

Togfonden DK

– højhastighed og elektrificering på den danske jernbane

September 2013



Forord

Timemodellen er visionen om at kunne køre med tog fra København til Odense på én time, samt videre til Aarhus hhv. Esbjerg på yderligere én time, samt fra Aarhus til Aalborg på én time. Timemodellen vil være den største forbedring for jernbanen siden åbningen af Storebæltsforbindelsen i 1997.

Med projekterne i Togfonden DK realiseres Timemodellen med markant hurtigere rejsetider som vil rykke hele Danmark tættere sammen. Med timemodellen anlægges en række nye baner i korridoren København-Odense-Aarhus-Aalborg, og bestående strækninger opgraderes. Effekterne af timemodellen vil imidlertid også sprede sig som ringe i vandet til hele landet. Der vil være direkte Superlyn til 9 byer vest for Storebælt, og køreplanen forventes opbygget så mindst 25 byer vest for Storebælt har prioriteret korrespondance til Superlynet.



De markant kortere rejsetider rykker familier nærmere sammen, gør det mere attraktivt at søge job, som ligger længere væk fra ens bopæl, mindsker transporttidens andel i dagligdagen og imødekommer erhvervslivets behov. Hermed styrkes Danmarks konkurrenceevne, og i sidste ende jobskabelsen. Ligesom selve anlægsarbejderne også vil være gavnlige for beskæftigelsen i Danmark. Samfundet bliver rigere med Togfonden DK, og det er den relativt billigste måde at få danskerne til at rejse mere kollektivt.

Med elektrificeringen i Togfonden DK, og de tog i Timemodellen, som for alvor skal bruge elektrificeringen vil stort set hele DSB's udledning af CO2 forsvinde. Samtidig sikres renere luft som følge af udfasningen af dieseltogene. Yderligere vil overflytningen af bilister og flyrejsende virke i en grønnere retning.

Analysen af elektrificering af jernbanenettet har vist, at en elektrificering af jernbanen også er en god forretning, primært fordi drift og indkøb af elektriske tog er billigere end dieseltog. Oven i de fordele der er medregnet i de samfundsøkonomiske beregninger kommer, at el-tog accelererer hurtigere og dermed kommer hurtigere frem.

Med Folketingets beslutning i 2010 om en ny bane mellem København og Ringsted er Timemodellen allerede godt på vej, og med regeringens oplæg om Togfonden DK er muligheden for realisering af den resterende del af Timemodellen sikret.

Nærværende analyse viser, at de resterende etaper af Timemodellen kan realiseres for ca. 14,8 mia. kr. (2014-priser), hvilket svarer til hvad der blev afsat i Togfonden DK. Nærværende analyse viser også, at elektrificeringen af jernbanen kan realiseres for ca. 8,7 mia. kr. (2014-priser), hvilket ligeledes svarer til, hvad der blev afsat i Togfonden DK.

Beregningerne viser endvidere, at der er god samfundsøkonomi i en realisering af Timemodellen og elektrificeringen, således ligger den interne rente på ca. 5-7 % for Togfondens projekter.

Trafikstyrelsen og Banedanmark, 26. september 2013.

Indhold

Timemodellen - det danske højhastighedskoncept	4	Bilag 1. Anlægsoverslag	58
Enkelt og brugervenligt	4	Bilag 2. Andre undersøgte løsninger	61
Meget hurtigere end i dag	5	Bilag 3. Hastigheder i dag og i fremtiden	73
Kan gennemføres med Togfonden DK	6	Bilag 4. Køreplaneksempler	74
God samfundsøkonomi og driftsøkonomi	9	Bilag 5. Materieleksempler	84
Videre perspektiver	10	Bilag 6. Samfundsøkonomiske forudsætninger og følsomheder for Timemodellen	86
Baneanlæg Odense-Aarhus	12	Bilag 7. Passagervurderinger	88
Hvor meget kan rejsetiden afkortes?	12	Bilag 8. Klimaeffekter	90
Hvilket materiel kan anvendes og hvor hurtigt skal det køre?	13	Bilag 9. Referencer	91
Banen i dag og i fremtiden	13		
Ny bane over Vestfyn	16		
Ny bane over Vejle Fjord	20		
Ny bane Hovedgård-Hasselager	24		
Hastighedsopgraderinger	26		
Hvordan skal togene køre?	30		
Køreplaneksempel for timemodellens lyntog	30		
Korresponderende tog til prioriterede byer	31		
Godstrafikken	35		
Overvejelser om togmateriel	35		
Drifts- og samfundsøkonomi	38		
Elektrificering	42		
Aftaler om elektrificering	42		
Kan gennemføres med Togfonden DK	43		
Betydning for klima og miljø	45		
Den strategiske analyse (2011)	46		
Begrundede anlægsoverslag	47		
Økonomien for den samlede elektrificering i Togfonden DK	50		
Den økonomisk mest optimale udrulningsplan	52		
Videre perspektiver	54		
Forbedret regional togbetjening	54		
Stationsnær byudvikling	56		

Timemodellen - det danske højhastighedskoncept

Timemodellen vil komme hele landet til gode med markant hurtigere rejsetider end i dag. Det er den største forbedring siden Storebæltsforbindelsen. Timemodellen er allerede på vej og kan realiseres med Togfonden DK

Timemodellen – det danske højhastighedskoncept – skal løfte jernbanen i Danmark, så der tilbydes topmoderne, attraktiv og grøn transport. Der skal være hurtige tog til hele landet. Målet er, at den kollektive trafik skal løfte det meste af fremtidens transportvækst.

Visionen er en rejsetid på kun en time mellem København-Odense, Odense-Esbjerg, Odense-Aarhus og Aarhus-Aalborg. Også Kolding, Fredericia, Vejle, Horsens og Randers er med i Timemodellen.

Figur 1. Timemodelvisionen med 1 times rejsetid mellem de største byer

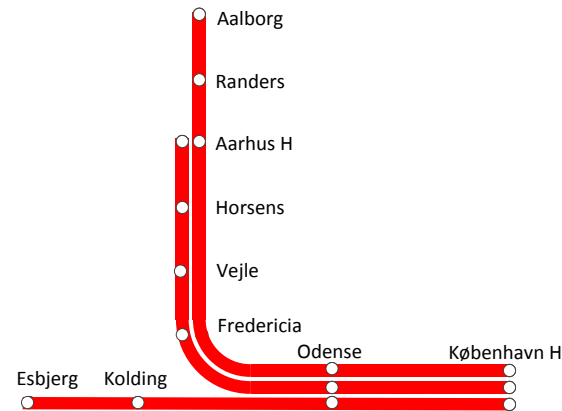


Enkelt og brugervenligt

Konceptet skal være enkelt og brugervenligt med faste minuttal og tog hver time, hele dagen. Togene kører på runde minuttal (00 og 30, sekundært 15 og 45 i alle timemodellbyer i begge retninger), som er lette for passagererne at huske. Timemodellen består af tre lyntogslinjer, kaldet Superlyn, med tilsluttende IC- og regionaltog:

- Dels et Superlyn med én times rejsetid mellem de største byer København, Odense, Aarhus, Aalborg. Inkl. et stop i Randers.
- Dels et Superlyn, der kører på én time fra København til Odense og videre fra Odense til Esbjerg med stop i Kolding efter ½ time.
- Dels et Superlyn mellem København og Aarhus på 2 timer og 10 min – med stop i Odense, Fredericia, Vejle og Horsens.

Figur 2. Timemodelkonceptet består af tre toglinjer med Superlyn



Timemodellen vil ikke alene komme rejsende mellem de store byer til gode. Den vil give hurtigere rejsetider for alle togrejsende i hele landet, som benytter hovedstrækningerne København-Aalborg og København-Esbjerg.

Visionen er et sammenhængende togsystem, hvor der altid er kort omstigning til andre tog. Køreplanen forventes opbygget, så mindst 25 byer vest for Storebælt har prioriteret korrespondance til Timemodellens Superlyn. Derved får hele Danmark maksimal gevinst af Timemodellen.

Meget hurtigere end i dag

Der bliver tale om markant hurtigere rejsetider end i dag – den største ændring siden Storebæltsforbindelsen. Fra København bliver det mellem en halv og hel time hurtigere at rejse til de fleste byer vest for Storebælt. For nogle relationer er gevinsten endnu større. Forbedringerne skyldes både hurtigere togmateriel, optimerede køreplaner og en udbygget infrastruktur.

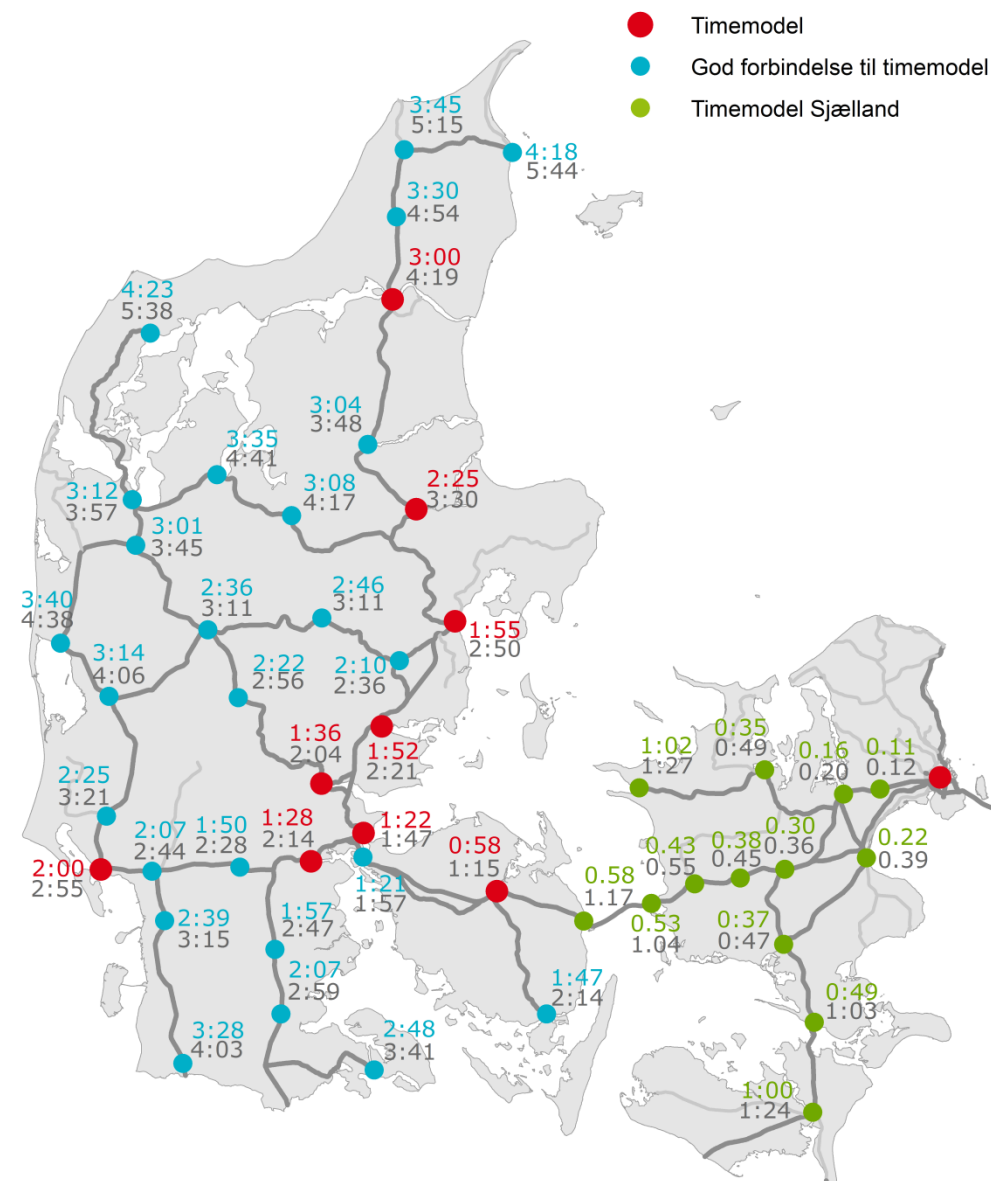
Mellem København og Aalborg reduceres rejsetiden med op til 1½ time i forhold til i dag, og det bliver næsten en time hurtigere at komme fra København til Aarhus og Esbjerg. Timemodellen giver også bedre betjening på de kortere rejser, eksempelvis mellem Vejle og Aarhus, Horsens og Aarhus og mellem Odense og Vejle.

Også på Sjælland får man kortere rejsetider i fremtiden. Timemodellens første etape København-Odense betyder sammen med udbygning mellem Roskilde og Holbæk og mellem Ringsted og Femern Bælt, at hurtige regionaltog kan nå helt til Nykøbing F, Nyborg og Kalundborg på en time.

Tabel 1. Køreplanseksempler for Timemodellens tre toglinjer med Superlyn. Tabellen viser faste minuttal for hver lyntogslinje i begge retninger.

L1	L2	L3			L3	L2	L1
00	08	30	København H	o	30	52	00
58	06	28					
00	08	30	Odense	o	30	52	00
	30	:					
:	45	:	Vejle	:	15	:	:
	00	:					
55	18	:	Aarhus H	:	42	05	:
00	:	:					
25	:	:	Randers	:	:	35	:
00	:	:					
	59		Kolding	:	01	:	:
	30						

Figur 3. Rejsetider til/fra København. Alle prioriterede byer vil opleve store rejsetidsgevinster på ½-1½ time. Med farvede tal ses rejsetider i Timemodellen, med sorte tal nuværende rejsetider.



Rejsetidsgevinsterne vil være til stor gavn for de mange, der allerede rejser med toget. Samtidig vil det forrykke konkurrenceforholdet mellem bil og tog betydeligt og få mange flere til at tage toget. Timemodellen trækker dermed den samlede transport i en mere grøn retning.

Kan gennemføres med Togfonden DK

Realisering af Timemodellen forudsætter en bedre baneinfrastruktur. De første etaper af Timemodellen er allerede på vej. En ny bane fra København til Ringsted er under opførelse, og der er truffet beslutning om opgradering mellem Ringsted og Odense og mellem Hobro og Aalborg.

Mellem Odense og Aarhus foreslås med Togfonden DK, at der bygges tre nye højhastighedsbaner til hastigheder op til 250 km/t:

- en ny bane langs motorvejen på Vestfyn
- en ny bro med tilhørende baneanlæg over Vejle Fjord
- en ny direkte bane mod Aarhus mellem Hovedgård og Hasselager

Desuden opgraderes mellemliggende strækninger op til 200 km/t.

38 minutter hurtigere mellem Odense og Aarhus

I dag er rejsetiden med lyntog mellem Odense og Aarhus 1 time og 33 minutter. I fremtiden kan den blive 55 minutter, dvs. 38 minutter hurtigere. Dette opnås ved en kombination af tre forskellige tiltag:

- en forventet fremtidig reduktion i køretidstillæg (pga. bedre kapacitet og nyt signalsystem mm.) reducerer rejsetiden med 6 minutter.
- direkte nonstop tog mellem Odense og Aarhus reducerer rejsetiden med 9 minutter i forhold til nuværende lyntog, som har 4 stop undervejs.
- tre nye baner og hastigheder på op til 250 km/t reducerer rejsetiden med 21 minutter. Reduktionen skyldes dels højere hastighed og nyt togmateriel, som kan udnytte tophastigheden, samt 25 km kortere linjeføring. Hertil kommer opgraderinger op til 200 km/t af mellemliggende strækninger, som reducerer rejsetiden med yderligere ca. 2 minutter.

Rejsetiden afhænger af, hvilket materiel der bruges. Med IC3-tog, der højst kan køre 180 km/t, ville rejsetiden blive 61 minutter for nonstop-lyntog. Med elektriske tog med tophastighed 200 km/t ville rejsetiden blive 57 minutter. Med tophastighed på op til 250 km/t bliver den samlede rejsetid Odense-Aarhus 55 minutter.

Togfonden DK

1. marts 2013 offentliggjorde regeringen sit forslag om fuldførelse af Timemodellen og elektrificering af større dele af det danske jernbaneanet, jf. tabellen nedenfor. Regeringen foreslog nye indtægter fra udvinding af olie og gas i Nordsøen reserveret til en fond, der skal finansiere elektrificering af hele hovedbaneanettet i Danmark samt gennemførelse af timemodellen på jernbanen.

