."	"Gode muligheder for at betjene byer med direkte tog med god frekvens via Kattegat, samt for at etablere (rimelige) skifteforbindelser til øvrige IC-, Re- og lokalstationer. Muligheder for Parkér og rejs. Nye hurtige lokale rejserelationer."	"Mindre gode muligheder for at betjene byer med rimelig frekvens med Kattegattog. Begrænsede nye lokale rejserelationer. Begrænset kapacitet og hastighed, begrænser mulighederne for betjening. Muligheder for Parker og rejs."	"Ringe muligheder for at betjene byer med Kattegattog og lav frekvens. Begrænset kapacitet, begrænser muligheder for tilrettelæggelse af togbetjeningen. Muligheder for Parker og rejs."

Tabel 3. Togbetjening

Robusthed

Vurdering af løsningsmodellens robusthed ift. driftsforstyrrelser.

	Bedst (+++)	God (++)	Rimelig (+)	Ringe (-)
Robusthed	God robusthed. Lav risiko for at forsinkelser spredt sig.	God robusthed, men enkelte lokale flaskehalse påvirker robustheden.	Mindre god robusthed. Risiko for at forsinkelser spredt sig.	Dårlig robusthed. Høj risiko for at forsinkelser spredt sig. Ingen adskillelse mellem forskellige typer trafik

Tabel 4. Robusthed

Kapacitet

Vurdering af løsningsmodellens kapacitet ift. nye og eksisterende bane-strækninger.

	Bedst (+++)	God (++)	Rimelig (+)	Ringe (-)
Kapacitet	Generel god kapacitet. Flere delstrækninger med ledig kapacitet. Fleksibilitet.	Generel god kapacitet. Flere delstrækninger med ledig kapacitet, men lokale flaskehalse over kortere strækninger begrænser kapaciteten.	Generelt begrænset kapacitet. Enkelte delstrækninger med ledig kapacitet. Lange strækninger med blandet trafik begrænser kapaciteten.	Generelt begrænset kapacitet, hvor al trafik sker på de samme spor. Lange strækninger med blandet trafik begrænser kapaciteten. Påvirker trafik/rejsetid.

Tabel 5. Kapacitet

Prioritering af løsninger

Ud fra en vurdering af de trafikale effekter af de forskellige jernbaneløsninger er det Trafikstyrelsens vurdering, at den korridor for jernbanen på Sjælland, som bedst lever op til kommissoriets målsætning ift. trafikale fordele, er en korridor via Ringsted til enten Røsnæs eller Asnæs, som nyttiggør den nye højhastighedsbane København-Ringsted. Den nye Kattegatbane tilsluttes bedst vest for Ringsted ved Fjenneslev.

En løsning via Ringsted har følgende trafikale fordele:

- kort køretid mellem København og Aarhus
- giver flere og nye betjeningsmuligheder med tog over Sjælland end de øvrige løsninger, idet der er to mulige ruter ud ad København til Aarhus med Ringsted korridoren, dvs. begge hovedstrækninger København - Roskilde - Ringsted og København - Køge N - Ringsted.
- giver mulighed for forbindelser fra oplandet på Syd- og Vestsjælland, Lolland og Falster via Ringsted eller Køge Nord i stedet for at skulle helt til København, Roskilde eller Kalundborg
- er en robust rute ift. driftsforstyrrelser i togtrafikken
- har god kapacitet og robusthed, idet kapaciteten på både banerne via Roskilde og Køge N kan udnyttes, Ringsted station er en lokal flaskehals, som udbygges inden Kattegatforbindelsen evt. tages i brug
- banen har potentiale for at kombinere Kattegatforbindelsen med direkte tog til sydbanen (vender på Ringsted) og videre til Tyskland via Femern Bælt

COWI peger, jf. den tekniske rapport om anlæg og miljø for landanlæg, på at en korridor fra Ringsted er den mest hensigtsmæssige løsning i forhold til natur,

landskabsfredninger, skove og kulturarv samt blødbundsområder, og med hensyn til påvirkningen på bebyggelser, da antallet af støjpåvirkede boliger her er lavest. Ringsted korridoren er også den der har kortest nyanlæg og vurderes endvidere anlægsteknisk mindre kompliceret.

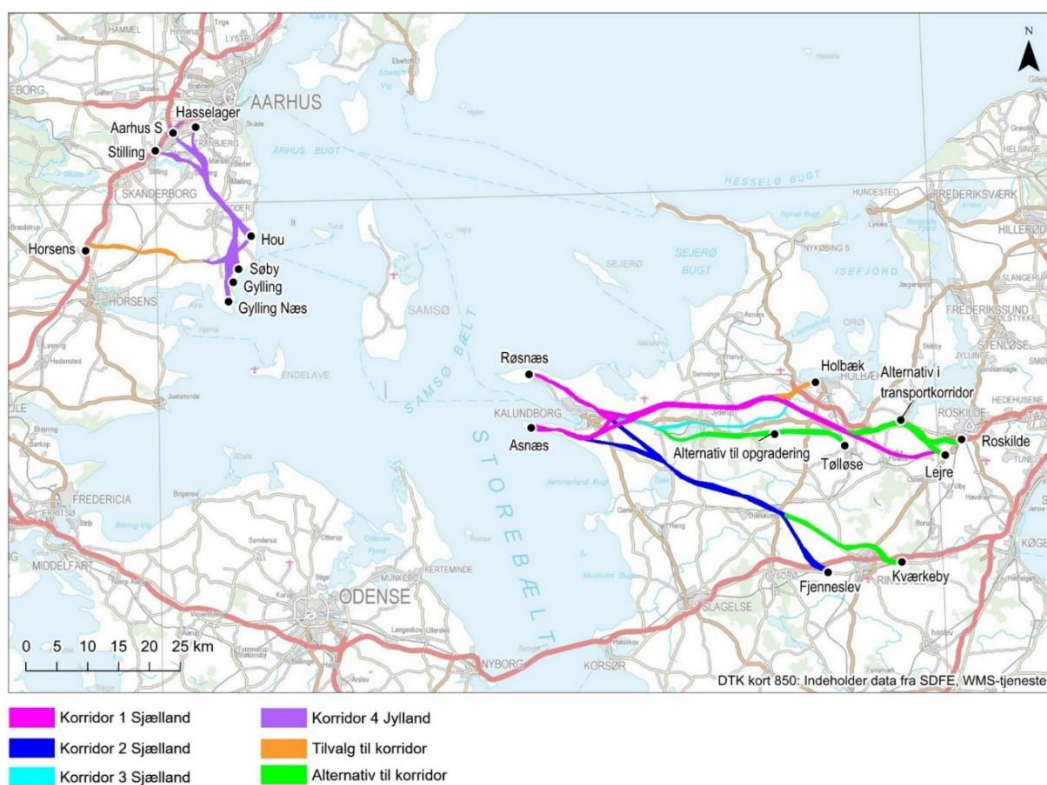
Den næstbedste korridor, som har næsten tilsvarende trafikale fordele, vurderes at være Lejre-løsningen.

En opgradering af den eksisterende jernbane fra Holbæk (Nordvestbanen) har færrest fordele trafikalt.

Trafikalt set er forløb over Røsnæs og Asnæs ligeværdige alternativer ift. betjeningsmuligheder mellem Aarhus og København, og ift. kapacitet. Røsnæs-løsningen har dog den fordel, at en ny station ved Kalundborg vil kunne komme tættere på byen.

I Jylland vurderes den mest fordelagtige jernbanekorridor at være mellem Hou og Hasselager, da den er det korteste landanlæg i Jylland, og har den hurtigste rejsetid.

Baggrunden for ovennævnte prioritering bliver gennemgået i de følgende afsnit.



Figur 5 Undersøgte korridorer for landanlæg (Forundersøgelse af en Kattegat-forbindelse, Landanlæg. Teknik og Miljø for en kombineret vej og bane. COWI 2021)

Det er Trafikstyrelsens anbefaling, at der ses nærmere dels på de muligheder, der er for en konkret placering af en evt. station ved Kalundborg og i Østjylland fx ved Odder, dels på mulighed for tilvalg af tilslutning af Nordvestbanen ved Kalundborg.

Det er Trafikstyrelsens vurdering, at følgende jernbaneløsninger ikke har tilstrækkeligt med trafikale fordele, til at indgå i evt. videre undersøgelser:

- Opgradering af Nordvestbanen
- Opgraderings-alternativet Tølløse-Svebølle
- Tilvalg: tilslutning til Holbæk
- Alternativer via Gylling, Gylling Næs og Søby

Alternativ via Kværkeby (Sjælland) er valgt fra i et tidligt undersøgelsesstadium, efter præsentation af Banedanmarks beslutningsforslag om Ringsted station.

Sammenfattende vurdering af de undersøgte jernbanekorridorer på Sjælland

I det følgende opsummeres vurderingen af de 3 jernbanekorridorer på Sjælland med nedenstående skema.

Tabellen viser en skematisk sammenstilling af elementer fra den tekniske baggrundsrapport fra COWI og trafikale vurderinger. Tabellen skal sammenholdes med beskrivelserne i efterfølgende afsnit.

Tabel 6 Skematisk sammenstilling af jernbanekorridorer på Sjælland

Korridor	Korridor via Ringsted, Fjenneslev	Korridor via Lejre	Korridor via Nordvestbanen (opgradering)
Anlæg	ca. 54-59 km ny bane*	Ca. 65-75 km ny bane*	Ca. 48-52 km ny og opgraderet bane*
Køretid København-Aarhus	Ca. 1:08	Ca. 1:10	Ca. 1:24
Kollektive brugere	+++	+++	-
Togbetjening	+++	++	+
Robusthed	+++	++	-
Kapacitet	+++	+(+)	-

Bedst (+++) God (++) Rimelig (+) Ringe (-)

Noter: Anlægslængde er angivet som et interval, pga. forskellige linjeføringsvarianter på Sjælland og om korridoren forløber via Røsnæs eller Asnæs

Passagertalsberegningerne viser, at Ringsted-løsningen har en anelse flere passagerer over Kattegat (ca. 3%) end Lejre-løsningen, og at opgraderingsløsningen har markant færre (ca. -20%).

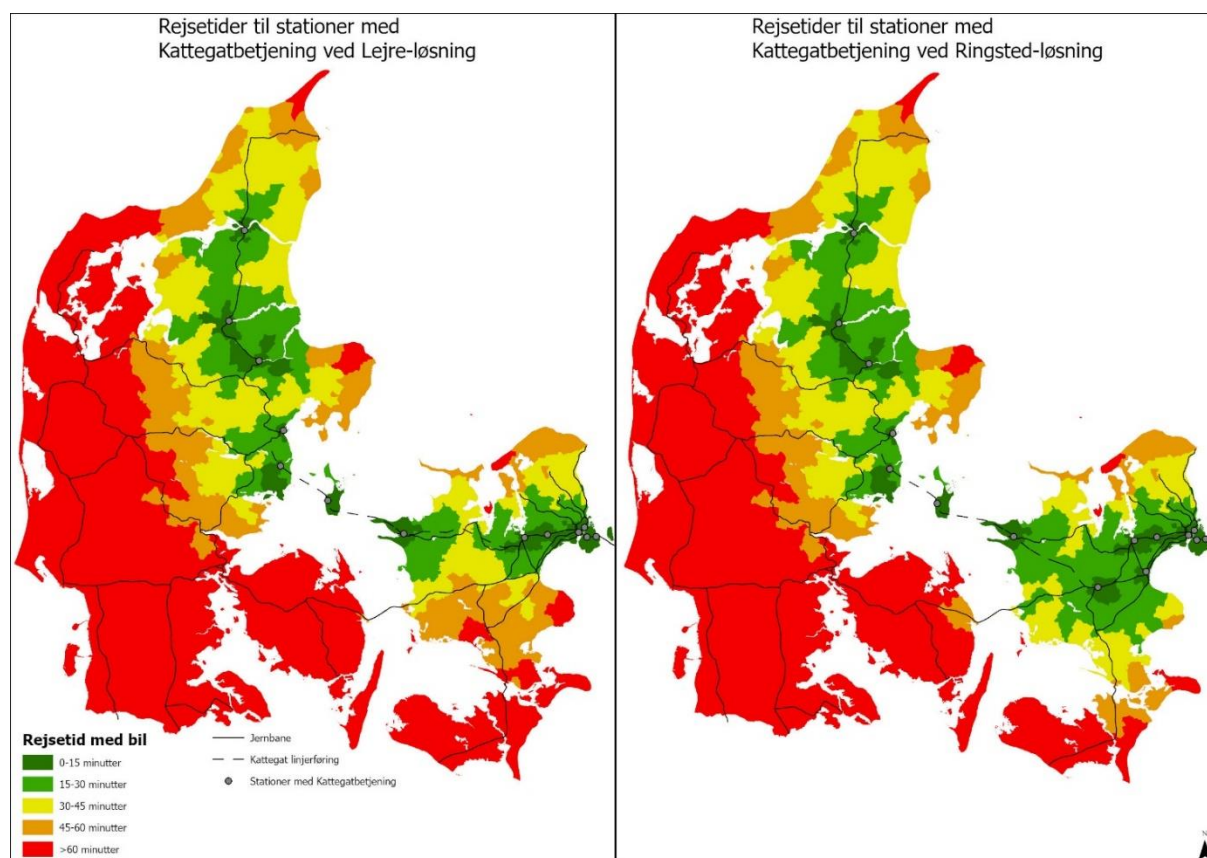
Ser man på oplandet omkring korridorerne, jf. figuren og tabellen herunder, har Ringsted-løsningen et større opland til stationer i korridoren (230.000 flere) og dermed et større passagerpotentiale.

Figuren og tabellen nedenfor viser oplandet til stationerne i korridoren i forhold til rejsetid med bil til/fra stationerne. Det ses, at på Sjælland har Ringsted-løsningen et større opland (flere potentielle passagerer) til stationerne, da korridoren også kan betjene Ringsted og Køge Nord stationer. Der er således ca. 9% flere personer i Ringsted-løsningen, som bor indenfor en rejsetidsafstand af 0-30 minutter fra en station betjent med Kattegattog (de grønne farver på figuren).

Antal personer med op til 30 min. bilkørsel til en station med Kattegatbetjening	0-30 min
Ringsted-løsning	2.750.000
Lejre-løsning	2.520.000
Absolut difference	230.000
Relativ difference	9%

Tabel 7 Opland til stationerne ift. rejsetid med bil op til 30 min fra en station med Kattegat togbetjening.

Som det ses på figuren nedenfor, kan det meste af Vestsjælland og Sydsjælland nå frem til et Kattegattog indenfor ½ time i bil, med etablering af en Ringsted korridor, mens en Lejre-korridor dækker et mindre område.



Figur 6 Opland til stationer i Lejre-løsningen og Ringsted-løsningen angivet i forhold til rejsetiden i bil til/fra stationer i korridoren

Korridor via Ringsted

Korridor 2 består af en ca. 54-59 km ny dobbeltsporet elektrificeret bane til 250 km/t fra Fjenneslev vest for Ringsted til Røsnæs eller Asnæs.

Følgende er uddrag fra af den tekniske baggrundsrapport fra COWI.

Af anlægstekniske forhold undervejs kan bl.a. nævnes:

- Afgreningen fra eksisterende bane i Fjenneslev bør kunne etableres uden større komplikationer, da terrænet er jævnt og ensartet.
- Nær tilslutningen ved Ringsted forudsættes korridoren at krydse over E20 motorvejen.
- Der er store udfordringer med at få bane og vej ført sammen øst for Kalundborg, da der her også skal være plads til et større vejanlæg.

Udfordrende landskab:

- Ved Tjørnved ligger Stenlille grusgrav, og der optræder store terrænforskel, som må forudsætte anlæg af en dalbro.
- Skæring med Halleby å, nord for Tissø er udfordrende, da der her både er tale om en dyb smeltevandsdal og et Natura 2000-område. Det kan forventes at være nødvendigt med en dalbro.
- Ved Kelleklinte passerer korridoren et vådområde, hvor det bliver nødvendigt at placere en dalbro

For øvrige natur og miljømæssige forhold henvises til COWIs baggrundsrapport.

Trafikale betragtninger

Giver kort rejsetid mellem København og Aarhus, og dermed også mellem Midt-Nordjylland og Sjælland.

Giver mulighed for en optimal udnyttelse af banekapaciteten på Sjælland ind mod København, med en ligelig fordeling af trafikken via hhv. Køge Nord og Roskilde. Dvs. der er to jernbanekorridorer ud ad København. Kapacitetsudnyttelsen vurderes robust. Udnytter ledig kapacitet på København-Ringsted-banen. Ringsted station er en lokal flaskehals, som planlægges udbygget jf. IP35.

Muliggør togbetjening af f.eks. Ringsted, Køge N, Roskilde, Høje Taastrup og Københavns Lufthavn med direkte tog til Aarhus via Kattegat. Dvs. god fladedækning på Sjælland, hvilket også giver flere muligheder for de rejsende fra Midt- og Nordjylland. Giver kortere rejsetid for rejsende mellem Sydsjælland og Midt- og Nordjylland.

Giver størst muligt opland ift. at kombinere en rejse med både bil og tog, herunder med anvendelse af Parker og Rejs-stationer på Sjælland. Køge Nord har god forbindelse til hele Sydsjælland via Sydmotorvejen. Ringsted har god vejforbindelse fra Næstved og Vestmotorvejen. Roskilde/Høje Taastrup har gode forbindelser til Holbækmotorvejen. Ny station ved Kalundborg kan få god forbindelse til Kalundborgmotorvejen.

Med de bedre muligheder for at udarbejde robuste køreplaner, kan der også opnås andre fordele ved en Ringsted-forbindelse, fx mulighed for at Kattegattrafikken får forbindelse til Sydbanen og Femernkorridoren.

Ringsted-løsningen er en totalt set længere rute i km end Lejre-løsningen, men den anvender det eksisterende banenet på en længere strækning, og har derfor et kortere nyanlæg. Rejsetiden via Ringsted bliver også lidt kortere, fordi det er muligt at anvende den nye bane København-Ringsted og dermed køre med højere hastighed (op til 250 km/t) på en længere strækning.

Alternativ via Kværkeby

Det vurderes ikke relevant at medtage en korridor med tilslutning ved Kværkeby i de videre undersøgelser. Som en del Infrastrukturplan 2035 blev det besluttet at kapacitetsudvidelsen ved Ringsted skal ske med en østlig udflætning, hvilket vurderes at fungere sammen med en tilslutning af en Kattegatbane ved Fjenneslev, og give en bedre løsning end en tilslutning af Kattegatbanen ved Kværkeby.

Kværkebyløsningen har desuden færre trafikale fordele end Fjenneslevløsningen, og forløber igennem mere sårbar natur.

Kværkeby-tilslutningen er ca. 9 km længere end tilslutningen ved Fjenneslev. En tilslutning ved Kværkeby giver ikke mulighed for stop i Ringsted, og giver heller ikke mulighed for at fortsætte en eventuel forbindelse til Sydbanen og Femernkorridoren. Yderligere vil der kun være mulighed for at betjene Roskilde med en Kværkeby-løsning, hvis der etableres tilslutning til begge baner umiddelbart øst for Ringsted. Det vil sige, at der ville skulle etableres et ekstra anlæg umiddelbart øst for Ringsted, som ikke er nødvendigt for Kattegatbanens funktionalitet.

COWI vurderer, at Kværkebyløsningen har en større naturmæssig påvirkning end Fjenneslevløsningen. Kværkebyløsningen passerer tæt forbi Haraldsted Sø og Gyrstinge Sø, som begge er omkranset af flere beskyttede naturtyper, og løsningen skærer igennem Gyrstinge skov.

Korridor via Lejre

Korridor 1, Lejre-løsningen, består af ca. 65-75 km ny, dobbeltsporet, elektrificeret bane til 250 km/t. Banen forløber fra Lejre/Roskilde området i den udlagte transportkorridor mod nordvest via Marup og Regstrup og videre enten til Røsnæs eller Asnæs. Mellem Lejre/Roskilde og Marup er der undersøgt alternative forløb, hvor eksisterende strækningen benyttes i forskellig grad.

Følgende er sammenfattet på baggrund af den tekniske baggrundsrapport fra COWI.

Af anlægstekniske forhold undervejs kan bl.a. nævnes:

- Afgreningen fra eksisterende bane er svær og pladskrævende pga. det kuperede terræn med højdeforskelle på op til 50 m.
- Krydsningen af både Hjortholmvej, Kalundborgmotorvejen og Nordvestbanen, øst for Kalundborg, indenfor få km giver udfordringer.

Udfordrende landskab:

- Gennemskæringer af de mange, dybe ådale i et fredet landskab med mange skove. Særligt krydsning af Natura 2000-området ved Bregninge Å er teknisk udfordrende.

- Vognserup Enge vest for Holbæk er et stort lavbundsareal med risiko for blødbund og mange arkæologiske fund.

For øvrige natur og miljømæssige forhold henvises til COWIs baggrundsrapport.

Trafikale betragtninger

Lejreløsningen giver en kort rejsetid mellem København og Aarhus, dog ganske lidt længere end via Ringsted. Lejreløsningen er den korteste og mest direkte rute mellem København og Aarhus, dog et længere nyanlæg end Ringsted-løsningen.

Muliggør alene betjening via den inderste del af Vestbanen bl.a. Roskilde, Høje Taastrup og Københavns Lufthavn med direkte tog til Aarhus via Kattegat. Kattegattogene skal køre på den i forvejen kapacitetsbelastede strækning København-Roskilde indtil den nye bane grener fra vest for Roskilde.

Der vil være en meget høj kapacitetsudnyttelse på strækningen ind mod København, hvor Kattegattogene vil køre i såkaldt blandet trafik: dvs. at der på strækningen kører tog med forskellige hastigheder og standsningsmønstre, med både hurtigtog, regionaltog og godstog. Den uhomogene trafikering begrænser kapaciteten, idet kørslen skal tilrettelægges nøje for at sikre, at hurtigtogene ikke kommer til at indhente tog, der stopper undervejs, eller at forsinkede regionaltog mindsker fremkommeligheden for de hurtige tog.

Det vurderes, at strækningen Roskilde-København vil være fuldt udnyttet med den foreslåede Kattegattrafik. Den meget høje belastning medfører lavere robusthed i køreplanen. På ny bane København-Ringsted vil der derimod være ubenyttet kapacitet, da den ikke anvendes til afvikling af Kattegattrafikken.

Ringsted, Køge Nord og øvrige Sydsjælland kan ikke betjenes med direkte tog, men må betjenes med skift i f.eks. Roskilde eller København. Med skift i Roskilde i stedet for Ringsted bliver rejsetiden mellem Aarhus og Sydsjælland længere via Roskilde, og der er færre tilsluttende togforbindelser.

Lidt mindre opland – jf. med korridor 2 - ift. mulighed for at anvende Parker og Rejs-stationer på Sjælland. Roskilde/Høje Taastrup, gode forbindelser til Holbæk-motorvejen, samt vejforbindelser fra f.eks. Køge, Ringsted, Frederikssund. En evt. ny station ved Kalundborg har god forbindelse til Kalundborgmotorvejen, og f.eks. vejforbindelse fra Slagelse.

Korridor via eksisterende bane Holbæk-Kalundborg (opgradering af Nordvestbanen)

Der er undersøgt to forskellige forløb for opgraderingsløsningen:

- Opgradering af eksisterende Nordvestbane (Holbæk-Kalundborg) til en dobbeltsporet elektrificeret jernbane til 200 km/t, fra Holbæk til nær Værslev (mellem Swebølle og Kalundborg), og derfra etableres ny bane til enten Asnæs eller Røsnæs.
- Alternativ: Ny bane til 250 km/t med afgrening fra et punkt nord for Tølløse syd om Mørkøv til Birkendegård, hvor den ny bane igen tilsluttes til Nordvestbanen øst for Swebølle. Herfra opgraderes Nordvestbanen til dobbeltspor og 200 km/t på en ca. 5 km. lang strækning, hvorfra der igen etableres ny bane til enten Røsnæs eller Asnæs

Opgradering af eksisterende Nordvestbane (Holbæk-Kalundborg)

En opgradering er udfordrende og svarer til at anlægge en ny bane oven på en eksisterende bane og indebærer bl.a. følgende komplikationer:

- Generelt skal der eksproprieres inde i byerne langs strækningen, f.eks. langs de første 2,5 km i Holbæk, i Regstrup, Jyderup og Mørkøv.
- Banen kommer til at fylde mere i bredden på hele strækningen end den gør i dag: udbygning til dobbeltspor kan ikke håndteres indenfor eksisterende arealer, fordi tværsnittet ikke lever op til reglerne for kørsel med hastighed op til 200 km/t.
- Næsten alle kurver skal have øget overhøjde, hvilket må forventes at medføre ombygning af underbygningen eller dæmningsudvidelser.
- Der skal udføres flere sidetrækninger, hvilket kræver ny sporkasse mv. og udvider arealet.
- Kurver i Jyderup og Svebølle kan ikke udrettes og der skal bygges ny bane her.
- Flere overkørsler skal nedlægges og erstattes af niveaufri skæringer, hvilket erfaringsmæssigt er vanskeligt i byerne, og vil afstedkomme ekspropriationer.
- Fem stationsanlæg skal ombygges, fordi de ligger i kurver og har for smalle perroner.

Trafikale betragtninger for opgraderingen

Opgraderingen er den af de undersøgte løsninger, med den længste rejsetid mellem København og Aarhus.

Korridoren har det laveste passagergrundlag af de undersøgte løsninger.

Muliggør betjening af bl.a. Roskilde, Høje Taastrup, Holbæk og Københavns Lufthavn med direkte tog til Aarhus via Kattegat, ligesom stationer langs Nordvestbanen kan få direkte tog til Aarhus. Betjeningsmulighederne i form af frekvens er dog begrænsede af kapaciteten på banen.

Har det mindste opland ift. mulighed for at anvende Parker og Rejs-stationer. Store byer som Roskilde, Høje Taastrup og Holbæk har bl.a. gode forbindelser til Holbækmotorvejen. Ny station ved Kalundborg har god forbindelse til Kalundborgmotorvejen, og f.eks. vejforbindelse fra Slagelse.

Der vil, som for Lejre-løsningen, være en meget høj kapacitetsudnyttelse på strækningen ind mod København, hvor Kattegattogene vil køre i blandet trafik med både hurtigtog, regionaltog og godstog. Det vurderes, at strækningen Roskilde-København, vil være fuldt udnyttet med den foreslåede Kattegattrafik. Den meget høje belastning medfører lavere robusthed i driftsafviklingen. Ny bane København-Ringsted vil uændret have kapacitet til mere trafik.

For opgraderingsløsningen kører Kattegattogene ikke på en selvstændig bane over Sjælland, men skal dele sporene med regionaltogets betjeningen på Vestbanen og Nordvestbanen. For at opnå den kortest mulige rejsetid for de direkte tog imellem København og Aarhus, vil disse skulle prioriteres på strækningen København-Holbæk-Kalundborg. Dette vil indebære en nedprioritering af regionaltog på Nordvestbanen; disse vil skulle overhales undervejs af de hurtige tog, og får altså en længere rejsetid end i dag. Alternativt kan tænkes andre tilpasninger af trafikken på strækningen, hvilket kan betyde længere rejsetid for de hurtige tog København-Aarhus.

Alternativ opgraderingsløsning

Den alternative opgraderingsløsning er udfordrende, og kræver både anlæg af en strækning med ny bane, en strækning med opgradering af nuværende bane samt flere tilslutninger til/fra Nordvestbanen. Løsningen indebærer bl.a. følgende komplikationer:

- Der skal anlægges ca. 32 km ny bane til 250 km/t ny bane i ny korridor gennem landskabet mellem Tølløse og Swebølle.
- Den opgraderede strækning kommer til at fylde mere i bredden end den gør i dag, kurver skal have øget overhøjde, hvilket må forventes at medføre ombygning af underbygningen eller dæmningsudvidelser, og overkørsler skal nedlægges og erstattes af niveaufri skæringer.
- Stationen i Swebølle udbygges til tog til 200 km/t
- Der skal anlægges 3 tilslutninger til/fra Nordvestbanen – nord for Tølløse, ved Swebølle og ved Værsløv øst for Kalundborg.

Trafikale betragtninger for alternativ til opgraderingen

Løsningen har en længere rejsetid mellem København og Aarhus, end løsningerne med ny bane, men rejsetiden er kortere end for opgraderingsløsningen.

På del-strækningerne med ny bane, giver løsningen mulighed for at køre op til 250 km/t. Driftsmæssigt er løsningen kompliceret med flere tilslutninger undervejs, samt varierende hastighedsprofil.

Sammenlignet med opgraderingsløsningen, fås kortere rejsetid ved at en stor del af strækningen etableres som en ny korridor gennem landskabet. Det vurderes at passagertallet tilsvarende er lidt højere end for opgraderingsløsningen, men lavere end for de øvrige løsninger. Løsningen muliggør betjening af bl.a. Roskilde, Høje Taastrup og Københavns Lufthavn med direkte tog til Aarhus via Kattegat. En fordel er at strækningen med ny bane giver mulighed for overhaling af tog som kører ind til Holbæk.

Betjeningsmulighederne i form af frekvens er dog begrænsede af kapaciteten på banen, hvor der vil, som for Lejre-løsningen, være en meget høj kapacitetsudnyttelse på strækningen ind mod København, hvor Kattegattogene vil køre i blandet trafik med både hurtigtog, regionaltog og godstog. Det vurderes, at strækningen Roskilde-København, vil være fuldt udnyttet med den foreslåede Kattegattrafik. Den meget høje belastning medfører lavere robusthed i driftsafviklingen.