Den 17. september 2013 indgik regeringen aftale med Enhedslisten og Dansk Folkeparti om at finansiere Togfonden DK med i alt 28,5 mia. kr. (2014-priser).

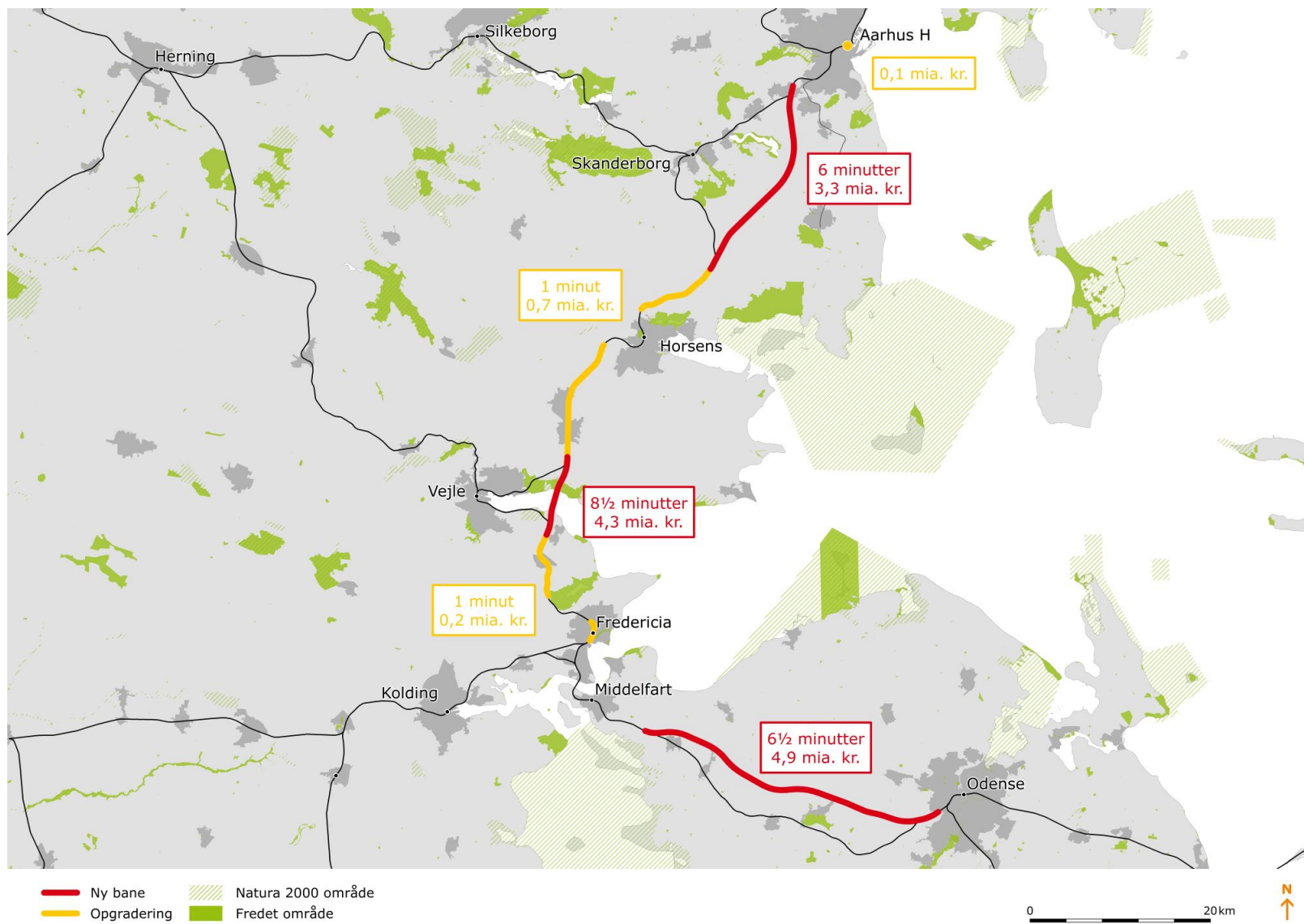
Udspil til Togfonden DK af marts 2013	mia. kr.
Ny bane over Vestfyn	5,4
Bro over Vejle Fjord	4,0
Ny bane Hovedgård-Aarhus	3,4
Opgraderinger Fredericia-Aarhus	1,1
Resterende tiltag etape 1 og 2	4,9
Elektrificering	8,7
I alt	27,5

I denne rapport foreslås i alt 14,8 mia. kr. afsat til realisering af den fulde timemodell, heraf 13,9 mia. kr. til Odense-Aarhus og 0,9 mia. kr. til Aarhus-Hobro. Der foreslås endvidere fortsat afsat 8,7 mia. kr. til elektrificeringen, jf. nedenfor.

Også fordele for godstog

Også godstrafikken får gavn af investeringerne i Togfonden DK. Med den nye bane over Vestfyn får godstogene god plads på den eksisterende bane. Det medfører reducerede køretider i størrelsesordenen 20 minutter for de godstog, der ikke længere skal overhales på Vestfyn. Mellem Fredericia og Aarhus kan godstog, som lever op til kravene på de nye baner over Vejle Fjord og mellem Hovedgård og Hasselager spare 20 km og ca 15 minutters køretid ved i stedet at benytte disse strækninger.

Figur 4. Udvalgte baneanlæg i Togfonden mellem Odense og Aarhus med angivelse af tidsgevinster og anlægsoverslag fra forundersøgelsen (fase 1)



Aftale om en grøn transportpolitik af 29.januar 2009:

Aftalen, der blev indgået mellem Socialdemokraterne, Det Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti, Venstre, De Konservative, Dansk Folkeparti og Liberal Alliance, har følgende ordlyd: "Parterne er enige om, at der skal sikres markant hurtigere rejsetider med tog mellem de store byer, og ønsker derfor en etapevis udbygning og opgradering af jernbanenettet.

Visionen er en rejsetid på 1 time på strækningerne København – Odense, Odense – Aarhus og Aarhus – Aalborg (Timemodellen). Parterne er enige om, at visionen i et længere tidsperspektiv søges udbredt til flere byer, f. eks. Esbjerg og Herning.

Gennemførelsen af Timemodellen vil ikke alene komme rejsende mellem de store byer til gode. Den vil i realiteten give hurtigere rejsetider for alle togrejsende i hele landet, som benytter hovedstrækningen mellem København og Aalborg..."

Anlægsomkostninger kvalificeret i forundersøgelse

Forundersøgelsen viser, at de udpegede nye baner og opgraderinger mellem Odense og Aarhus kan realiseres for ca. 13,5 mia. kr. (2013-priser, svarende til 13,6 mia. kr. i 2014-priser). Det er lidt mindre end de 13,9 mia. kr. (2014-priser), der foreslås afsat i Togfonden DK. Forundersøgelsen har dog også afdækket, at der kan blive problem med afvikling af togene på nogle stationer i forhold til perronspor og krydsende togveje. Det konkrete behov er ikke nærmere vurderet, men der bør reserveres midler hertil.

De resterende 300 mio. kr. i Togfondens udspil vedr. etappen Odense-Aarhus forslås reserveret hertil, samt til evt. mindre hastighedsopgraderende tiltag gennem Horsens. De er ikke medregnet i anlægsoverslaget, men den samfundsøkonomiske konsekvens af et samlet anlægsoverslag på 13,9 mia. kr. svarende til Togfonden DK Odense-Aarhus er belyst i en følsomhedsanalyse. I anlægsoverslaget er medregnet 100 mio. kr. til en mindre kapacitetsudvidelse af Aarhus H.

Mellem Aarhus og Hobro skal der også foretages en opgradering, ligesom der skal ske yderligere opgradering mellem Hobro og Aalborg for at nå en rejsetid på en time mellem Aarhus og Aalborg. Det er ikke

nødvendigt med opgradering mellem Kolding og Esbjerg for at nå en rejsetid på en time mellem Odense og Esbjerg.

Kan bygges på 7 år

Fra det tidspunkt hvor der træffes beslutning om at anlægge de nye baner, forventes der at gå ca. 7 år til de kan tages i brug. Foruden udbudsproces, projektering og selve anlægsarbejderne skal der gennemføres en VVM-undersøgelse og udarbejdes lovgrundlag for projekterne. Hastighedsopgraderingerne vil kunne gennemføres hurtigere. De bør koordineres med den planlagte elektrificering af strækningerne.

Status på Timemodellens etaper:

Arbejdet med timemodellen er inddelt i tre etaper, som er undersøgt og finansieret hver for sig. Projekterne bygger ovenpå hinanden.

Første etape – København-Odense – består dels af den nye højhastighedsbane København-Ringsted via Køge. Banen blev besluttet i 2010 og forventes klar i 2018. Etappen omfatter desuden opgradering af den eksisterende strækning Ringsted-Odense.

Anden etape – Aarhus-Aalborg – gennemføres i to deletaper. Første deletape er opgradering Hobro-Aalborg til 200 km/t, som forventes klar i 2018. For anden deletape Aarhus-Hobro er en forundersøgelse under udarbejdelse.

Tredje etape – Odense-Aarhus – kræver en omfattende indsats på banenettet. Der gennemføres en strategisk undersøgelse frem til 2013. Denne rapport afrapporterer screening og forundersøgelse af denne etape.

Udvælgelse af Togfondens anlæg

Anlæggene i Togfonden er de mest fordelagtige udvalgt på baggrund af et katalog over udbygningsmuligheder med en screening af anlægsoverslag. Togfondens udvalgte anlæg er blevet kvalificeret i en forundersøgelse på fase 1 niveau.

Togfonden indeholder også forslag om midler til elektrificering af hovednettet. Elektrificeringen betyder, at der skal investeres i nyt

togmateriel. Det giver en unik mulighed for at vælge tog, der understøtter realiseringen af timemodellen. Det betyder også, at der fremover kan anskaffes gennemprøvet togmateriel.

Elektrificeringen er gennemgået mere detaljeret i kapitlet om elektrificering. Elektrificering af eksisterende strækninger forudsættes gennemført uafhængigt af beslutningen om Timemodellen, hvorfor omkostningerne hertil ikke indgår i analysen af Timemodellen.

Køretidsgevinsten ved den udbyggede baneinfrastruktur afhænger af togmateriellet. Opgørelsen af køretiderne er foretaget med det eksisterende tyske ICE som beregningseksempel med en maksimalhastighed på 250 km/t.

Figur 5. Danmark kommer med på det europæiske højhastighedskort. Kortet viser strækninger med hastigheder over 200 km/t.



ICE er en ældre og tungere udgave af det nye ICX, og har derfor lidt dårligere acceleration og trækraft. De beregnede køretidsgevinster ved ICE vurderes derfor at være konservative. I det konkrete, fremtidige materielvalg vil der skulle ske en mere detaljeret optimering mellem bl.a. de fysiske baneanlæg og de fremtidige togtypers trækraft, maksimalhastighed, acceleration, passagerudvekslingstider m.v.

Hurtigt, elektrisk materiel vurderes nu sammen med de i Togfonden DK udvalgte anlægsprojekter at være den mest omkostningseffektive måde at realisere timemodellen på, men det vil være hensigtsmæssigt løbende at følge markedssituationen for vurdering af hurtige tog.

En række andre løsninger til realisering af timemodellen er undersøgt i en indledende screening. Disse andre løsninger, som også er beskrevet i denne rapport, er en videre bearbejdning af Trafikstyrelsens rapport 'Forbindelser mellem Vest- og Østdanmark. Screening af linjeføringer for timemodellen og banebetjening af Østjylland. Marts 2011'.

God samfundsøkonomi og driftsøkonomi

Et samfundsøkonomisk godt projekt

Samfundsøkonomisk er Timemodellen et godt forrentet projekt. Projekterne i Togfonden DK udviser høje interne renter og positive nettonutidsværdier. Projekterne i Togfonden DK har en intern rente på hhv. 6,8%, 6,0% og 5,4% ved korrektionstillæg, i henhold til principperne for Ny Anlægsbudgettering (NAB), på henholdsvis 10%, 30% og 50%.

Positive effekter i form af rejsetidsgevinster, billetindtægter og arbejdsudbudseffekter mere end modsvarer anlægsomkostningerne (inkl. korrektionstillæg) til nye og opgraderede banestrækninger og de højere drifts- og vedligeholdelsesomkostninger, der er en konsekvens af timemodellenes udvidede togbetjening.

Med den fulde Timemodell vil der være ca. 50% flere passagerer mellem timemodellbyerne i forhold til i dag. Effekterne af Timemodellen er baseret på resultater fra Landstrafikmodellen version 1.0.5. Modelkørslerne er udført af DTU Transport. Der er tale om de første

beregninger på modellen, og man kan forvente metodiske forbedringer de kommende år.

Følsomhedsberegninger viser, at resultatet er robust, og der vurderes endog mulighed for yderligere forbedringer. Fx hvis man samtidig med etableringen optimerer driftsøkonomien og indfører øget prisdifferentiering eller reducerer betjeningen i ydertimerne. Den forbedrede driftsøkonomi vil dog delvist blive opvejet af faldende tidsgevinster, men samlet set vurderes det samfundsøkonomiske afkast at blive forbedret.

Driftsøkonomien kan forbedres

Den samlede driftsøkonomi i tognettet forbedres betragteligt med Timemodellen. Der forventes en samlet gevinst i størrelsesordenen 150 mio. kr. årligt.

De kortere køretider giver mange ekstra passagerer og dermed flere billetindtægter. Men kortere rejsetid medfører også en markant bedre udnyttelse af togmateriel og færre personaleudgifter. Derfor udløser det kun få ekstraomkostninger at levere transport til de mange flere rejsende.

Gennem produktionsoptimering vurderes der at være et yderligere optimeringspotentiale i den illustrerede køreplan på ca. 300 mio. kr. årligt.

Driftsøkonomien vil kunne forbedres ved at indføre øget prisdifferentiering i timemodeltogene, dvs. øge prisforskellen i forhold til søgning på de enkelte togafgange og i forhold til bestillingstidspunkt mm., som det kendes fra fx flytrafik.

Gevinsten for timemodeltogene ligger ikke i større billetindtægter, men i produktionsoptimering, hvor priserne i de dimensionerende timer hæves så meget, at efterspørgslen efter siddepladser falder. Man kan således undgå indkøb af dyrt materiel, der kun vil blive brugt i begrænset omfang.

En yderligere mulighed kunne være at indskrænke betjeningen i trafiksvage tidsrum, som det sker i dagens køreplan. Fjerner man fx én daglig afgang på linjen København-Aarhus vil man årligt kunne spare 6

mio. kr. på driftsudgifterne. I det viste eksempel forudsættes alle timemodeltog at køre hele driftsdøgnet, dvs. i det tidsrum på døgnet, hvor der kører tog.

Ulempen ved begge er lavere tilgængelighed og mindre gennemskuelighed for passagererne.

Elektrificering

Elektrificeringen af de strækninger, der indgår i Togfonden DK, vil være samfundsøkonomisk rentabel med en pæn intern rente på ca. 5 pct. ved et korrektionstillæg på 30 pct.

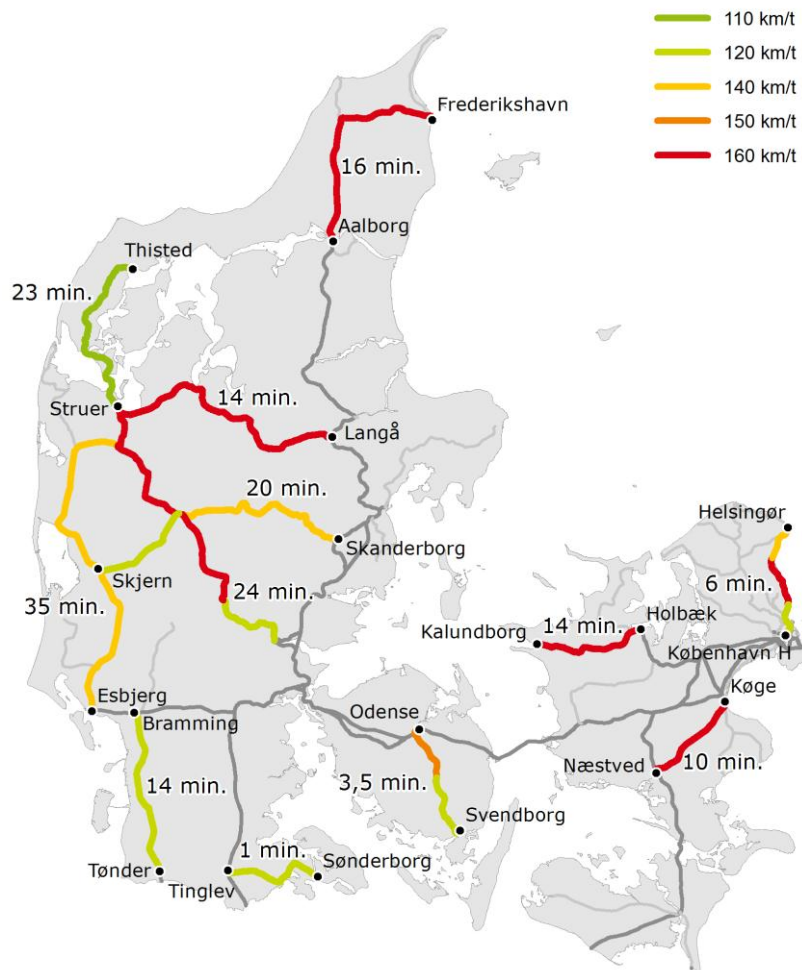
Videre perspektiver

Opgradering af regionalbaner

Parallelt med forbedringerne af hovedstrækningerne er det muligt at reducere rejsetiden på det meste af det øvrige statslige jernbaneanet.

Det nye signalsystem, som indføres mellem 2017 og 2021, gør det muligt at sætte farten op på sidebanerne. Den praktiske udnyttelse kræver, at selve strækningerne tilpasses de højere hastigheder, hvilket forudsætter investeringer på i alt 1,2 mia. kr. Disse baneinvesteringer har ligeledes en god samfundsøkonomisk rentabilitet.

Figur 6. Der kan opnås yderligere rejsetidsbesparelser med opgradering af regionalbaner. Figuren viser Banedanmarks forslag til fremtidige maksimale hastigheder med tilhørende vurdering af den mulige rejsetidsreduktion.



Det er også nødvendigt at selve togene kan accelerere og køre tilstrækkeligt hurtigt. De tog, der ikke kan leve op til disse krav, udskiftes i forbindelse med den løbende fornyelse af materielparken.

Udvidet regionalbetjening

Med Timemodellens nye banestrækninger udvides den samlede banekapacitet mellem Odense og Aarhus. Det muliggør forbedring af både regionaltrafik og landsdelstrafik.

Eksempelvis kunne det østjyske bybånd mellem Trekantområdet og Aarhus opnå et markant løft i form af en hurtig og hyppig togbetjening. Det kunne være et togsystem med fast kvartersdrift på strækningen Aarhus-Horsens-Vejle-Fredericia, og herfra videre i halvtimesdrift til skiftevis Kolding og Odense.

Stationsnær byudvikling

Stationsnær byudvikling er en meget effektiv metode til at øge togets markedsandel, der generelt afhænger meget nøje af afstand mellem bolig/arbejdsplads og station. Uden for Hovedstadsområdet har der hidtil ikke været anvendt noget målrettet princip om stationsnær byudvikling. Lokaliseres den fremtidige byvækst nær stationerne i stedet for i udkanten af byerne, vil passagertallet i togene øges væsentligt.

Især i de 10 timemodelbyer, bør den nye betjening med Superlyn give anledning til en koncentreret satsning på stationsnær udvikling i fremtiden frem for som hidtil en mere spredt udvikling. Men også øvrige prioriterede byer kan have gavn af at satse på en mere stationsnær udvikling. Jo tættere bebyggelse omkring stationen, jo bedre er grundlaget for togbetjening.

Baneanlæg Odense-Aarhus

I Togfonden DK er udvalgt en række anlæg, som tilsammen afkorter rejsetiden mellem Odense og Aarhus til 55 minutter og Odense-Esbjerg til 1 time. Der er gennemført en forundersøgelse af disse anlæg

Med Togfonden DK foreslås det, at der afsættes 13,9 mia. kr. til opgradering af strækningen Odense-Aarhus og 0,9 mia. til Aarhus-Hobro. En forundersøgelse af strækningerne viser, at de udvalgte anlæg kan etableres indenfor disse rammer.

Togfonden anviser den mest omkostningseffektive måde at realisere timemodellen på. En række andre løsninger til realisering af timemodellen Odense-Aarhus og Odense-Esbjerg blev undersøgt i en indledende screening., Disse løsninger er beskrevet i bilag 2 'Andre undersøgte løsninger'.

Hvor meget kan rejsetiden afkortes?

Målet er en times rejsetid Odense-Aarhus uden stop, Aarhus-Aalborg med stop i Randers og Odense-Esbjerg med stop i Kolding.

Rejsetiden mellem Odense og Aarhus er i dag 1 t 33 minutter med lyntog. Hvis den reduceres til 55 minutter vil det være muligt at realisere 3 timers køretid mellem København-Aalborg inklusive de nødvendige stationsophold i Aarhus og Odense.

I Aarhus skal togene skifte køreretning, hvilket forudsættes at kunne gøres på 5 minutter. Hvis rejsetiden København-Aalborg skal holdes på 3 timer og Odense-Aalborg på 2 timer, må rejsetiden således reduceres til 55 minutter enten fra Odense-Aarhus eller Aarhus-Aalborg. En kortere rejsetid end en time vil komme flere passagerer til gode syd for end nord for Aarhus.

De hurtige rejsetider kan opnås ved kombinationen af tre tiltag:

For det første planlægges en reduktion i køretidstillæg i fremtiden, fordi vedligeholdelseefterslæbet vil være indhentet og signalprogrammet fuldført. Desuden vil der med baneudbygningerne være bedre kapacitet. Dette betyder 6 minutters hurtigere køretid, hvormed rejsetiden Odense-Aarhus kan reduceres til 1 t 27 minutter.

For det andet kan direkte nonstop tog mellem de store byer reducere rejsetiden med 2-3 minutter for hvert stop der kan undgås i køreplanen. Nuværende lyntog standser 4 gange mellem Odense og Aarhus. Med non-top tog kan rejsetiden reduceres med 9 minutter til 1 t 18 minutter.

For at bevare en rimelig betjening af de mellemliggende stationer er det til gengæld nødvendigt at køre flere tog. Det forudsætter mere banekapacitet, og i visse tilfælde også mulighed for at hurtige tog kan overhale langsomme, hvilket kan ske på nye banestrækninger.

For det tredje har de nye banestrækninger højere maksimalhastigheder og kortere linjeføringer, der gør det muligt at skyde genveje. Med IC3-materiel vil det med Togfondens anlæg være muligt at spare 16 minutter og nå ned på 1 t 1 minut. Ved anvendelse af materiel, der kan køre op til 250 km/t, vil det med samme anlæg være muligt at spare 23 minutter og dermed nå ned på 55 minutter.

Trafikstyrelsen har screenet markedet for togmateriel i forhold til kørehastighed, men ikke forholdt sig til hvilket materiel, der vil være markeds-mæssigt optimalt at anskaffe.

Tabel 2. Køretider Odense-Aarhus med forskelligt togmateriel med nuværende og fremtidig infrastruktur, standsningsmønster og køretidstillæg.

Rejsetider Odense-Aarhus	IC3	IC4	ET	ICE	Velaro
	180 km/t	200 km/t	200 km/t	250 km/t	300 km/t
Nuværende rejsetid med lyntog	93 min				
Reduceret køretidstillæg	87 min				
Reduceret køretidstillæg og non-stop	78 min	78 min	77 min	77 min	77 min
Reduceret køretidstillæg, non-stop, højere hastighed og kortere linjeføring	61 min	58 min	57 min	55 min	52 min

Hvilket materiel kan anvendes og hvor hurtigt skal det køre?

Togfondens udvalgte anlæg kombineret med en materieltype som fx det tyske ICE-tog giver en rejsetid på 55 minutter Odense-Aarhus. ICE-toget har en tophastighed på 250 km/t. Et Velaro-tog vil med 52 minutters rejsetid mere end opfylde rejsetiden, mens fx et IC3-tog med 61 minutter og Øresundstog (ET) med tophastighed 200 km/t og 57 minutter ikke giver en rejsetid på 3 timer mellem København og Aalborg. Hvis rejsetiden på 3 timer skal holdes vil anvendelse af IC3 eller ET-typen kræve yderligere anlæg end de udvalgte, fx en bane udenom Horsens, anslået til 1,9 mia. kr. jf. bilag 2 'Andre undersøgte løsninger'.

Tilsvarende for Odense-Esbjerg er Togfondens anlæg tilstrækkeligt til en samlet køretid på en time med en type tog, med de samme køreegenskaber som fx ICE-tog. Med IC3-tog ville det tage 62 minutter og kræve yderligere anlæg i form af en opgradering mellem Lunderskov og Esbjerg, jf. bilag 2.

Køreplanen er baseret eksempler på materiel, og udelukker således ikke at materiel med lavere tophastighed men eksempelvis bedre accelerationsevne eller hurtigere passagerudveksling kan opfylde rejsetiden.

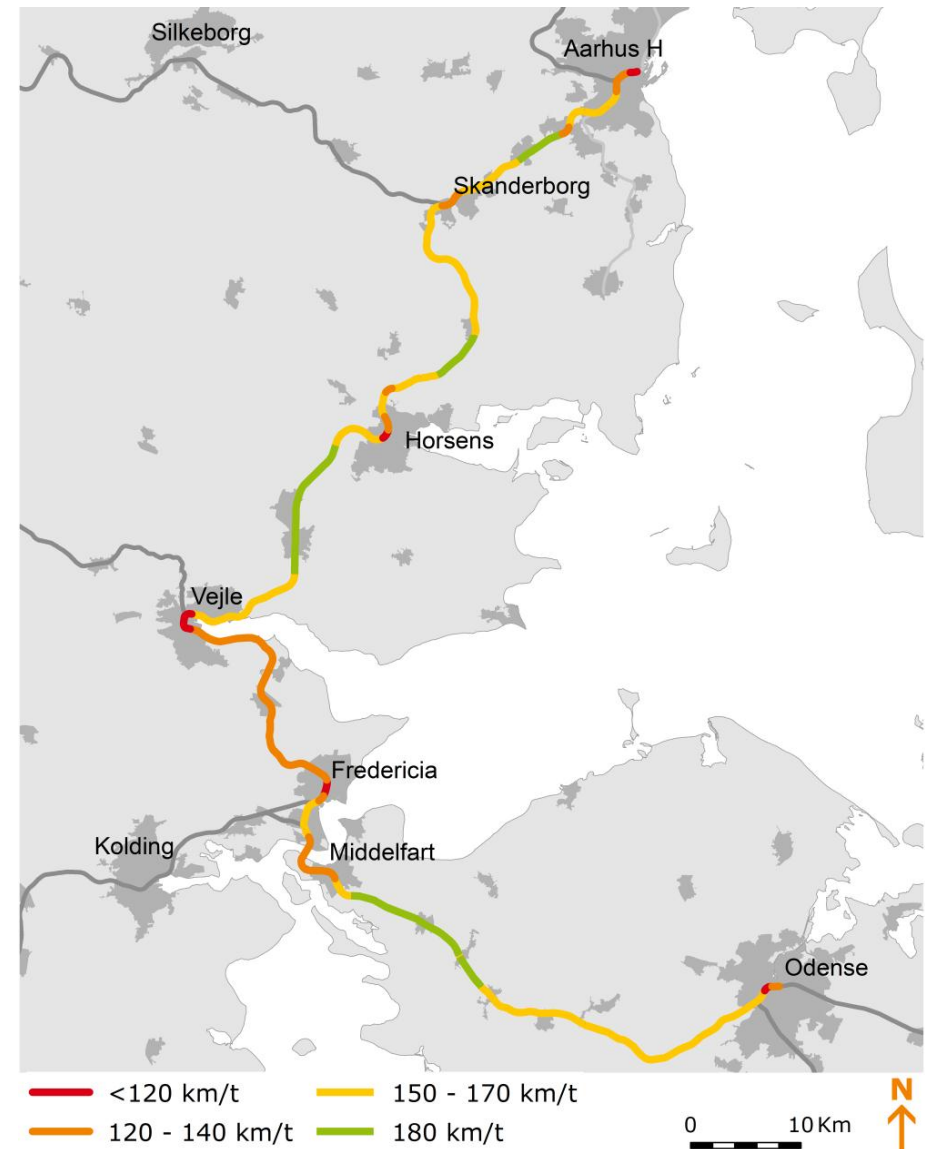
Banen i dag og i fremtiden

Banestrækningen mellem Odense og Aarhus har som det ses af kortet i dag i stor udstrækning en noget kroget linjeføring. Strækningen har derudover meget skiftende hastigheder undervejs. Kun på 38 km, dvs. 22 %, af den 169 km lange banestrækning er hastigheden 180 km/t. Ved passage af nogle af banegårdsområderne er hastigheden nede på 80-100 km/t.

Højere hastighed på hele banen mellem København og Aalborg

Ikke kun banen mellem Odense og Aarhus bliver mere strømlinet end i dag, med tre nye banestrækninger til 250 km/t og opgraderinger til 160 km/t og 200 km/t. København-Ringsted til 250 km/t er under bygning, Ringsted-Odense opgraderes til 200 km/t, og Aarhus-Aalborg

Figur 7. Nuværende hastigheder og linjeføring Odense-Aarhus



opgraderes til 180-200 km/t. I dag er der lavere og i øvrigt meget skiftende hastigheder undervejs.

Der vil stadig være forskellige lokale hastighedsnedsættelser, f.eks. ved Ringsted, Slagelse og Storebæltstunnelen, desuden omkring Lillebælt og Horsens. Det præcise niveau for opgraderingerne er endnu ikke endeligt fastlagt.

Banen København-Aalborg er i dag 469 km lang, men afkortes med 4 nye banestrækninger med ca. 27 km til ca. 442 km. Hastigheder i dag og i fremtiden fremgår af bilag 3.

Nye baner og opgraderinger mellem Odense og Aarhus

Det samlede projekt for opnåelse af 55 minutters rejsetid mellem Odense og Aarhus består af:

- 3 nye banestrækninger for 250 km/t over Vestfyn, via ny bro over Vejle Fjord og en strækning mellem Horsens og Aarhus.
- Opgradering af 5 forskellige delstrækninger, som fremgår af tabellen.

De her præsenterede linjeføringer for de nye baner er eksempler. Der kan være andre linjeføringsmuligheder, som det er relevant at undersøge i en senere fase af projektet. De præsenterede linjeføringseksempler har dog gennemgået forundersøgelse, og der er derfor sikkerhed for, at de kan realiseres. Der er udarbejdet anlægsoverslag, risikoregister og miljømæssige vurderinger.

Ved efterfølgende udarbejdelse af et egentligt beslutningsgrundlag med VVM-redegørelse vil alle relevante linjeføringsmuligheder for hver af de nye banestrækninger blive undersøgt.

I tabellen sammenfattes anlægsoverslagene for de anvendte byggekloster fra Odense til Aarhus. I bilag 1 er anlægsoverslagene opdelt på hovedposter.

Risikoanalyse

Til belysning af den til anlægsoverslaget knyttede risiko er der i overensstemmelse med Ny Anlægsbudgettering opstillet et risikoregister, som indgår i Niras' rapportering.

Risikovurderingen er inddelt i 8 emnekategorier. Den afspejler udover de velkendte risici, som er knyttet til gennemførelse af større infrastrukturprojekter i Danmark, at der i dette projekt kan vise sig særlige tekniske udfordringer i gennemførelse af en ny bro over Vejle Fjord. Funderingsforhold mv. kan påvirke den mulige udformning og linjeføring af broanlægget med væsentlig indflydelse på anlægsudgifterne.

I projektets videre forløb og realisering skal de risikoreducerende tiltag, som findes beskrevet for de enkelte risici, konkretiseres og indarbejdes i projektets aktiviteter, i tekniske løsninger og dokumentation og i sidste instans udbudsdokumenterne ved udbud af entreprenøropgaver. Det er således indarbejdet i de angivne anlægsoverslag, at de afhjælpende tiltag realiseres.