Ny bane København-Ringsted vil uændret have kapacitet til mere trafik. Ligeledes vurderes det, at der vil være en høj udnyttelse af kapaciteten på Nordvestbanen på den længere strækning Roskilde – Tølløse/Vipperød.

Overordnet set er der færre trafikale fordele ved denne løsning end ved de øvrige. Banen er hurtigere end opgraderingsløsningen, men betjener ikke Holbæk eller Nordvestbanens stationer. Men banen er ikke lige så hurtig som de to nybyggede løsninger, og giver derfor ikke de samme fordele som disse.

Trafikstyrelsen vurderer derfor ikke at banen er interessant at arbejde videre med, da man kan få bedre rejsetidsgevinster med de nybyggede baner, eller man med opgraderingsløsningen kan betjene Holbæk.

Mulig placering af en evt. station ved Kalundborg

Der vil være mulighed for at placere en ny station nær Kalundborg, som vil kunne skabe nye kollektive rejseforbindelser imellem Vestsjælland og Midtjylland. En korridor via Røsnæs giver mulighed for at placere en station mere bynært til Kalundborg ift. en korridor via Asnæs.

Der er flere muligheder for placering af en eventuel station ved Kalundborg. Trafikstyrelsen vurderer, at det er relevant at se nærmere på muligheden for en station ved Kalundborg. Hvis en station ved Kalundborg indgår i en evt. næste undersøgelsesfase, bør der ses nærmere på optimering af hensyn til såvel eksisterende bebyggelse, byudviklingsmuligheder, teknisk gennemførlighed, økonomi, passagergrundlag mv.

Røsnæs vs. Asnæs

Trafikalt set vurderes forløb over Røsnæs eller Asnæs at være ligeværdige alternativer ift. betjeningsmuligheder mellem Aarhus og København, og i forhold til kapacitet. Røsnæs-løsningen har dog den fordel, at en ny station ved Kalundborg vil kunne komme tættere på byen. Rejsetiden for Røsnæs/Asnæs varierer afhængig af hvilke øvrige landanlæg, der kombineres med.

Mht. landanlæg på Sjælland er Asnæs-løsningerne kortere end Røsnæs-løsningerne. Den samlede længde af ny bane for hele forbindelsen afhænger af kyst-kyst forbindelsens forløb.

Tilvalg og varianter Sjælland

Der er med den tekniske rapport fra COWI undersøgt følgende tilvalg for jernbanen på Sjælland.

Tilslutning af Lejreløsningen til Holbæk:

En tilslutning til Lejre-løsningen med etablering af yderligere 8,5 km ny bane fra Holbæk til ca. 1,4 mia. kr. Denne bidrager ikke med store trafikale gevinster, men giver mulighed for, at Holbæk kan betjenes med tog til Aarhus ad ny bane over Sjælland. Betjeningen af Holbæk kan også opnås ved tilslutning af Nordvestbanen ved Kalundborg, som dertil også giver mulighed for at betjene de mindre stationer på Nordvestbanen. Rejsetiden for Holbæk vil dog være lidt længere.

Tilslutning til Nordvestbanen ved Kalundborg:

En tilslutning ved Kalundborg kan bygges som en enkeltsporet bane til 120 km/t, der tilsluttes til Nordvestbanen i niveau. Tilslutningen kan anlægges for 0,5-0,9 mia. kr. afhængigt af hvilke landanlæg, der besluttet bygget på Sjælland, herunder om Kattegatbanen skal forløbe via Røsnæs eller via Asnæs.

En tilslutning til Nordvestbanen bidrager ikke med store trafikale gevinster, men giver mulighed for, at Holbæk og Nordvestbanens stationer kan betjenes med tog til Aarhus, og er et billigere anlæg end tilslutningen af Holbæk til korridor 1. Kapaciteten på den yderste del af Nordvestbanen er dog begrænset pga. enkeltspor, som vil indebære visse begrænsninger og køreplansmæssige bindinger.

Tilslutning til Nordvestbanen er gennemgået nærmere i bilag 2.

Sammenfattende vurdering af de undersøgte jernbanekorridorer i Jylland

Det er Trafikstyrelsens konklusion, at den mest fordelagtige korridor for jernbanelandanlæg i Jylland er via Hou.

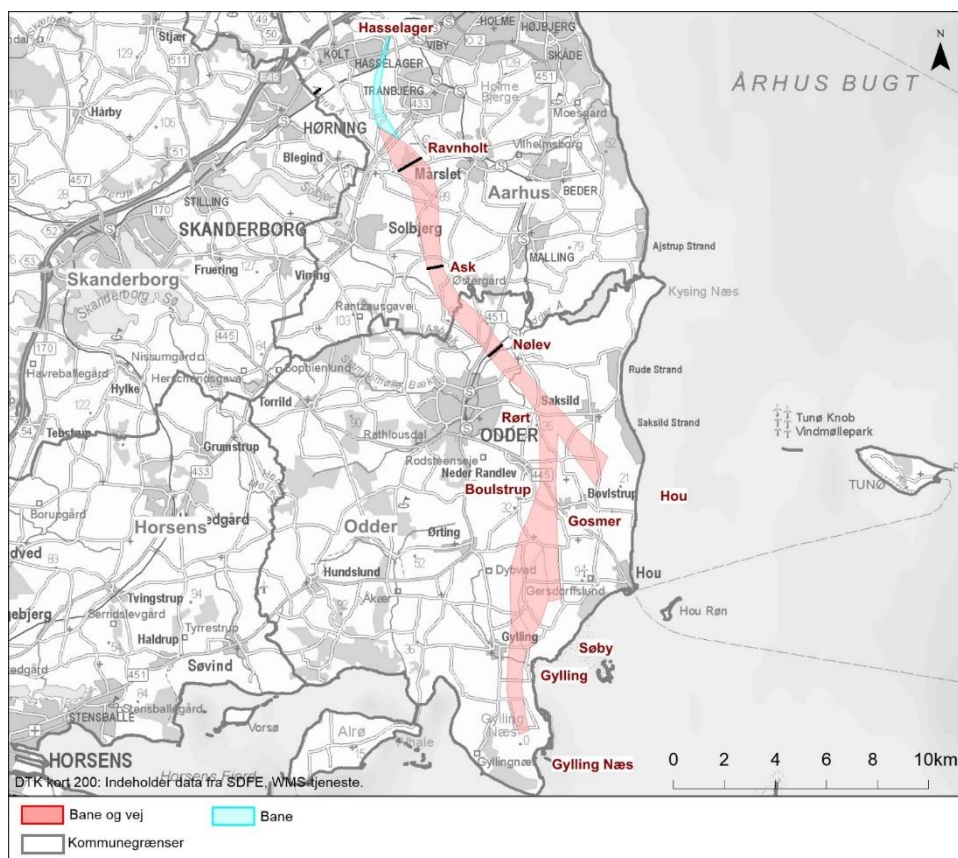
Betjeningsmulighederne er de samme uanset hvilket ilandsætningspunkt, der vælges i Jylland. Strækningen fra Hou til Hasselager er den korteste på land, og giver dermed den hurtigste rejsetid i Jylland. Forløber korridoren via Gylling, Gylling Næs eller Søby tilføjes en ekstra teknisk udfordring til forbindelsen, jf. figuren herunder. Vurderingerne i skemaet herunder er en vurdering af de 4 mulige ilandføringspunkter imellem og kun for landanlæg Jylland. Således vurderes de 4 mulige korridorer i Jylland at være trafikalt set ligeværdige.

Tabel 8 Skematisk sammenstilling af jernbanekorridorer Jylland

Korridor	Korridor via Hou	Øvrige korridorer via Gylling/Gylling Næs/Søby
Anlæg	Ca. 20 km ny bane	Ca. 24-30 km ny bane
Køretid København-Aarhus	1:08-1:24	ca. 1-2 min længere end via Hou
Kollektive brugere	++	++
Togbetjening	++	++
Robusthed	++	++
Kapacitet	++	++

Bedst (+++) God (++) Rimelig (+) Ringe (-)

Det er Trafikstyrelsens anbefaling, at der med fordel kan arbejdes videre med undersøgelser af en mulig station i Østjylland fx ved Odder, som har god forbindelse til vejnettet, herunder som kommende nabo til motorvejen på Kattegatforbindelsen og desuden ligger nær Aarhus Letbane.



Figur 7 Korridorer i Jylland (Forundersøgelse af en Kattegatforbindelse, Landanlæg. Teknik og Miljø for en kombineret vej og bane. COWI 2021)

Korridor Hou-Hasselager

Ilandsætning ved Hou medfører det korteste landanlæg for jernbanen. Dette giver den mindste påvirkning af natur, landskab og befolkning.

Trafikale betragtninger

Det er beregnet, at løsningen via Hou giver mulighed for at opnå den korteste rejsetid. I forhold til trafikale muligheder er alle de undersøgte løsninger i Jylland ens, og de giver alle mulighed for at betjene en evt. ny station i Østjylland fx ved Odder. Mht. kapacitetsudnyttelsen er løsningerne også ens, da de alle anvender eksisterende bane mellem Hasselager og Aarhus H.

Øvrige korridor via Gylling/Gylling Næs-Hasselager

Ilandsætning sydligere, ved Gylling eller Gylling Næs, lægger ca. 10 km til jernbanens landanlæg. Dette giver en større påvirkning af natur, landskab og befolkning end ilandsætning ved Hou.

Trafikale betragtninger

Ilandsætning ved Gylling eller Gylling Næs giver de samme betjeningsmuligheder i Jylland som ilandsætning ved Hou.

Rejsetiden forøges med ca. 1-2 minutter ift. ilandsætning ved Hou.

Andre forhold til evt. kommende analyser

Det er Trafikstyrelsens opfattelse, at der med fordel kan ses nærmere på en række øvrige banerelaterede emner i evt. videre analyser af en Kattegat jernbaneforbindelse (ud over emner som er nævnt i den tekniske rapport for landanlæg, jf. COWI), f.eks.:

- Hastighed på 250 km/t over hav, da følsomhedsanalyse indikerer en tidsbesparelse på 3-4 minutter
- En kort omfartsbane, shunt, vest for Ringsted, hvis der fortsættes med en Ringstedløsning. Dette muliggør, at tog fra Kattegat kan køre udenom Ringsted direkte mod Sydsjælland, Falster, Lolland og Tyskland (Hamborg/Berlin), hvilket er hurtigere end at skulle vende på Ringsted station.
- Kapacitetsudfordringen og evt. hastighedsopgradering på Vestbanen, Roskilde-København, hvis der fortsættes med en Lejre-løsning eller en opgraderingsløsning.
- Potentialet for at køre banegods på landanlæg, f.eks. Ringsted – Kalundborg med opkobling til godstransitforbindelsen gennem Danmark, kan undersøges.

Banebetjening og trafikale analyser

I dette kapitel beskrives Trafikstyrelsens trafikale analyser, herunder togbetjening og eksempler på køreplaner, samt udvalgt principkøreplan til de trafikale beregninger i Landstrafikmodellen (LTM).

På baggrund af de trafikale analyser er der udvalgt et anbefalet køreplanseksempel til brug for trafikmodelberegninger af en fast kombineret vej og bane Kattegat-forbindelse. Med 'anbefalet køreplanseksempel' skal forstås en principkøreplan, der først og fremmest tjener til at kunne give et bud på, hvor stor en efterspørgsel der kan forventes, dvs. hvor stort et passagerpotentiale som en Kattegatforbindelse rummer. Den opstillede køreplan for hele landet former et toglinjenet med forskellige middelhastigheder afhængig af standsningsmønstre osv. I sidste ende afgøres udbuddet af tog og den konkrete køreplan i 2035 for trafikken over Kattegat af operatør og kontraktholder, og vil også skulle afstemmes med øvrige toglinjer i Jylland og på Sjælland. Trafikken vil derfor tage sig anderledes ud end den her analyserede principkøreplan.

Effekten af jernbaneforbindelsen over Kattegat vurderes i forhold til ikke bare køreplan som sådan, men også i forhold til de kapacitetsmæssige udfordringer som må forventes på strækningerne. Dette beskrives i det følgende med de forskellige udfordringer, der knytter sig til korridorvalget, hvor kapacitetsudnyttelsen og antallet af tog varierer afhængig af hvilken korridor, der betragtes.

Et øget potentiale for kollektiv trafikbetjening med en Kattegatforbindelse

Indledningsvist beskrives de øgede trafikale muligheder som en Kattegatforbindelse kan give for den kollektive trafikbetjening på Sjælland og i Jylland. Der ses på mulighederne for togbetjening for de forskellige løsninger, herunder hvordan Kattegatbanen kan integreres i det eksisterende jernbanenet og transportnettet på Sjælland og i Jylland, samt hvilke muligheder der måtte være for ny togbetjening.

Der anvendes den samme korridor i Jylland for alle løsninger: Hou-Hasselager.

Muligheder for direkte togforbindelser

En række stationer på Sjælland og i Jylland vil kunne få direkte tog, som kører via Kattegatforbindelsen. Derudover vil der være mulighed for at tilrettelægge gode skifteforbindelser.

I Jylland indgår det i alle køreplanseksemplerne, at et tog i timen fortsætter nord for Aarhus, så Aalborg, Hobro og Randers får direkte tog til Sjælland over Kattegat. Stationer i Midtjylland vil få kort rejsetid over Kattegat via gode skifteforbindelser i Aarhus.

På Sjælland afhænger mulighederne af korridorvalget.

På Sjælland vil Kattegat-togene som udgangspunkt køre til København. Det kan være enten til København H eller til Københavns Lufthavn Kastrup, den sidste med f.eks. stop i Ny Ellebjerg og Ørestad. Der kan således opnås skifteforbindelser til store dele af Storkøbenhavn via skift til S-tog, metro eller busser.

Roskilde og Høje Taastrup kan togbetjenes med direkte tog via Kattegat i alle undersøgte korridorer. Holbæk kan som udgangspunkt kun få direkte tog, hvis Nordvestbanen vælges som korridor (opgraderingsløsningen). For Lejre- og Ringsted-korridorerne kan et tilvalg om en tilkobling af Kattegatbanen med Nordvestbanen ved Kalundborg give mulighed for at tog kan køre via Nordvestbanen til Holbæk.

Det er alene Ringsted-korridoren som giver mulighed for at betjene Ringsted og Køge Nord. Med denne løsning er der ligeledes mulighed for at Sydsjælland og Lolland-Falster (og Femern) kan kobles på en fast forbindelse via Kattegat. Et ønske om direkte tog Nordjylland – Kattegat – Sydsjælland vil dog indebære, at togene vender i Ringsted, og derfor er der her forudsat at etablere en skifteforbindelse. Alternativt vil en shuntforbindelse fra Sydbanen til Vestbanen vest for Ringsted, give mulighed for hurtigt direkte tog uden om Ringsted. En sådan shunt indgår ikke i forundersøgelsen.

Stationer som kan betjenes med direkte Kattegattog	Lejre-løsning	Ringsted-løsning	Opgraderings-løsning
Roskilde	✓	✓	✓
Høje Taastrup	✓	✓	✓
Ringsted	✗	✓	✗
Køge Nord	✗	✓	✗
Ny Ellebjerg	✓	✓	✓
CPH Lufthavn	✓	✓	✓
Holbæk	*	*	✓
* Forudsætter tilvalg om tilslutning mellem ny bane og Nordvestbanen			

Figur 8 Direkte Kattegattog til udvalgte stationer

Betjening med skifteforbindelse

Ud over de stationer, som opnår forbindelse med direkte tog via Kattegat, vil en række byer kunne opnå forbindelse til Kattegattogene ved gode omstigningsmuligheder fra tilsluttende tog. Med prioriterede korrespondancer (takt-køreplan) kan der sikres væsentlige rejsetidsreduktioner for store dele af Sjælland.

Mulighederne afhænger af, hvilken korridor der vælges, og er størst med Ringstedkorridoren, som samlet indebærer flere nye togforbindelser med væsentlige rejsetidsbesparelser.



Figur 9 Sjællandske stationer med gode skifteforbindelser

Der listes et par eksempler nedenfor:

- Via et knudepunkt som Roskilde station opnås forbindelse mellem byer på den jyske side af Kattegat og stationerne på Nordvestbanen fra Roskilde ud mod Holbæk, ligesom der bliver god skifteforbindelse til stationerne på Lille Syd mellem Roskilde og Køge.
- I Ringsted kan der planlægges forbindelse mellem den faste Kattegatforbindelse og hele Sydsjælland, Lolland-Falster, Femernforbindelsen og Vestsjælland. Der forventes forbindelse med 4 tog/time til Næstved, og 3 tog/time til Slagelse og Nykøbing F.
- Via et knudepunkt i Køge Nord opnås forbindelse mellem den faste forbindelse via Kattegat og hele Køge Bugt regionen, ligesom der bliver en god skifteforbindelse til stationerne på den sydlige del af Lille Syd mellem Køge – Næstved og indirekte Østbanen (skift tog i Køge). Køge Nord betjenes med 2 regionaltog i timen København - Næstved via Køge og Haslev (Lille Syd).

Mulighed for Parker & Rejs

Tilbringertrafikken til Kattegattogene vil ikke kun udgøres af tog med skifte-muligheder. Rejsende fra hele Sjælland vil også have mulighed for at bruge bus eller køre i bil til en station, som betjenes med direkte tog til Kattegatforbindelsen.

Mulige "Parker og rejs" stationer på Sjælland	Lejre-løsning	Ringsted-løsning	Opgraderings-løsning
Roskilde	✓	✓	✓
Høje Tåstrup	✓	✓	✓
Ringsted	✗	✓	✗
Køge Nord	✗	✓	✗
Holbæk	*	*	✓
Ny Kalundborg	✓	✓	✓
* Forudsætter tilvalg om tilslutning mellem ny bane og Nordvestbanen			

Figur 10 Parker & Rejs-stationer

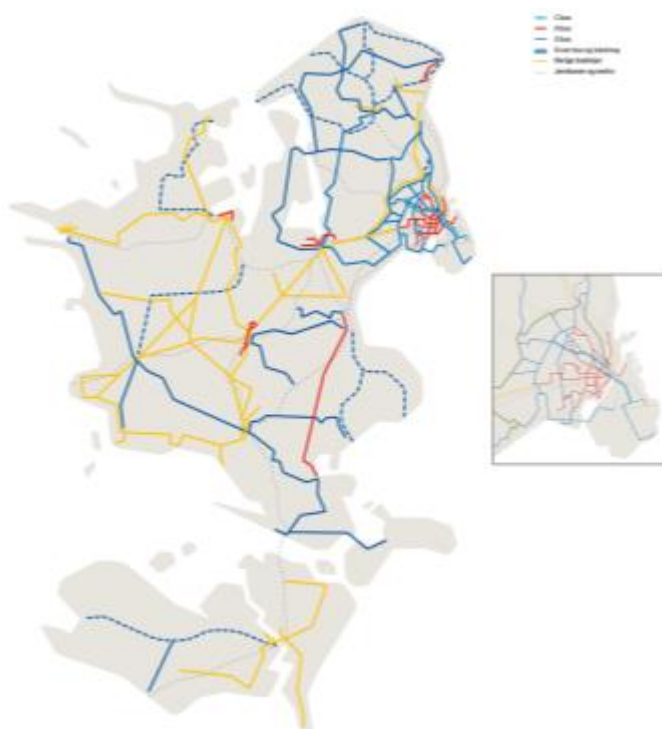
Stationer ved Køge Nord og Kalundborg vil kunne fungere som særlige Parker og Rejs-stationer med god forbindelse til motorvejsnettet og gode parkeringsforhold. Ringsted og Høje Taastrup har ligeledes gode adgangsforhold og parkeringsmuligheder.

I Jylland vil en ny station i Østjylland kunne anlægges med gode forbindelser til det overordnede vejnet, gode parkeringsforhold og fungere som en særlig Parker og Rejs-station. Der vil kunne opnås gode forbindelser til fx Aarhus, stationer nord for Aarhus eller mod Sjælland og København.

Kobling til det overordnede bus-net på Sjælland

På flere af de stationer som betjenes med Kattegattogene er det ligeledes muligt at skifte til buslinjer på det strategiske bus-net på Sjælland. Særligt Roskilde og Ringsted er koblet på busnettet med flere buslinjer, både A-busser og R-busser. Desuden må forventes en tilpasning, genovervejelse af busnettet, især hvis Ringstedløsningen vælges, da den skaber en ny nord-syd gående baneforbindelse over Sjælland.

Når der anlægges en ny station ved Kalundborg til betjening af tog via den faste forbindelse over Kattegat, må det forudses at denne ligeledes bliver koblet på det strategiske bus-net.



Figur 11 Det strategiske net. Kilde: Movias mobilitetsplan 2020, bilag 1.1.

Sammenhæng til det kollektive net i Jylland

I Jylland vil det være muligt at omstige til det lokale og regionale busnet i Aarhus, ligesom der kan skabes en god forbindelse til eventuelle X-busser der kører via Aarhus.

Hvis der anlægges en station i Østjylland, fx ved Odder, kan det regionale busnet endvidere tilpasses standsende Kattegattog og give nye kollektive forbindelser til gavn for et større opland i Østjylland.

Beregningsforudsætninger, beregninger i LTM

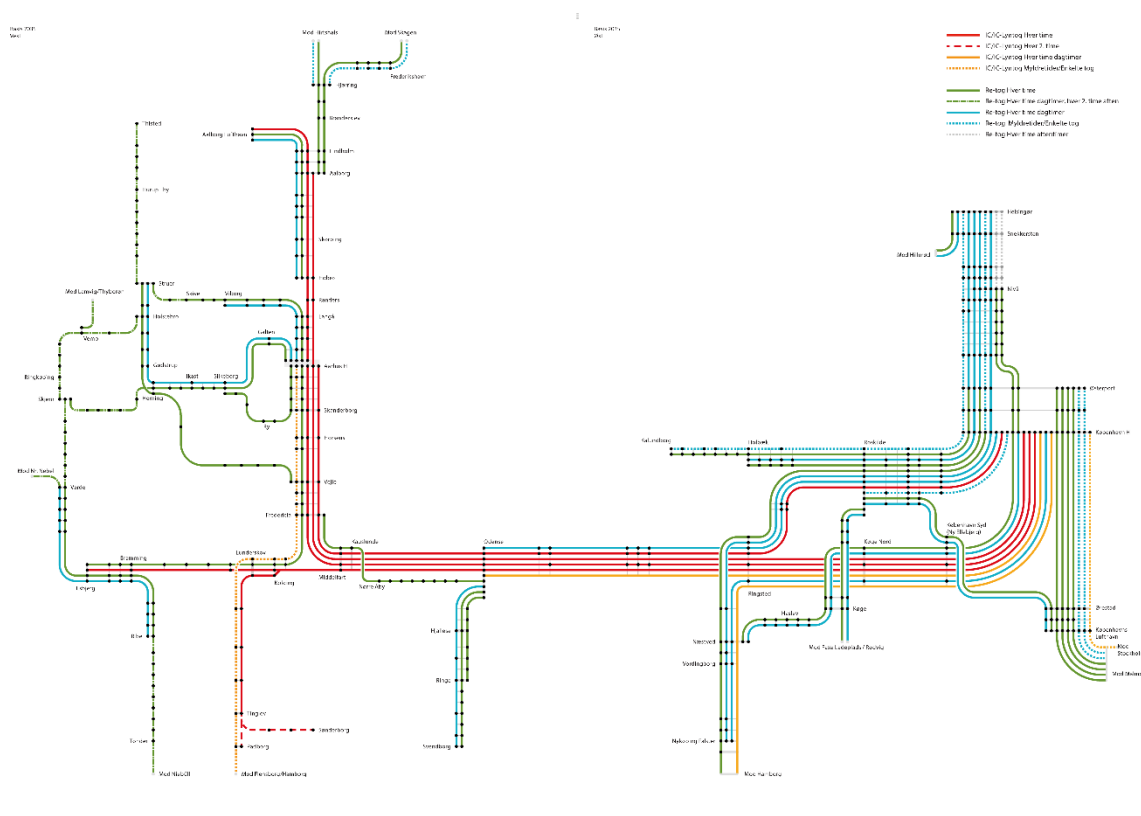
Basiskøreplan 2035 – grundlag for analyse

Basiskøreplanen K35 er Trafikstyrelsens 2032-køreplan fra 'Trafikplan for den statslige jernbane 2017-2032', hvor IP35-projekterne er tilføjet.

På Sjælland forudsættes i basis K35 en forøgelse af trafikeringen ift. Trafikplan for den statslige jernbane K32:

- Ny linje København-Hamborg uden stop
- Nyt regionaltog mellem København og Roskilde
- Myldretidslinjen mellem København og Nykøbing F, via Roskilde, udvides så den kører i dagtimerne

I basiskøreplanen 2035 indgår i alt 17 linjer fra København H mod vest. På *Figur 12* ses linjediagrammet for dette.



Figur 12 Basis K35

Opstilling af køreplansscenarier

Køreplansscenarierne er overordnet tilrettelagt med henblik på at skabe hurtig og god betjening for den væsentligste rejsestrøm i Øst-Vest trafikken. Flere af scenarierne kan danne grundlag for et sammenhængende netværk, hvor flere landsdele drager nytte af Kattegatforbindelsen.

De opstillede scenarier anvendes til at undersøge niveauet for de samlede passagerantal, samt potentiale for betjening af stationer undervejs og fordeling af passagerstrømme med forskelligt betjeningsmønster. Formålet er at finde den køreplan, der giver den bedste samfundsøkonomi for en jernbane over en fast Kattegatforbindelse, og som kan indgå som beregningseksempel i LTM-beregningerne for en kombineret (vej+bane) Kattegatforbindelse.

I LTM-kørslerne er der foretaget beregninger af de tre infrastrukturløsninger på Sjælland: Ringsted, Lejre og opgraderingen af Nordvestbanen, som alle giver forskellige betjeningsmuligheder. På den jyske tilslutningsbane er der i beregningerne i LTM taget udgangspunkt i Hou, idet denne linjeføring er den korteste strækning. Hvis det besluttet at forbindelsen ilandsættes ved Gylling Næs, antages samme rejsetidsforøgelse for alle scenarier og dermed samme konklusion for den anbefalede køreplan.

Grund-scenarier	Betjening	Infrastrukturløsning	Antal tog over Kattegat	Lyntog	IC-Tog
Ringsted - 3 tog	Grundbetjening med Kattegatlinjer (K35)	Ringsted, ved Fjenneslev	3	2 linjer uden stop imellem København H og Aarhus H, et lyntog videre til Aalborg	1 linje via Roskilde imellem Københavns lufthavn og Aarhus H
Ringsted - 4 tog	Grundbetjening med Kattegatlinjer (K35)	Ringsted, ved Fjenneslev	4		1 linje via Køge Nord imellem København og Aarhus H og 1 linje via Roskilde imellem Københavns lufthavn og Aarhus H
Lejre - 4 tog	Grundbetjening med Kattegatlinjer (K35)	Lejre	4		1 linje via Roskilde imellem København og Aarhus H og 1 linje via Roskilde imellem Københavns lufthavn og Aarhus H
Opgradering - 3 tog	Grundbetjening med Kattegatlinjer (K35)	Opgraderingsløning	3		1 linje via Roskilde imellem Københavns lufthavn og Aarhus H

Tabel 9: Oversigt over scenarier der er regnet på LTM, med beskrivelse af togsystemer over Kattegatforbindelsen, køreplan basis 2035

I det følgende vil beregningerne blive gennemgået nærmere. Her sammenlignes grundscenariet (3 tog via Ringsted) med basis, som er et scenarie uden Kattegatinfrastruktur (basis 2035), hvilket giver en indikation af effekten af en Kattegatforbindelse. Scenariet med 4 tog via Ringsted sammenlignes med scenariet med 3 tog via Ringsted, for at se effekterne af forøgelse af togbetjeningen.

Scenarierne med henholdsvis Lejre-korridoren og den opgraderede Nordvestbanekorridor sammenlignes med de Ringsted-scenarier, der har samme antal af tog. Herved fremgår effekten af forskellig infrastruktur.

Vurdering af køreplansscenarier - beregninger

Metodikken i udvælgelsen af et hovedscenarie har omfattet en vurdering af køreplanen økonomisk og trafikalt.

Økonomisk vurderes køreplanen i forhold til, hvor mange passagerer den genererer, hvor høje driftsomkostningerne er og hvor store tidsgevinster og billetindtægter, den giver anledning til. Trafikalt vurderes køreplanen ift. køretid, betjeningsmuligheder, robusthed og kapacitet.

I *Tabel 10* er tidsgevinsterne beregnet og omsat i kroner. Ligeledes er billetindtægter og driftsøkonomien (drift og vedligehold af togmateriel) for den nye trafik beregnet. På et indledende stadie er det derfor muligt at sammenveje de tre parametre og vælge det scenarie, der har bedst sammenhæng imellem omkostninger og indtægter. Det skal bemærkes, at det er ændringer i de samlede driftsomkostninger og billetindtægter, der er vist. Dvs. tallene dækker over konsekvenserne af reduktionen i togbetjeningen over Storebælt og på Sjælland og dermed et tab i indtægter og tidsgevinster for passagerne over Storebælt.