Tabel 3. Forundersøgelsens (fase-1) anlægsoverslag for de udvalgte anlægselementer i Togfonden, beregnet af Niras

Anlægspriser, Odense-Aarhus	Anlægspris mia. kr. (2013)	Anlægspris mia. kr. (2014)
Nye baner		
Ny bane over Vestfyn	4,9	4,9
Bro over Vejle Fjord inkl. landanlæg	4,3	4,3
Ny bane Hovedgård-Aarhus	3,3	3,4
Hastighedsopgraderinger		
Hastighedsopgradering Fredericia 120 km/t	0,02	0,02
Hastighedsopgradering Pjedsted-Vejle Fjord Syd 160 km/t	0,2	0,2
Hastighedsopgradering Vejle Fjord Nord-Horsens Syd 200 km/t	0,3	0,4
Hastighedsopgradering Horsens Nord-Hovedgård 200 km/t	0,3	0,3
Kapacitetsudbygning Aarhus H	0,1	0,1
I alt	13,5	13,6

Note: Tallene i tabellen er afrundede. Priserne er incl. 50 % tillæg ifm. ny anlægsbudgettering og er validerede i en ekstern kvalitetssikring. Anlægsoverslagene opdelt på hovedposter, jf. ny anlægsbudgettering er vist i Bilag 1



Hvordan udstyres de nye banestrækninger?

De nye banestrækninger er forudsat dobbeltsporede og elektrificerede med mulighed for hastigheder op til 250 km/t. Linjeføringerne er med kurveradier på mindst 4000 m fremtidssikret til 300 km/t. Dette er forbundet med beskedne meromkostninger.

Der er forudsat stigningsgradienter alene ud fra hensyn til persontog, dvs. der forudsættes op til 35 ‰ stigninger over kortere strækninger. I realiteten vil en del godstog kunne klare de samme gradienter som persontogene og kan i så tilfælde godt benytte de nye strækninger. Derudover vil godstog kunne benytte nuværende banestrækninger over hhv. Vestfyn, via Vejle og via Skanderborg, der alle bevares.

Ved alle krydsende større og mindre veje er forudsat etableret broanlæg. For markveje og andre sekundære veje til enkelthuse forudsættes alternative vejadgange.

For opgraderingsstrækningerne er foretaget nærmere vurdering af opgradering til 200 km/t eller, hvor dette ikke er muligt, til maksimalt mulige hastighed.

Tilslutningerne til den eksisterende bane er forudsat anlagt ude af niveau, idet de eksisterende strækninger bevares, og der fortsat kører en del tog ad disse strækninger. Udfletningsanlæggene sikrer, at risikoen for forsinkelser minimeres.

Miljøpåvirkninger

Der kan ikke anlægges 70 km ny bane, uden at det påvirker natur og miljø. Banerne vil i lighed med andre eksisterende og nye større trafik anlæg have miljømæssige konsekvenser. Afhjælpende foranstaltninger som støjskærme, faunapassager, genbeplantning mv. forudsættes.

Banerne anlægges nogle steder tæt på fredede områder, herunder Natura 2000 områder, der nyder en særlig EU-beskyttelse. Dertil kommer en passage af det nationale naturbeskyttelsesområde ved Vejle Fjord, samt baneanlæg nær Solbjerg landsby ved den beskyttede Solbjerg Sø.

Det er dog lykkedes at finde en linjeføring, der, i lighed med fx motorvejen, der krydser Gudenåen øst for Silkeborg, indpasses i landskabet og undgår egentlige fredede områder. Samtidig undgås det at berøre de områder i Natura 2000 området, hvor de på udpegningsgrundlaget anførte naturtyper findes. Miljøvurderingen er yderligere uddybet i notatet "Miljømæssige effekter af linjeføringerne A1, A5 og A11 for Timemodellen", Niras 2013.

De nye baner og hastighedsopgraderingerne gennemgås i det følgende.

Ny bane over Vestfyn

En ny højhastighedsbane på 35 km, der forventes at koste 4,9 mia. kr, etableres langs den fynske motorvej så tæt på denne som muligt. Dermed samles infrastrukturanlæggene i en fælles transportkorridor, hvor støj, barriereeffekter og landskabspåvirkning koncentrerer og samlet set begrænses mest muligt.

Hovedforslaget er en placering på den sydlige side af motorvejen.

Banen tilsluttes den eksisterende bane hhv. vest for Odense og øst for Kauslunde. Den nye bane er 4 km kortere end den eksisterende bane, som bevares til brug for regionaltoget og godstog.

Som det ses på kortet forløber banen undervejs overvejende gennem åbent terræn (marker). Det vil dog være nødvendigt at ekspropriere enkelte steder, i alt ca. 40 private ejendomme og 4 erhvervsjendomme.

Østfra krydser banen den fynske motorvej og passerer igennem landsbyen Ravnebjerg og tæt på landsbyen Skallebølle. Her er det nødvendigt at ekspropriere nogle få huse.

Ved Ejby passerer banen arealer tilhørende to industrivirksomheder. Banen føres derefter nord om Nørre Åby, og der skal eksproprieres en rideskole, før banen tilsluttes den eksisterende bane ved Kauslunde øst for Middelfart.

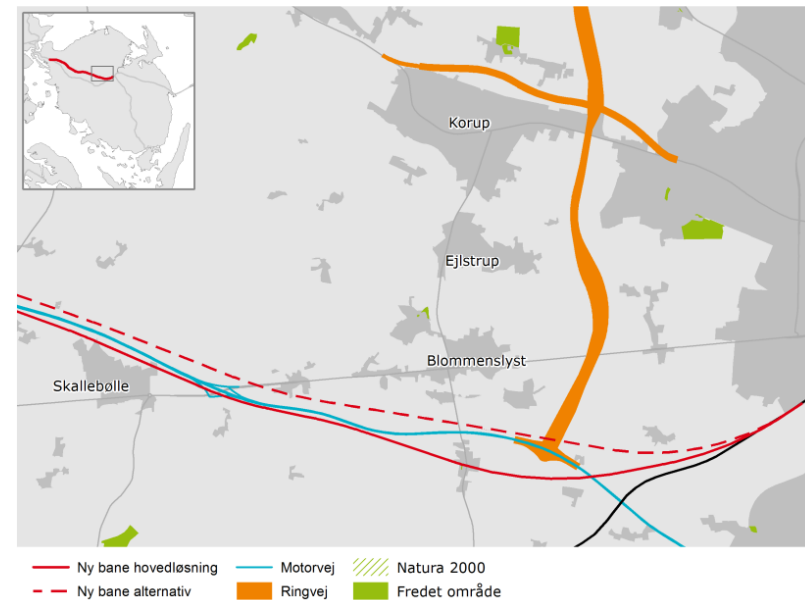
Ny bane over Vestfyn

Pris	4,9 mia kr
Længde	35 km
Afkortning ift. eksisterende bane	4 km
Støjbeskyttelse	20 % af strækningen
Antal skæringer	26 veje og 7 større krydsninger (bane, ådal, motorvej)
Ekspropriationer	ca. 44 ejendomme
Blødbund	5 % af strækningen

Længdeprofilen bærer præg af det let kuperede Vestfyn. Den største gradient vil blive 17 o/oo, dvs. langt mindre end det maksimalt tilladte. Linjeføringen baseres på større kurveradier end motorvejens. Banen vil derfor forløbe i en vis afstand fra motorvejen nogle steder.

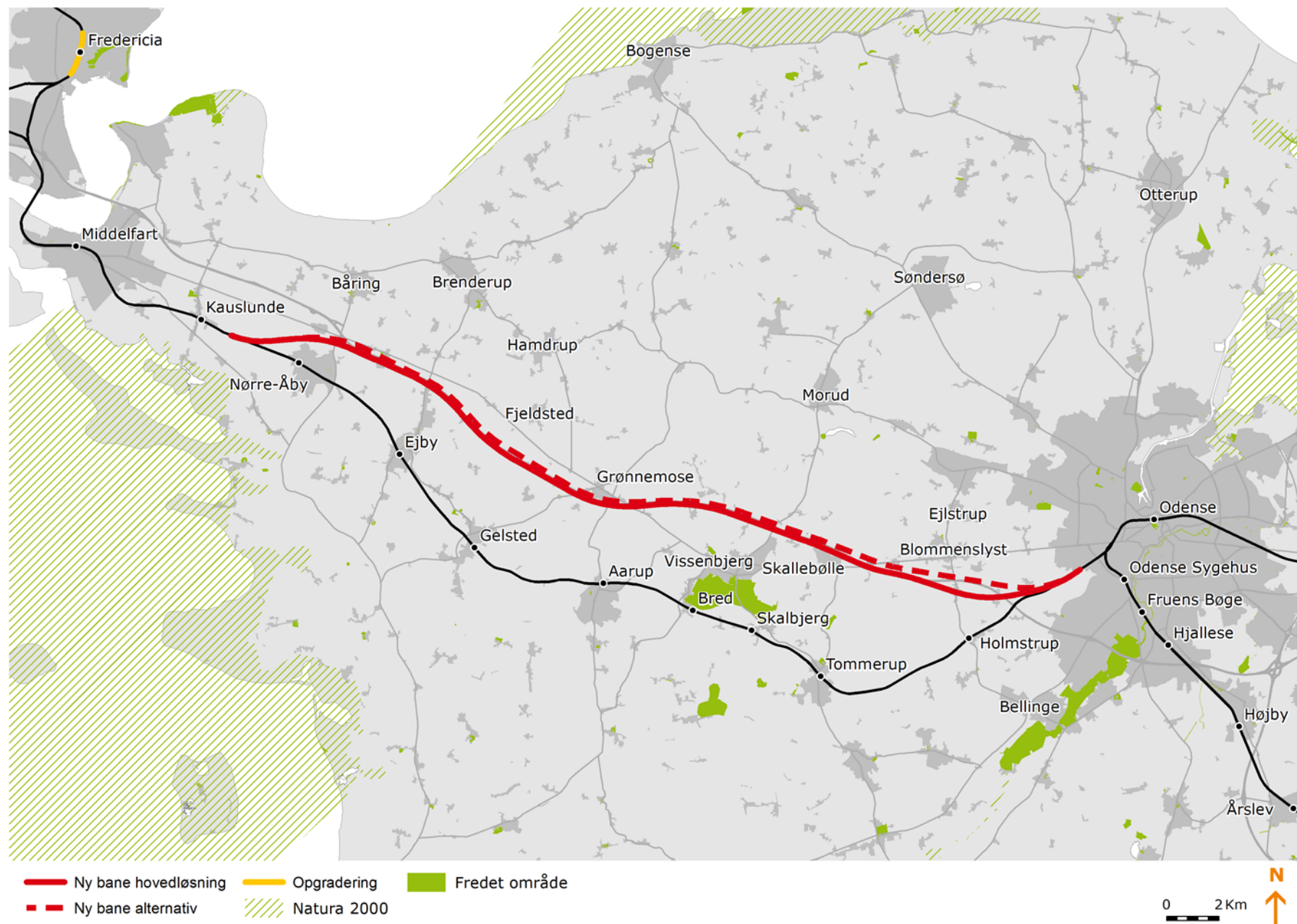
En alternativ linjeføring forløbende nord for den fynske motorvej er også vurderet. Den vil ligeledes kræve ekspropriation af ca. 40 ejendomme. Denne linjeføringsmulighed er muligvis problematisk pga. en parallelt forløbende naturgasledning.

Figur 8. Planlagte linjeføringer af Timemodellen og den planlagte ringvej vest for Odense.



Ligeledes vil der skulle tages stilling til, at Odense Kommune planlægger en ringvej, der forbinder motorvej E20 ved Blommenslyst med Bogensevej. Ringvejen skærer den nye banes alternative nordlige linjeføring. Såfremt den nordlige linjeføring vælges i en senere fase, vil projekterne skulle tilpasses hinanden.

Figur 9. Linjeføring ny bane over Vestfyn anlagt langs motorvejen i en fælles transportkorridor



Der vurderes behov for støjbeskyttelse (skærme/facadeisolering) på ca. 20 % af strækningen. Der vurderes blødbund, som kræver omkostninger til udskiftning, pæledæk eller andre tiltag, på 5 % af strækningen.

Anlægget af en ny højhastighedsbane over Vestfyn syd for motorvejen vurderes ikke at give væsentlige påvirkninger af miljøet. Potentiel påvirkning af bl.a. fredskov og beskyttet natur kan medføre

omkostninger til afværgeforanstaltninger.

Den nye bane vil medføre aflastning af natur og beboere langs den eksisterende banestrækning, hvor der vil køre færre tog end i dag.

Der forventes ikke væsentlige gener i anlægsperioden. Vej- og banetrafik berøres kun i kortere perioder.

Figur 10. Eksempel på anlæg af jernbane i fælles transportkorridor med motorvej (Øresundsforbindelsens landanlæg)



Figur 11. Den nye højhastighedsbane på Vestfyn placeres så tæt som muligt på motorvejen for at begrænse støj, barriereeffekter og landskabspåvirkning mest muligt.



Ny bane over Vejle Fjord

Der etableres en ny 9 km lang højhastighedsbane, som forløber henover Vejle Fjord 6,5 km øst for den nuværende vejbro. Anlægget omfatter en ca. 3,1 km lang bro og 6 km landanlæg og forventes at koste 4,3 mia. kr. Den ny bane betjener de Superlyn, som kører non-stop mellem Odense og Aarhus. Den er et supplement til den 23 km lange bane via Vejle, som både betjener Superlyn, IC- og regionaltog.

Broens gennemsejlingshøjde bliver i hovedfaget 29 m, hvilket vurderes fuldt tilstrækkeligt af hensyn til skibstrafikken til Vejle havn og er på niveau med den nye Storstrømsbro og gamle Lillebæltsbro. Pga. terrænforhold nord og syd for fjorden vil broen få en svag hældning på 14 o/oo.

Motorvejsbroen har en højere frihøjde, ikke på grund af hensyn til skibstrafikken, men grundet det omgivende landskab med høje skrænter. Det vurderes muligt at øge banebroens frihøjde svarende til motorvejsbroens for en meromkostning på ca. 75 mio kr., såfremt et "knæk" på broen er æstetisk acceptabelt. En mere æstetisk udformning af selve broen vil være mere indgribende i landskabet syd for fjorden, og vil forøge omkostningerne væsentligt.

Banen udfatter fra den eksisterende bane ved Brejning og går gennem et skovområde ned mod fjorden. Linjeføringen går tæt ved, men uden om det fredede område Holtserhage. Nord for fjorden passeres et fredet område, hvorefter banen tilsluttes den eksisterende bane ved Daugård.

Ny bane over Vejle Fjord

Pris	Bro for jernbane 2,8 mia. kr. (screening). Landanlæg 1,5 mia. kr. (fase 1). I alt 4,3 mia kr.
Længde	9 km
Afkortning ift. eksisterende bane	14 km
Støjbeskyttelse	20 % af strækningen på landsiden
Antal skæringer	2 dale og 11 veje
Ekspropriationer	ca. 12 ejendomme
Blødbund	5 % af strækningen på landsiden

Figur 12. Linjeføring ny bane over Vejle Fjord



Figur 13. Højhastighedsbanen over Vejle Fjord giver en rejsetidsbesparelse på 8-9 minutter (set fra sydsiden øst for Holtserhage).



Det bliver nødvendigt at ekspropriere enkelte ejendomme, ca. 12 i alt, nord og syd for fjorden. Der forudsættes støjbeskyttelse på ca. 20 % af landanlæggene. Der vurderes blødbund på 5 % af landstrækningen.

Der forventes ikke væsentlige gener i anlægsperioden. Vejle havn forventes at kunne blive besejlet kontinuerligt under arbejdet, og vej- og banetrafik berøres kun i kortere perioder.

Anlægget vurderes at have væsentlige men ikke prohibitive miljømæssige påvirkninger, svarende til andre større nye og eksisterende baneanlæg.

Det skyldes at linjeføringen både passerer et nationalt geologisk interesseområde, værdifulde landskaber, fredning og desuden går igennem Natura 2000 områder ved Vejle Fjord. Dog passerer linjeføringen her gennem opdyrkede marker udenfor registrerede områder med de naturtyper, der er i udpegningsgrundlaget. Beskyttede områder ses på kortet på næste side. Nødvendige afhjælpende foranstaltninger ifm naturgenopretning skal etableres.