Kattegatscenarier	Daglige togpassagerer Kattegatforbindelsen	Billetindtægter (mio. DKK)	Driftsomkostninger (mio. DKK)	Tidsgevinster (mio. DKK)
Ringsted - 3 tog	26.400	660	-330	1.070
Ringsted - 4 tog	26.900	700	-410	1.120
Lejre - 4 tog	26.200	650	-370	1.060
Opgradering - 3 tog	21.400	470	-330	850

Tabel 10 Nøgletal til vurdering af de køreplansscenarier, der er regnet på LTM. Økonomien er angivet i PL2021 for åbningsåret (antaget 2035). Billetindtægter og driftsomkostninger er opgjort netto, dvs. de indeholder alt kollektiv trafik øst-vest, dvs. både Storebælt og Kattegat, og dermed også tabet i Storebæltsindtægterne.

Vedr. dagligt passagertal på Kattegatforbindelsen

De trafikale vurderingsparametre vises i *Tabel 11*. Her vurderes hvor mange stationer, der kan betjenes med de nye Kattegatlinjer, hvordan rejsetiden er imellem Sjælland til Jylland, hvordan disse linjer påvirker kapaciteten på eksisterende infrastruktur, samt risikoen for forsinkelser grundet for høj udnyttelse af kapaciteten.

Infrastruktur	Betjeningsmuligheder	Køretid	Kapacitet	Robusthed
Korridor 1, Lejre	++	++(+)	+(+)	++
Korridor 2, Ringsted (Fjenneslev)	+++	+++	+++	+++
Korridor 3, Opgradering	+	+	-	-

Tabel 11 Trafikal vurdering af de tre infrastrukturløsninger

Gylling Næs-løsningen har længere køretid end Hou, ellers er de trafikalt set ens. Der er derfor ikke foretaget trafikale vurdering eller modelberegninger for Gylling Næs.

Samlet vurdering: 3 eller 4 tog over Kattegat

Overordnet set, er der ikke stor forskel mellem køreplansscenarierne med 3 eller 4 tog i passagertal, driftsøkonomi eller samfundsøkonomi. Nøgletallene i *Tabel 10* viser en mindre samfundsøkonomisk gevinst ved at køre 4 tog fremfor 3 tog (ved sammenligning af Ringstedløsningerne). Den ekstra betjening medfører en mindre

stigning i antal passagerer over Kattegat, og der vil også være en mindre forøgelse af billetindtægterne. Et ekstra tog vil ligeledes give en stigning i tidgevinster, i kraft af at frekvensen og ventetiden vil forbedres flere steder.

Den højere frekvens vil samlet give gevinster på omkring 90 mio. kroner årligt (billetindtægter og tidsgevinster), men vil generere en mindre stigning i omkostninger svarende til omkring 80 mio. kroner årligt ift. betjeningen med 3 tog i timen. Omkostningerne dækker over ekstra togmateriel for det fjerde togsystem samt omkostninger for drift af disse tog. Driftsøkonomisk (hvis der alene ses på billetindtægter og driftsomkostninger) er det marginalt bedre at køre med 3 tog i timen.

I praksis vil det være mere nuanceret og operatøren af togtrafik over Kattegat vil variere frekvensen over døgnet, ugen og året, så trafikudbuddet matcher trafik efterspørgslen. Beregningerne med en fast køreplan med 4 tog i timen i hver retning vil derfor overvurdere de reelle driftsomkostninger, og er således en konservativ beregning af driftsomkostningerne.

Ud over frekvensparameteren viser nøgletallene endvidere, at en Ringstedløsning, sammenlignet med Lejre- henholdsvis Opgraderingsløsningen, vil generere flere gevinster og kun en marginal forøgelse af omkostningerne.

Den samlede vurdering er, at det er Ringstedløsningen, der skal medtages i de videre trafikmodelberegninger. Dette fremgår af *Tabel 11*, hvor Ringstedløsningen opnår den højeste score i alle fire parametre.

Den mest optimale Kattegatkøreplan indeholder således 4 tog over Kattegatforbindelsen via Ringsted, som derfor er brugt til den endelige trafikberegning af den kombinerede forbindelse. Detaljeret gennemgang af beregningerne følger nedenfor.

Nordvestbanen

I den grundbetjening, det anbefales at regne videre på, er det som udgangspunkt antaget, at stationerne Kalundborg og Kalundborg Øst betjenes som i dag. Indledende beregninger har vist, at omlægning af Nordvestbanens tog fra Kalundborg st. til Ny Kalundborg station og over Kattegatforbindelsen til Aarhus kun har en beskeden betydning i forhold til den samlede økonomi for en Kattegatforbindelse.

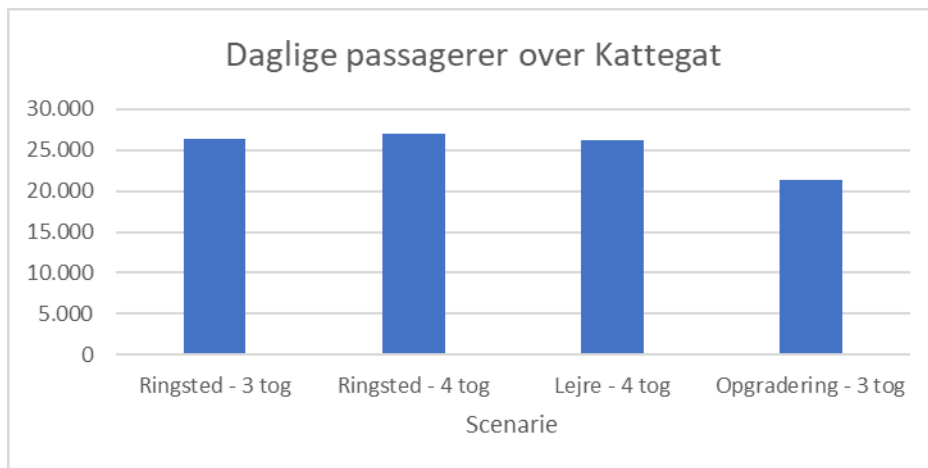
Samlet set vurderes det, at en tilslutning af Nordvestbanen kun vil generere meget få ekstra rejser over Kattegatbanen, men at en tilslutning kan have betydning lokalt for (de få) rejsende mellem Nordvestbanen til Midt- og Nordjylland, som vil opnå en tidsbesparelse. Derudover vil tilslutningen kunne have betydning ift. forsyningssikkerheden, idet man med en tilslutning vil have to ruter over Sjælland til Aarhus, i stedet for kun en.

Læs mere i bilag 2.

Fordeling på togsystemer

En Kattegatforbindelse vil ifølge LTM generere en trafik på omkring 21.000 - 27.000 daglige togpassagerer. På *Figur 13* ses passagerbelastningen på

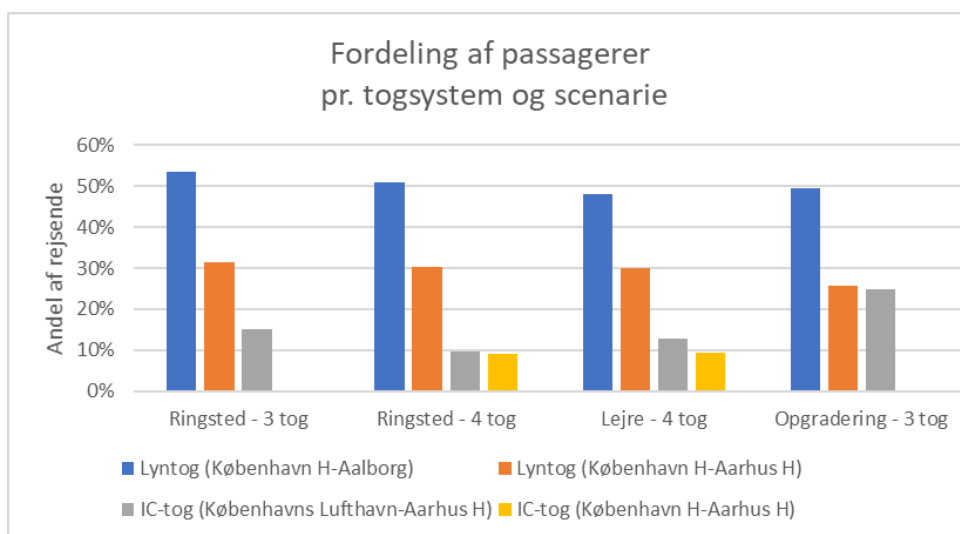
Kattegatforbindelsen pr. køreplansscenarie, hvor der bemærkes, at modellen kun tildeler en mindre stigning på omkring 500 passagerer fra 3 til 4 tog over forbindelsen.



Figur 13 Antal rejsende over Kattegatforbindelse pr dag pr køreplansscenarie

Hvordan passagererne fordeler sig på de enkelte togsystemer, fremgår af Figur 14. Her kan det konstateres, at langt størstedelen af de rejsende over Kattegatforbindelsen bruger lyntogssystemerne. Imellem 78-85% af passagerne sidder i lyntoget. Dette giver en indikation på, at netop disse lyntog skal prioriteres i forhold til rejsetid, så hastighed og tidsgevinster kan optimeres mest muligt.

Ved det 4. tog, IC/Re-toget imellem København H og Aarhus H, ses kun en mindre stigning i den andel af passagererne, som sidder i IC-togene over Kattegat. LTM 2.3 har ikke et kapacitetsmaksimum, dvs. at de hurtige tog, på visse afgangse tildeles et antal passagerer som overstiger siddepladsudbuddet. I den "virkelige" verden må passagererne, der helst ville benytte hurtigtogene og som ikke kan få plads, fordele sig mod den ledige kapacitet i IC/Re-togene, hvilket i sidste ende også kan styres gennem prissætning.



Figur 14 Andel af rejsende over Kattegatforbindelse pr togsystem pr køreplansscenarie.

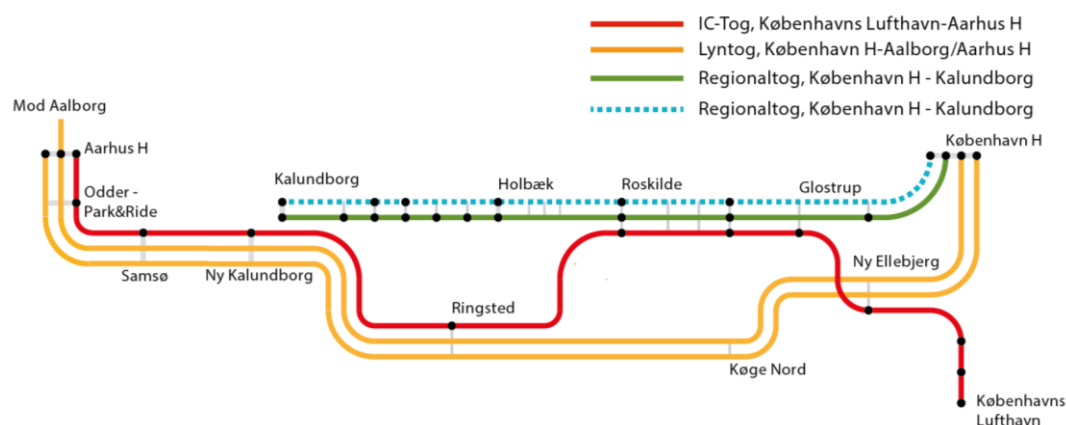
Uddybende beregninger af grundscenarier K35

Grundbetjeningen består af køreplaner med henholdsvis 3 og 4 tog over Kattegatforbindelsen. To lyntog i timen kører direkte mellem København H og Aarhus H og IC-tog betjener de større stationer på Sjælland samt nye stationer v/Kalundborg, v/Samsø og v/Odder. Dette er to toglinjer, som i basis kører via Storebælt, som i stedet omlægges til at køre via Kattegat.

I beregningerne kører IC-tog fra Københavns Lufthavn eller København H, enten via Roskilde eller Køge Nord, til Aarhus H. Dette er toglinjer, som i basis kører til Roskilde, som forlænges/omlægges. Linjen via Ring Syd, fra Lufthavnen forlænges fra Roskilde til Aarhus via Kattegat. I scenariet med 4 tog over Kattegat omlægges endvidere linjen fra København til Roskilde, så den kører via Køge Nord og videre via Kattegat til Aarhus. I begge scenarier er der fire linjer over Storebælt.

3 tog via Ringsted over Kattegatforbindelsen

Beregningen omfatter tre linjer, heraf 2 lyntog og ét IC-tog, som i forhold til K35 basis omlægges eller forlænges.



Figur 15 Linjediagram med relevante linjer for et 3-togsscenarie via Køge Nord for lyntogslinjerne og via Roskilde for IC-linjen

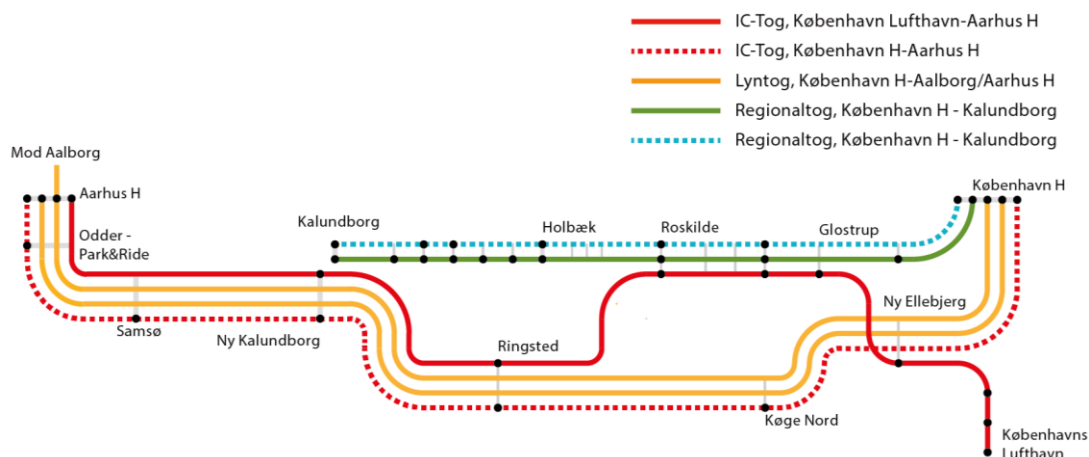
De 2 direkte linjer imellem København H og Aarhus H er valgt grundet de store rejsetidsbesparelser samt de store passagermængder, der ligger i de to lyntogssystemer. Af Tabel 13 fremgår, at rejser fra Hovedstadsområdet til Midt- og Nordjylland øges med omkring 6.900 rejser pr. dag. Tilsvarende ses en stigning fra Midt- og Nordjylland til Hovedstadsområdet på omkring 8.000 rejser pr. dag.

Ringsted - 3 tog Region	Forskel fra Basis (K35)						
	Antal afrejser	Antal rejser (%)	Rejser til Hovedstaden	Rejser til Sjælland og øerne	Rejser til Syddanmark	Rejser til Midtjylland	Rejser til Nordjylland
Hovedstaden	6.210	1%	290	-490	-550	6.390	570
Syddanmark	-660	-1%	-560	-40	-60	20	-20
Midtjylland	11.330	18%	7.390	1.070	290	2.490	90
Sjælland	590	1%	-390	-100	-10	1.020	70
Nordjylland	730	4%	590	70	-10	10	70

Tabel 12 Forskelle på passagertal samt rejsestrømme pr. dag ift. basis K35 (LTM)

4 tog via Ringsted over Kattegatforbindelsen

En køreplan med 4 tog over Kattegat forudsættes som en udvidet IC-betjening, hvor der i forhold til ovenstående køreplan, tilføjes en linje imellem København H og Aarhus H via Køge Nord med stop undervejs på Køge Nord, Ringsted og Ny Kalundborg.



Figur 16 Linjediagram med relevante linjer for et 4-togsscenarie med betjening via Køge N og via Roskilde

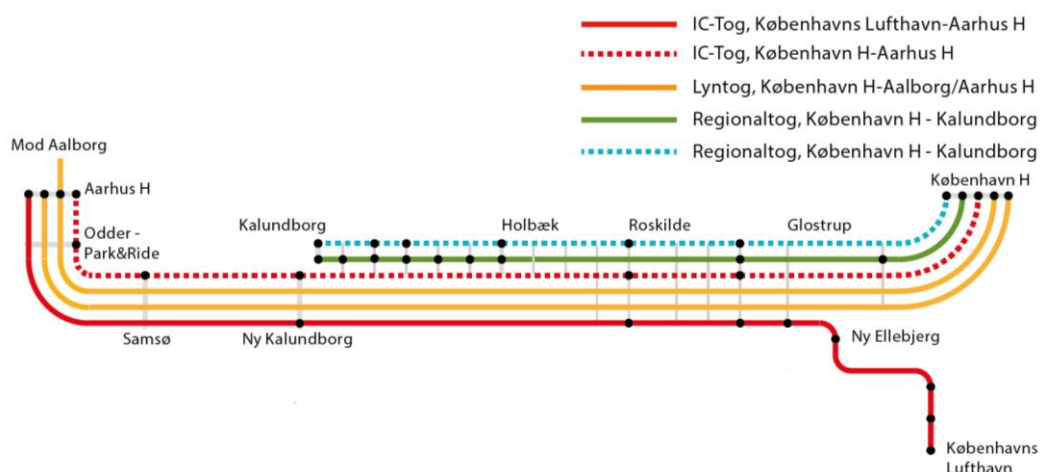
En tilføjelse af en ekstra IC-linje medfører relativt få nye passagerer sammenlignet med grund-scenariet med 3 tog. Selvom et beskedent antal ekstra passagerer genereres med den nye linje, ses der i nøgletallene, at der er tidsgevinster at hente, når frekvensen udvides fra 3 til 4 tog.

Ringsted - 4 tog	Forskel fra Ringsted - 3 tog						
	Antal afrejser	Antal rejser (%)	Rejser til Hovedstaden	Rejser til Sjælland og øerne	Rejser til Syddanmark	Rejser til Midtjylland	Rejser til Nordjylland
Hovedstaden	150	0%	100	50	mindre end 10	mindre end 10	mindre end 10
Syddanmark	-10	0%	-10	mindre end 10	mindre end 10	mindre end 10	mindre end 10
Midtjylland	280	0%	10	80	mindre end 10	180	10
Sjælland	300	0%	-20	260	mindre end 10	60	mindre end 10
Nordjylland	0	0%	mindre end 10	mindre end 10	mindre end 10	mindre end 10	mindre end 10

Tabel 13 Forskelle på passagertal samt rejsestrømme pr. dag ift. Ringsted-scenariet med 3 tog (LTM)

4 tog via Lejre over Kattegatforbindelsen

En køreplan med 4 tog over Kattegat via Lejre forudsættes beregningsmæssigt tilsvarende som den forrige køreplan med 4 tog via Ringsted. 2 lyntog direkte mellem København H og Aarhus H, samt to IC-tog henholdsvis fra København H og Københavns Lufthavn mod Aarhus H.



Figur 17 Linjediagram med 4 tog via Roskilde (Lejre)

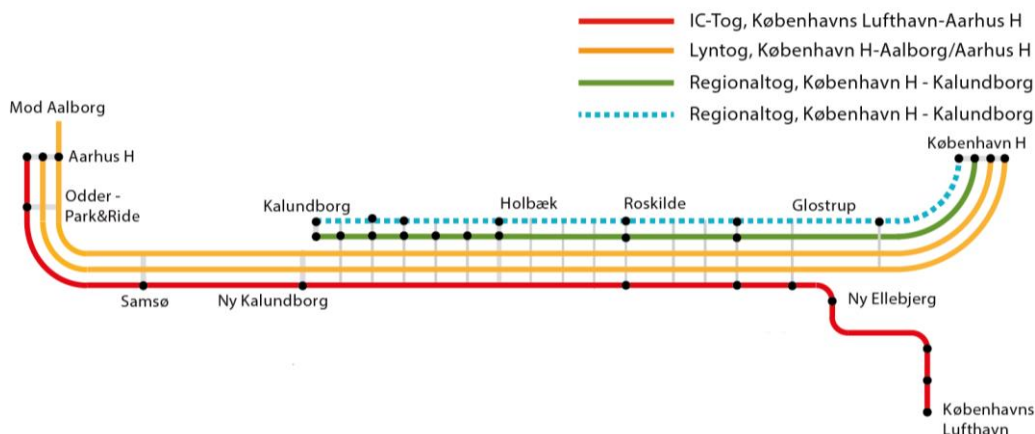
Med 4 tog over Kattegatforbindelsen med en ny bane via Lejre vil der ske fald for alle rejse-relationer i forhold til grundscenarie 3. Dette skyldes dels, at rejsetiden er højere, hvis Kattegatlinjerne skal køre via strækningen København H-Roskilde, dels vil stationerne Køge Nord og Ringsted ikke have direkte forbindelse mod Jylland via Kattegatforbindelsen.

Lejre - 4 tog	Forskel fra Ringsted - 4 tog						
	Antal afrejser	Antal rejser (%)	Rejser til Hovedstaden	Rejser til Sjælland og øerne	Rejser til Syddanmark	Rejser til Midtjylland	Rejser til Nordjylland
Region							
Hovedstaden	-740	0%	-340	-110	mindre end 10	-270	-20
Syddanmark	-20	0%	mindre end 10	-10	mindre end 10	mindre end 10	mindre end 10
Midtjylland	-740	-1%	-250	-190	mindre end 10	-260	-40
Sjælland	-650	-1%	-80	-450	-30	-90	mindre end 10
Nordjylland	-180	-1%	-20	-20	-30	-80	-30

Tabel 14 Forskelle på passagertal samt rejsestrømme pr. dag ift. Ringsted-scenariet med 4 tog (LTM)

3 tog via Nordvestbanen over Kattegatforbindelsen

En køreplan med tog over Kattegat via en opgraderet Nordvestbane forudsættes at have 3 tog ligesom scenariet med 3 tog via Ringsted. 2 lyntog direkte mellem København H og Aarhus H, samt ét IC-tog fra Københavns Lufthavn mod Aarhus H.



Figur 18 Linjediagram med 3 tog via den opgraderede Nordvestbane.

Rejsetiden via Nordvestbanen er en hel del længere end de to øvrige infrastruktur-løsninger. Dette afspejler sig både i nøgletallene i *Tabel 10* samt i rejsestrømme i *Tabel 15*. Der ses et betydeligt fald i næsten alle rejserelationer.

Opgradering - 3 tog	Forskel fra Ringsted - 3 tog						
Region	Antal afrejser	Antal rejser (%)	Rejser til Hovedstaden	Rejser til Sjælland og øerne	Rejser til Syddanmark	Rejser til Midtjylland	Rejser til Nordjylland
Hovedstaden	-2.010	0%	110	200	20	-2.150	-190
Syddanmark	30	0%	30	mindre end 10	mindre end 10	mindre end 10	mindre end 10
Midtjylland	-2.590	-3%	-2.270	-240	mindre end 10	-50	-30
Sjælland	-150	0%	150	-20	mindre end 10	-260	-20
Nordjylland	-240	0%	-170	-20	mindre end 10	-20	-30

Tabel 15 Forskelle på passagertal samt rejsestrømme pr. dag ift. Ringsted scenariet med 3 tog (LTM).

Køreplansscenarie til LTM-beregninger i Kattegat forundersøgelsen

Følgende køreplan og beregningsforudsætninger er udvalgt som grundlag i LTM-modellens beregninger for den kombinerede Kattegatforbindelse.

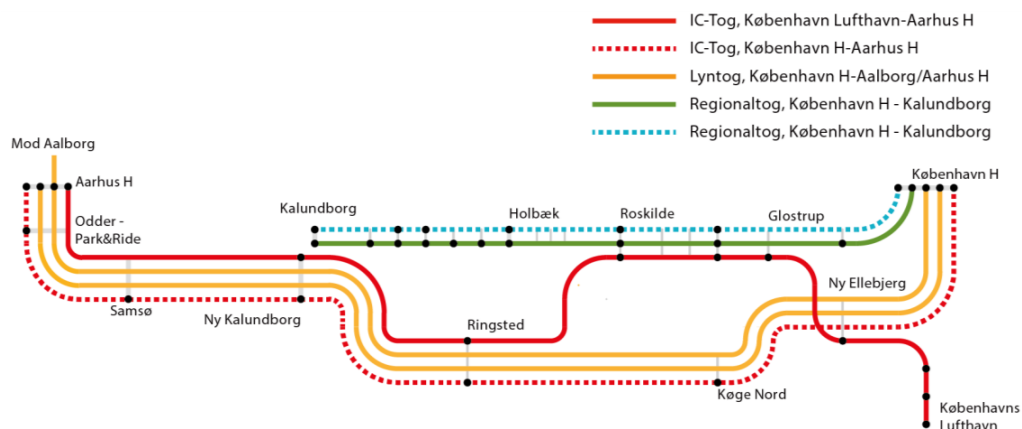
Det vurderes, at en korridor via Ringsted på Sjælland har størst trafikale fordele:

- Giver kortere køretid end de øvrige korridorer
- Giver flere betjeningsmuligheder over Sjælland end de øvrige løsninger
- Er den mest robuste rute ift. driftsforstyrrelser
- Har størst potentiale for eventuelle driftsudvidelser, idet der er bedre kapacitet på Ringstedbanen end på Roskilde-København strækningen.

I Jylland er det valgt at tage udgangspunkt i strækningsforløbet Hou-Hasselager, i stedet for Gylling-Hasselager, da strækningen fra Hou til Hasselager er kortere, og giver dermed hurtigere rejsetid. Desuden er betjeningsmulighederne de samme uanset løsning i Jylland. Der er derfor ikke trafikale fordele ved at vælge Gylling-løsningen.

Den udvalgte køreplan, se fig. 19, er den der vurderes at give de fleste gevinster ift. finansiering og samfundsøkonomi samt de bedste trafikale betjeningsmuligheder. Køreplanen anvendes til de trafikale beregninger i LTM.

- Køreplan med udgangspunkt i en korridor på Sjælland via Ringsted, med tilslutning ved Fjenneslev og korridoren fra Hou til Hasselager i Jylland
- 4 tog over Kattegatforbindelsen, heraf 2 lyntog uden stop Aarhus-København og 2 IC tog med stop undervejs
- Der forudsættes en hastighed på 250 km/t over land og 200 km/t over hav.



Figur 19 Anvendt køreplan til de trafikale beregninger for den kombinerede forbindelse

Køreplanen er udvalgt på baggrund af følgende kriterier:

- Hurtig betjening af rejsestrømme i Øst-Vest trafikken
- Sikre forsyningssikkerheden mellem Øst- og Vestdanmark
- Største passagerpotentiale
- Potentiale for betjening af stationer og nye stationer og det samlede netværk
- Største trafikale potentiale ift. køretid, robusthed og kapacitet
- Økonomi – herunder indtægter ift. driftsomkostninger
- Tidsgevinster

Rejsetider

Et af hovedformålene med Kattegatforbindelsen er at opnå en kort rejsetid mellem København og Aarhus. Dette formål leverer jernbanen med markant hurtige forbindelser. Alle jernbaneløsninger uanset hvilken korridor som forudsættes, har jernbanen rejsetider som er markant hurtigere mellem København og Aarhus, end det der opnås med vejtrafikken

Køretidsberegninger København - Aarhus via Kattegat

I det følgende præsenteres køretider for København - Aarhus, med direkte tog, som kører uden stop. Beregningerne er som udgangspunkt udført for materiel med en maks. hastighed på 250 km/t. Beregningerne er udført i en tilpasset infrastruktur-model i TPS¹.

Linjeføringer

Køretiderne beregnes for hver de tre korridorer på Sjælland,

- Lejre (øst, via transportkorridor)
- Ringsted (Fjenneslev)
- Opgradering Holbæk (Nordvestbanen)

Der anvendes én korridor på kyst-kyst-delen,

- Asnæs/Røsnæs – Hjalmarsgård – Onsbjerg Syd- Hou

Der anvendes én korridor i Jylland,

- Hou-Hasselager

Desuden vurderes køretiderne for forskellige varianter som følsomhedsvurderinger.

Hastighed

Der forudsættes følgende maksimale strækningshastigheder på eksisterende bane:

- TIB 1 – København-Roskilde-Ringsted (180 km/t)
- TIB 5 – Roskilde-Holbæk (160 km/t)
- TIB 6 – København-Køge N-Ringsted (250 km/t)
- TIB 23 – Hasselager – Aarhus (150 km/t)

De ovennævnte hastigheder er maks. hastigheder, og i beregningerne tages der højde for, at der lokalt kan være lavere hastigheder. Der forudsættes desuden 200 km/t for gennemkørende tog, gennem Ringsted station, og at højhastighedsbanen København-Ringsted har fuld funktionalitet. For anlæg med ny bane forudsættes strækningshastighederne op til 250 km/t for landanlæg, og 200 km/t for kyst-kyst-

¹ Version 4.16

delen. Over Samsø forudsættes 200 km/t. For eksisterende strækninger der opgraderes, er strækningshastigheden op til 200 km/t.

Køreplanstillæg

De beregnede køretider består af en beregnet teoretisk rå køretid, samt et køretidstillæg, som tilsammen giver den samlede køretid. Der er generelt anvendt følgende køretidstillæg, som afhænger af togenes hastighed:

Hastighed [km/t]	Tillæg [pct.]
0-75	3
75-100	4
100-120	5
120-140	7
140-160	9
160-180	11
180-300	13

Tabel 16 Køretidstillæg

Størrelsen af køretidstillægget kan variere lidt som følge af afrundinger, og hvordan tillægget fordeles langs strækningen i TPS. Ved beregning af køretider er der desuden lokalt taget højde for forventet trafik og strækninger med høj kapacitetsudnyttelse. Tillæggets størrelse er 1 minut København-Roskilde og 2 minutter til Holbæk. Samlet set vurderes det, at de anvendte tillæg giver grundlag for realistiske rejsetider, som det kan forventes muligt at opnå i en fremtidig køreplan.

Beregnete køretider

Samlede beregnede køretider København-Aarhus for de hurtigste tog:

Lejre	Ringsted	Opgradering
1 time 10 minutter	1 time 8 minutter	1 time 24 minutter

Tabel 17 Samlet køretid København-Aarhus (ca.).

Køretiden via hhv. Røsnæs og Asnæs er samlet set ca. den samme. Køretiden er vurderet for korridor via Hjalmarsgård-Onsbjerg Syd-Hou.

Til sammenligning er rejsetiden København-Aarhus med lyntog i dag 2 timer 39 minutter (med lyn+, som kun standser i Odense undervejs), og i 2035 forventes det at tage ca. 2 timer 15 minutter via Storebælt (uden Kattegat).

Følsomhedsvurderinger

Der er foretaget følsomhedsvurderinger, for at se hvorledes forskellige varianter vil påvirke den samlede køretid København – Aarhus.

Korridorer – Alternativer Kyst-Kyst/ Jylland

Betydning for køretid:

- Via Gylling Næs i stedet for Hou: ca. + 2 minutter

Korridoren via Kolby Kås-Gylling Næs, er samlet set er den længste korridor.

Ændret hastighed Kyst-kyst

Betydning for rejsetid:

- Strækningshastighed Kyst-kyst på 250 km/t i stedet for 200 km/t: - 3-4 minutter

Korridorer – Alternativer på Sjælland

Betydning for køretid:

- Opgraderingsalternativ Tølløse Nord – Svebølle i stedet for opgradering Holbæk: ca. - 8-9 minutter

Ændret materielhastighed på 200 km/t i stedet for 250 km/t:

Betydning for rejsetid:

- Lejre: ca. + 6 minutter
- Ringsted: ca. + 8 minutter
- Opgradering: ca. + 1-2 minutter

Eksempler på mulige rejsetider med Kattegatforbindelsen

Figuren herunder illustrerer mulige rejsetider med Kattegatforbindelsen med tog. Som eksempel vil rejsetiden mellem Københavns Lufthavn Kastrup og Aarhus H reduceres fra ca. tre timer i dag til ca. 1 time 30 minutter.

Rejsetider med tog			
	Rejsetid i dag (ca.)	Mulig rejsetid i 2030 via Storebælt uden Kattegat (ca.)	Mulig rejsetid i 2035 via Kattegat (ca.)
København - Aarhus	2 timer 40 minutter	2 timer 15 minutter	1 time 10 minutter
København - Aalborg	4 timer 10 minutter	3 timer 30 minutter	2 timer 20 minutter
CPH Lufthavn - Aarhus	3 timer 05 minutter	2 timer 40 minutter*	1 time 30 minutter*
Roskilde - Aarhus	2 timer 50 minutter*	2 timer 25 minutter*	1 time 15 minutter
København - Skanderborg	2 timer 35 minutter	2 timer 15 minutter	1 time 35 minutter*
Køge Nord - Aarhus	2 timer 40 minutter*	2 timer 20 minutter*	1 time 15 minutter
København - Ny Østjysk P&R	-	-	1 time 20 minutter
København - Ny Samsø	-	-	1 time 05 minutter
Ny Samsø - Aarhus	-	-	30 minutter

Tiderne er oprundet til nærmeste 5 min. For 2022 vises mulige rejsetider med lyn+, for 2030 uden Kattegat vises mulige rejsetider for K30, og for 2035 med Kattegat vises rejsetider for en Kattegatforbindelse via Ringsted.

*Markerer rejse med skift.

Figur 20 Eksempel på mulige rejsetider med Kattegatforbindelsen (ca.)

Kapacitetsvurdering

Trafikstyrelsen har foretaget en vurdering af kapaciteten på jernbanen i sammenhæng med Kattegatbanen. Kapacitetsvurderingen er foretaget ud fra det trafikomfang, der er forudsat i de køreplanseksempler, som er udarbejdet i forbindelse med de trafikale beregninger.

Kapacitetsvurdering på det sjællandske banenet

Dette afsnit beskriver kapacitetsforhold for jernbanen ind mod København i forbindelse med etablering af en Kattegatforbindelse.

Der ses på følgende:

- København H
- Strækningen København-Høje Taastrup-Roskilde
- Strækningen København-Køge Nord-Ringsted
- Ringsted station

Derefter er der foretaget en samlet kapacitetsvurdering for de tre korridorer:

- Lejre-løsning
- Ringsted-løsning
- Opgraderingsløsning

Alle de foreslåede løsninger kan fungere trafikalt med de forudsatte driftsoplæg, men der vil være forskellige kapacitetsmæssige effekter.

Baggrund og forudsætninger

Trafikstyrelsen har undersøgt togbetjeningen af Kattegatforbindelsen med de forskellige korridorer på Sjælland – ny bane via Lejre, ny bane via Ringsted og opgraderingsløsningen for Nordvestbanen. I den forbindelse er der set på kapacitetsudnyttelsen af de eksisterende baner, ligesom der er taget højde for, hvorledes kapaciteten udnyttes i tilrettelæggelsen af køreplanerne.

I alle løsninger er det forudsat, at kapaciteten på København H er begrænset til 17 tog/time til/fra vest, og at dette udnyttes fuldt ud i køreplanerne. Hvordan kapaciteten udnyttes på strækningerne, afhænger af hvilken Kattegat-korridor der vælges. Korridoren via Ringsted er den af løsningerne, som har den bedste udnyttelse af kapaciteten på banestrækningerne ind mod København, mens opgraderingsløsningen vurderes at være den mest problematiske ift. kapacitetsudnyttelsen.

Om kapacitetsudnyttelse

Kapacitetsudnyttelsen viser, hvor stor en del af kapaciteten på en strækning som benyttes til at køre togtrafikken i en køreplan, set i forhold til den samlede kapacitet som er til rådighed på strækningen. Kapacitetsudnyttelsen afhænger af den kapacitet, som er til rådighed med den givne infrastruktur, og af den efterspørgsel på kapacitet der udtrykt i køreplanen. Der er desuden en sammenhæng mellem kapacitetsudnyttelsen og togenes punktlighed. Hvis togene skal køre med høj

punktlighed, er det nødvendigt at have en vis mængde ubenyttet banekapacitet, således at mindre forsinkelser ikke spreder sig til andre tog.

Om overbelastet infrastruktur

For at køre på den statslige jernbane skal togoperatørerne ansøge om kapacitet (kanaler) hos Banedanmark. Banedanmark tildeler herefter kapaciteten på grundlag af en tildelingsproces. I tilfælde af at det ikke er muligt at imødekomme alle ansøgninger om kapacitet, er der tale om overbelastet infrastruktur. Der kan være flere årsager til, at en strækning bliver overbelastet, både eksistensen af lokale flaskehalse, men også den generelle kapacitet som er til rådighed. Ligeledes kan køreplanen og trafikens sammensætning have betydning.

Den internationale jernbaneunion, UIC, anbefaler en maksimal kapacitetsudnyttelse på 75% i myldretiden og 60% udenfor myldretiden, for strækninger med blandet trafik. Strækninger med en kapacitetsudnyttelse over UIC-max eller tæt på UIC-max har samtidig risiko for at blive overbelastet, idet der kan opstå en situation, hvor det ikke er muligt at imødekomme evt. ansøgninger om kapacitet for at køre mere trafik. En høj kapacitetsudnyttelse på visse strækninger kan betyde, at togene kører med dårligere punktighed. Selvom udnyttelsen er over 75%, er det imidlertid ikke nødvendigvis sådan, at det ikke er muligt at afvikle trafikken i køreplanen, men den høje kapacitetsudnyttelse betyder, at det kan forventes, at køreplanen er sårbar over for forstyrrelser i driften.

Det har hidtil fremgået af Banedanmarks Netredegørelser, at strækningen København /Københavns Lufthavn Kastrup-Høje Taastrup har været overbelastet, hvilket betyder, at ikke alle ansøgninger om kapacitet kan efterkommes. Ny bane København-Ringsted ændrer dette forhold, særligt når strækningen opnår fuld funktionalitet. Dette skyldes, at en del af den trafik der hidtil har benyttet banen via Roskilde, i stedet vil anvende ny bane København-Ringsted. Særligt de hurtige gennemkørende tog i landsdelstrafikken vil fremover anvende ny bane, og banen via Roskilde trafikeres udelukkende af passagertog, som betjener stationerne på strækningen, samt godstog².

Hovedbanegårdens maksimale kapacitetsudnyttelse

I forarbejdet til etablering af ny bane København-Ringsted blev det slået fast, at København H kan håndtere 17 tog sammenlagt fra de 2 strækninger Vestbanen (Roskilde) og Ny bane (Køge Nord). Gennemførte simuleringer af konsulentfirmaet RMCon i Hannover bekræftede dette. Forudsætningen for nærværende analyse er, at kapaciteten på de 17 tog/time er fuldt udnyttet i 2035, både med og uden Kattegatforbindelsen.

København H	Basis 2035	Kattegat Ringsted-løsning	Kattegat Lejre-løsning	Kattegat Opgraderingsløsning
Tog mod Køge Nord	8	9	6	6
Tog mod Roskilde	9	8	11	11
I alt	17	17	17	17

Tabel 18 Antal afgange mod vest i myldretiden

² Udfordringerne med kapaciteten på Københavns Hovedbanegård forudsættes undersøgt i andet regi.

København H har således kapacitet til at afvikle den foreslåede Kattegattrafik, men det forudsættes, at der ikke er kapacitet til yderligere trafik. Kapacitetsudnyttelsen på København H er uændret i 2035, uanset om Kattegatforbindelsen etableres eller ej.

I sig selv vil Kattegatforbindelsen derfor ikke nødvendigvis give anledning til at øge udfordringen med den fuldt udnyttede kapacitet på København H. Kombinationen af den meget høje udnyttelse af kapaciteten på de indadgående strækninger mod København og den maksimalt udnyttede Hovedbanegård vil give betydelige bindinger i de konkrete trafikerings- og køreplanmuligheder, og dette gælder også for toglinjer over Kattegatforbindelsen. Eksempler på øget nattogsbetjening, øget godstransportbehov eller ansøgning fra nye passageroperatører i landsdelstrafikken eller i Femern Bælt-korridoren må håndteres separat. Specifikke tiltag til at øge kapacitet og robusthed på København H indgår ikke i nærværende analyse.

Strækningen København-Roskilde

Mellem København H og Høje Taastrup er strækningen en dobbeltsporet elektrificeret jernbane, mens den mellem Høje Taastrup og Roskilde har fire strækningsspor. Strækningshastigheden er op til 180km/t³.

Strækningen mellem København og Høje Taastrup er en af Danmarks mest trafikerede strækninger. Infrastrukturen mellem København og Høje Taastrup er i dag nedslidt, og de nedslidte spor på strækningen kan betyde lokale hastighedsnedsættelser mv. I løbet af 2022 gennemfører Banedanmark en større sporfornyelse på strækningen. Fornyelsesprojektet indebærer bl.a. en større udskiftning af skinner, sveller og sporskifter flere steder på strækningen. Banedanmark forventer sporfornyelsen vil betyde, at hastighedsnedsættelser forårsaget af nedslidte spor kan undgås.⁴ Banedanmark planlægger desuden en sporfornyelse mellem Høje Taastrup og Roskilde med udførsel i 2025. Der indgår ikke yderligere tiltag til at forbedre kapaciteten på strækningen i denne analyse. Det nye Signalsystem forventes ibrugtaget på strækningen ultimo 2029. Det forudsættes således, at banen vil have fuld funktionalitet, når Kattegatforbindelsen tages i brug i 2035. Før den nye bane København-Ringsted blev taget i brug, kørte alle tog fra København mod vest via strækningen. I Hvidovre Fjern tilslutter banen mod Lufthavnen/Sverige, og det er derfor at delstrækningen Hvidovre Fjern-Høje Taastrup er dimensionerende for trafikken.

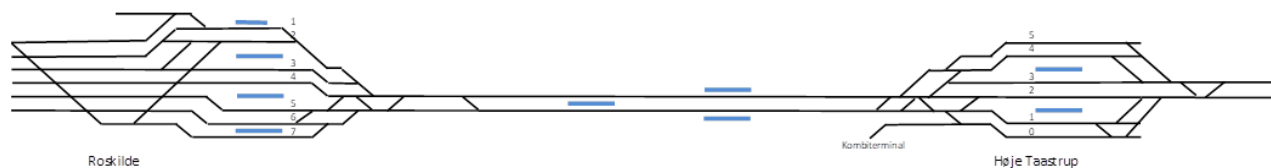
S-tog til Roskilde

S-tog til Roskilde er en del af Infrastrukturplan 2035.

Der er i 2019 udarbejdet en forundersøgelse af S-tog til Roskilde, som indebærer, at to af de fire strækningsspor fra Høje Taastrup til Roskilde omlægges til S-togsdrift.

³ Gælder kun særlige togsæt.

⁴ <https://www.bane.dk/Presse/Pressemeddelelser/Nu-bliver-sporene-paa-Danmarks-travleste-fjernbane-rustet-til-fremtiden>



Figur 21 Strækningen København – Roskilde efter implementering af S-tog til Roskilde. Figuren viser kun fjernbanens spor.

Efter realisering af S-tog til Roskilde vil kapaciteten være ens på begge sider af Høje Taastrup. Dvs. S-togsprojektet er ikke dimensionerende for, hvor mange tog der kan køre mellem København og Roskilde.

Der er endnu ikke udarbejdet et endeligt beslutningsgrundlag for S-tog til Roskilde. Seneste grundlag med en trafikal vurdering er derfor Trafikstyrelsens forundersøgelse fra 2019. I forundersøgelsen er det forudsat, at fjerntrafikken på strækningen er overgået til regional- og godstrafik, hvorved der ikke er taget højde for muligheden for hurtige gennemkørende tog. Etablering af S-tog til Roskilde i sammenhæng med en Kattegat-løsning via Lejre eller opgraderingsløsningen, kan derfor betyde, at de hurtige gennemkørende tog må tilpasses regional/godstrafikken på hele strækningen fra København til Roskilde. Derved kan etablering af S-tog til Roskilde betyde en rejsetidsforlængelse for de gennemkørende tog på strækningen, der skønnes i størrelsesordenen et tillæg på 0-2 minutters køretid, hvorved de gennemkørende tog kan køre København-Roskilde på ca. 17 minutter. Dette vil dog afhænge af tilrettelæggelsen af den konkrete køreplan.

Regionaltogsstop for Glostrup

Det er med Infrastrukturplan 2035 besluttet at etablere mulighed for at fjern- og regionaltogene kan standse i Glostrup i form af anlæg af fire perroner. Ifm. etablering af fjern- og regionaltogsstop i Glostrup er fjerntrafikken på strækningen tiltænkt overgået til regional- og godstrafik, hvorved der ikke er taget højde for muligheden for hurtige gennemkørende tog.

Etablering af fjern- og regionaltogsstop i Glostrup indebærer antageligt en øget forskellighed i togenes kørsel på strækningen, hvilket kan medføre større kapacitetsforbrug. Det kan derfor være nødvendigt at tilpasse hastigheden for de øvrige tog, hvilket skønnes at kunne betyde forlænget køretid på strækningen på op til 2 minutter. Dette vil dog afhænge af tilrettelæggelsen af den konkrete køreplan.

Kattegattrafikken

Betjeningen over Kattegat kan sammensættes på mange måder. Det forventes, at der både vil køre hurtigtog uden stop undervejs København-Aarhus, og tog med stop, f.eks. i Høje Taastrup og Roskilde. Som udgangspunkt omfatter det anbefalede driftsoplæg 4 tog/time over Kattegat, heraf 2 gennemkørende hurtigtog.

I følgende tabel vises antal tog/time i myldretiden i hver retning på strækningen Hvidovre Fjern – Høje Taastrup.

Hvidovre fjern - Høje Taastrup	Basis 2035	Kattegat Ringsted-løsning	Kattegat Lejre-løsning	Kattegat Opgraderingsløsning
Passagertog	11	10	13	13
Godstog	1	1	1	1
I alt	12	11	14	14

Tabel 19 Antal tog/time i myldretiden mellem Hvidovre Fjern og Høje Taastrup.

Med Lejre-løsningen og opgraderingsløsningen vurderes det, at kapacitetsudnyttelsen ligger på niveau med den kapacitetsudnyttelse, der forekom på strækningen inden ny bane København–Ringsted åbnede. Kapacitetsudnyttelsen vurderes at ligge tæt på UIC's anbefalede maksimumudnyttelse på 75 pct. i myldretiden. Særligt den blandede trafik, med gennemkørende lyntog, standsende regionaltoget samt godstog på strækningen, kombineret med det intensive trafikeringsniveau, gør at kapacitetsudnyttelsen bliver høj. Det er nødvendigt at tage højde for den høje kapacitetsudnyttelse ved tilrettelæggelsen af køreplanen. Strækningen udgør en flaskehals, og det er en strækning, der risikerer at blive overbelastet. For Ringsted-løsningen vurderes det, at kapacitetsudnyttelsen ligger under UIC's maksimum på 75 pct., og at strækningen ikke vil være overbelastet.

Strækningen København-Køge N-Ringsted

Strækningen udgør Danmarks første højhastighedsbane, hvor der både kan køre persontog og godstog, førstnævnte med maksimal hastighed op til 250 km/t. Strækningen åbnedes for trafik i 2019, men dog ikke med fuld funktionalitet, da der midlertidigt anvendes et traditionelt signalanlæg med reduceret kapacitet. Det forventes, at det nye signalsystem tages i brug på strækningen ultimo 2022 (K23⁵). Ligeledes anvendes der pt en lavere hastighedsgrænse på 180 km/t, som bl.a. følger det midlertidige signalsystem. Det forudsættes, at banen vil have fuld funktionalitet, når Kattegatforbindelsen tages i brug i 2035, og at infrastrukturen kan håndtere Kattegattrafikken.

I følgende tabel vises antal tog/time i myldretiden i hver retning Ny Ellebjerg – Køge Nord. Kattegatløsningerne sammenlignes med trafikken i basis 2035.

Vigerslev (Ny Ellebjerg) - Køge Nord	Basis 2035	Kattegat Ringsted-løsning	Kattegat Lejre-løsning	Kattegat Opgraderingsløsning
Passagertog	8	9	6	6
Godstog	1	1	1	1
I alt	9	10	7	7

Tabel 20 Antal tog i timen i myldretiden mellem Ny Ellebjerg og Køge Nord.

Med Lejre-løsningen og Opgraderingsløsningen vil passagertrafikken falde med 2 tog/time, som følge af at linjer omlægges til Kattegat, og som følge af at alle Kattegattog kører via Roskilde. Med Ringstedløsningen øges passagertrafikken på strækningen med 1 tog/time. At der kun kommer 1 tog mere på denne strækning skyldes, at der er tog som omlægges fra at køre via Storebælt til at køre via Kattegat, ligesom der også vil være Kattegattog, som kører via Roskilde.

⁵ Jf. Banedanmarks anlægsplan, 2021

For alle løsninger vurderes det at kapacitetsudnyttelsen ligger under UIC's maksimum, og at strækningen ikke vil være overbelastet.

Ringsted station

Som en del af Infrastrukturplan 2035 blev det besluttet at kapacitetsudvidelsen ved Ringsted skal ske med en østlig udfletning.

Løsningen med en østlig udfletning vil kunne anvendes i forbindelse med Ringsted-løsningen for en Kattegatforbindelse. Løsningen skaber konfliktfrie togveje gennem Ringsted.

Det er forudsat i Banedanmarks undersøgelse, at der skal kunne afvikles minimum 15 tog i timen i hver retning. Banedanmark har udarbejdet et særligt trafikoplæg med dette trafikomfang. Hvor mange tog der kan afvikles derudover, vil afhænge af hvilken løsning af en østlig udfletning der vælges. Trafikstyrelsens driftsoplæg for Kattegat holder sig inden for det togantal, som indgår i Banedanmarks analyse.

Følgende tabel viser antal tog/time i hver retning i Ringsted. Kattegatløsningerne sammenlignes med den forudsatte trafik i Banedanmarks analyse af Ringsted og med basis 2035.

Ringsted	BDK Ringsted analyse	Basis 2035	Kattegat Ringsted-løsning	Kattegat Lejre-løsning
Tog der standser	7	6	8	6
Gennemkørende tog	5	4	4	2
Gods	3	2	2	2
I alt	15	12	14	10

Tabel 21 Antal tog i timen ved Ringsted

Note: I kapacitetsvurderingerne for Kattegat indgår generelt 2 godskanaler i timen på Sjælland, det vurderes dog også at være muligt at have 3 godskanaler i timen med Kattegatbetjening, på samme måde som i Banedanmarks analyse.

Efter offentliggørelsen af Banedanmarks beslutningsoplæg for en hastighedsopgradering og kapacitetsudvidelse ved Ringsted blev undersøgelserne af en Kværkeby-løsning, dvs. en tilslutning af Kattegatbanen umiddelbart øst for Ringsted, indstillet. Baggrunden for beslutningen var, at Ringsted station kommer før Kattegatprojektet, og er derfor en forudsætning for Kattegatprojektet. Med beslutningen om en østlig udfletning vil en tilslutning i Fjenneslev give en god forbindelse til Kattegat, mens en tilslutning ved Kværkeby ikke vil kunne udnytte de kapacitetsgevinster som Banedanmarks projekt på Ringsted station giver. Kattegattog vil desuden med en Kværkeby-løsning ikke kunne betjene Ringsted station, hvilket er en trafikal ulempe ift. en Fjenneslev-tilslutning.

Mht. vurderingerne for godstog for Kattegat, er det på Sjælland forudsat, at der er mulighed for at køre godstog både via Høje Taastrup og via Køge Nord. Kattegatprojektet ændrer ikke på antallet af godstogskanaler på Sjælland. Derfor vurderes det, at det med en Kattegatforbindelse via Ringsted uændret vil være muligt at håndtere en 3. godskanal over Sjælland, såfremt behovet for denne opstår efter 2035.

Sammenfatning Lejre-løsningen

Med denne løsning forøges trafikintensiteten via Vestbanen / Roskilde, idet enkelte tog overføres fra Ny bane København-Ringsted. Der vil således være ledig kapacitet på jernbanen København-Køge Nord-Ringsted, mens kapaciteten på strækningen København-Roskilde vil nå et højt niveau.

Kapacitetsudnyttelsen på strækningen København-Høje Taastrup vurderes at ligge på niveau med den kapacitetsudnyttelse, der forekom på strækningen inden ny bane København-Ringsted åbnede. Kapacitetsudnyttelsen vurderes således at ligge tæt på UIC's anbefalede maksimumudnyttelse. Strækningen udgør en flaskehals, og det er en strækning, der risikerer overbelastning.

Det er nødvendigt at tage højde for kapacitetsbelastningen på strækningen ved tilrettelæggelse af køreplanen. Den høje kapacitetsudnyttelse kan ligeledes betyde, at punktligheden på strækningen påvirkes. Såfremt der ønskes at udvide trafikken over Kattegat, bør det ske ved at omlægge linjer, som i forvejen kører på strækningen København-Roskilde, således at trafikken ikke øges på denne strækning. Det vurderes ikke muligt at øge trafikken på strækningen med det køreplanseksempel som Trafikstyrelsen har udarbejdet, da det vurderes at kapaciteten med dette eksempel er fuldt udnyttet.

Ønskes flere tog på strækningen, er det meget begrænset om det er muligt, og det vil i givet fald betyde en ændret køreplan med forlænget rejsetid, samt andre yderligere nødvendige tiltag i køreplanen i form hastighedsnedsættelse, en ensartethed i togenes kørsel, herunder undlade stop på stationer. På ny bane København-Ringsted vil der være ledig kapacitet, og det vil således være muligt at øge trafikken på denne strækning.

Sammenfatning Ringsted-løsningen

Denne korridor giver mulighed for at tilrettelægge en ligelig fordeling af trafikken på de to strækninger ind mod København. Den samlede kapacitetsudnyttelse i nettet kan dermed optimeres. Med denne løsning er det muligt at undgå, at infrastrukturen overbelastes.

Det vurderes, at der vil være kapacitet til yderligere, tog via Kattegat med denne løsning, da togene kan fordeles på de to strækninger ind mod København. Dog er det antaget at Københavns Hovedbanegård er fuldt udnyttet.

En mulig flaskehals for Ringstedløsningen er Ringsted station, som er et knudepunkt på Sjælland, hvor flere jernbaner mødes, men som udbygges inden Kattegatforbindelsen åbner.

Sammenfatning Opgraderingsløsningen

For København-Roskilde gælder samme forhold som for Lejre-løsningerne. For opgraderingsløsningen kører Kattegattogene ikke på selvstændige spor/bane, men skal dele sporene med regionaltogsbetjeningen på strækningen Roskilde-Holbæk-Kalundborg. Dette gør løsningen yderligere problematisk, da de hurtige Kattegattog skal indpasses ind mellem en tæt regionaltogsbetjening, særligt på strækningen København-Roskilde-Holbæk. Det er derfor nødvendigt at tilpasse køreplan og rejsetid i forhold til den tætte og blandede trafik på hele strækningen fra København til Holbæk.

Trafik på øvrige strækninger

Øvrige linjer på Sjælland

På Sjælland afhænger ændringerne af hvilken Kattegatløsning der vælges. Der vil, ift. basis K35, være to sjællandske regionaltogslinjer, som forlænges/omlægges fra Roskilde, til at køre videre til Aarhus via Kattegat. I nogle af de øvrige køreplaner, DSB 2030 og BDK Ringsted-analyse, indgår der en regionaltogslinje til Slagelse eller Ringsted i stedet. Når en linje omlægges, kan det evt. medføre at der bliver behov for mindre ændringer på andre linjer, f.eks. at der skal tilføjes ekstra standsninger på en anden linje. De præcise ændringer, vil dog afhænge af standsningsmønsteret for de enkelte linjer, og køreplanen for Kattegat er et eksempel på en mulig køreplan.

Trafik over Storebælt

Jf. DSB-kontraktens trafikeringsplan for K22-K24⁶ indgår der på strækningerne Ringsted – Slagelse – Nyborg – Odense en grundbetjening med 3 tog/time, suppleret med 1 tog/time i dagtimerne, dvs. i alt ca. 4 tog/time i dagtimerne.

Trafikeringsplan K22-K24: Mindste antal tog pr tidsinterval

	Grundbetjening				Supplement				Ekstra i myldretid	
	Alle dage 05.00-00.59 ¹⁾	tog/time	me-tr nat 01.00-4.59	le-se nat 01.00-4.59	me-tr dagtimer	tog/time	Lørdage	tog/time	Søndage	tog/time
Ringsted - Slagelse	54	(3)	1	2	12	(1)	9	(1)	12	(1)
Slagelse - Nyborg	54	(3)	1	2	12	(1)	9	(1)	12	(1)
Nyborg - Odense	54	(3)	1	2	12	(1)	9	(1)	12	(1)

Figur 22 DSBs trafikeringsplan K22-K24

I fremtidige trafikplaner for K30 og K35 (dvs. basis for Kattegatprojektet) samt køreplanen for "Timemodellen", planlægges med at køre op til 6 tog/time over Storebælt. Med Kattegat vil trafikken over Storebælt i 2035 altså være mindre end forventningerne er til K35 uden Kattegat. Trafikken vil dog, som nævnt, være på samme niveau som i dag, ca. 4 tog/time.

Trafikken tilpasses passagertallet

Med Kattegatforbindelsen overføres en del af de fremtidige passagerer fra Storebælt til Kattegat. Ændringen på Storebælt hænger sammen med ændringen i passagertallet. Passagerer som rejser mellem København-Aarhus mv. vil fremover rejse via den hurtigere Kattegatforbindelse i stedet for Storebælt. De to faste forbindelser, Storebælt og Kattegat, vil have ca. samme antal rejsende, og der foreslås således også samme trafikomfang - 4 tog/time - på hver forbindelse.

Kollektiv trafik mellem Øst- og Vestdanmark i 2035

Passagerer pr. hverdagsdøgn	Uden højhastighedsbane over Kattegatforbindelsen	Med højhastighedsbane over Kattegatforbindelsen	Ændring
Med tog via Kattegatforbindelsen	0	26.900	+ 26.900
Med tog via Storebæltforbindelsen	34.600	23.800	- 10.800

⁶ <https://www.trm.dk/media/v4rbkgjt/kontrakt-mellem-trm-og-dsb-2015-2024-underskrevet-pdf-a-final-a.pdf>

Vest for Odense kører der i dag enkelte afgang med tog, der kører uden stop mellem Odense og Aarhus. I køreplaneksemplet for Kattegat kører disse afgang ikke længere, da linjen omlægges til Kattegat. Det vurderes, at der ikke er behov for denne linje, da der sker et væsentligt fald i passagertallet mellem Odense og Aarhus, da de gennemrejsende passagerer København-Aarhus ikke længere benytter togene via Odense, men tager over Kattegat.

Der vil fortsat, i Kattegat-køreplanen, være 2 tog i timen mellem København-Odense-Aarhus, der betjener de større byer undervejs. Det betyder, at stationer som f.eks. Fredericia, Vejle og Horsens har samme betjening med/uden Kattegat i 2035.