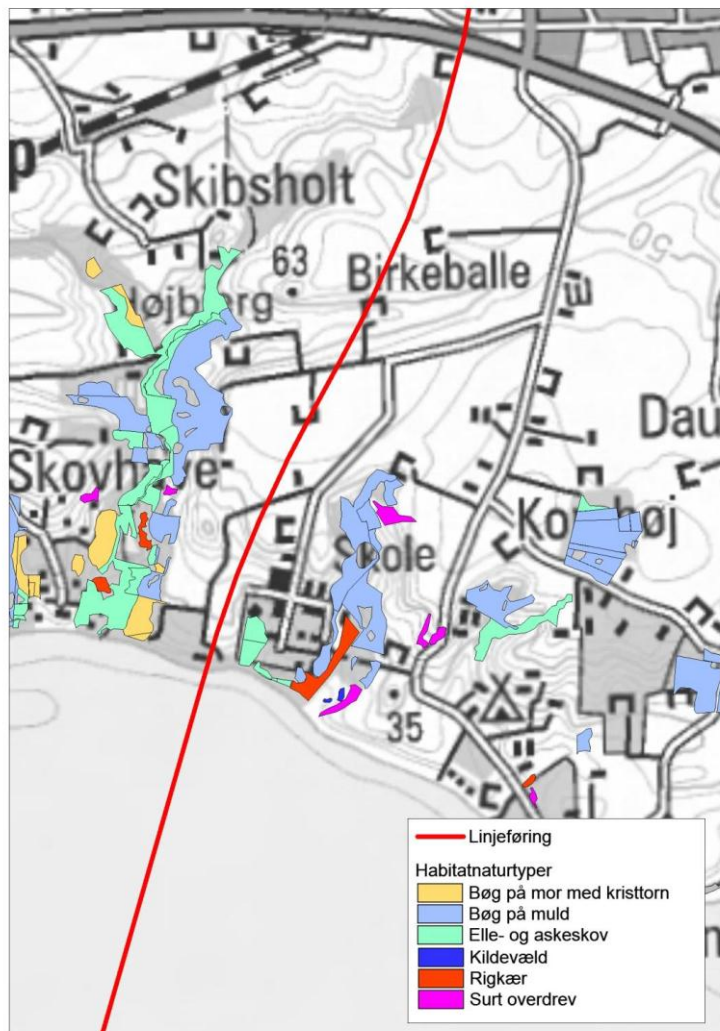
Det er løst skitseret, hvad en alternativ tunnelloøsning under Vejle Fjord indebærer. Da skrænterne omkring Vejle Fjord er meget høje i forhold til fjordens bund, og en tunnel derfor vil blive meget lang (7-8 km), skønnes omkostningerne til en sådan boret tunnel på screenings-niveau at blive 10-12 mia. kr., altså op imod tre gange større end en broforbindelse. En tunnelforbindelse vurderes dermed ikke at være et relevant alternativ.

Det er ligeledes skitseret, hvad en alternativ højhastighedsbane gennem Vejle med mulighed for standsning indebærer. Den vil blive ca. 23 km lang og vurderes umiddelbart at kræve anlæg af tunnelstrækninger nord og syd for Vejle på tilsammen 12-13 km, som tilsluttes det eksisterende stationsanlæg i Vejle. Et sådant anlæg skønnes på screenings-niveau at koste i størrelsesordenen 25 mia. kr. Banen bliver ca. 9 km længere end en bane over Vejle Fjord, men 5 km kortere og hurtigere end den eksisterende bane. Nonstop Superlyn vil få forlænget køretiden med ca. 3 minutter i forhold til en bro over fjorden. Standsende Superlyn får reduceret køretiden med ca. 3 minutter.

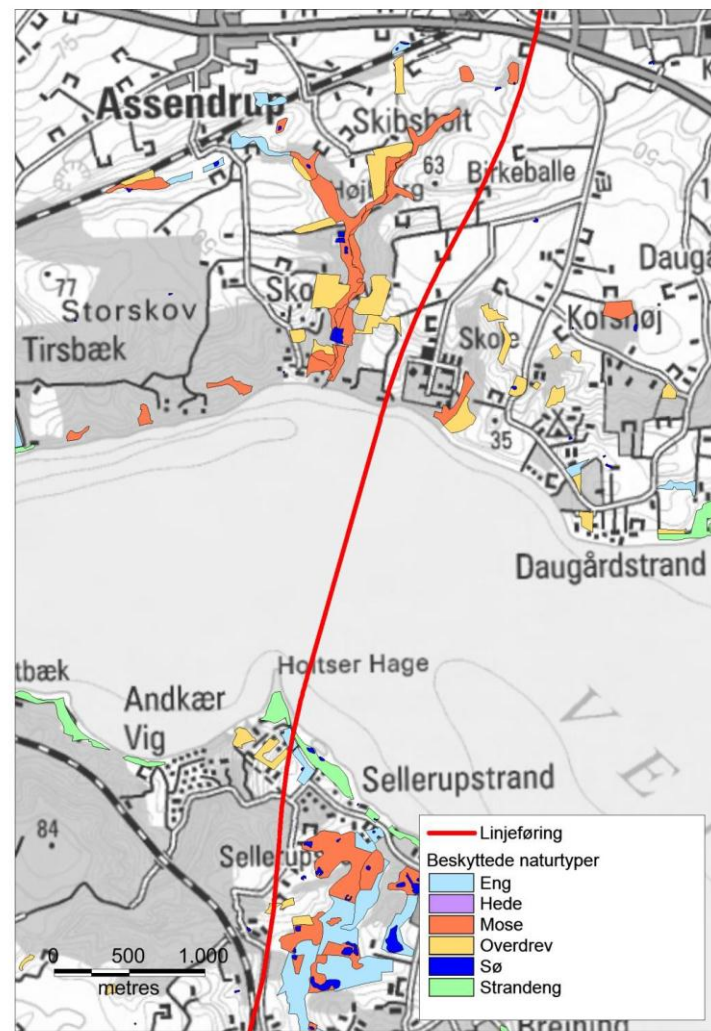
Figur 14. Den ny forbindelse over Vejle Fjord set fra Sellerupstrand syd for fjorden



Figur 15. Udpegningsgrundlag for Natura 2000 område N78 langs nordsiden af Vejle Fjord



Figur 16. Naturområder beskyttet efter Naturbeskyttelseslovens §3



Ny bane Hovedgård-Hasselager

Der anlægges en ny 23 km lang højhastighedsbane fra Hovedgård nord for Horsens til Hasselager syd for Aarhus udenom Skanderborg, som forventes at koste 3,3 mia. kr. Banen betjener lyntog direkte mod Aarhus. Banen er et supplement til den 29 km lange bane via Skanderborg.

Den nye bane forløber igennem åbne arealer (marklandskab) og krydser ikke større naturområder eller søer. Banen tilsluttes den eksisterende bane lige syd for Hovedgård, hvorefter den passerer landsbyerne Grumstrup og Assendrup, hvor det bliver nødvendigt at ekspropriere enkelte ejendomme.

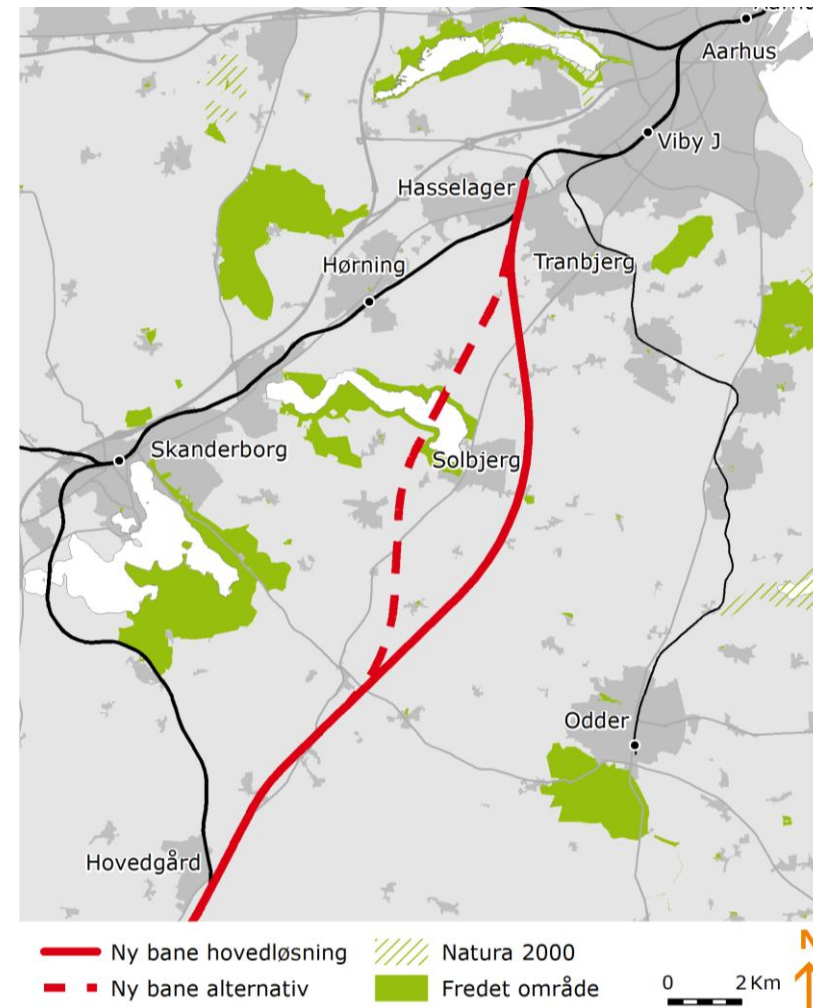
Banen passerer derefter øst om Solbjerg, igennem Astrup beliggende ved udkanten af Solbjerg. Her passerer banen umiddelbart vest for den fredede Astrup kirke. Det vil være nødvendigt at ekspropriere enkelte ejendomme i Astrup. Banen passerer desuden tæt på et nyudstykket boligområde samt landsbyerne Ravnholt og Tisset. Jernbanen tilsluttes efter passage af en erhvervsgrund den eksisterende jernbane i Hasselager.

Det vil være nødvendigt at ekspropriere ca. 24 privatejendomme og 5 erhvervsjendomme. Der forudsættes støjbeskyttelse på ca. 10 % af strækningen. Der vurderes blødbund på 10 % af strækningen. Længdeprofilen bærer præg af et let kuperet landskab, dog vil der et sted være en gradient på ca. 19 o/oo.

Ny bane Hovedgård-Hasselager

Pris	3,3 mia. kr.
Længde	23 km
Afkortning ift. eksisterende bane	6 km
Støjbeskyttelse	10 % af strækningen
Antal skæringer	27 veje, 2 dale
Ekspropriationer	ca. 29 ejendomme
Blødbund	10 % af strækningen

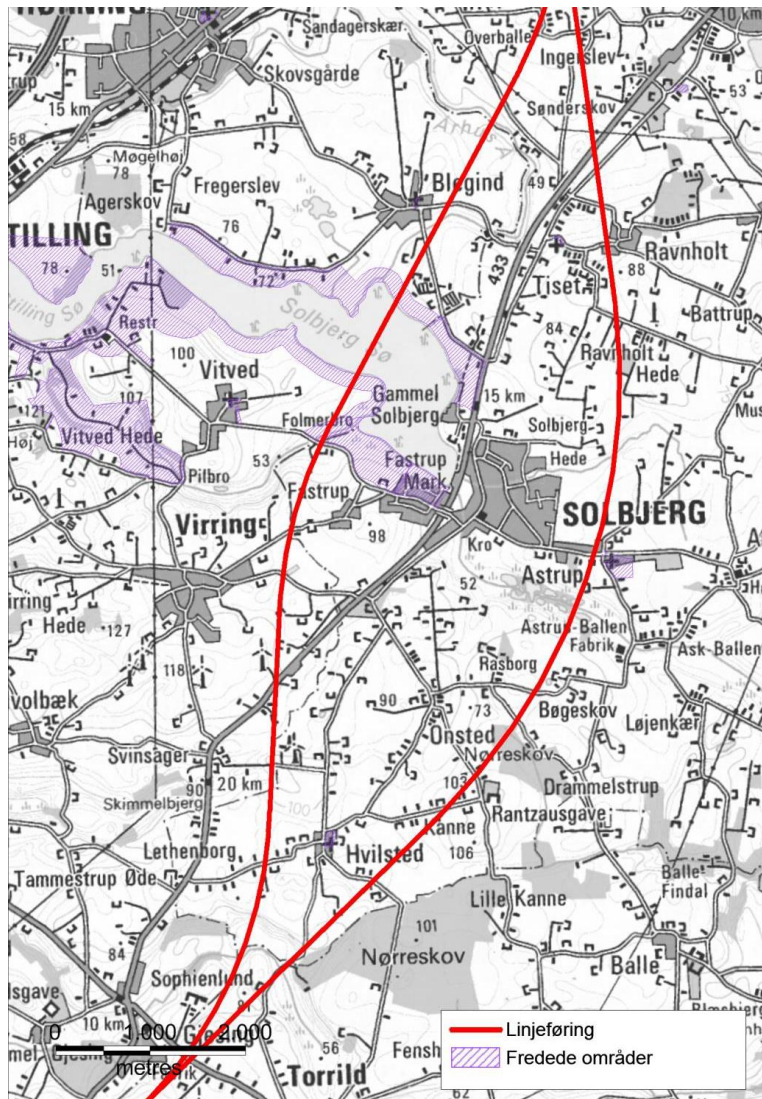
Figur 17. Linjeføring ny bane Hovedgård-Aarhus



Figur 18. Den nye højhastighedsbane tilslutter til den eksisterende bane i Hasselager syd for Aarhus. Den giver ekstra kapacitet mellem Aarhus og Trekantområdet



Figur 19. Fredede områder ved Solbjerg og mulige linjeføringer



Anlægget vurderes at have miljømæssige men ikke prohibitive påvirkninger. Banen vil passere både nationalt geologisk interesseområde, værdifuldt landskab samt større sammenhængende områder med beskyttet natur. Nødvendige afhjælpende foranstaltninger skal derfor etableres.

Der forventes ikke væsentlige gener i anlægsperioden. Vej- og banetrafik berøres kun i kortere perioder.

En alternativ linjeføring forløbende vest om Solbjerg er også vurderet. Denne løsning har færre konsekvenser for bebyggelse, men større miljømæssige påvirkninger end den østlige linjeføring, da den på en lav bro må passere over Solbjerg sø.

Hastighedsopgraderinger

Udover de tre nye banestrækninger, forudsættes relevante dele af den eksisterende bane mellem Fredericia og Hovedgård opgraderet til 200 km/t, eller højest mulige hastighed. I det samlede anlægsoverslag indgår hastighedsopgraderinger af 4 delstrækninger samt en mindre kapacitetsforbedring af Aarhus H for i alt ca. 1 mia. kr.

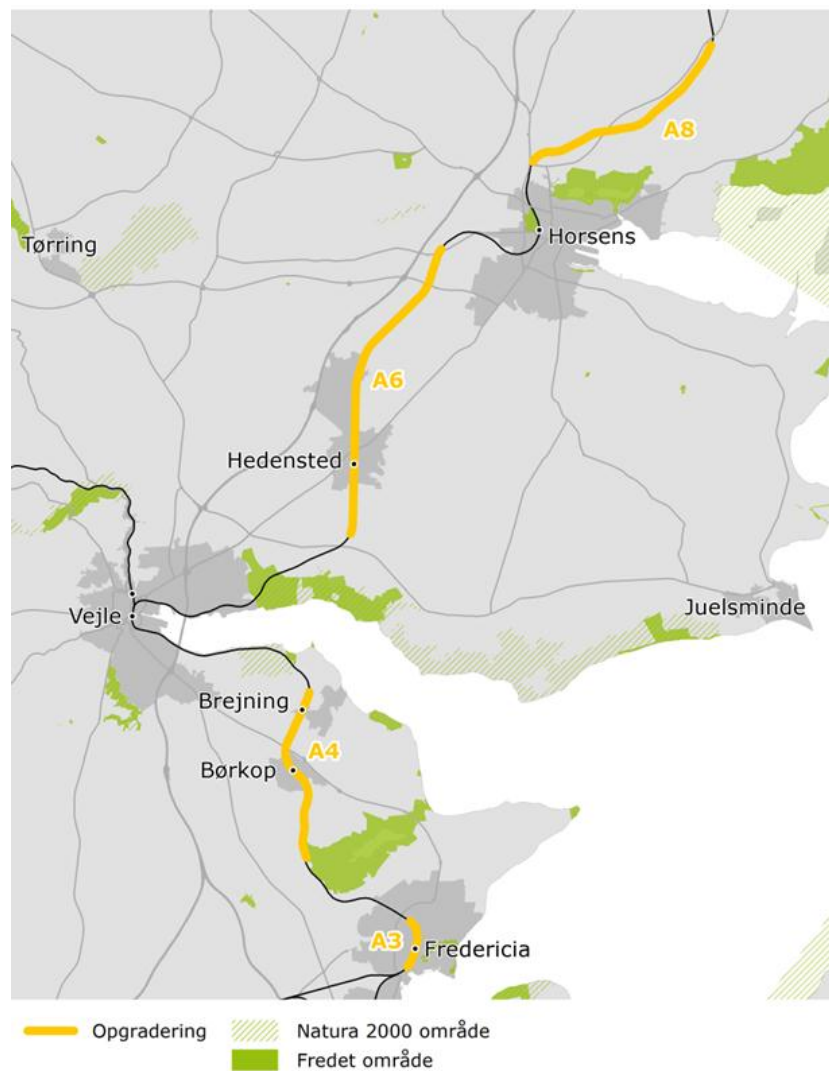
Da der ikke forudsættes etableret ny bane udenom Horsens, kan den eksisterende bane igennem Horsens overvejes opgraderet. Dette indgår ikke i anlægsoverslaget.

Fredericia

Hastigheden igennem Fredericia Banegård opgraderes fra 100 km/t til 120 km/t ved at justere sporene og kurverne. Det er ikke muligt at opgradere hastigheden yderligere, da der er mange skarpe kurver gennem Fredericia. Det vil være nødvendigt at sideflytte sporet for at rette kurverne ud, hvilket ikke er muligt grundet de omkringliggende bygninger og de mange spor gennem Fredericia.

Opgraderingen er vurderet til ca. 0,02 mia. kr.

Figur 20. Hastighedsopgraderinger mellem Fredericia og Aarhus



Pjedsted-Brejning

Denne strækning, hvor der i dag kun køres med 140 km/t, kan pga. en lidt slynget linjeføring kun opgraderes til 160 km/t. Det er ikke umiddelbart muligt at hæve hastigheden yderligere, da det kræver kurvedretninger, der i givet fald ville få store konsekvenser for den omkringliggende bebyggelse, særligt i Børkop. Anlægget er vurderet til ca. 0,2 mia. kr.

Daugård – Horsens Syd

Denne strækning opgraderes til 200 km/t ved bl.a. at udrette to kurver. Anlægget vurderes til ca. 0,3 mia. kr. De første 6 km af strækningen der støder op til 250 km/t banen over Vejle Fjord kunne for en meromkostning svarende til anlæg af en ny bane opgraderes til 250 km/t, hvilket dog ikke er medtaget i projektet.

Horsens Nord – Hovedgård

Denne strækning kan opgraderes til 200 km/t ved bl.a. at udrette 9 kurver. Det vil muligvis blive nødvendigt at ekspropriere enkelte ejendomme i forbindelse med kurvedretningen, da udretningen vil betyde, at sporet kommer tættere på de bygninger, der ligger syd for banen.

Desuden skal en lille bro over banen på Kannerupvej nedlægges, men der er adgang til området fra andre veje. Broen over Serridslevsvej skal ombygges. Anlægget vurderes til ca. 0,3 mia. kr.

Kapacitetsudvidelse på Aarhus H

Indførelse af timemodellen medfører en større belastning af banegården i Aarhus end dagens togtrafik, idet 3-4 lyntog vil være til stede samtidigt.

Banedanmark vurderer, ifm. udbygning af banen nord for Aarhus til timemodellen, at der ikke er kapacitetsproblemer nord for Aarhus H, men at kapaciteten på Aarhus H er opbrugt.

Ønsker man mere trafik gennem Aarhus, bør der overvejes en ombygning af stationen med færre krydsende togveje, dvs færre steder, hvor tog, der skal i forskellige retninger, skal passere samme punkt. For at reducere antallet af krydsende togveje, bør udbygningen foretages således, at lyntog og IC-tog, som i dag, vender i midten af

banegården, og regionaltog vender ude i siderne. Eventuel udveksling af materiel mellem de to sider kan foretages via et vendeanlæg ud mod Østhavnen.

I nærværende anlægsoverslag indgår 100 mio. kr. til nye/ændrede sporskifteforbindelser samt anlæg af en ny perron og perronspor (spor8), som der tidligere er reserveret areal til.

Kapacitetsudbygningen har udgangspunkt i en kapacitetsundersøgelse fra 1999. Dette svarer ikke til den af Banedanmark skitserede ideelle løsning, men vil minimere antallet af togbevægelser der krydser hinanden, og muliggøre det forudsatte betjeningskoncept for timemodel-tog, regionaltog mm.

Kapaciteten på Aarhus H efterspørges i flere sammenhænge. I forbindelse med første etape af Aarhus letbane er, jf. loven om Aarhus letbane, forudsat at perronspor 0 og 1 anvendes af letbanen, separeret fra det øvrige spornet. Sporene, som benyttes af de gennemgående tog, vil herved forskybe sig mod syd, og der vurderes behov for andre sporskifteforbindelser end tidligere forudsat.

Yderligere udvidelser af trafikken gennem Aarhus H vil udfordre kapaciteten, hvorfor det foreslås at gennemføre en ny kapacitetsundersøgelse af Aarhus H.

Andre stationer

Forundersøgelsen har afdækket, at der kan blive problem med samtidig afvikling af togene på nogle stationer i forhold til perronspor og krydsende togveje.

I det videre arbejde skal konkrete forhold på stationerne afklares, hvorfor der bør reserveres midler til at undersøge, afklare og evt. imødekomme udfordringer ift. afvikling af togene på stationerne.

De resterende midler i Togfondens udspil vedr. etaper Odense-Aarhus forslås reserveret hertil, samt til evt. mindre hastighedsopgraderende tiltag gennem Horsens. De er ikke medregnet i anlægsoverslaget, men konsekvensen af et samlet anlægsoverslag på 13,9 mia. kr. svarende til Togfonden DK Odense-Aarhus er belyst i en følsomhedsanalyse.

Figur 21. Aarhus H set fra sydvest. Der er forberedt kapacitetsudbygning med ekstra perron i den sydlige ende.





Hvordan skal togene køre?

Hele landet får hurtigere forbindelser. Timemodellen giver lyntogsforbindelser mellem de største byer. Med prioriterede korrespondancer sikres der også hurtigere forbindelser til resten af landet

Timemodellen består af 3 lyntogssystemer, der tilsammen vil betjene 10 byer. Timemodellens Superlyn indgår sammen med korresponderende tog i et samlet trafiksystem.

Tabel 4. Køreplaneksempel for Timemodellens lyntog, som viser faste minuttal for hver lyntogslinje i begge retninger.

L1	L2	L3				L3	L2	L1
00	08	30	København H	o	↑	30	52	00
58	06	28				o	Odense	32
00	08	30	Odense	o	↑	30	52	00
	30	:				:	Fredericia	:
:	45	:	:	Vejle	:	15	:	
	00	:	:	Horsens	:	00		
55	18	:	o	Aarhus H	:	42	05	
00	:	:	Aarhus H	o	:	:	00	
25	:	:	Randers	:	:	35		
00	:	:	o	Aalborg	:	:	00	
		59	Kolding			01		
		30	o	Esbjerg		30		

I det følgende er beskrevet, hvordan timemodeltogenes køreplan med faste minuttal kunne se ud, og hvordan regionaltog kunne korrespondere hertil.

Det er tale om et eksempel. Der kan tænkes andre muligheder, som til dels også er beskrevet.

Køreplaneksempel for Timemodellens lyntog

Timemodellens systemet med 3 lyntogslinjer omfatter i alt 20 tog (stammer) i drift samtidig. Det er ikke overvejet nærmere, om timemodellens systemet burde indskrænkes til fx 2 linjer i trafiksvage tidsrum.

Der forudsættes i beregningerne højhastigheds-togmateriel, som kan køre 250 km/t. Beregningerne er foretaget med ICE-tog, men det kunne også være andet materiel. ICE er en ældre og tungere udgave af ICX og har lidt dårligere acceleration og trækraft end de nyere udgaver. De beregnede køretidsgevinster med ICE må derfor vurderes at være et lidt konservativt skøn sammenholdt med nyere materiel.

Køretider

Køretider for strækningen Odense-Aarhus er beregnet af Atkins. Foruden egentlig køretid indgår holdetid ved stationer samt et køretidstillæg, der gør det muligt at indhente mindre forsinkelser.

Køretidstillæg er opgjort efter en fælles metode til brug for langsigtede planlægningsprojekter aftalt mellem Banedanmark, DSB og Trafikstyrelsen. Der er generelt tale om mindre køretidstillæg end i dag. Dette forventes muligt i fremtiden, hvor vedligeholdelseefterslæb er indhentet og signalprogrammet fuldført, og der endvidere er øget kapacitet som følge af nyanlæg.

Køretider for andre strækninger inkl. ophold og tillæg er beregnet af Banedanmark i forbindelse med opstilling af køreplan K22 svarende til linjediagram i Trafikplanen 2012-2027 og baseret på samme fælles metode mht. køretidstillæg.

Betydningen af lyntogsbetjening med 3 linjer for den fremtidige kapacitet på København H forudsættes håndteret i anden igangværende undersøgelse.

Minuttal

Køreplaneksemplet tager udgangspunkt i visionen om runde minuttal (00 og 30, sekundært 15 og 45, i alle timemodellens byer i begge retninger), hvilket gør det lettere for passagerene at huske afgangstiderne. Det medfører en generelt symmetrisk køreplan med spejltid 00. Minuttal 00 er valgt til lyntogslinjen København-Odense-Aarhus-Aalborg. Minuttal 30 er valgt til lyntogslinjen København-Odense-Esbjerg. Dette for at markere lyntogslinjerne med en times rejsetid jf. den bagvedliggende timemodelvision.

Superlynet med stop i Fredericia-Vejle-Horsens må placeres i "skævt" minuttal (08/52) i København og Odense, hvilket til gengæld giver runde minuttal i Fredericia (30), Vejle (15/45) og Horsens (00).

En af de tre lyntogslinjer må ligge tæt op ad en anden lyntogslinje af hensyn til kapaciteten på strækningen Ringsted-Odense. Hvis det blev lagt fx midt mellem i minuttal 15 eller 45 fra København H, kunne der ikke samtidig være regionaltog i halvtimesdrift på strækningen Ringsted-Odense.

En anden mulighed var fx at placere lyntogslinjen til Esbjerg i det "skæve" minuttal (08/52) i København, Odense og Esbjerg og i stedet placere Superlynet i minuttal 30 i København og Odense. Det ville så give "skæve" minuttal i Fredericia, Vejle og Horsens. En sådan køreplan vil give nogle andre muligheder for tilpasning af regionaltog m.m.

Korresponderende tog til prioriterede byer

Køreplanen forventes opbygget, så mindst følgende 25 byer har prioriteret korrespondance til timemodellens lyntog.

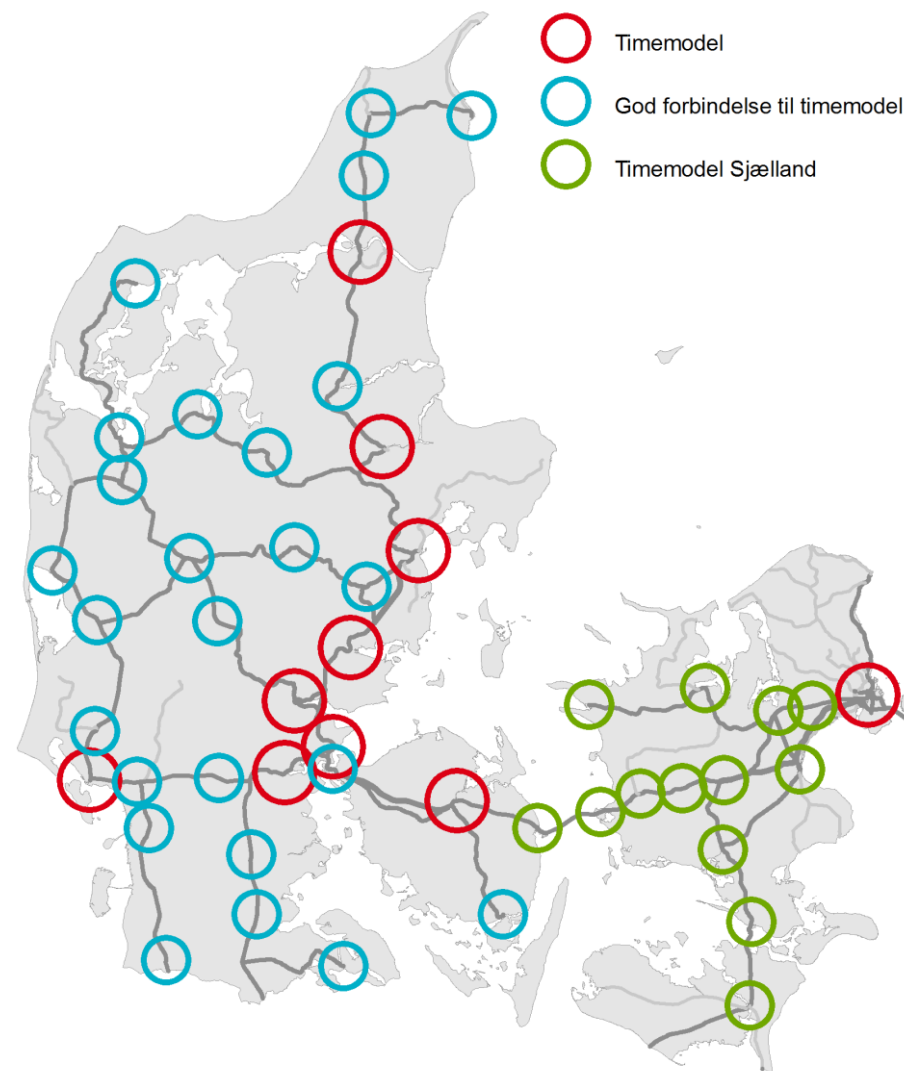
Prioriterede byer mht. korrespondance:

Svendborg, Middelfart, Vojens, Rødekro, Sønderborg, Vejen, Bramming, Ribe, Tønder, Varde, Skjern, Ringkøbing, Brande, Herning, Holstebro, Struer, Thisted, Skanderborg, Silkeborg, Viborg, Skive, Hobro, Brønderslev, Hjørring, Frederikshavn. Desuden skal der være forbindelse østfra i Odense fra følgende 8 byer: Høje Taastrup, Roskilde, Køge Nord, Ringsted, Sorø, Slagelse, Korsør, Nyborg.