Perspektiver for trafik/projekter på Sjælland

Godstransporterne

Hovedparten af godstrafikken på jernbanen i Danmark er transittrafik på Scan-Med-korridoren Tyskland – Danmark – Sverige. Trafikken kører i dag via Storebælt, men når Femernforbindelsen åbner, vil togene i stedet køre via Femern. Strækningen Ringsted – Femern vil indgå i Scan-Med-korridoren, og i det transeuropæiske hovednet (Ten-T).

Mellem Vigerslev (Ny Ellebjerg) og Ringsted kan denne trafik enten køre via Roskilde eller Køge Nord. I dag køres hovedsageligt via Roskilde. Af hensyn til betjening af godsterminalen i Høje Taastrup, er det nødvendigt at en del af godstrafikken kører via Roskilde. Ligeledes er 'fly-overen' i Ny Ellebjerg anlagt således, at godstog via Roskilde kan køre konfliktfrit mod Øresundsbanen.

I Banedanmarks prognoser indgår som udgangspunkt 2 kanaler hver time, i hver retning, til afvikling af transitgodstrafikken i 2030, hvoraf den ene kører via Køge Nord.

I myldretiden for passagertrafikken, vil man dog forsøge at minimere godstrafikken (på den mest trafikerede strækning). Ifølge Femern-prognosen, forventes op til 74 godstog dagligt via forbindelsen i 2035⁷. Fordelt over døgnet, svarer det til ca. 1,5 godstog i timen i hver retning.

Perspektiv: Muligheder for international persontrafik og kørsel med gods

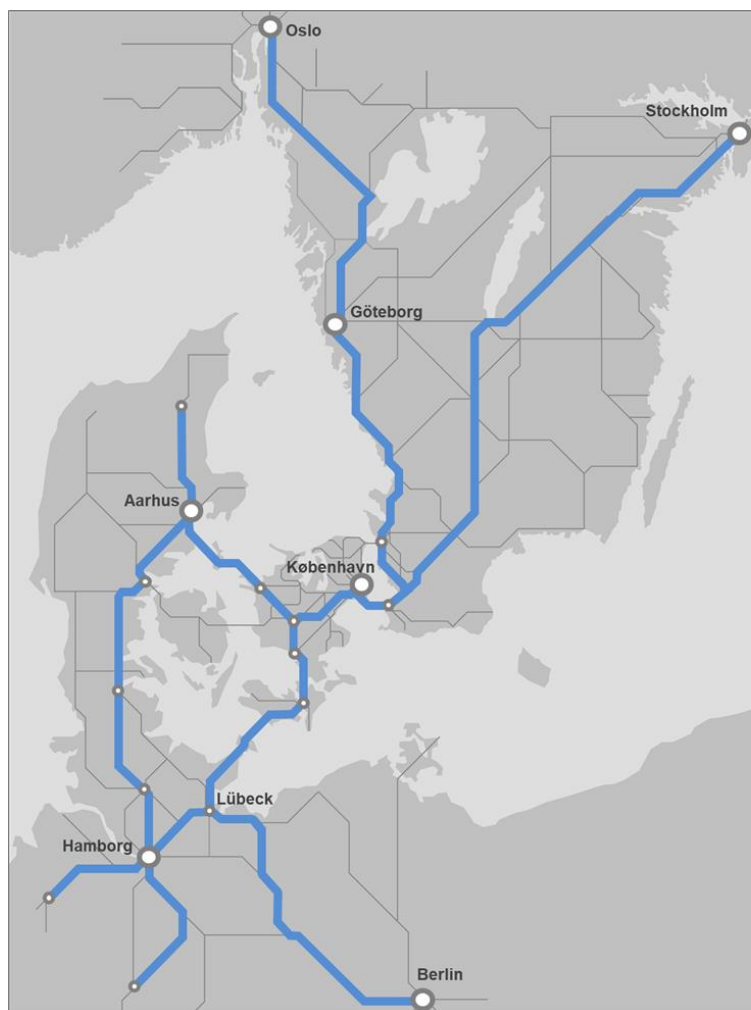
Kattegatbanen giver nogle perspektiver for at betjene Aarhus (og Nordjylland) med internationale tog. Der er således muligheder for at udvide passagerens muligheder for at tage toget til både Sverige og Tyskland.

I dag kører enkelte afgang med direkte tog fra Aarhus til Hamborg (K22), via Padborg med en rejsetid på ca. 4 timer 25 minutter. Med tog over Kattegatforbindelsen via Ringsted kan der potentielt blive mulighed for en hurtigere rute via Sjælland enten direkte eller med togsift undervejs.

Hurtigtog som i fremtiden kører Aalborg-Aarhus-København kan potentielt fortsætte via Øresundsbroen til Sverige. Og modsat. Det giver mulighed for at visse

⁷ Fehmarn belt Forecast 2014 - Update of the FTC-Study of 2002. Baseret på antagelser fra den fælles komité.

tog fra Stockholm/Gøteborg/Helsingborg/Lund/Malmø kan fortsætte ud over København til eksempelvis Aarhus, Randers og Aalborg.



Figur 23 Udviklingsperspektiv på kommende internationalt linjenet mellem større skandinaviske byer koblet til centraleuropæiske destinationer via Sjælland og Jylland

Muligheden for kørsel med gods er i udgangspunktet alene på landanlæggene. Der kan være et potentiale i at Kalundborg kan betjenes via en ny bane Ringsted – Kattegat, for således at kunne kobles op på de internationale transitkorridorer for godstog. Dette bør afklares i en senere fase.

Kapacitetsforhold i Jylland

Dette afsnit beskriver kapacitetsforhold for jernbanen ved Aarhus, ifm. etablering af en Kattegatforbindelse.

Der ses på følgende;

- Aarhus H
- Strækningen Aarhus H – Hasselager
- Tilslutningen ved Hasselager

Kattegatforbindelsens Kyst – Kyst del går i land enten ved Hou, Søby, Gylling eller Gylling Næs. Herfra forløber den dobbeltsporede bane i en fælles korridor med motorvejen frem til lidt nord for Ravnholt eller Ask, afhængigt af vejkorridor. Jernbanen drejer herefter fra motorvejen og op imod Hasselager, hvor jernbanen tilsluttes eksisterende banestrækning Skanderborg - Aarhus. Kattegatbanen tilslutter til den eksisterende jernbane i Hasselager samme sted og på samme måde, som Banedanmark tidligere har VVM-undersøgt for tilslutning af en ny bane Hovedgård-Hasselager.

I forundersøgelsen for Kattegatforbindelsen er der ikke forudsat anlæg af en ny bane Hovedgård-Hasselager. De tog som kører via den faste Kattegatforbindelse, forudsættes som udgangspunkt at skulle anvende den eksisterende jernbaneinfrastruktur mellem Hasselager og Aarhus H, inkl. Banedanmarks planlagte projekter.

Trafik med Kattegatbanen

Kattegatforbindelsen medfører en udvidelse af togtrafikken til/fra Aarhus H, sammenlignet med en situation uden Kattegat. I Basis 2035 (uden Kattegat) er forudsat i alt 12 afgang i timen fra Aarhus H. Heraf kører 6 tog mod nord og 6 tog mod syd. Her er forudsat, at ny bane Aarhus-Galten-Silkeborg er taget i brug, og at der kører 2 tog/time via den ny bane og 1 tog/time via den nuværende bane over Skanderborg.

I en Kattegatløsning er forudsat 6 tog mod nord, 4 tog mod Kattegat og 5 tog mod syd, i alt 15 tog/time.

Der forudsættes 4 tog/time over Kattegatforbindelsen, herunder 2 lyntogslinjer som kører direkte København-Aarhus, og hvor den ene linje fortsætter videre mod Aalborg. Togene via Kattegatforbindelsen består både af tog som omlægges, således at de kører via Kattegat i stedet for via Storebælt, såvel som ny togbetjening. Samlet medfører Kattegattrafikken 3 ekstra afgang/ankomster i timen fra/til Aarhus. På strækningen Aarhus H – Hasselager vil der ligeledes være 3 tog mere i timen i hver retning i forhold til basis.

Syd for Hasselager aflastes strækningen fra Hasselager mod Skanderborg med 1 tog/time ift. basis. Således vil der køre i alt 5 linjer mod syd fra Hasselager, hvoraf 2 linjer kører mod København via Odense.

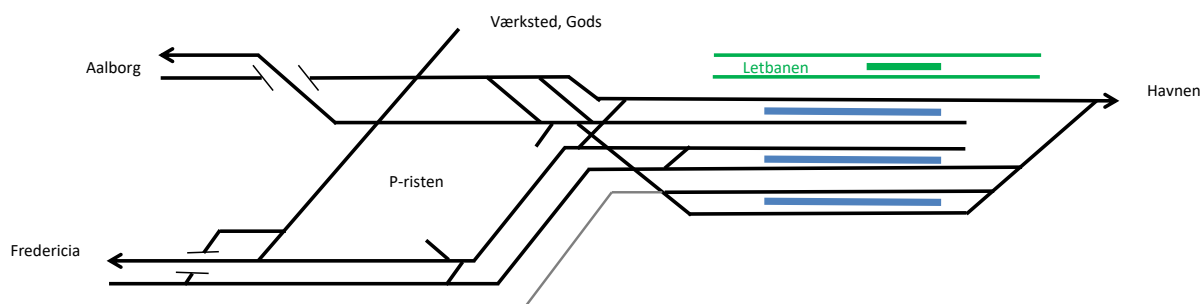
Aarhus H

Der er i dag 6 perronspor til jernbanen på Aarhus H (spor 2-7), samt to perronspor som benyttes af Aarhus Letbane (spor 0 og 1).

Aarhus H er en såkaldt rebroussementsstation (sækbanegård). Det betyder at tog der ankommer til Aarhus H, skal vende retning på Aarhus H før de kan køre videre. Det betyder endvidere, at togenes holdetid er forlænget, så der er tid til at toget skifter kørselsretning.

Togvendingen bruger ekstra kapacitet, både ved perron og ved ind- og udkørsel af stationen i modsætning til en station hvor der kan "køres igennem". For at kunne afvikle trafikken robust, vil kapaciteten reelt være begrænset til afvikling af 2-3

togafgange i timen ved hvert perronspor. Med 6 perronspor altså en umiddelbar kapacitet på 12-18 tog/time.



Figur 24 Nuværende spor-layout Aarhus H, principtegning.

Kapacitetsudvidelser på Aarhus H

Der foretages en række ombygninger af infrastrukturen ved Aarhus, inden Kattegatforbindelsen er taget i brug, og som betyder forbedringer af kapaciteten ved Aarhus.

Som et led Infrastrukturplan 2035 er det besluttet at gennemføre følgende udvidelse af kapaciteten på Aarhus H.

- Forlængelse af perroner
- Forbedret spor-layout, indkørsel til Aarhus
- Nyt perronspor (opdeling af spor 7 til to perronspor, etablering af et omkørselsspor 8)

Det forudsættes at Banedanmark har gennemført tiltagene inden Kattegatforbindelsen tages i brug. Tiltagene skal ses i sammenhæng med elektrificeringen af Aarhus H samt ibrugtagning af ERTMS, som under alle omstændigheder medfører anlægsarbejder på Aarhus H. De planlagte kapacitetsforbedringer, vil kunne udnyttes i forbindelse med en Kattegatbane.

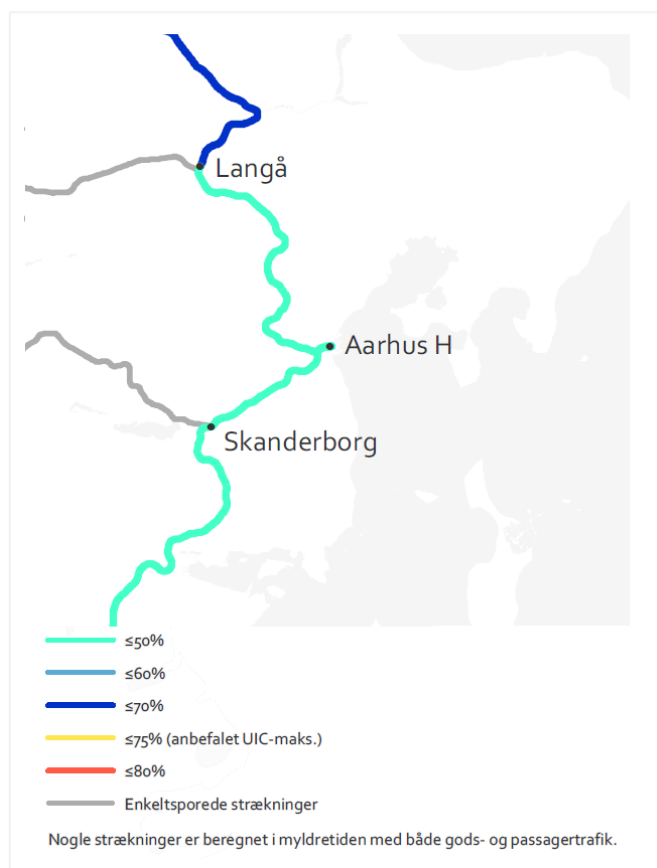
Med i alt ca. 15 afgang i timen (9 mod syd og 6 mod nord), fordelt på 7 perronspor (inkl. forventet opdeling af spor 7 i to spor, hollandsk kryds), vurderes det at Aarhus H kan håndtere den udvidede trafik som er en konsekvens af en fast Kattegatforbindelse. Kapacitetsudnyttelsen vil, som altid, afhænge af en konkret køreplan.

Kapacitet på strækningen Aarhus H - Hasselager

Strækningen Hasselager – Aarhus H er ca. 9 km dobbeltsporet bane. På strækningen er standsningsstedet Viby J (trinbræt). Indkørselssignalet på Aarhus H står i km 105,0, ca. 3,5 km fra perronerne på Aarhus H. Perronerne ved Viby J ligger i km 103,7 – hvilket er ca. 5 km fra den forudsatte niveaufri indfletning af sporene fra Kattegatforbindelsen ved Hasselager.

I Banedanmarks årlige netredegørelser fremlægges en vurdering af kapacitetsudnyttelsen på de statslige banestrækninger. I den seneste udgave, Netredegørelse 2022, fremgår det, at strækningerne ved Aarhus, baseret på K20, har en kapacitetsudnyttelse på mindre end 50%. Kapacitetsudnyttelsen ved Aarhus er således lavere end for sammenlignelige strækninger ved København, Odense og Aalborg

(Aalborg dog pga. gammelt signalsystem), hvor der er strækninger med en kapacitetsudnyttelse på 50-80%⁸.



Figur 25 Kapacitetsudnyttelse ved Aarhus (udsnit). Kilde: Banedanmarks netredegørelse 2022.

På strækningen mellem Hasselager og Aarhus, ligger som ovenfor nævnt Viby Jylland station, der som udgangspunktet betjenes med ca. 3 tog/time i hver retning. Tog via den faste Kattegatforbindelse forudsættes ikke at betjene Viby Jylland.

Kombinationen af gennemkørende tog, og tog der standser i Viby Jylland indebærer principielt en lidt højere kapacitetsudnyttelse.

På strækningen Hasselager-Aarhus etableres følgende anlæg inden Kattegatforbindelsen tages i brug:

- Nyt signalsystem ERTMS, 2025
- Elektrificering, 2026

Det vurderes, at disse anlæg medfører en generel forbedring af kapaciteten på strækningen.

⁸ Den internationale jernbaneunion, UIC, anbefaler maks. 75% i myldretiden.

Kattegatforbindelsen betyder, at strækningen trafikeres med 9 tog/time i hver retning, hvilket er inden for den trafik der kan afvikles på en dobbeltsporet strækning. Ved en prioritering af enkelte tog, f.eks. lyntogene via Kattegat, kan det indebære at andre togs køreplaner vil skulle tilpasses. Dette kan evt. indebære let forlængede rejsetider for disse. Det vurderes således at strækningen kan håndtere den ekstra trafik som en konsekvens af den faste Kattegatforbindelse.

Tilslutning i Hasselager

Kattegatbanen tilsluttes ved Hasselager, samme sted som den undersøgte ny bane Hovedgård-Hasselager, jf. Banedanmarks VVM-undersøgelse.

Den ny Kattegatbane forudsættes tilsluttet til den eksisterende bane med en fly-over (niveaufri tilslutning) hvor begge spor for Kattegatbanen føres over det nordgående spor på den eksisterende bane.



Figur 26 Visualisering af mulig tilslutning til eksisterende bane i Hasselager. Kilde: Banedanmark

Den foreslåede tilslutning betyder, at Kattegatbanen ligger i ret spor til/fra Aarhus, mens det er den eksisterende bane mod Skanderborg som drejer fra, og tilslutningen er niveaufri. Tilslutningen er optimal for Kattegatbanen og medfører ikke kapacitetsproblemer på strækningen.

Nyt standsningssted ved Stilling

Der er truffet beslutning om en ny station ved Stilling. Betjening af stationen betyder at nogle tog får en ekstra standsning i Stilling. Idet Stilling ligger syd for Hasselager, vurderes det, at etableringen af den nye station ikke i sig selv forringer kapaciteten for Kattegattogene, da Kattegattogene ikke vil betjene den nye station.

Materielforudsætninger

Forundersøgelsen af Kattegatforbindelsen baserer sig på etablering af landanlæg, hvor de tilsluttende jernbanestrækninger dimensioneres til hastigheder på 200-250 km/t. I opgraderingsalternativet forudsættes konventionelle tog med 200 km/t indsat, mens alternativer med nyanlagte strækninger dimensioneres til en max. hastighed på 250 km/t svarende til den danske standard for den nye bane København-Ringsted og den kommende nye bane over Vestfyn.

Hvis Kattegatbanen vælges etableret som ny banestrækning, vil togmateriel med højere præstationskrav være en forudsætning. Togmateriel med hastighed >200 km/t er et produkt, som mange togproducenter kan levere og som er i drift mange steder udenfor Danmarks grænser.

I Danmark kører i dag ikke tog med en fart over 180 km/t. Høje hastigheder kendes fra et stort antal europæiske lande, hvor der gennem et halvt århundrede er høstet erfaring med fjern tog med en fart på 200 km/t eller mere. I daglig drift findes efterhånden mange strækninger i både Europa og Asien, hvor hastigheden er 300-330 km/t.

De seneste 20 år har de øvrige nordiske lande haft en højere standard, hvor togenes fartgrænse i Sverige, Norge og Finland har ligget på henholdsvis 200, 210 og 220 km/t. Vore nabolande har samtidig påbegyndt udbygning af banenettet eller opgraderet bestående strækninger med en tilladt max. hastighed op til 250 km/t. Nyt materiel til 250 km/t er under levering i Norge, og under indkøb i Sverige. I Sverige planlægges at bygge nye baner med hastigheder op til 320 km/t, til ibrugtagning i 2035.

Samlet set er der megen stor erfaring fra andre lande med "semi high-speed", dvs. for tog der kører op til 250 km/t, hvilket samtidig kan betegnes som det nedre niveau i kategorien for højhastighedstog.

Kattegatforbindelsen giver mulighed for, at den danske togdrift i øst-vest trafikken kan gennemføres med en højere produktivitet end i dag. Den højere hastighed og dermed tidsmæssigt kortere omløb betyder dels, at togmateriellet (og personalet) kan nå flere ture frem og tilbage på en dag, dels vil billetomsætningen (solgte siddepladser) pr dag øges. Selvom der kan forventes en markant vækst i antal passagerer pga. de korte rejsetider, vil produktionsomfanget (dvs. hvor mange tog-km og togminutter, der præsteres i løbet af en dag) ikke vokse tilsvarende. For operatørerne, DSB og andre, vil togdriften kunne blive en lønsom og en mere effektiv forretning.

Togtyper på en kommende Kattegatbane

Den trafikale analyse af Kattegatforbindelsen forudsætter et mix af tog med forskellige hastighedsegenskaber. I trafikoplægget er taget som udgangspunkt, at der kommer til at køre tog med 250 km/t (Lyntog) og tog med 200 km/t (som Intercity/regionaltog).

Efterspørgselsanalysen peger på, at hurtige lyntog med 250 km/t er meget attraktive, dvs. høj belægning (behov for relativt mange siddepladser), mens de langsommere tog har mindre søgning.

Trafikoplægget for en Kattegatforbindelse er forudsat indrettet sådan, at en fremtidig ny serie af tog indsættes på strækningen for at imødekomme efterspørgselspotentialet bedst muligt. Analysen indregner således økonomien i et sådan nyt tiltag, samtidig med at fremtidige togtyper i Danmark også har mulighed for at benytte strækningen, f.eks. DSB's Coradia Stream-togsæt, Talgo-vognsæt med Vectron-lokomotiver eller f.eks. SJ med deres nye Zefiro Express.

Hvor Coradia Stream er et togsæt, som på sin grundplatform normalt produceres som IC- og regionaltog begrænset til 200 km/t, er Talgo-vognene født som højhastighedsmateriel, som i DSB-udgaven er modificeret/godkendt til 200 km/t. Ifølge leverandøren kan sådanne vogne opgraderes efterfølgende til 250 km/t, hvis dette ønskes. Hos SJ pågår pt. en revitalisering af alle deres X2000-tog, således at hele flåden vil kunne køre i Danmark.

Senest ved Kattegatforbindelsens åbning antages, at operatører har anskaffet nyt materiel, som potentielt kan udgøre lyntogstrafikken via Kattegat.

I beregningerne af køretider mm. er taget udgangspunkt i materiel i Velaro-klassen, som leveres fra Siemens og andre tilsvarende togtyper der har køreegenskaber, der er meget tilsvarende, mens variationerne ofte drejer sig om hvor mange siddepladser toget kan udstyres med, indretningsfleksibilitet, motorisering (antal hestekræfter) togets anskaffelsespris og ikke uvæsentligt driftsomkostningerne.

Markedsudvikling og fortsatte teknologiske fremskridt vil til den tid vise, hvad der vil være mest fordelagtigt at indsætte for den eller de operatører, som vil køre på strækningen. Der er i den gennemførte analyse konservativt lagt til grund, at en lyntogsflåde vil være 10-20% dyrere i samlede anskaffelsesomkostninger inkl. 30 års vedligeholdelse sammenholdt med kendte nøgletal for togsætomkostninger. Omsætningen pr siddeplads og togets samlede indtjening forudses dog også at være større for et kommende lyntogsprodukt.

I forbindelse med en udbudsrunde foretaget af det statslige togselskab Renfe i Spanien blev en tilbudsevaluering af tekniske og økonomiske nøgletal offentliggjort for sammenlignelige togstammer på 200 meter.

Investering i et tog, der er i stand til at levere kortere rejsetider som følge af højere hastighed, vil ifølge Renfes evaluering variere i anskaffelsespris med op til 40%. Togene har også forskellige vedligeholdelsesomkostninger, og når der tages højde for det samlede passagervolumen, der er en konsekvens af forskellige muligheder for indretning, vil den gennemsnitlige siddepladsomkostning ligge på mellem 750.000 kr. og 970.000 kr., eller svinge med 30%. Basisordren lød i øvrigt på 15 togsæt á 200 meter.

Togsæt 200 meter	Alstom	Siemens	Talgo
Anskaffelsespris pr sæt, mio. kr.	234	233	168
Vedligeholdelse pr. togkm, i kr.	24,93	24,88	18,58
Anskaffelse inkl. vedligehold 30 år, mio. kr.	533	532	391
Pris pr siddeplads, 30 år, i kr.	820.000	970.000	750.000
Antal siddepladser	650	548	521
Energi, kWh pr km pr siddeplads	0,021	0,024	0,026
Motorydelse, hestekræfter	11.800 HP	11.800 HP	10.700 HP
Hastighed, km/t	250+	250+	250+

Tabel 22 Data fra evaluering af udbudsrunde gennemført af Renfe, offentliggjort dec. 2016.

Opgørelsen pr siddeplads vil i realiteten være variabel, da togmateriellet typisk kan konfigureres forskelligt. F.eks. leveres ovenfor nævnte Talgo-togsæt til det spanske togselskab Renfe med 581 siddepladser i stedet for 521 (større andel 2. kl., og mindre andel 1. kl.). Også Alstoms nye TGV Avelia leveres med 740 siddepladser i stedet for 650 pladser for et togsæt på 200 m.

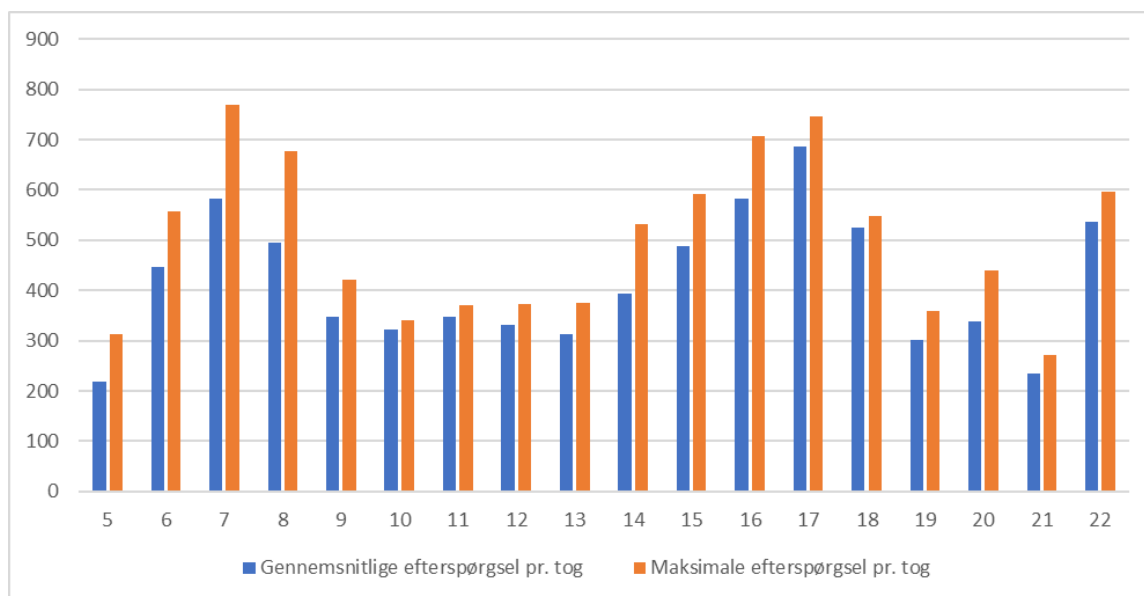
De 3 togtyper anført i tabellen ovenfor leveres som standard i 200 meters version, men de er fleksible med hensyn til at kunne konfigureres med flere "mellemvogne". Hvis mellemvogne indsættes, øges antal siddepladser pr tog. I beregningerne nedenfor ligger begrænsningen i, at den værende maksimale perronlængde i Aarhus fremover er 330 m.

Med udgangspunkt i ovenstående eksempel synes det muligt at anskaffe materiel til trafikering af Kattegatbanen, som bygger videre på erfaringer fra andre lande. I en evt. kommende fase af etablering af en Kattegatforbindelse, bør der udarbejdes mere specifikt materiale, som belyser muligheder etc. i forhold til togmateriel. Spørgsmålet bliver, blandt andet, hvor meget behov der reelt er for at ændre leverandørernes standardprodukt, dvs. om det bedst kan betale sig at købe markedets hyldevare, der ovenfor leveres som standard med 25 kV elsystem og ERTMS-udrustning egnet til danske forhold.

Togstørrelse i forhold til forventet efterspørgsel

I dansk kontekst vil der skulle overvejes en optimering af togsæt-størrelse i forhold til efterspørgselsniveauet, f.eks. om lyntogene skal bestå af en stor enhed, eller flere mindre enheder. Den relativt store passagertilgang, som trafikmodelberegningerne viser for Kattegatbanen, skal kunne rummes i de udbudte togafgange. Der synes derfor underlag for at basere lyntogstrafikken på en togtype med relativ stor siddepladsvolumen.

De gennemførte analyser af markedseffekten ved et driftsoplæg, som grundlæggende består af 4 toglinjer over Kattegat, indikerer at godt 80% af passagererne sidder i lyntogstrafikken (tog uden stop København-Aarhus). Analysen peger også på, at den mest gængse formering af en togstamme til lyntogstrafikken vil skulle rumme op imod 600 siddepladser. I de 2 øvrige forudsatte toglinjer over Kattegat er behovet noget lavere.



Figur 27 Beregnet efterspørgsel pr. time i et lyntogssystem via Kattegat med 2 tog pr. time hver vej i dagtimerne og et tog i timen hver vej aften.

I praksis er det naturligvis ikke muligt at køre en toglinje med 100% belægning, altså hvor alle siddepladser altid er fuldt optaget. Når berørte linjer i øst-vest trafikken, tog som krydser hhv. Storebælt eller Kattegat, gøres op under et, vil den beregnede gennemsnitlige belægningsprocent fra basisscenariet 2035 (uden Kattegat) frem til et Kattegatscenarie 2035 øges fra 60% til 63%.

LTM-beregningerne kan ikke håndtere prisdifferentiering, hvor forskellige prisrabatter kan få tog med lavere belægning fyldt bedre op. Det absolutte niveau for belægningsgraden i togene kan altså optimeres.

Med udgangspunkt i den opstillede køreplan og de afledte LTM-beregninger med prognoser for den fremtidige efterspørgsel giver undersøgelsen et konservativt bud på materielforbrug i et fremtidigt scenarie med Kattegatbanen. De foreliggende beregninger er forenklede, sådan at hver linje er forudsat kørt for sig.