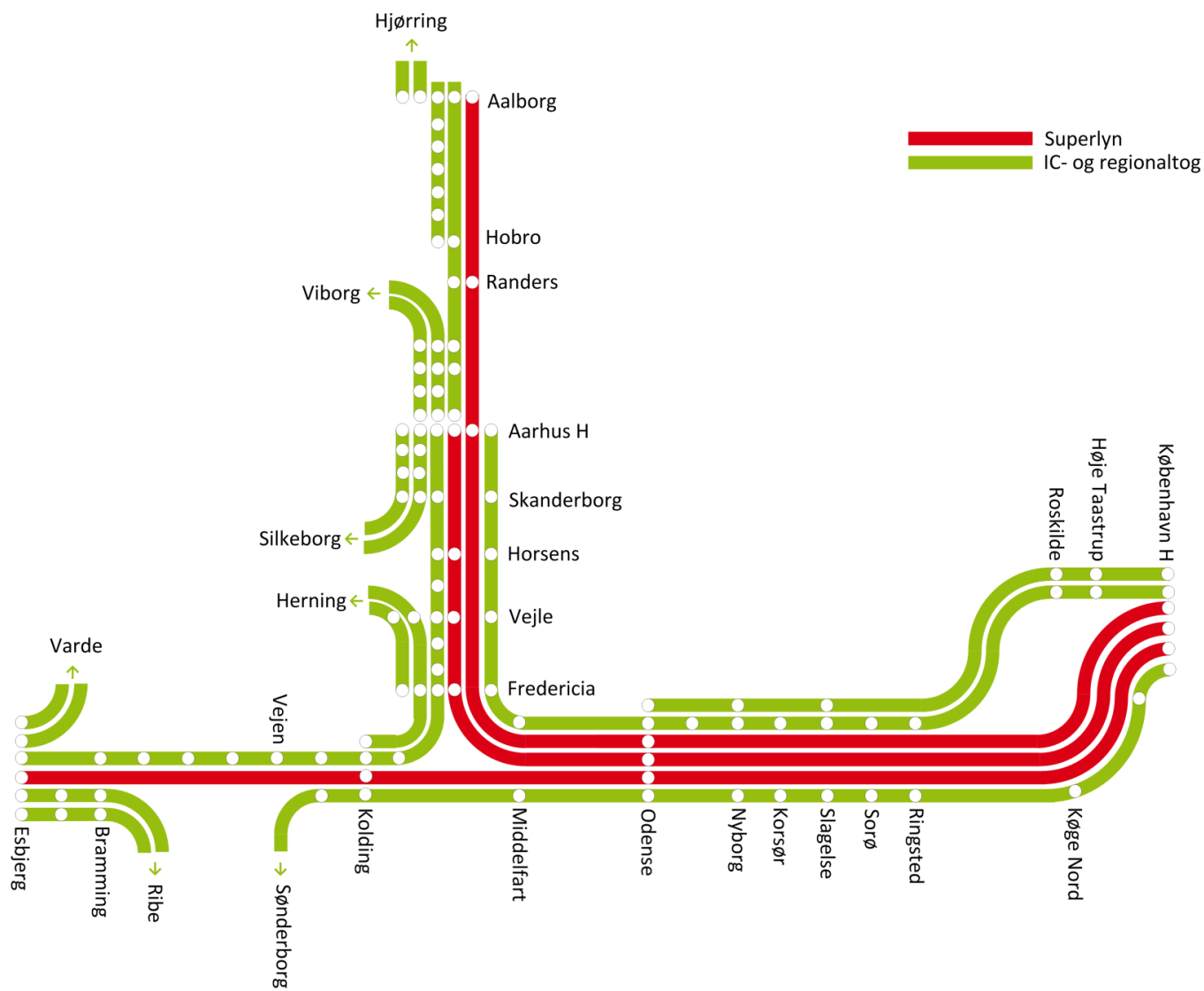
Regionaltog øst og vest for Odense forudsættes sammenbundet for at opnå flest mulige direkte forbindelser. Det bliver med ophold i Odense på 8-10 minutter. Derved kan man vælge at blive siddende eller skifte. I begge tilfælde opnås rejsetidsforbedringer ift. i dag.

Ved prioriteret korrespondance forstås én omstigning, helst ved samme perron, og kort omstigningstid på 5-10 minutter i begge retninger mellem timemodellsystemet og regionaltog, der betjener de pågældende byer.

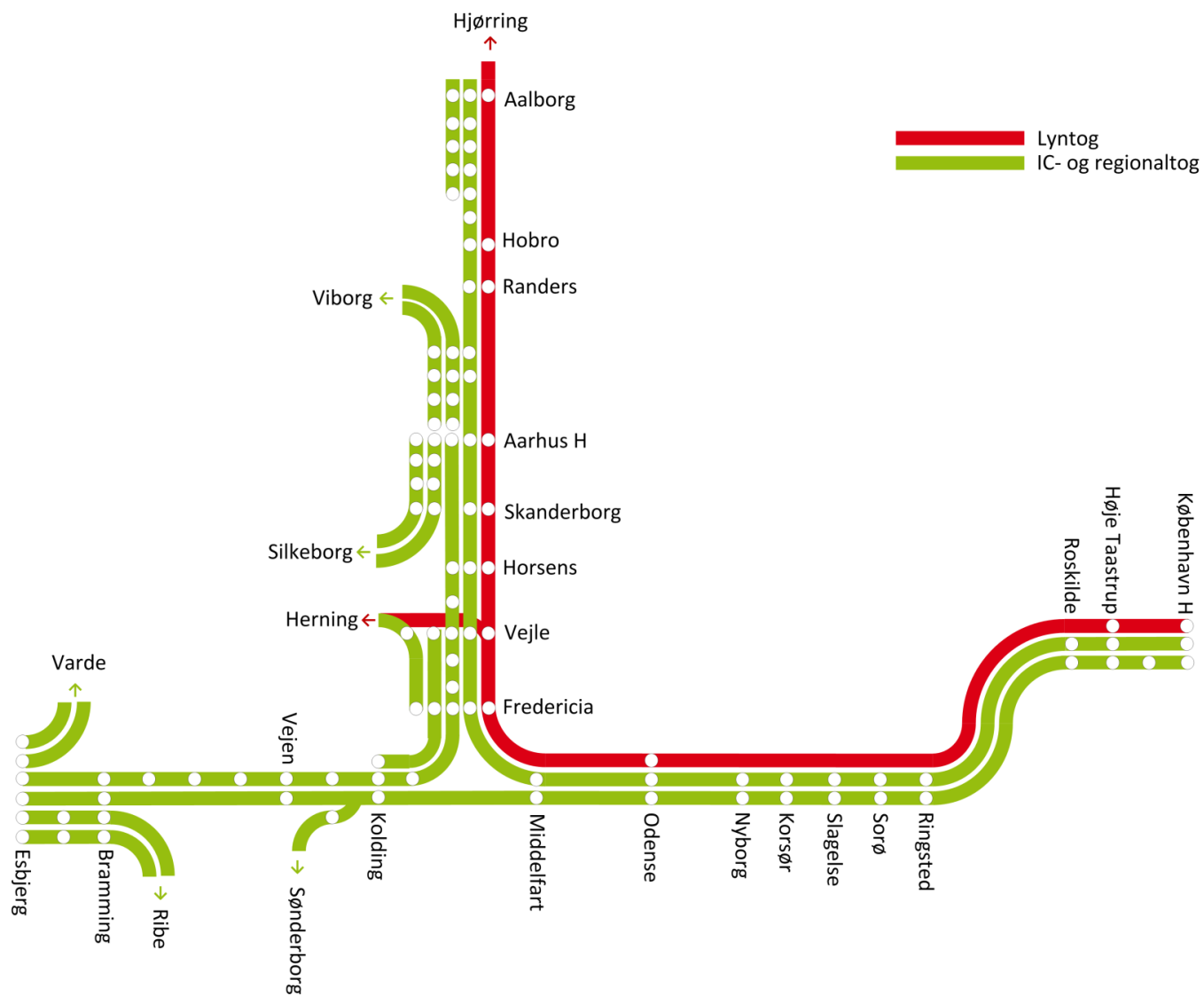
Figur 22. Timemodelbyer samt byer med prioriterede korrespondancer til Timemodellen



Figur 23. Eksempel på hvordan timemodeltogene kan spille sammen med IC- og regionaltogene (hver linje angiver et tog i timen).



Figur 24. Toglinjer i nuværende køreplan (hver linje angiver et tog i timen).



Det kan nogle steder blive nødvendigt at prioritere timemodel-korrespondancen højere end andre hensyn. Fx kan korrespondancehensynet betyde, at man ikke kan etablere køreplan-knudepunkter bestemte steder, hvilket nogle steder kunne være ønskeligt for at opnå bedst mulig sammenhæng med lokal busstrafik.

Visse steder kan det også medføre lidt længere køretider lokalt. Det vil det dog generelt være muligt at afhjælpe ved investeringer i nye krydsningsstationer evt. i kombination med nedlæggelse af meget små standsningssteder. Sådanne investeringer er ikke indarbejdet i de viste køreplanseksempler.

Med korrespondancen kan der opnås store rejsetidsgevinster i forhold til i dag til alle prioriterede byer. Til og fra København bliver det ½-1 time hurtigere end i dag, enkelte byer op til 1½ time hurtigere. De prioriterede forbindelser kommer også andre standsningssteder end de nævnte prioriterede byer til gode.

I bilag 4 er vist hvordan korrespondancerne kan etableres, desuden er vist et samlet køreplaneksempler for Timemodellen.

Køretidstillæg

Foruden egentlig køretid indgår et køretidstillæg, der gør det muligt at indhente mindre forsinkelser. De indregnede køretidstillæg er generelt mindre end de nuværende. Dette forventes muligt i fremtiden, hvor vedligeholdelseefterslæb er indhentet og signalprogrammet fuldført, og der endvidere er øget kapacitet som følge af nyanlæg.

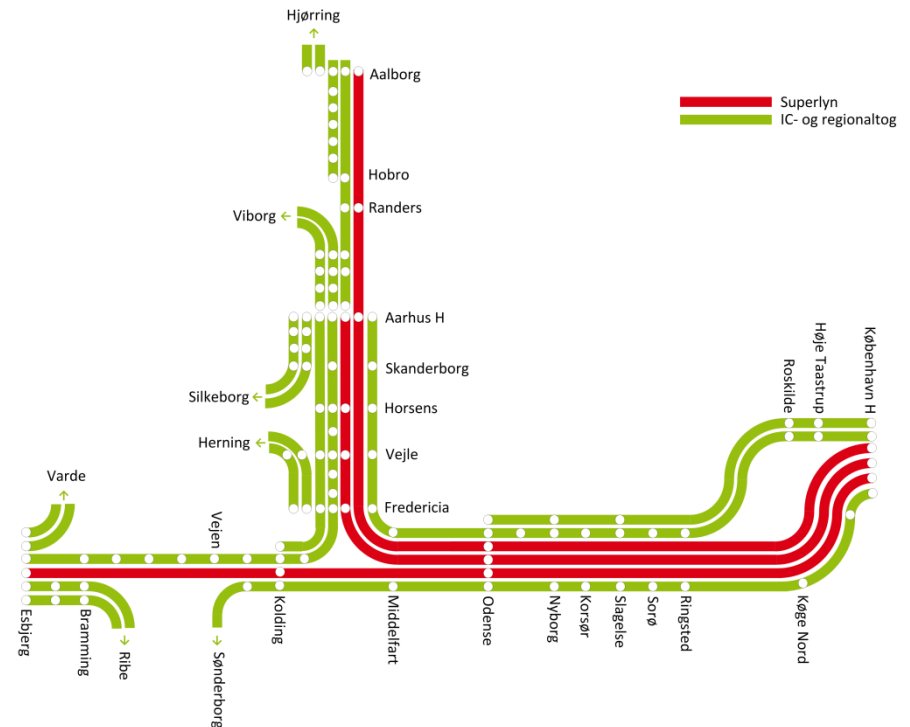
De fremtidige køretidstillæg er opgjort efter en fælles metode til brug for langsigtede planlægningsprojekter aftalt mellem Banedanmark, DSB og Trafikstyrelsen. Metoden er baseret på UICs anbefalinger om køretidstillæg inkl. hensyntagen til strækninger med kompleks drift og høj kapacitetsudnyttelse.

Yderligere tog i det østjyske bybånd

Med timemodellens nye banestrækninger udvides den samlede banekapacitet mellem Odense og Aarhus. Det muliggør forbedring af både regionaltrafik og landsdelstrafik. Eksempelvis kunne det østjyske bybånd mellem Trekantområdet og Aarhus opnå et markant løft i form af en hurtig og hyppig betjeningsfrekvens. Det kunne være et togsystem med fast kvartersdrift på strækningen Aarhus-Horsens-Vejle-

Fredericia, og herfra videre i halvtimesdrift til skiftevis Kolding og Odense.

Figur 25. Eksempel på tilnærmet kvartersdrift i Østjylland og med tog hver ½ time videre til både Odense og Kolding



Krav til stationer

Timemodellens krav til faste minuttal på stationerne, f.eks. minut 00, indebærer, at tog i begge rejseretninger vil være til stede samtidig på stationerne. Det stiller krav til at flere perronspor skal kunne håndtere timemodeltogene. Timemodellens køreplanvision kan således indebære konsekvenser i forhold til infrastruktur på stationerne.

Figur 26. Esbjerg Station. Superlyn med korresponderende regionaltog



Godstrafikken

Også godstrafikken får gavn af investeringerne i Togfonden DK.

Den nye bane over Vestfyn betyder, at godstogene får mere plads på den eksisterende bane i fremtiden. Dette medfører mærkbart reducerede køretider i størrelsesordenen 20 minutter for de godstog, der ikke længere skal overhales på Vestfyn.

I nuværende køreplan er der plads til 2 godstog pr time i hver retning, som i 2011 dagligt blev benyttet af op til omkring 44 godstog (begge retninger tilsammen). Der forventes her betydelig vækst de kommende år. Store dele af trafikken overflyttes imidlertid til Femernbælt i 2021, hvor den faste forbindelse tages i brug. Når de tyske landanlæg er færdiggjort senest 7 år efter, overflyttes transittrafikken til Femernbælt. Derefter vil der højst køre et godstog i timen over Storebælt, som forventes udnyttet af op til omkring 15 godstog dagligt (begge retninger tilsammen).

Der kører kun få godstog dagligt mellem Fredericia og Aarhus, og her forventes ingen særlig vækst. Som udgangspunkt forudsættes disse godstog at benytte de nuværende banestrækninger, der bevares.

Godstog, som lever op til kravene på de nye baner over Vejle Fjord og mellem Hovedgård og Hasselager, kan dog spare 20 km og ca. 15 minutters køretid ved i stedet at benytte de nye strækninger.

Overvejelser om togmateriel

Med beslutningen om at elektrificere de danske jernbaner skal IC4 ikke længere udgøre grundstammen i den danske fjerntrafik. Der skal derfor investeres i nyt togmateriel, hvilket giver en unik mulighed for at vælge tog, der er særligt velegnede til at understøtte realiseringen af Timemodellen.

For at timemodellen kan realiseres med togfondens tiltag forudsættes anskaffet et materiel som kan køre op til 250 km/t således at det vil være muligt at realisere 3 timers køretid mellem København-Aalborg inklusive de nødvendige stationsophold i Aarhus og Odense. For IC- og regionaltog, der kører parallelt på timemodell-strækningerne forudsættes togmateriel med maksimal hastighed op til 200 km/t. Køreplanen er baseret eksempler på materiel, og udelukker således ikke at materiel med lavere tophastighed men eksempelvis bedre accelerationsevne eller hurtigere passagerudveksling kan opfylde rejsetiden.

Timemodellens lyntog forudsættes op til godt 300 meter lange, der afhængig af indretning får 700-900 siddepladser. Til at køre timemodellsystemet behøves i alt ca. 45 togsæt med en længde på ca. 150 meter (inklusive reserve). Timemodellens krav til rejsetid indebærer, at der ikke er tid til at dele og samle eller op- og nedformere tog undervejs.

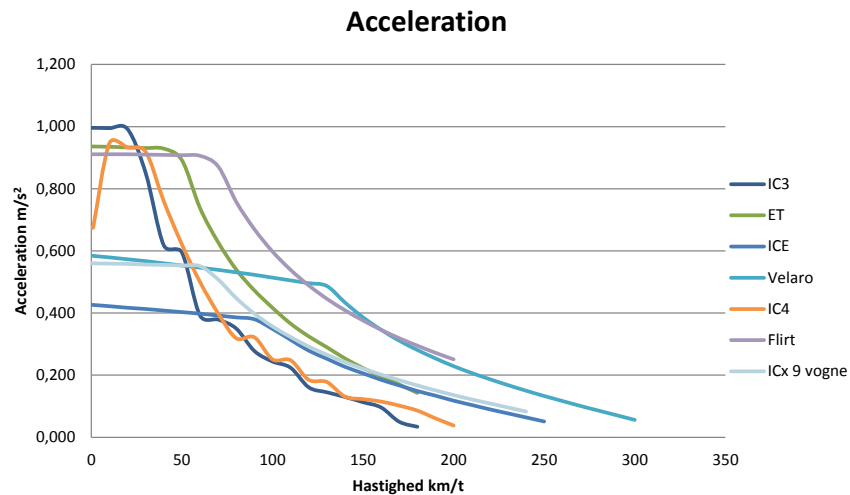
Om valg af togmateriel

Det optimale togmateriel til timemodelltrafikken er ikke samtidig optimalt til regionaltrafikken.