Logistisk set vil der være mulighed for en vis optimering, hvor en toglinje kan benytte togmateriel fra en anden toglinje. For lyntogssystemet indebærer det en produktion (omløbsplan) med to separate togløb København-Aarhus og København-Aalborg, LTM-linje nr. 11 og 12.

Resultatet af den gennemførte produktionsplanlægning viser, at der til drift er behov for 4 stammer til toglinjen København-Aarhus og 7 stammer til toglinjen København-Aalborg, altså i alt 11 tog, hvortil kommer 1 stamme i reserve.

LTM Linje- nummer	Kører imellem stationerne	Basis 2035		Kattegat 2035	
		via Storebælt	via Storebælt	via Kattegat	
		Coradia Stream	Coradia Stream	Coradia Stream	Ny type
11	Kh - Od - Ar - Ab	19			
11	Kh - Ar - Ab				8
12	Kh - Ar				4
12	Kh - Kjn - Od - Ar	11	9		
13 / 17	Kh - Ro - Od - Ar	11	11		
13*	Cph - Ro - Rg - Ar			8	
14	Kh - Od - Es	9	13		
15	Kh - Od - Sd	4	4		
16	Kh - Od - Pa	4	4		
18	Kh - Kjn - Ar			6	
31	Kh - Ro - Od	6	5		
32	Kh - Od	6			
34*	Cph - Ro	3			
Togenheder	Sum	73	46	14	12

Tabel 23 Omløb med opgørelse af antal togenheder i de forudsatte beregninger i Basis 2035 og i et fremtidigt scenarie Kattegat 2035.

Trafikberegningerne viser, at mange passagerer vil søge til de hurtigere tog over Kattegat, således at der sker en markant overflytning af passagerer fra Storebæltsforbindelsen til en Kattegatforbindelse.

Indsættelse af lyntog over Kattegat, med en ny type tog, vil alt andet lige frigøre i størrelsesorden 13 konventionelle togsæt i den samlede øst-vest trafik, Storebælt og Kattegat. Beregninger viser, at behovet for konventionelle togstammer går ned med ca. 20% fra 73 til 60. De togenheder, der således frigøres, kan overvejes indsat på strækninger, hvor der til den tid vil ske en udfasning af ældre materiel.

Nærværende analyse af behovet for nye lyntog (der størrelsesmæssigt kan rumme omkring 600 passagerer) tjener primært til at give et estimat på den samlede produktion og økonomi, hvis det besluttes at etablere en jernbaneforbindelse over Kattegat.

I en senere mere detaljeret undersøgelsesfase kan det vise sig, at der er større interesse for at køre et grundsystem med en anden togfrekvens, f.eks. et driftsmønster med en tættere trafik i myldretiden og mindre tæt uden for.

De gennemførte analyser peger på følgende ændringer i den samlede produktion for øst-vest trafikken.

Kører	Basisscenarie 2035	Kattegatscenarie 2035	Ændring
Tog	20,9 mio. km	24,1 mio. km	15%
Togsæt	25,3 mio. km	30,2 mio. km	19%
Togminutter	9,9 mio. min	11,0 mio. min	11%

Tabel 24 Produktionsopgørelse baseret på en hverdag

Den anførte produktionsudvidelse skal sammenholdes med en foreløbig beregnet passagerforøgelse på ca. 30-35% i snittet over Storebælt/Kattegat.

Den overordnede forventning er, at det er muligt at tilrettelægge en samlet produktion med en højere produktivitet. Således ses, at det i Kattegatscenariet er muligt at udvide driftsomfanget målt i togkm, mens driftstimerne ikke udvides i samme takt. Der opnås således en samlet bedre udnyttelse af produktionsapparatet.

Undersøgte nye stationer

I analysen for en fast forbindelse over Kattegat er undersøgt muligheden for placering af to nye stationer, dels på Sjællandssiden ved Kalundborg, dels i Østjylland eksempelvis ved Odder. Derudover har Sund & Bælt i Kyst-Kyst projektet undersøgt en mulig placering for en station på Samsø (ikke omfattet af denne baggrundsrapport).

Parker og Rejs i Østjylland

Stationen i Østjylland forventes at fremstå som en Aarhus Syd-terminal med et meget stort optagningsområde. I den brede offentlighed vil stationen blive opfattet som et 'fast track' mod Sjælland og Hovedstaden – måske en erstatning for en indenrigslufthavn. Samtidig et godt alternativ til bilister, som kommer fra byområder, der ikke har en togstation i nærheden, men som gerne vil slippe af eller kunne arbejde undervejs på rejsen mod Sjælland.

Hvis stationen eksempelvis placeres nær Odder vil den naturligt også betjene et mindre nærområde, idet stationen har sin primære funktion som knudepunkt eller Hub, hvor mange rejsende vil komme fra et opland ganske langt fra stationen. Typisk ankommer den rejsende i egen bil, der parkeres over dagen eller flere dage på et parkeringsanlæg knyttet til stationen. Fra- og tilbringerture vil også foregå i bus og taxa. Der kan evt. blive tale om at etablere mulighed for at foretage skift fra Aarhus Letbane til Kattegatbanen.

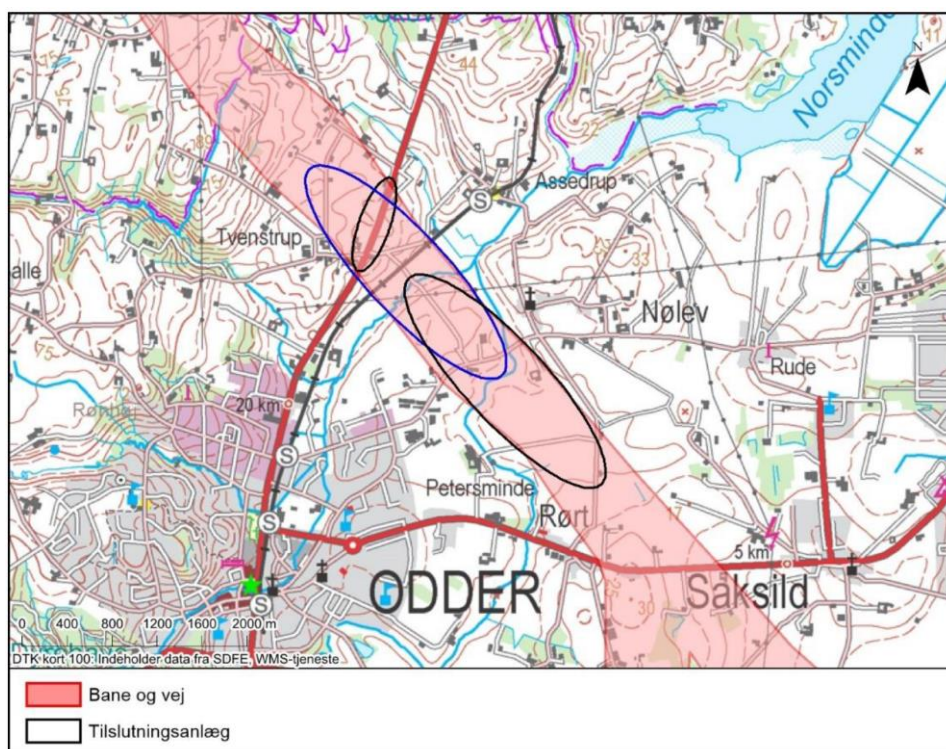
For at tilrettelægge en smart sammenhængende rejse fra A til B til C skal det være attraktivt at foretage den 180 km lange del af rejsen mod København med toget. Stationens placering og nemme adgangsforhold skal få de rejsende til at kombinere tog og bil i den samlede transportløsning.

Foreløbig lokalisering af stationen

Den konkrete placering af en ny P&R-station i Østjylland kræver mere tilbunds-gående undersøgelser.

For den valgte linjeføringskorridor er det anlægsteknisk foreslået, at motorvej og bane følger hinanden på dette sted, sådan at motorvejen kommer til at ligge tættest på byen Odder, og banen på den anden side. Skulle det modsatte etableres, vil det udløse behov for store bygværker i form af lange broanlæg, så banen kan foretage krydsninger, idet banen længere nordpå nødvendigvis må ligge på østsiden af motorvejen.

Stationen kan fx placeres i et område mellem landevejen Rute 451 og Odder ådal.



Figur 28 Mulig korridor ved Odder (Forundersøgelse af en Kattegatforbindelse, Landanlæg. Teknik og Miljø for en kombineret vej og bane. COWI 2021)

COWI har gennemført anlægstekniske undersøgelser i det blå område (den ovale cirkel). I analyserne indikerer COWI, at en hensigtsmæssig stationsplacering kunne være i området med den ovale sorte cirkel.

Der peges på, at en baneteknisk god placering af en P&R-station kan opnås på den nordøstlige side af Odder. Hvor Rute 451 og Aarhus Letbane passerer forbi Odder ådals område kunne stationen placeres ind sydøst herfor.

Den kommende motorvej tænkes at få tilslutningsramper til Rute 451. Umiddelbart vil det give adgang til P&R-stationen via lokale veje. Der er foreslået nærmere analyse heraf senere for at finde den bedste lokalitet for stationen, herunder hvordan denne spiller sammen med evt. parkeringsareal for samkørselspladser. Den nærmere planlægning skal omfatte en dialog med lokale myndigheder mm. i sammenhæng med videre undersøgelser omkring den optimale placering.

Oplandet for stationens potentiale i forhold til at overflytte bilister til toget skal findes ude i en større geografi, mens tilgængeligheden og overskueligheden m.h.t. at komme fra vejnettet – herunder fra den kommende Kattegatmotorvej – vil være afgørende i forhold til, hvor attraktivt det vil være at tage toget mod Sjælland.

Trafikal betjening

Betjeningen af en P&R station i Østjylland tager udgangspunkt i fast timedrift. I sagens natur vil lyntogene Aarhus-København være gennemkørende, og det forventes derfor at stationen betjenes med et IC-tog, der kan tænkes at have direkte forbindelse til et antal regionale stationer inden slutdestinationen, som kunne være Københavns Hovedbanegård.

Tabellen nedenfor indikerer nogle mulige rejsetider, som først endeligt kan beregnes, når den sandsynlige linjeføring er fastlagt.

Tabel 25 Eksempel på rejsetider med IC-stoptog:

Østjylland – Kalundborg	Ca. 30 min.
Østjylland – København H	Ca. 1 time 20 min.
Østjylland – Samsø	Ca. 15 min.

Rejsetiden i bil vil være op til 1 time længere, hvis turen går til Hovedstadsområdet.

Oplandspotentiallet

Nærolandet for placering af en station i det østjyske område eksempelvis ved Odder er ikke så stort. Etablering af stationen dette sted relativt tæt på Kattegatforbindelsen bygger på erfaring med den succes, som stationen i Nyborg har fået i sammenhæng med anlæggelsen af Storebæltsbroen.

Af nedenstående tabel fremgår det, at nærområdet forstået som 15 minutters køretid i bil til en østjysk P&R-station er en hel del mindre end tilsvarende for Nyborg st. Her er kommunen lidt større, og med over 4.000 daglige passagerer har stationen fået en central betydning for mobilitet og tilgængelighed til den østfynske kommune. Pendlingstrafikken mod København er markant.

Men billedet vil på mange måder være lidt anderledes for en ny østjysk P&R-station. I Nyborg kommer også en del af brugerne af togstationen i bil, selvom der er tale om en køretid på 30 eller 45 minutter.

Skal man til København og har ærinde inden for myldretidsperioderne morgen og eftermiddag, vil køretiden i bil være lang, og kombinationen af bil og tog er derfor et interessant alternativ. Dette er årsagen til, at stationen i Nyborg har mange på- og afstigere. Erfaringen er at mange af de 600 parkeringspladser, der er til rådighed ved stationen, er optaget dagligt. Det drøftes lokalt at udvide parkeringsområdet.

Mange af de rejsende, der benytter bil, kommer længere væk fra. Stationen i Nyborg har hele det fynske opland som optagningsområde. Sammenlignet med det naturlige optagningsområde for Odder, hvor vi trækker et tidsbælte ud til 30-45 minutter fra stationen, vil Odder have op mod 25% større 'tiltrækning' end Nyborg målt i antallet af indbyggere.

Tabel 26 Befolkningsopland, indbyggere

Køretid bil	<15 min.	<30 min.	<45 min.
"Odder P&R"	28.000	216.000	502.000
Nyborg st. opland	41.000	203.000	401.000
Odder > Nyborg	-32%	6%	26%
AAR Tirstrup opland	17.000	97.000	351.000
Odder > Tirstrup	65%	123%	43%

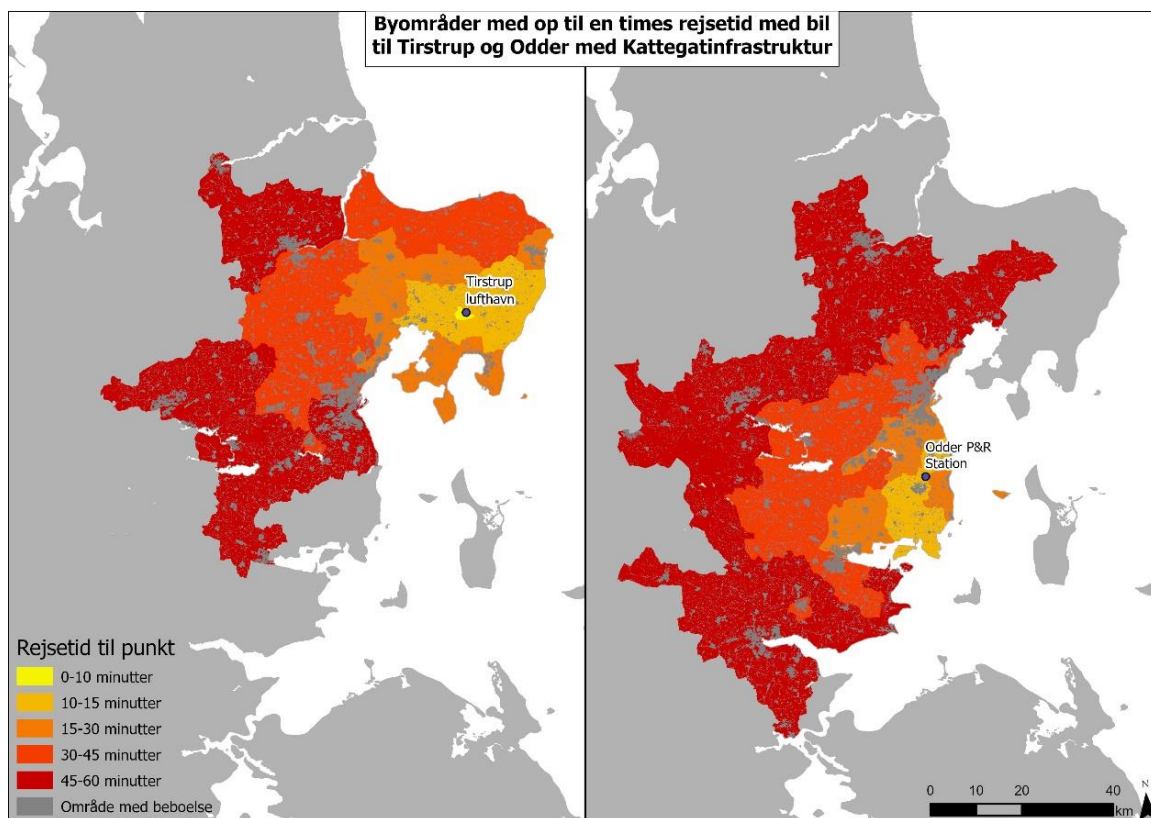
En ny østjysk P&R-station kommer anvendelsesmæssigt til at kunne måle sig med en station som Nyborg.

Baggrunden herfor er, at oplandet dels er relativt stort, dels at togene har en større konkurrencefordel pga. af hastighed. Samtidig betyder den relativt længere køretur i bil over Kattegat og den forventede relativt højere broafgift sammenlignet med ruten fra Nyborg mod København, at togets konkurrencefordel bliver større end hvad vi har set over Storebælt.

I dag er der etableret en intensiv indenrigsflytrafik mellem Aarhus Tirstrup lufthavn og København, SAS driver en slags shuttle-service. Med kommende hurtige tog mellem centrum af Aarhus og København vil toget reelt være tidsmæssigt overlegent.

Imidlertid vil et væsentligt kundesegment, som benytter kombinationen af bil og fly, også fremover have fordel af at benytte bilen. I stedet for at køre mod Djursland i retning af lufthavnen i Tirstrup, vil det derfor være naturligt at køre i retning mod Odder, medmindre der er tale om en flyrejse, der går til nogle af de udenlandske destinationer, som Tirstrup betjener.

Igen ses det af tabellen for oplandet, at placering f.eks. omkring Odder betyder, at der nås et opland med det dobbelte indbyggertal sammenlignet med Tirstrup. Placeringen af en ny østjysk P&R-station forekommer derfor at være yderst attraktiv, når der med tog herfra kan køres direkte mod København herunder til Københavns Lufthavn.



Figur 29 Rejsetidsisokron for Østjysk P&R samt for Tirstrup

Det forventes derfor, at en ny østjysk P&R-station som fast track mod København har et større oplandspotentiale end Tirstrup, og den samlede rejsetid bliver kortere med toget, idet togforbindelsen vil ramme centrale knudepunkter Københavnsområdet, og med mange stationsbetjente målpunkter.

Terminalstørrelse og antal brugere

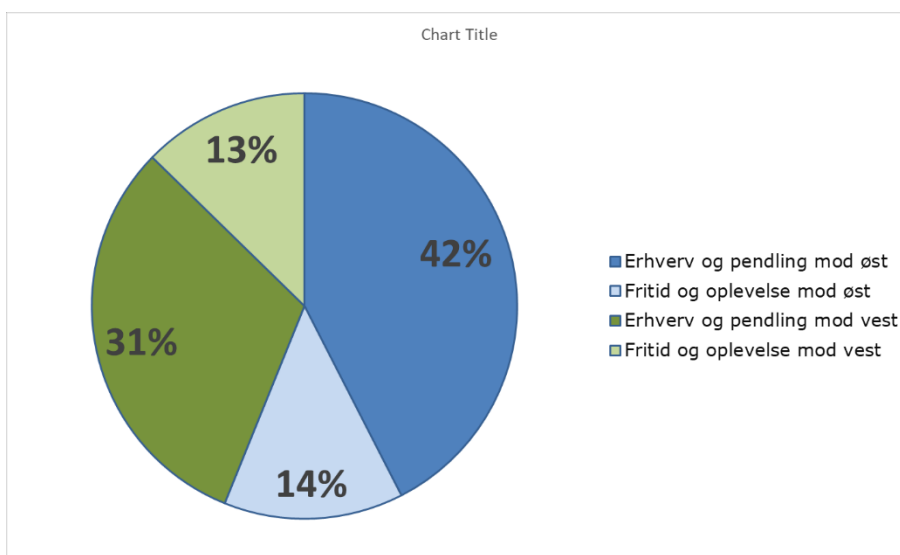
Der er ikke foretaget en egentlig dimensionering af stationsområdet, herunder i relation til omfanget af P-pladser. Som nævnt har Nyborg normalt stor efterspørgsel efter sine 600 P-pladser. Et foreløbigt skøn på, hvor mange brugere der ville være til en kommende P&R-station ved Odder er vanskeligt at give uden mere omfattende beregninger, men en indikation kan gives.

Et bud vil være, at behovet bliver større end hvad der i dag tilbydes i Tirstrup lufthavn, idet Odder P&R både rammer målgruppen for flyrejsende og for en gruppe som på regulær basis begynder at pendle mellem bolig og arbejdsplads eller mellem bolig og uddannelsessted i København, eller måske i byer som Roskilde, Ringsted og Kalundborg.

Tabel 27 Eksempel på antal P-pladser

Nyborg station	600
Tirstrup Lufthavn	1.500
Aalborg Lufthavn	5.500
Billund Lufthavn	14.000

Som grundlag for dimensionering af en ny station kan drages erfaringer fra Nyborg, hvor erhvervs- og pendlingstrafikken fylder 73% af det totale antal brugere. Det er selvklaart den del af trafikken som går mod øst, der vil anvende bil, dvs. den største målgruppe. Erhvervs- og pendlingstrafik fra øst anvender for øvrigt en del taxakørsel fra Nyborg st. i transporten til den endelige destination.



Figur 30 Pendling

Der findes ikke LTM-resultater opgjort på stationsniveau, som kan udledes for en ny østjysk P&R-station. Der er derfor anvendt TU-data som udgangspunkt og en sammenligning til Storebælt. Af den samlede togtrafik over Storebælt kan 13% relateres til togrejsende mellem Nyborg og relationer på Sjælland (hvor København naturligvis dominerer). Foretages en simpel skalering får vi en indikation på at 3.000-4.000 daglige rejsende via Kattegatforbindelsen vil stige af eller på en ny østjysk P&R-station.

Dette tilsiger, at der dels bliver tale om en ikke ubetydelig erhvervs- og pendlings- trafik, dels bliver der tale om, at en ikke ubetydelig del af trafikken retter sig mod Københavns Lufthavn, som derfor tænkes at blive slutdestination for mindst 1 af toglinjerne via Kattegat.

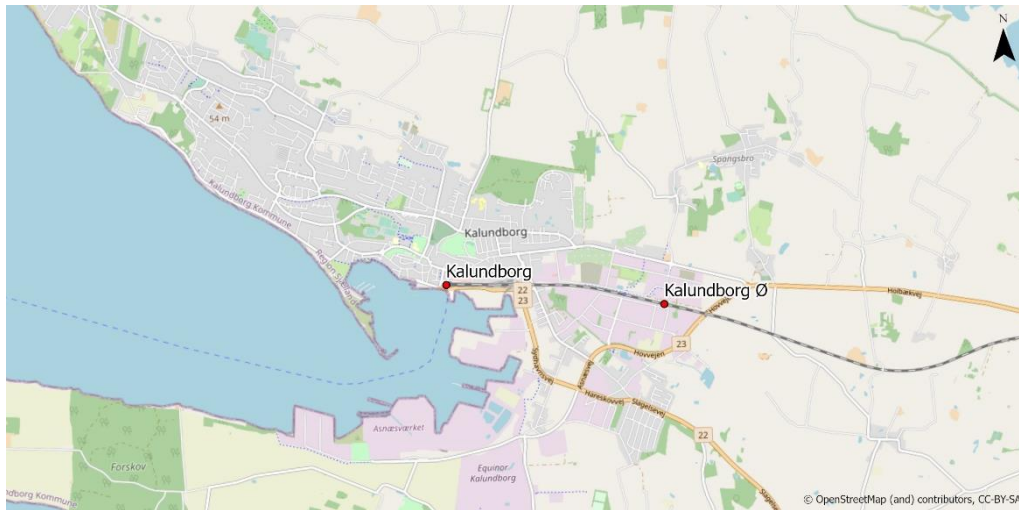
Station ved Kalundborg

På Sjælland vil der være mulighed for at placere en ny station nær Kalundborg, som vil kunne skabe nye kollektive rejseforbindelser imellem Vestsjælland og Midtjylland, men også i lige så høj grad styrke kombinerede bil-tog rejser mellem Kalundborg og hovedstadsområdet. Der er flere muligheder for placering af en station ved Kalundborg.

Den mest optimale stationsplacering er afhængig af den valgte linjeføring omkring Kalundborg, som på nuværende tidspunkt ikke er nærmere afklaret. Fysisk synes det ikke muligt at placere en ny Kalundborg Station på en ny Kattegatbane i nærheden af det gamle centrum, uanset om der vælges et sydligt tracé (Asnæs) eller et nordligt tracé (Røsnæs). Føres Kattegatbanen via Røsnæs kan en station placeres nord for Kalundborg by. Føres banen via Asnæs kan en station placeres syd/sydpøst for Kalundborg by.

Den nuværende Kalundborg station er placeret i byens "gamle" centrum, umiddelbart ved havnen. Den nye Kalundborg Øst station betjener byens største erhvervsområde (Novozymes og Novo Nordisk) med mange arbejdspladser.

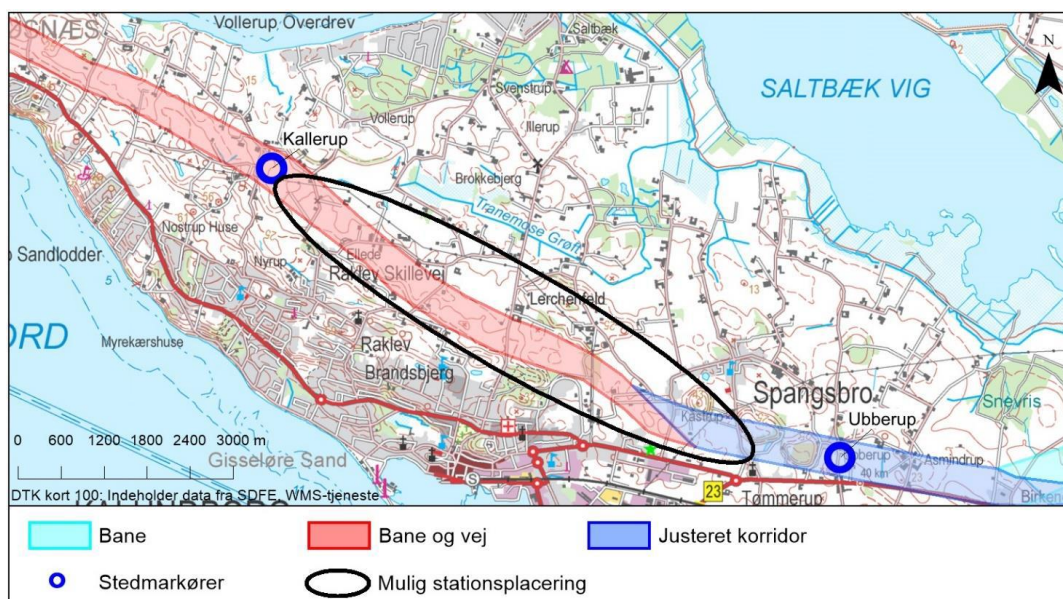
I det videre arbejde med Kattegatforbindelsen bør der arbejdes videre med linjeføringerne i området ved Kalundborg, for at sikre at de kan understøtte en optimal placering af en ny station nær ved Kalundborg by. Uanset placeringen af en ny station vil det også være yderst relevant at overveje mulighederne for byudvikling i nærområdet, som kan styrke passagergrundlaget yderligere.



Figur 31 Eksisterende stationer Kalundborg og Kalundborg øst

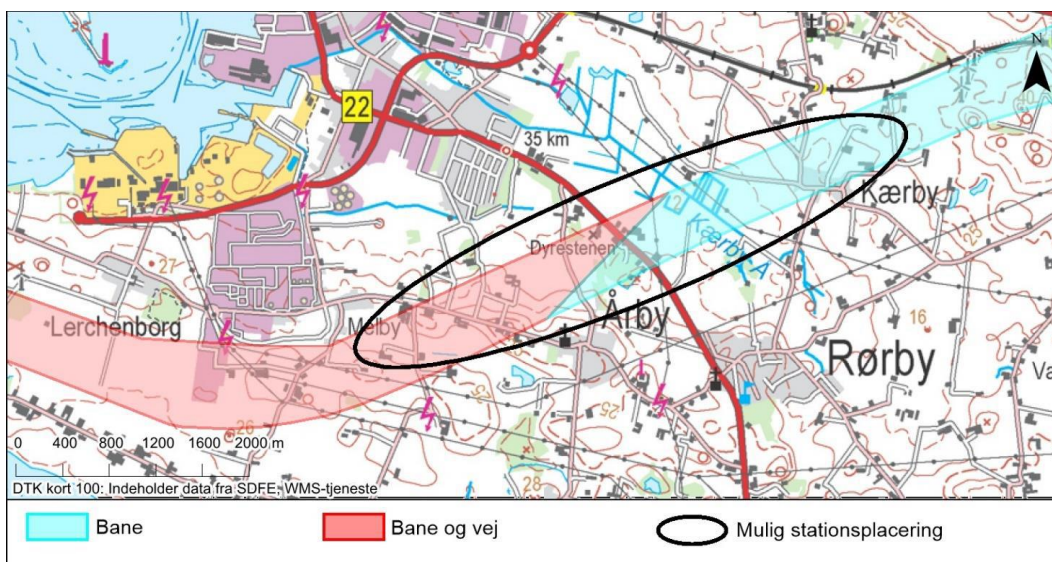
COWI har i den anlægstekniske undersøgelse peget på forskellige mulige placeringer, hvor en station teknisk kan indpasses i de forskellige undersøgte korridorer:

En linjeføring fra Lejre-korridoren eller Ringsted korridoren via Røsnæs giver mulighed for en stationsplacering nord for Kalundborg by. Stationen kan f.eks. placeres et sted mellem Tømmerup og Kallerup. Det har været overvejet om korridoren bedst forløber nord eller syd for Lerchenfeld og om en stationsplacering nærmest Kalundborg, dvs. syd for Lerchenfeld, er mest optimal.



Figur 32 Mulig stationsplacering Lejre-Røsnæs nord for Kalundborg (COWI)

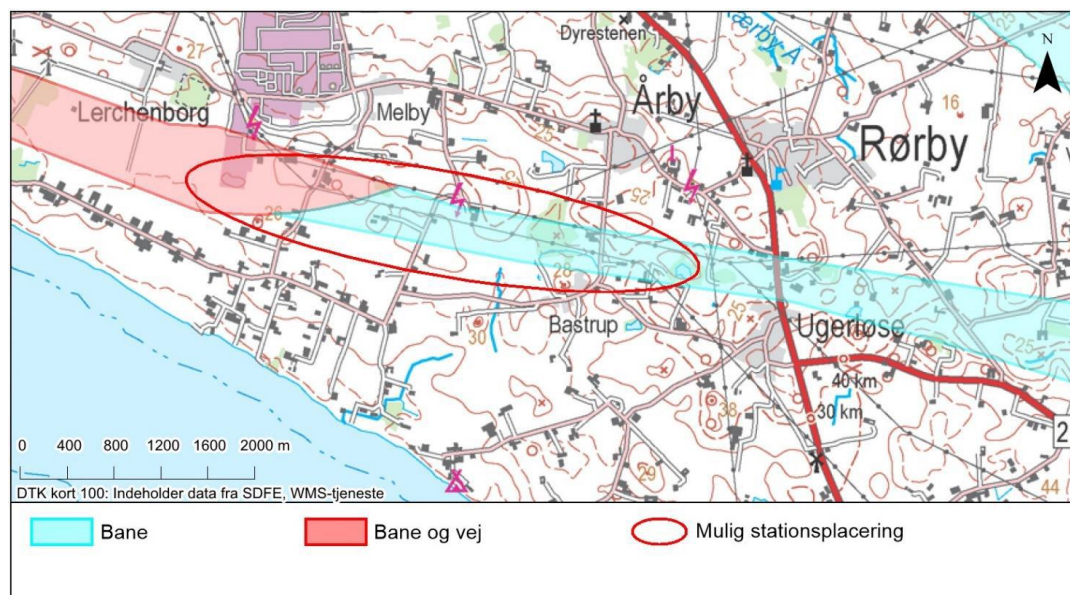
En korridor fra Lejre via Asnæs vil give en mulig stationsplacering længere væk fra Kalundborg by og kan placeres mellem Kærby og Melby i nærheden af rute 22, hvor der samtidig kunne etableres en motorvejstilslutning og evt. et Parker og Rejs-anlæg. Her er afstanden til Kalundborg mindst og der er en længere strækning med et mere jævnt terræn. Der er dog flere faktorer, der gør denne placering meget udfordrende og potentielt meget dyr, da området er præget af større terrænforskelle og Kærby Ås udløb, hvor der kan være udfordringer med blød bund.



Figur 33 Mulig placering af station mellem Kærby og Melby (COWI)

For Ringsted-korridoren via Asnæs vurderer COWI, at den bedst mulige placering for en ny station er mellem Bastrup og Lerchenborg, sydøst for Kalundborg. Terrænet mellem Bastrup og Lerchenborg er generelt jævnt og udgør derfor ikke nogen teknisk udfordring, og placeringen er det tætteste mulige på Kalundborg syd/sydøst for Lerchenborg. Adgangen til stationen vil så skulle ske via det

eksisterende vejnet i forbindelse med de veje, der bliver ført over den nye motorvej.



Figur 34 Mulig placering af station mellem Bastrup og Lerchenborg (COWI)

Tilvalg og følsomhedsanalyser

Trafikstyrelsen har lavet følsomhedsanalyser for forskellige hastigheder for jernbanen, for en enkeltsporsløsning over Kattegat og set på et tilvalg med tilslutning af banen på Sjælland til den eksisterende Nordvestbane.

Hovedløsningen for en Kattegatforbindelse omfatter en jernbane til 250 km/t over land og 200 km/t over hav.

I forbindelse med de foreløbige beregninger i LTM er det valgt at lave følsomhedsberegninger ift. hastigheden med udgangspunkt i Ringsted-løsningen, hvor de følgende tre scenarier indgår:

- Ingen tog kører mere end 200 km/t på den nybyggede infrastruktur
- Togene kører konsekvent 250 km/t, også på kyst-kyst forbindelsen
- Overvejelser om 300 km/t
- Enkeltsporet kyst-kyst forbindelse

For de to første scenarier er der ændret minimalt på betjeningsomfanget, således at det er muligt at sammenligne med den anbefalede hovedløsning. Det sidste scenarie reducerer togbetjeningen betydeligt i forhold til hovedløsningen.

Følsomhedsanalyse på hastighedsprofiler

I forundersøgelsen for en fast Kattegatforbindelse er der i den kombinerede løsning (vej+jernbane) forudsat en jernbane til passagertog, hvor der på nybygget strækning over land kan køres tog med op til 250 km/t, mens der over hav på selve kyst-til-kyst strækningen kan køres 200 km/t.

Notatet her beskriver konsekvenser og økonomi i forbindelse med forskellige hastigheder i korridoren København-Aarhus.

Hovedløsningen: 250 km/t på land og 200 km/t over hav

På land er nye baneanlæg dimensioneret til 250 km/t⁹, i princippet efter samme hastighedsstandard som ny Ringstedbane og den kommende højhastighedsbane på Vestfyn. Over hav har de indledende analyser dimensioneret det jernbanetekniske anlæg til en maksimalhastighed på 200 km/t.

Den hurtigste rejsetid fra København til Aarhus er beregnet til ca. 68-70 minutter afhængigt af om banen på Sjælland forløber over Ringsted eller Lejre. I løsningen via Ringsted nyttiggøres, at der på den nye bane København-Ringsted køres 250 km/t.

Køreplanen er i TPS beregnet med et moderne standardtog, sådan som disse allerede kendes fra en lang række europæiske strækninger, hvor der køres med

⁹ Når der skrives 250 km/t menes de facto op til 250 km/t jf. regelsættet i TSI INF.

250 km/t, og hvor toget har gode egenskaber uden at være exceptionelt på nogle områder.

Den optimale køreplan

Der er gennemført trafikmodelberegninger af forskellige Kattegatkøreplaner, hvor antal tog samt forholdet mellem IC-tog med stop ved større stationer og non-stop Lyntog varieres. Analysen peger på, at de hurtige lyntogsforbindelser med 250 km/t imellem København og Aarhus (-Aalborg) er meget attraktive og har behov for relativt mange siddepladser pr togafgang, mens de øvrige, supplerende og langsommere tog over Kattegat med flere stop undervejs har mindre passagersøgning.

Samlet peger LTM-analysen på, at den optimale køreplan, hvilket vil sige den analyserede køreplan med flest tidsgevinster og passagerer, vil bestå af 4 toglinjer over Kattegat, heraf 2 Lyntoglinjer og 2 IC-tog med forskelligt stopmønster.

Antal tog

Analysen indikerer at godt 80% af passagererne sidder i lyntogstrafikken. Analysen peger også på, at en togstamme til lyntogstrafikken vil skulle rumme op imod 600 siddepladser. I de øvrige supplerende toglinjer over Kattegat (IC/regional) er behovet væsentligt lavere.

Resultatet af den gennemførte produktionsplanlægning viser, at der i den forudsatte køreplan til lyntogsdrift via Kattegat er behov for 4 stammer á 600 pladser til toglinjen København-Aarhus og 7 stammer á 600 pladser til toglinjen København-Aalborg, hvortil kommer 1 stamme i reserve, altså i alt 12 tog forventeligt med en længde á 200 m.

IC-togene forventes at kunne køres med standard 200 km/t togmateriel (Fremtidens Tog). Disse tog kan frigøres fra trafikken over Storebælt, hvor der fremkommer et mindre behov for materiel ved åbningen af en Kattegatforbindelse.

Driftsøkonomi

Kattegatforbindelsen giver mulighed for, at øst-vest trafikken kan gennemføres med en højere produktivitet end i dag. Den højere hastighed og dermed tidsmæssigt kortere omløb betyder, dels at togmateriellet (og personalet) kan nå flere ture frem og tilbage på en dag, dels vil billetomsætningen pr. sæde (solgte siddepladser) øges.

Selvom der kan forventes en markant vækst i antal passagerer pga. de meget korte rejsetider, vil produktionsomfanget (dvs. hvor mange tog-km og togminutter, der præsteres i løbet af en dag) ikke vokse tilsvarende. For togoperatørerne, DSB og andre, vil togdriften kunne blive en lønsom og en mere effektiv forretning.

I det følgende ses nærmere på driftsøkonomien (drift og vedligehold af togmateriel) med forskellige køreplansoplæg for den nye Kattegatbane. Opgørelsen af de ekstra driftsomkostninger er beregnet netto på basis af den samlede forventede togbetjening over Storebælt og over Kattegat.

Beregningerne er en konservativ vurdering af driftsomkostningerne på basis af enhedspriser. Der vil være mulighed for i det konkrete driftsoplæg at optimere trafikken og derved opnå bedre driftsøkonomi, eksempelvis med en vis udtyndet

frekvens i ydertimerne eller/og anvendelse af prisdifferentiering, så togenes belægning samlet set øges.

Tabellen nedenfor indikerer, at der vil være et spænd i det driftsøkonomiske resultat fra omkring 140 mio. kr. og op til 330 mio. kr. samlet set for hele den statslige jernbane.

Kattegatscenarier 2035	R3 Ringsted- løsning med 3 tog	R4 Ringsted- løsning med 4 tog	L4 Lejre- løsning med 4 tog	O3 Opgraderings- løsning med 3 tog
Tidsgevinster, mio. kr.	1.070	1.120	1.060	770
Antal togpassagerer, pr. hverdag	26.400	26.900	26.200	21.400
Billetindtægter, pr. år, mio. kr.	660	700	650	470
Driftsomkostninger, pr. år, mio. kr.	-330	-410	-370	-330
Driftsøkonomi i alt mio. kr.	330	290	280	140

Tabel 28. Nøgletal til vurdering af køreplansscenarier er beregnet på LTM 2.3. Økonomien er angivet i PL2021 for åbningsåret (antaget 2035).

Som det fremgår af ovenstående tabel, er driftsøkonomien i en 3-togsløsning marginalt bedre end en 4-togsløsning. Tidsgevinsterne er dog større i 4-togsløsningen, hvorfor samfundsøkonomien er bedst for 4-togsløsningen.

Trafikstyrelsen har benyttet 4-togsløsningen i analyserne, da det er denne der sikrer robust kapacitet, dvs. at der er fire kanaler til Kattegattog. I praksis vil der formentlig kun være passagerefterspørgsel efter 4 tog i timen i få timer om dagen, hvorfor operatøren vil kunne optimere driftsøkonomien ift., det her forudsatte og frigøre banekapacitet til anden brug.

I det følgende ses nærmere på muligheden for at etablere en jernbanestrækning via Kattegat med alternative hastighedsprofiler.

Løsning med max. 200 km/t hele vejen

Hvis tog via Kattegat forudsættes kørt med maksimal hastighed på 200 km/t hele vejen mellem København og Aarhus (-Aalborg), vil rejsetiden for lyntogene forlænges med 6-8 min. afhængigt af, om toget kører over Lejre eller Ringsted. Rejsetiden over Ringsted forlænges mest, da denne linjeføring udgør den længste strækning med mulighed for at køre 250 km/t. Den forøgede rejsetid for lyntogene medfører et fald i tidsgevinsterne og et fald i billetindtægterne. Forlængede

omløbstider kan desuden udløse behov for ekstra togmateriel i forhold til hovedløsningen.

Anlægsteknisk er landanlæggene tegnet til 250 km/t, svarende til standard i TSI INF. COWI har på oversigtligt niveau vurderet, at der generelt ikke vil være væsentlige fordele ved at anlægge til 200 km/t i stedet for 250 km/t. Enkelte steder vil en reduceret hastighed dog gøre det muligt at mindske spildareal mellem vej og bane, f.eks. ved Lejre-løsningens forløb i den udlagte transportkorridor.

Løsning med max. 250 km/t hele vejen

Sund&Bælt har sammen med deres rådgiver Cowi vurderet, at det kan lade sig gøre at øge hastigheden for kyst-kyst anlæggene yderligere (i forhold til 200 km/t) for både broer og tunneller.

COWI vurderer, at anlægsomkostningen vil forøges med op til ca. 620 mio. kr. inkl. NAB, afhængig af, hvilken anlægsteknisk løsning der er tale om, hvor broløsninger synes at være billigst og hvor sænketunnel får den største prisstigning.

Da der er taget udgangspunkt i, at landanlæggene på hver side af Kattegatforbindelsen bygges til 250 km/t, dvs. på niveau med den nye Ringstedbane og en kommende bane over Vestfyn, har Trafikstyrelsen vurderet et scenarie, hvor toget får mulighed for at køre med en fart på op til 250 km/t hele vejen fra København til Aarhus, dvs. hvor hastigheden kyst-kyst øges i forhold til basisforudsætningerne.

For lyntogene bliver der således en yderligere rejsetidsreduktion på ca. 3-4 min., således at en effektiv rejsetid København-Aarhus vil komme ned på 64-65 minutter.

300 km/t på en fast Kattegatforbindelse

I tidligere undersøgelser af en fast forbindelse over Kattegat (2008, 2015 og 2018) er jernbanen forudsat anlagt til 300 km/t. Undersøgelserne var på screeningsniveau.

Det var dengang vurderet, at rejsetiden for de hurtigste tog København – Aarhus kan komme ned på ca. 1 time, hvis der køres op til 300 km/t på de nye baner, inkl. kyst-kyst – hvor der dog på kortere stræk antages at kunne køres max 250 km/t. Det var forudsat, at den øvrige køreplan kan tilpasses, så Kattegattogene får prioritet.

I screeningerne var kyst-kystforbindelsen forudsat anlagt som højbroer, hhv. en hængebro fra Sjælland og en skråstagsbro mellem Samsø og Jylland.

I forundersøgelsen af en fast Kattegatforbindelse er jernbanen forudsat anlagt til 250 km/t på land og 200 km/t over hav, inkl. Samsø. Rejsetiden København-Aarhus er her vurderet til at komme ned på ca. 1.10 minutter for de hurtigste tog. I køreplanen er den øvrige trafik på strækningerne indregnet.

Det er i forundersøgelsen undersøgt anlæg af baner på op til 250 km/t, som er standard på nye baner i Danmark. Baner til over 250 km/t er underlagt yderligere krav, jf. INF TSI, såvel i forhold til akseltryk, kurveradier og opbygning af sporkassen. Ligeledes kan højere hastigheder få betydning for udformning af kørestrømsanlæg og signalsystem.

For landanlæg er hastigheden, som banen skal anlægges til, afgørende for, hvordan den kan indpasses i landskabet. En bane med høj hastighed skal ligge ret. Jo højere hastighed, desto større kurveradier skal banen have, og risikerer dermed større påvirkninger af natur- og kulturområder end en bane med lavere hastighed.

De 300 km/t stiller også andre krav til stationsanlæg. Der skal være større afstand mellem sporene så togene kan krydse med høj hastighed, og der skal være særlige spor til hurtigtogene, så de ikke kører forbi perronerne med høj fart. Ift. de stationer der er undersøgt i forundersøgelsen, vil det betyde at anlægget på Samsø bliver større, hvis det skal kunne klare 300 km/t, i stedet for de 200 km/t, der er forudsat i forundersøgelsen.

En bro skal være kraftigere bygget, hvis der skal køres hurtigere, og en tunnel skal have tilstrækkelig diameter til at banen har nok frihøjde, og kunne håndtere det højere lufttryk fra højere hastigheder.

Følsomhedsberegning for en enkeltsporet Kattegatforbindelse

Der er regnet på to scenarier, hvor det ellers forudsatte dobbeltspor kun anlægges som enkeltspor på selve Kattegatforbindelsen. Konsekvensen er, at antallet af tog reduceres til det halve sammenlignet med hovedløsningen. Det er endvidere ikke muligt at afvikle regulær halvtimesdrift.

Det ene scenarie omfatter en betjening med to lyntog pr time pr retning, mens det andet scenarie omfatter et lyntog og et IC/Re-tog. Rejsetiden vil ændres for ét tog i hver retning, idet dette skal afvente tog i modsatte retning. Derfor vil rejsetiden øges med omtrent 5 minutter for hvert andet tog. Derudover forudsættes resten af køreplanen at være som i basis (K35).

Med 2 lyntog vil driftsindtægter og tidsgevinster reduceres, f.eks. falder billetindtægterne med 260 mio. kr. årligt i forhold til hovedløsningen, hvor der dog også er færre driftsomkostninger end i hovedløsningen.

Hvis et af lyntogene i hver retning omlægges til et IC-tog, vil tidsgevinsterne forbedres med omkring 170 mio. kr. årligt, mens billetindtægterne forbedres med 50 mio. kr. årligt.

Ved at omlægge en lyntogskanal til IC-tog vil relativt flere passagerer få direkte betjening via Kattegatforbindelsen sammenlignet med et scenarie, hvor der alene kører 2 lyntog. Med et enkeltspor bortfalder dog samlet set mindst 10% af passagererne i forhold til Hovedløsningen.

En enkeltsporsløsning afstedkommer trafikeringsmæssige bindinger, som ikke opfanges i LTM-beregningerne. Passagerfordeling i forhold til siddepladsudbud vil give udfordringer med kun 2 tog i timen, og en vis overvurdering af efterspørgsel og faktisk kapacitet er et aspekt, der ikke er analyseret nærmere på dette stadie.

Tabel 29 - Nøgletal til vurdering af de følsomhedsanalyser, der er regnet på LTM
2.3. Økonomien er angivet i PL2021 for åbningsåret (antaget 2035).

Følsomheds- scenarier	Antal tog- passagerer dagligt	Billet- indtægter mio. kr.	Drifts- omkostninger mio. kr.	Tids- gevinster mio. kr.
4 tog - Hovedløsning	26.900	700	-410	1.120
4 tog - alle tog 200 km/t	24.700	610	-350	1.010
4 tog - kyst til kyst 250 km/t	27.700	780	-410	1.340
2 tog (Lyntog) - enkeltspor kyst til kyst	23.400	440	-185	850
2 tog (1 Lyn og 1 IC) - enkeltspor kyst til kyst	24.100	490	-180	1.020

Der er lavet en analyse af de trafikeringsmæssige bindinger som en enkeltsporet forbindelse vil give. Analysen er gennemgået i bilag 1.

Bilag 1: Enkeltsporet jernbanealternativ over Kattegat

I det følgende ses på mulighederne for at reducere den dobbeltsporede jernbanestrækning til enkeltspor, dog således at der fortsat er dobbeltspor over Samsø.

Grundlaget for den gennemførte enkeltsporsanalyse har været to enkeltsporede delstrækninger på hver ca. 24 km henholdsvis øst og vest for Samsø og med en krydstid på 3 minutter for togs passage ved landfæste Sjælland og landfæste Jylland. På Samsø vil det trafikeringsmæssige forløb som udgangspunkt blive udformet sådan, at tog holder 4 minutter for modkørende, gennemgående tog. Det standsende tog foretager eventuelt passagerudveksling.

Det konkluderes at;

- En enkeltsporet Kattegatforbindelse vil kunne ekspedere maksimalt 2 tog i timen i hver retning.
- For at opnå en kundemæssigt attraktiv betjening skal tog mødes på Samsø (men ikke stoppe alle sammen)
- En enkeltsporet Kattegatforbindelse indebærer, at potentialet i den kortest mulige rejsetid København-Aarhus ikke realiseres fuldt ud. Rejsetiden bliver længere for nogen af togene, driftsomkostningerne øges, og samtidig må der afvises passagerer, da der simpelthen ikke er plads nok i de 2 togkanaler til at imødekomme hele efterspørgslen
- Trafikafviklingen på en enkeltsporet forbindelse vil altid være mere sårbar i forhold til hændelser og kan potentielt påvirke øvrig trafik på jernbanenettet.
- Punktligheden vil udfordres af samkørsel over lange stræk med øvrige tog i Jylland og på Sjælland.
- Ønske om begrænset yderligere kørsel i forhold til 2 tog pr time betyder (væsentligt) øget sårbarhed og yderligere forlængede rejsetider.

Om enkeltsporede strækninger

En stor del af jernbanenettet i Danmark består af enkeltsporede strækninger. Samtlige "privatbaner" og en del af de statslige strækninger er enkeltsporede, hvor der er erfaring med en relativ højfrekvent togbetjening. Dog ligger de maksimale hastighedsniveauer typisk relativt lavt, på 100-120 km/t. For at kunne håndtere flere tog på de enkeltsporede strækninger indrettes de med en række krydsningsstationer, hvor tog har mulighed for at mødes.

Visse steder blander tog fra enkeltsporede strækninger sig med tog på dobbeltsporede hovedstrækninger, eksempelvis Skanderborg-Aarhus, Aarhus-Langå og Holbæk-København. I visse tilfælde kan togtrafikken på sådanne hovedstrækninger være intensiv, og dette giver i planlægningen anledning til robusthedsvurderinger og evt. kompenserende tiltag.

Et eksempel på en enkeltsporet strækning med høj kapacitetsudnyttelse er Svendborgbanen, som i banens længde svarer til en enkeltsporet Kattegatforbindelse.

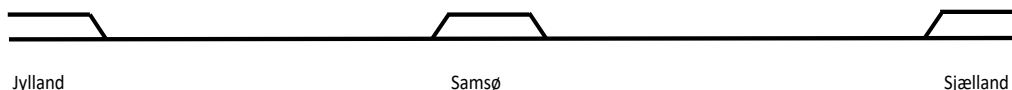
Figur 35 Svendborgbanen skematisk



På den ca. 48 km lange strækning er der ud over Odense og Svendborg 12 stationer, hvor togene kan standse og udveksle passagerer. På 6 stationer kan togene mødes. På stykket Odense-Ringe kører (køreplan 2021) op til 6 tog i timen, og imellem Ringe og Svendborg 4 tog i timen. Rejsetiden over hele strækningen er ca. 45 minutter svarende til en gennemsnitshastighed på 65 km/t. Standsninger, antallet af tog og krydsninger indebærer at rejsetiden øges i forhold til, hvis tog kunne køre Odense-Svendborg uden stop.

En enkeltsporet kyst-kyst forbindelse over Kattegat vil i forhold til ovenstående eksempel være mere simpel, alene af den grund at de 2 enkeltsporsektioner hver er godt 20 kilometer lange. På den anden side vil det trafikale koncept på en enkeltsporet Kattegatforbindelse afvige betydeligt fra de normale enkeltsporede strækninger eftersom tophastigheden vil være langt højere, dvs. 200 km/t kyst-kyst og maksimum 250 km/t på de tilsluttende landstrækninger.

Figur 36 Skematisk sporplan Kattegat kyst-kyst strækning

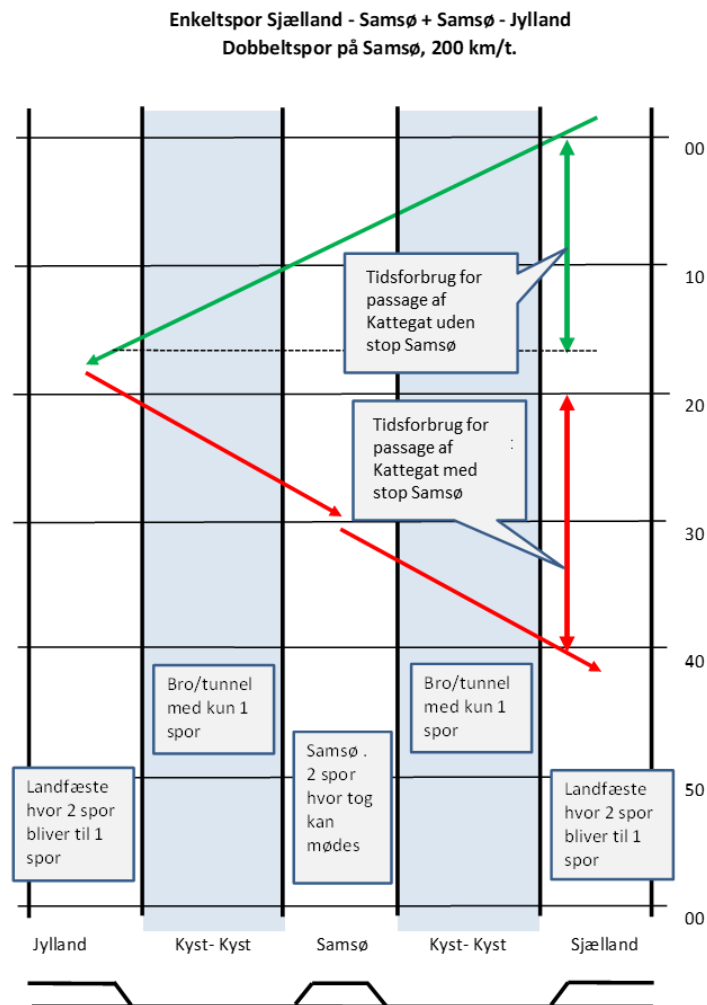


Principiel infrastruktur ved kørsel på enkeltspor

Ved de anvendte forudsætninger med en fuldt dobbeltsporet bane er den effektive køreplan (den faktisk mulige køretid) tilrettelagt sådan, at gennemsnitshastighederne ligger på 180-185 km/t for lyntoget København-Aarhus. Med reduktion til enkeltspor forsøges så vidt muligt at optimere kanalerne, så høj gennemsnitsfart på 170-175 km/t opnås (altså en vis reduktion men dog stadig baseret på at skabe kortest mulige rejsetider i de 'tunge' relationer).

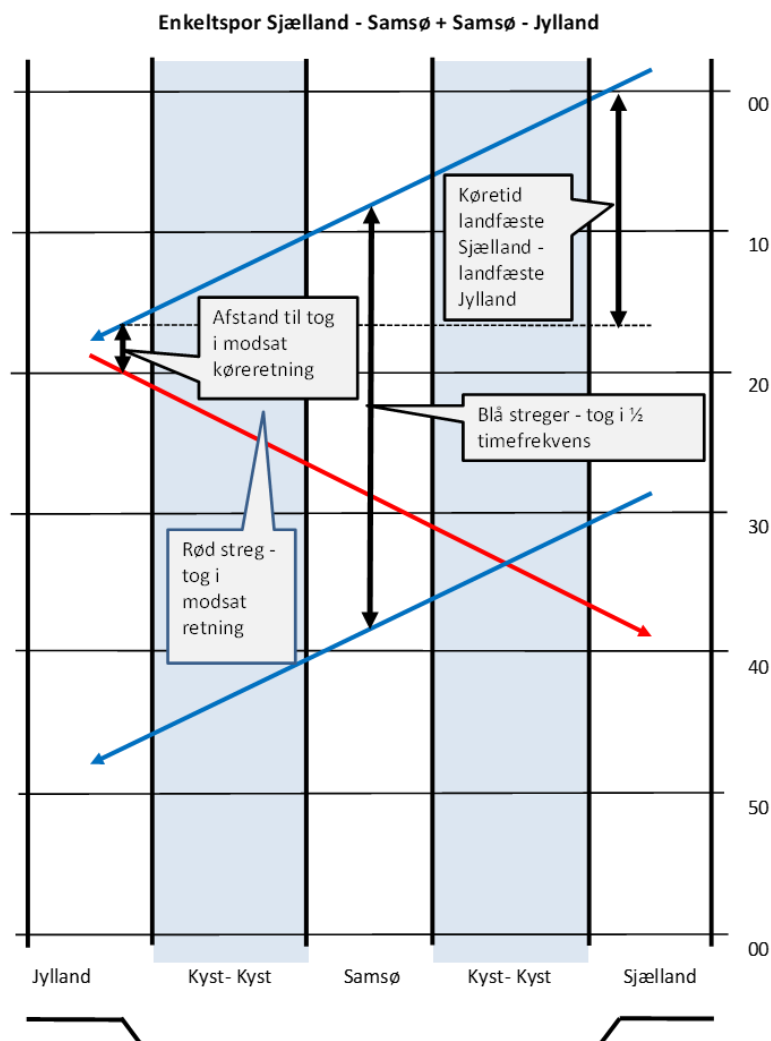
I den følgende illustration er indtegnet 1 tog pr. time i hver retning. Uden stop på Samsø har toget en ren køretid på 17 min. 20 sek., og med stop på Samsø en køretid på 20 min. 2 sek., dvs. uden indregning af holdetid/krydsningstid ved stationen. De to typer af tog er på figuren indtegnet som henholdsvis en grøn og en rød linje.

Figur 37 Et tog i timen i hver retning

**Illustration af halvtimesdrift (uden stop)**

I det følgende ses det - ud fra de beregnede køretider og de antagne forudsætninger -, at tog uundgåeligt vil mødes midt på den ene enkeltsporede sektion. Et trafikeringskoncept med fast halvtimesdrift uden stop på Samsø kan således ikke praktiseres.

Figur 38 Enkeltspor hele vejen, to tog i timen



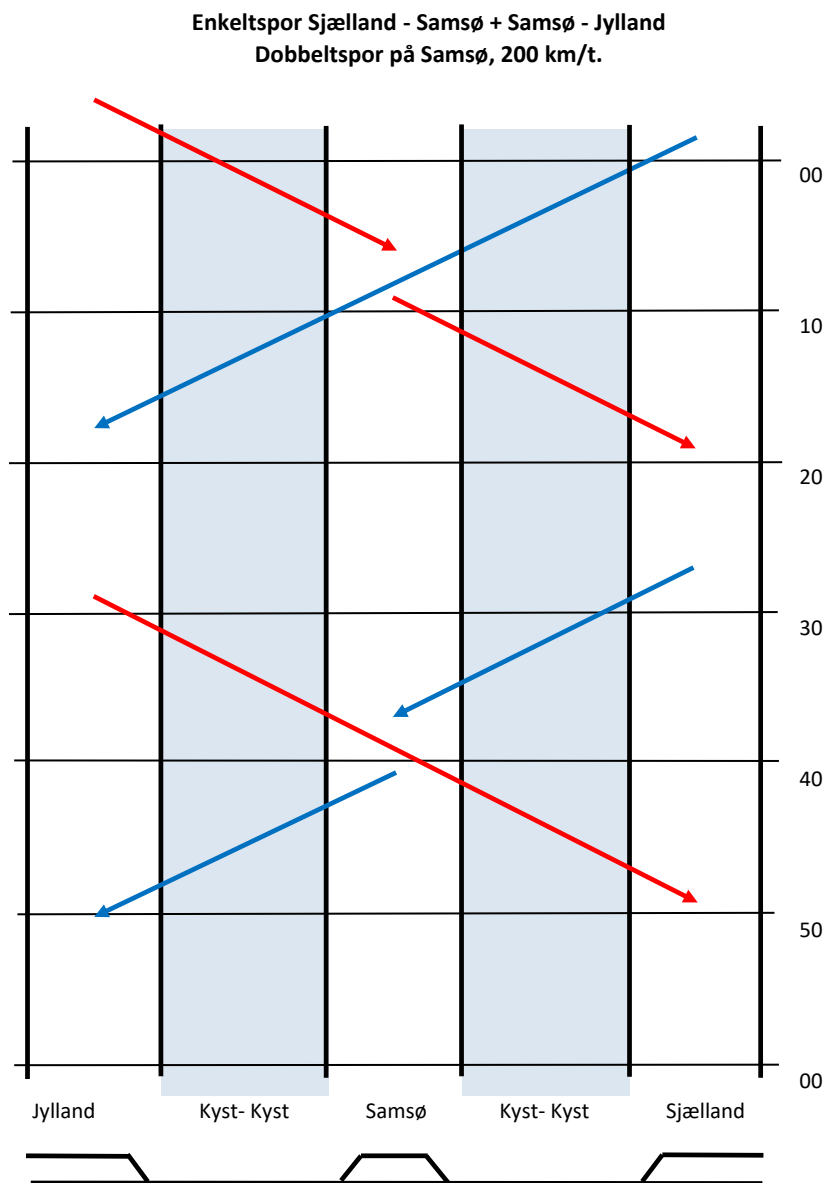
Grundkoncept med 2 tog pr. time i hver retning

I nedenstående skitse antages dobbeltspor anlagt midtvejs på Kattegatforbindelsen. Standsning på Samsø for at møde andet tog (krydsning) udnyttes samtidig til at udveksle passagerer. Det ses, at for tog som standser på Samsø, vil køretiden blive forlænget.

Regulær halvtimesdrift med fast 30 minutters interval er ikke mulig pga. forskellig køretid afhængig af køreretning.

Kapacitetsudnyttelsen er beregnet til 67%, hvilket nærmer sig anbefalet maksimum.

Figur 39 To tog i timen



Yderligere kørsel synes meget kompliceret. Hvis et ekstra tog skal kunne afgå fra f.eks. Sjælland, efter at det røde tog er kørt "i land", vil dette kun kunne komme til Samsø, hvor der så må forudsættes en station med 3 eller 4 perronspor.

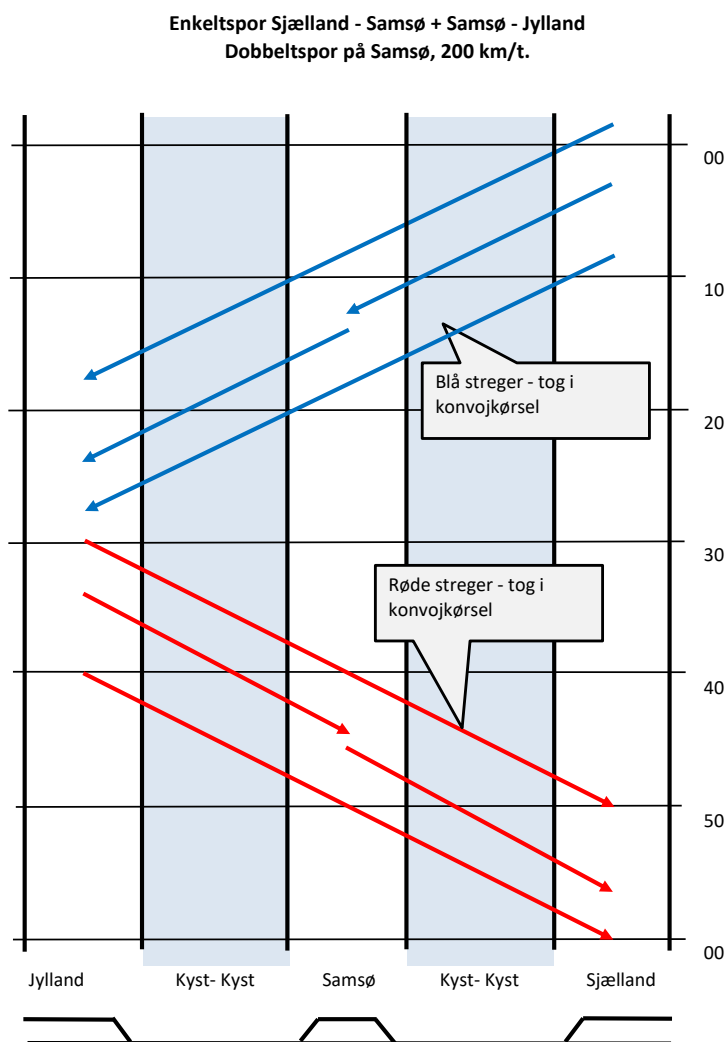
Ved yderligere forlængelse af rejsetiden for tog i begge retninger (forlængede holdetider på Samsø på omkring 5 til 8 minutter), vil det kun være muligt at køre 1 til 2 ekstra tog, hvis man er villig til at udfordre punktligheden. Lange ophold på Samsø forekommer ikke attraktivt.

Konvojkørsel

Det vil umiddelbart ikke kunne anbefales at ændre køreplanen, så togene kører i konvoj, dvs. med flere tog i samme retning umiddelbart efter hinanden. I nedenstående er forudsat, at et af togene i hver retning standser på Samsø.

Ved 3 tog i hver retning øges kapacitetsudnyttelsen til 99%, dvs. langt over anbefalet max-grænse. Ved kolonnekørsel med 2 tog i hver retning er kapacitetsudnyttelsen 86%.

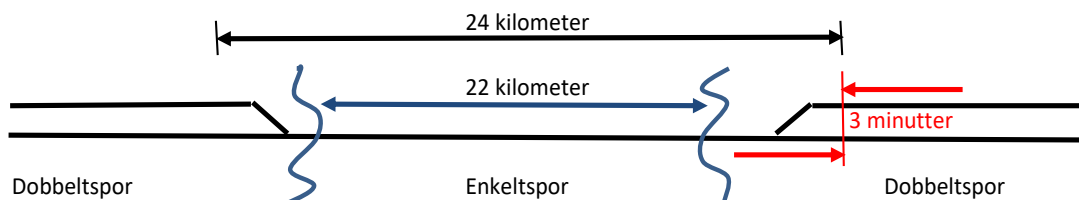
Figur 40 Konvoj-kørsel



Kapacitet

Grundlaget for nærværende analyse har været to enkeltspor på hver 24 km hhv. øst og vest for Samsø og med en krydstid for togs passage ved landfæste Sjælland og Jylland på minimum 3 minutter. På Samsø kan tog mødes, hvor et tog holder i 4 minutter og foretager passagerudveksling, mens et modkørende tog passerer uden stop.

Figur 41 krydstid ved landfæste



Tabel 30 Køretid kyst-kyst fra Jylland til Sjælland beregnet i TPS, for tog med hastighed 200 km/t inkl. 10 % køretidstillæg

Køretid	1 passage
Uden stop Samsø	17 min. 20 sek.
Med stop Samsø	20 min. 2 sek.

Tabel 31 Beregnet kapacitetsudnyttelse

Køretid	2 tog/time hver vej (tilnærmet ½ timedrift)	3 tog/time hver vej (kolonnekørsel)
Uden stop Samsø	67 %	89 %
Med stop Samsø	66 %	99 %

En køreplan for tilnærmet ½-timedrift forudsætter, at tog via Kattegat mødes på Samsø og at tog i den ene retning har ophold på Samsø (for at køre til side for tog i modsat retning).

Et alternativ, for om muligt at køre flere tog, kan være konvojkørsel, så togene kører umiddelbart efter hinanden.

Det ses imidlertid af ovenstående tabel, at uanset hvorledes kørslen tilrettelægges, vil belastningen være høj og trafikken dermed sårbar. 3 tog hver vej er ikke realistisk.

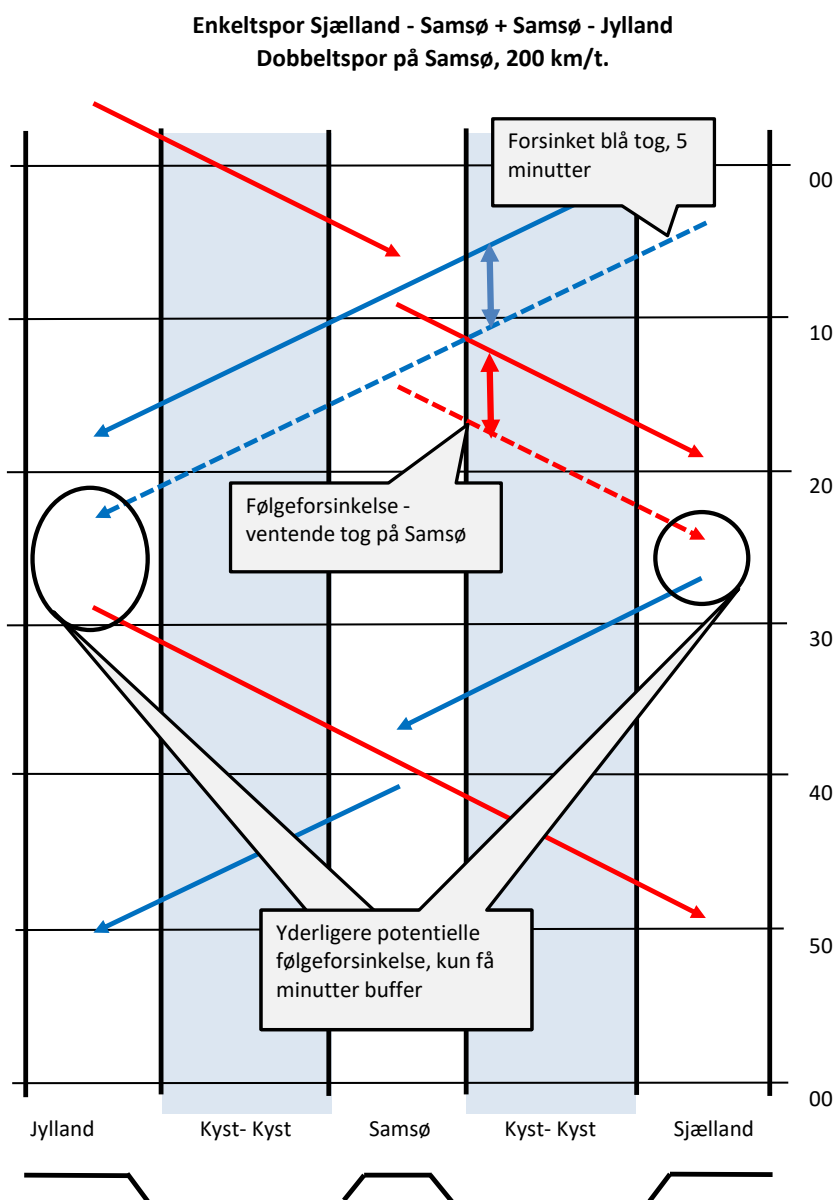
Robusthed

En løsning med en enkeltsporet Kattegatforbindelse vil ikke kunne tilbyde et togsystem, der er lige så robust som en dobbeltsporet løsning hele vejen. I det følgende illustreres et eksempel på et forsinket tog, hvor dette er kommet 5 minutter bagud køreplanen.

Det ses, at et forsinket tog ved indkørsel på kyst-kyst strækningen vil påvirke tog i modsat retning (som holder og venter på Samsø). Når der dermed anvendes buffertid for det røde tog på grafen, vil det desuden påvirke det næste tog igen som skal køre ind på kyst-kyst strækningen.

Forsinkelser på tog på mere end godt 5 minutter vil give overvejelser om aflysning af tog, for at hindre følgeforsinkelser, og for nemmere at genoprette trafikken til normal køreplan.

Figur 42 Forsinket tog, 5 minutter



Punktlighed

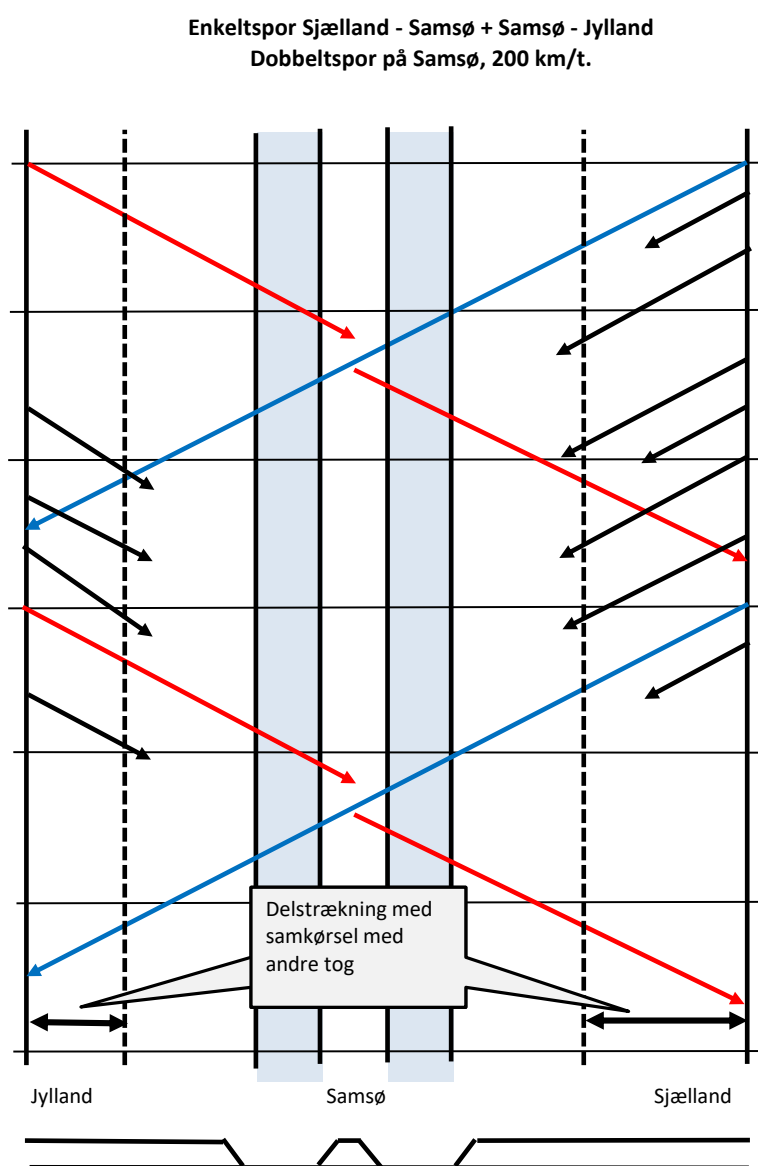
Enkeltspor leverer traditionelt en relativ høj punktighed på danske strækninger, især på lokalbaner der kører som en separat shuttle-trafik uafhængig af

hovedbanenettet og hvor togtrafikken ikke er intensiv. Dette kan ikke nødvendigvis blive tilfældet med en enkeltsporet forbindelse, idet et hurtigt trafikeringskoncept med høje gennemsnitlige hastigheder afviger markant fra driften af enkeltsporede lokalstrækninger

Illustration af sammenhængen mellem dobbeltspor og enkeltspor samt mellem megen trafik og mindre trafik er foretaget nedenfor.

I modsætning til mange enkeltsporsstrækninger vil trafikken på en enkeltsporet Kattegatforbindelse have væsentlige påvirkninger "i begge ender", dvs. med de intensive togsystemer, der findes i henholdsvis Aarhus-området og på det sjællandske net – herunder ikke mindst på strækningerne ind mod København H.

Figur 43 Sammenhæng mellem dobbeltspor og enkeltspor



Bilag 2. Tilslutning til Nordvestbanen

De trafikale effekter ved at tilslutte den eksisterende Nordvestbane til en Kattegatbane er belyst.

Kalundborg by har i dag to stationer; Kalundborg station, som er placeret i byens "gamle" centrum, umiddelbart ved havnen, og Kalundborg Øst station, der betjener byens største erhvervsområde (Novozymes og Novo Nordisk) med mange arbejdspladser.

Der kan etableres en ny station omkring Kalundborg uanset om Nordvestbanen tilsluttes. Fysisk vil det ikke være muligt at placere en ny station på Kattegatbanen i nærheden af det gamle centrum. Uanset om Kattegatforbindelsen anlægges via Asnæs eller via Røsnæs vil den nye station blive placeret udenfor byen.

En tilslutning fra Nordvestbanen til Kattegatbanen vil skulle placeres øst for Kalundborg Øst station. Det betyder, at de tog som kører ind til de to eksisterende stationer i Kalundborg, ikke kan køre videre til Aarhus. Man skal derfor vælge, om de tog, der betjener Nordvestbanen, skal køre til Kalundborg by eller til den nye station uden for byen og derfra evt. videre til Aarhus.

For at betjene både de eksisterende to stationer og Kalundborg Ny station samt Kattegatbanen, er det derfor nødvendigt med to toglinjer på Nordvestbanen, hvor den ene kan fortsætte helt vestpå til Kalundborg, og den anden kan dreje af langt østligere og fortsætte ad Kattegatbanen.

Beregninger viser, at de fleste passagerer rejser lokalt, også selvom der er etableret en Kattegatforbindelse. Der vil stadig være flere rejsende fra Nordvestbanen til Kalundborg by end til Aarhus. Det kan derfor være en ulempe for passagererne, hvis togene på Nordvestbanen ikke kører til Kalundborg by. Samtidig viser beregningerne, at Kattegatforbindelsen ikke giver mange ekstra rejsende på Nordvestbanen. Der er således ikke grundlag for at udvide trafikken på Nordvestbanen.

Hvis der anlægges en tilslutning mellem Nordvestbanen og en ny bane, foreslås det at enkelte tog kører til Aarhus i stedet for Kalundborg by. For eksempel kan det

være sådan at myldretidslinjen på Nordvestbanen forlænges til Aarhus. Eksisterende Kalundborg station betjenes fortsat med 1 tog i timen.



Figur 44 Tilslutning Nordvestbanen. Betjening af både Kalundborg og Kalundborg ny station med tre tog på Nordvestbanen.

En tilslutning af Nordvestbanen vil kunne reducere rejsetiden for de rejsende fra Nordvestbanen mod Midt- og Nordjylland, samt de rejsende i modsatte retning. Turen fra Holbæk til Aarhus vil med denne betjening kunne gennemføres på cirka 1½ time afhængig af den konkrete køreplan.

Derudover vil tilslutningen kunne have betydning i forhold til forsyningssikkerheden, idet man med en tilslutning vil have flere ruter over Sjælland til Kattegatforbindelsen, i stedet for kun en.

Trafikstyrelsen har i det følgende set på effekterne af forskellige mulige togbetjening med og uden en tilslutning af Nordvestbanen til Kattegatbanen.

Det vurderes, at en tilslutning af Nordvestbanen til Kattegatbanen ikke vil medføre samfundsøkonomiske gevinster af betydning for Kattegatprojektet, da tilslutningen ikke vil generere særligt mange rejsende.

Effekterne af de forskellige betjening beregnes på Landstrafikmodellen (LTM).

Beregningerne der bruges til at beskrive effekterne, er listet i Tabel 32.

Tabel 32 - Køreplansomfang over Kattegat brugt i LTM beregningerne.

Betjening	Antal tog over Kattegat	Lyntog	IC-Tog	Regionaltog via Nordvestbane
Grundbetjening <u>uden</u> tilslutning af Nordvestbanen	3		1 afgang via Roskilde imellem Københavns lufthavn og Aarhus H	Ingen
Grundbetjening <u>uden</u> tilslutning af Nordvestbanen	4	2 afgange uden stop imellem København H og Aarhus H, et lyntog videre til Aalborg	1 afgang via Køge Nord imellem København og Aarhus H og 1 afgang via Roskilde imellem Københavns lufthavn og Aarhus H	Ingen
Grundbetjening <u>med</u> tilslutning af Nordvestbanen	4		1 afgang via Roskilde imellem Københavns lufthavn og Aarhus H	1 afgang imellem København H- Aarhus H

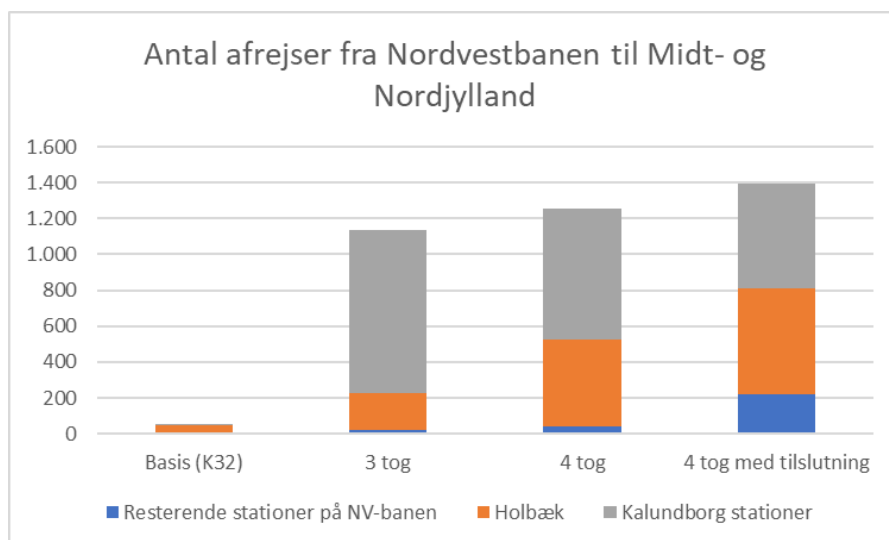
I det følgende gennemgås resultater af beregningerne.

Rejser fra Nordvestbanen med en Kattegatforbindelse

Der er store stigninger i antal rejser i alle tre Kattegatscenarier, både med og uden direkte tog/tilslutning fra Nordvestbanen via Kattegat. Der ses stigninger på imellem 1.100-1.400 antal rejser (se *Figur*) fra stationerne på Nordvestbanen mod Jylland via. Kattegat ift. basis, der skyldes de store rejsetidsbesparelser, som Kattegatforbindelsen giver.

Hvis tilslutningen anlægges og regionaltogssystemet på Nordvestbanen kører over Kattegatforbindelsen og ikke ud til Kalundborg og Kalundborg øst, sker der en mindre stigning på omkring 150 daglige passagerer fra Nordvestbanens stationer (Lejre-Kalundborg Ny) ift. scenarierne uden direkte betjening. Størrelsen af stigningen vil kunne ændre sig når en endelig placering af Kalundborg ny station fastlægges ift. korrespondancer til og fra de to eksisterende Kalundborg stationer.

En tilslutning af Nordvestbanen har størst betydning lokalt for Holbæk (orange), hvor antallet af afrejser mod Midt- og Nordjylland stiger fra 200 til 600 dagligt, fra 3 togscaenariet til 4 togscaenariet med tilslutning. For de resterende stationer langs Nordvestbanen (blå) sker mindre stigninger, især i scenariet med tilslutning.



Figur 45 Antal rejsende fra Nordvestbanens stationer til Midt- og Nordjylland pr dag med forskelligt betjeningsomfang

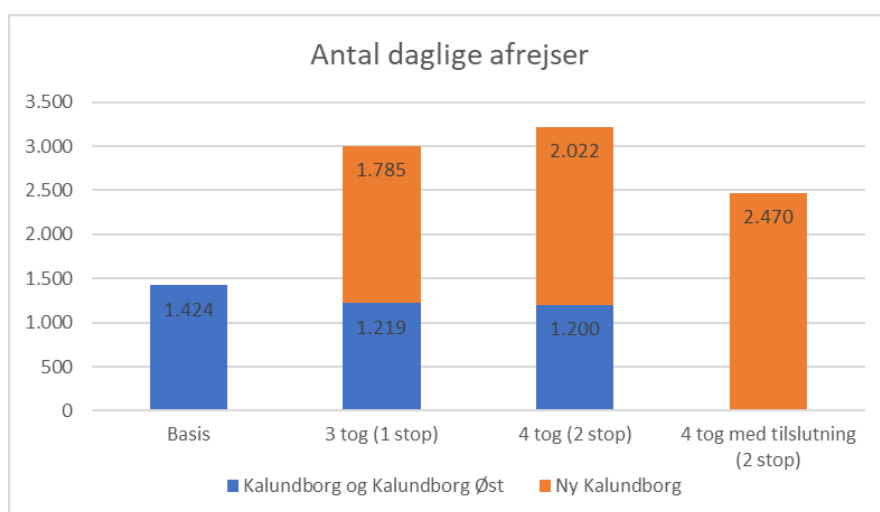
Effekter på Kalundborgs stationer

Fordelingerne af rejsende på stationerne omkring Kalundborg by ses på Figur . De to eksisterende stationer er vist med blå og den nye station med orange.

For alle Kattegatscenarier ses stigninger af afrejser fra Kalundborgområdet på imellem 1.000-1.750 dagligt ift. basis, uafhængigt af om Nordvestbanen er tilsluttet eller ej.

Med tre tog over Kattegat, uden tilslutning til Nordvestbanen, hvor ét tog i timen, standser på Kalundborg ny station, sker en stigning på over 1.500 daglige afrejser fra Kalundborgområdet ift. basis (K32). Med et ekstra stop (2 stop) på Kalundborg ny station sker en yderligere stigning på omkring 250 daglige afrejser.

Ved en tilslutning af Nordvestbanen til Kattegatforbindelsen, samtidig med at alle Nordvestbanesystemer omlægges til Kattegatforbindelsen og eksisterende Kalundborg station og Kalundborg øst ikke betjenes, vil antallet af rejser fra Kalundborg ny station stige med omkring 400 daglige rejser. Størstedelen af disse vil være overflyttede passagerer fra de to eksisterende (ikke betjente) stationer, og en del rejser vil forsvinde fra Kalundborgområdet ift. de to øvrige Kattegatscenarier. Det ses at der vil være omkring 500-750 færre daglige rejser, hvis betjeningen af Kalundborg og Kalundborg Øst ophører og kun Kalundborg Ny station betjenes.



Figur 46 Daglige afrejser fra Kalundborgs stationer pr. beregnet scenarie

Rejsetider

For de rejsende imellem Nordvestbanen og Midt- og Nordjylland, vil rejsetiden kunne reduceres en del med en tilslutning af Nordvestbanen.

Rejsetiden i dag imellem Holbæk og Aarhus ligger på omkring 190-195 minutter.

Den samlede rejsetid imellem de to stationer er lavest ved en direkte linje fra Holbæk station til Aarhus over Kalundborg ny station, som kun er mulig ved anlæggelse af en tilslutning mellem Nordvestbanen og Kattegatbanen. En tilslutning vil kunne spare de rejsende fra Holbæk (og Nordvestbanen) omkring 15-30 minutter ift. en Kattegatbane uden tilslutning, samme besparelse antages i modsatte retning.

Der er dog store usikkerheder ved skiftetiderne og ventetider, da de i høj grad afhænger af de planlagte køreplaner og hvilke korrespondancemuligheder der er i Kalundborg og Roskilde.

Samlet vurdering

Samlet set vurderes det, at en tilslutning af Nordvestbanen kun vil generere meget få rejser over Kattegatbanen, men at en tilslutning kan have betydning lokalt for (de få) rejsende mellem Nordvestbanen til Midt- og Nordjylland, som vil opnå en tidsbesparelse.

Det vurderes at en tilslutning af Nordvestbanen til Kattegatbanen ikke vil give gevinster for Kattegatprojektet, da tilslutningen ikke vil generere særligt mange rejsende. Nordvestbanens stationer vil i scenarierne både med og uden tilslutning få den samme stigning af afrejser over Kattegatforbindelsen. I alle Kattegat-scenarier vil der på stationerne i Kalundborg ske en stigning af passagerer ift. basis (K32).

Hvis Nordvestbanetogene omlægges til at køre over Kattegat og hvis Kalundborg by kun betjenes af Kalundborg ny station, vil man tabe passagerer ift. de scenarier

hvor alle tre stationer, Kalundborg, Kalundborg Øst og Ny Kalundborg betjenes (Kalundborg ny med Kattegattog, Kalundborg og Kalundborg øst som i dag).

Betjeningen af Kalundborgområdet i en situation med tilslutning af Nordvestbanen til Kattegatforbindelsen vil kunne planlægges således, at enkelte afgangene køres over Kattegat og enkelte ind til Kalundborg og Kalundborg øst.

Trafikstyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

Tlf. 7221 88000

www.trafikstyrelsen.dk

**Trafikal analyse af en
jernbaneforbindelse over Kattegat**
Baggrundsrapport