Togmateriel med høj maksimal hastighed (over 200 km/t) egner sig bedst til at køre med få standsninger undervejs. Det har typisk en høj maksimal hastighed på bekostning af ringere accelerationsevne. Togene betjener fortrinsvis lange rejser og vil derfor typisk have en mere komfortabel indretning med bedre plads omkring sæderne, men til gengæld forholdsvis få, smalle døre. Ind- og udstigning kan derfor ikke foregå nær så effektivt.

Tog med mange stop har typisk højere acceleration, men lavere maksimal hastighed. De betjener kortere rejser og har derfor typisk en indretning med flere sæder i forhold til togets længde. Og der ofres plads på mange, brede døre for at få en mere effektiv ind- og udstigning og dermed kortere stationsophold.

Figur 27. De screenede togs køreegenskaber – acceleration ved forskellige hastigheder



Valg af materiel vil påvirke kravene til infrastrukturen på stationerne. Perronerne på flere stationer kan vise sig at være for korte. Længden af tog og placering af døre kan med fordel indgå i beslutningen om fremtidens materiel. I f.eks. Aarhus er længste perron pt. 265 meter. På stationerne Randers, Horsens og Kolding kan der ligeledes være for korte perroner.

Om vedligehold og klargøring

Vedligeholdelses- og klargøringsomkostninger udgør en væsentlig del af et togs økonomi. Det vil derfor være en fordel at kunne reducere behovet for værkstedsreserver mest muligt. Det optimale koncept for vedligehold afhænger af køreplankonceptet og det valgte togmateriel. Det rigtige koncept kan indebære mindre behov for materielreserver.

Figur 28. IC4



Figur 29. Øresundstog, ET



Figur 30. Flirt til 200 km/t



Figur 31. Velaro til 300 km/t



Organisatorisk kan opgaven håndteres på forskellig måde: af operatøren selv, af materielleleverandøren eller udliciteret til tredjepart. Vedligehold lagt hos leverandøren kan effektivisere drift, hvilket Westbahn er et praktisk eksempel på, jf. bilag 5 om materiel.

Værksted til vedligeholdelse af timemodelmateriel placeres mest økonomisk effektivt, hvor alle toglinjer naturligt ender eller passerer – dvs. som udgangspunkt København eller Odense. Klargøringsopgaver

(vask, rengøring, påfyldning etc.) knytter sig naturligt til systemets yderstationer – København, Esbjerg, Aarhus og Aalborg – og skal desuden samtænkes i forhold til vedligeholdelsesopgaven (værksted).

Eksempler på togmateriel

Der findes en lang række forskellige fabrikater på markedet for jernbanemateriel, som kan anvendes til lyntog med 250 km/t eller regionaltog op til 200 km/t. Der vil sandsynligvis komme nye til de kommende år.

I tabellen i bilag 5 om materiel findes eksempler med udvalgte togtyper til forskellige maksimale hastigheder fra 160 km/t og op til 360 km/t, som kører eller kommer til at køre i Europa. Der er såvel enkeltdekkersom dobbeltdækkermateriel. Oplysningerne er fremskaffet i samarbejde med Atkins og er primært baseret på offentlige kilder. Køreplanen er baseret eksempler på materiel, og udelukker således ikke at materiel med lavere tophastighed men eksempelvis bedre accelerationsevne eller hurtigere passagerudveksling kan opfylde rejsetiden.

Tabellen indeholder ikke eksempler på kurvestyrede tog. Herved forstås tog, som krænger indad i kurver, hvorved passagererne ikke oplever de sideværts kræfter i samme grad, som hvis et almindeligt tog kører med samme hastighed igennem kurverne. Det betyder, at togene kan køre hurtigere gennem kurver. Af kurvestyrede tog kendes f.eks. i dag de elektriske X 2000 tog i Sverige, og Pendolino-typen i Italien og Schweiz (Cisalpino). De kunne i princippet være relevante i forbindelse med hurtigere kørsel på den østjyske hovedbane, som er præget af mange kurver.

Svenske undersøgelser peger imidlertid på, at en del af passagererne oplever komfortproblemer (køresyge) ved kørsel i kurvestyrede tog. Kommende højhastighedsprojekter i Sverige baseres nu på konventionel teknologi. Andre tilsvarende projekter i Tyskland og Norge er tilsyneladende også sat i stå. Derfor ses bort fra kurvestyret materiel.

Nyt togmateriel, som skal anvendes på det Europæiske jernbanenet, er underlagt EU regler/TSI-er. Her skal fremhæves, at TSI Lok&Pas skal anvendes fuldt ud fra 1/6 2017. Dette indebærer, at materiel, som er godkendt efter "gamle" regler/standarder, kun kan fremstilles og ibrugtages frem til 1/6 2017.

Drifts- og samfundsøkonomi

Timemodellen er et samfundsøkonomisk godt forrentet projekt med høj intern rente og solid positiv nettonutidsværdi. Desuden opnås bedre driftsøkonomi og dermed reduceret tilskudsbehov

Timemodellen: Et samfundsøkonomisk godt projekt

Togfondens midler udmøntes i parallelle investeringer i elektrificering hhv. forbedringer af banenettet, der muliggør fuldførelse af Timemodellen. Den samfundsøkonomiske rentabilitet af elektrificeringen og baneprojekterne er opgjort hver for sig, selv om effekten af de to investeringer i praksis er tæt forbundne.

Togfondens investeringer i fuldførelse af Timemodellen har en intern rente på hhv. 6,8%, 6,0% og 5,4% ved hhv. 10%, 30% og 50% NAB tillæg. Nettonutidsværdien er 11,0 mia. kr., 9,3 mia. kr. og 7,5 mia. kr. ved hhv. 10%, 30% og 50% NAB tillæg. Følsomhedsberegninger viser, at resultatet er robust. Der vurderes endog mulighed for yderligere forbedringer.

Bedre driftsøkonomi

Den samlede driftsøkonomi i tognettet forbedres betragteligt med fuldførelsen af Timemodellen. Kortere rejsetid giver flere passagerer. Sammen med udvidet togbetjening betyder det som udgangspunkt flere omkostninger til anskaffelse og vedligehold af togmateriel og til personale.

Men kortere rejsetid betyder samtidig en langt mere effektiv udnyttelse af togmateriel og personale. Derfor vil billetindtægterne overstige omkostningerne.

Den driftsøkonomiske gevinst bliver i størrelsesordenen 150 mio. kr. årligt for Togfondens projekter. Der er nye billetindtægter for godt 350 mio. kr. årligt, ekstra togdriftsomkostninger for næsten 100 mio. kr. årligt og ekstra banedriftsomkostninger for 120 mio. kr. årligt. Gennem produktions- og prisoptimering vurderes der at være et yderligere optimeringspotentiale i den illustrerede køreplan på ca. 300 mio. kr.

årligt. Det kan dog betyde lavere tilgængelighed og gennemskuelighed for passagererne.

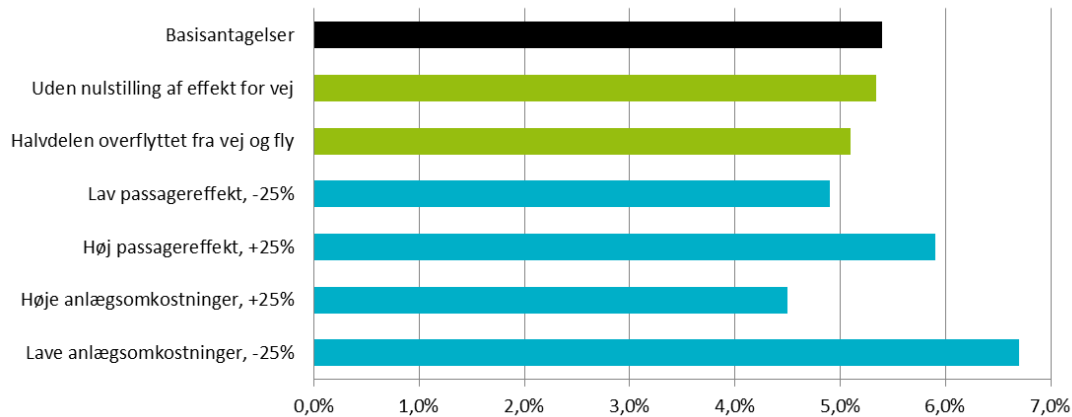
Table 5. Samfundsøkonomiske resultater for togfondens baneprojekter ved henholdsvis 10%, 30% og 50% NAB tillæg i anlægsoverslag. Kilde: Incentive "Samfundsøkonomisk vurdering af Timemodellen", august 2013.

mio. DKK	10% korrektions tillæg	30% korrektions tillæg	50% korrektions tillæg
Anlægsomkostninger:	-7.624	-9.010	-10.396
Anlægsomkostninger	-9.029	-10.671	-12.313
Restværdi	1.405	1.661	1.916
Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger:	2.589	2.564	2.540
Driftsomkostninger, vejinfrastruktur	0	0	0
Driftsomkostninger, baneinfrastruktur	-1.719	-1.743	-1.768
Driftsomkostninger, passagertog	-1.497	-1.497	-1.497
Billetindtægter, kollektiv trafik	5.804	5.804	5.804
Indtægter fra brugerbetaling, vej	0	0	0
Brugereffekter:	15.311	15.311	15.311
Tidsgevinster mv, kollektiv transport	15.311	15.311	15.311
Tidsgevinster mv., biltransport	0	0	0
Eksterne omkostninger:	-128	-128	-128
Uheld	-88	-88	-88
Støj	-12	-12	-12
Luftforurening	-28	-28	-28
Klima (CO2)	0	0	0
Øvrige konsekvenser:	879	546	213
Afgiftskonsekvenser	-534	-534	-534
Skatteforvridningstab	-1.395	-1.728	-2.061
Arbejdsudbudseffekt	2.808	2.808	2.808
I alt nettonutidsværdi (NNV)	11.027	9.284	7.540
Intern rente	6,8%	6,0%	5,4%

Følsomhedsanalyser og usikkerhed

Følsomhedsanalyser viser, at den overordnede konklusion er robust over for ændringer i forudsætningerne i den samfundsøkonomiske metode.

Figur 32. Følsomhedsberegninger (intern rente) for Togfondens projekter med 50 % korrektionsfaktor jf. NAB.



De primære usikkerheder vurderes at være relateret til opgørelsen af de trafikale effekter, som er baseret på modelkørsler i Landstrafikmodellen version 1.0.5.

Landstrafikmodellen giver intuitivt forkerte resultater for biltrafikken, som følge af en fejl ved beregning af bilejerskab. På anbefaling fra DTU er effekten af biltrafikken derfor nulstillet i de samfundsøkonomiske resultater i Tabel 5. Uden nulstilling af effekten for vejtrafikken vil den interne rente være 5,3% som vist i Figur 32.

På grund af den beregningsmæssige nulstilling indeholder beregningerne ingen positive miljø- og klimateffekter af overflytning fra bil og flytrafik. Den positive effekt af selve elektrificeringen henregnes til denne del af togfondens investeringer.

Hvis det alternativt antages, at halvdelen af de nye kollektive ture er overflyttet fra vej og fly vil det give en række positive effekter i form af mindre vejtrængsel (og dermed tidsgevinster for vej) samt gevinst for klima, miljø, støj, uheld og arbejdsudbudseffekter. Men i en samfundsøkonomisk analyse bliver de positive effekter mere end opvejet af faldende indtægter for vejtrafikken over Storebælt, afgiftstab og skatteforvridningstab. Samlet set vil det resultere i en intern rente på 5,1%.

En ændring i antallet af passagerer med +/- 25% medfører en ændring i den interne rente på +/- 0,5%. En ændring i anlægsomkostningerne med +/- 25% medfører intern rente på hhv. 4,5% og 6,7%. Flere følsomhedsanalyser findes i bilag 6.

Landstrafikmodellen (LTM) 1.0.5

Landstrafikmodellen er en stor regnemodel, der på baggrund af en mængde data om transport, infrastruktur, økonomi osv. forsøger at forudsige effekterne af trafikpolitiske beslutninger.

Modellen er under fortsat udvikling og vil først være helt færdigudviklet i 2015. Effekten af Timemodellen er vurderet med LTM 1.0.5 med de styrker og svagheder knyttet hertil. Svaghederne knytter sig særligt til tre centrale elementer, som vil blive rettet i LTM 1.0.6:

- Modellens stokastik og konvergens, der betyder at to ens kørsler kan give forskelle i resultaterne på op til 2‰ for de samlede transportopgørelser og op til 1‰ på trafikmængderne på enkeltstrækninger. Stokastikken kan være årsag til en del af eksempelvis de negative tidsgevinster på vej.
 - Godsmodellen underberegner efterspørgslen efter godstransport på vejnettet og dermed trængslen. Vurderes kun at betyde en lille undervurdering af overflytningspotentialet fra bil til kollektiv.
- Trods ovennævnte svagheder vurderer DTU, at Landstrafikmodellen godt kan anvendes til Timemodelberegningerne. Styrken ved modellen er bl.a.:
- Datagrundlaget, der har muliggjort en meget detaljeret beskrivelse af dagens rejsemønstre bl.a. efter turformål.
 - Overflytning til og fra andre transportmidler, hvor Landstrafikmodellen omfatter alle transportmidler.
 - Trafikvæksten, der i Landstrafikmodellen både påvirkes af trafikanternes baggrund, fx familietype og indkomst, og af øgede tidsværdier samt trængsel på vejnettet.

Gevinsterne er beregnet af DTU Transport på Landstrafikmodellen version 1.05. med input fra Trafikstyrelsen omkring køreplaner.

Der er tale om de første beregninger på modellen. Man kan forvente metodiske forbedringer de kommende år. DTU Transport vurderer imidlertid, at resultaterne er valide til vurdering af Timemodellen.

Samfundsøkonomisk metode

Den samfundsøkonomiske analyse er en velfærdsøkonomisk evaluering, hvor alle effekter omregnes til kroner og øre. Foruden anlægsomkostninger og driftsøkonomi indgår også passagerernes tidsgevinster og miljøeffekter m.m.

Passagergevinster opgøres ud fra standardiserede enhedspriser på tid, som for privat transport er 85 kr./time for rejsetid, 68 kr./time for ventetid til næste afgang og 127 kr./time for skiftetid (2013-priser). For erhvervstransport er priserne ca. 4 gange højere.

Analysen af er udarbejdet af Incentive og baseret på Transportministeriets TERESA-model med tilhørende standardforudsætninger og på baggrund af Finansministeriets anbefalinger. Tallene er opgjort i 2013 prisniveau. Centrale forudsætninger fremgår af Bilag 6.

Effekterne henover en årrække sammenregnes til en nettonutidsværdi i 2013 ved brug af en diskonteringsrente. Der regnes med 4% i perioden 2013/2018-2053 og 3% for perioden 2053-2075.

For allerede besluttede etaper er anvendt de hidtidige samfundsøkonomiske beregninger. Disse er tilpasset mht. prisniveau og gennemførte metodeændringer (blandt andet diskonteringsrente og arbejdsudbudseffekt).

Brugergevinster

Den største samfundsøkonomiske fordel er passagerernes tidsgevinster. Projekterne i Togfonden medfører en samlet gevinst på 2,6 mio. timer årligt med en værdi på 740 mio.kr årligt. Det giver en samlet nettonutidsværdi er 15,3 mia.kr.

Timemodellen giver en stor vækst i antal rejser mellem Timemodelbyerne. Passagereffekter er nærmere beskrevet i bilag 7.

Billetindtægter

Den anden store fordel er billetindtægter fra nye kollektive rejser. I alt forventes i størrelsesordenen 370 mio.kr årligt i ekstra billetindtægter

for togfondens projekter. Det giver en nutidsværdi på 5,8 mia.kr for togfondens projekter.

Anlægsomkostninger

Anlægsomkostninger er den største udgiftspost i det samfundsøkonomiske regnskab.

Togfondens projekter omfatter anlægsudgifter for hhv. 10,5 mia. kr, 12,4 mia. kr og 14,4 mia. kr med hhv. 10%, 30% og 50% reserve i forhold til fysikoverslaget (NAB-tillæg) (opgørelse inkl. 900 mio kr. til Aarhus-Hobro, og ekskl. de resterende 300 mio kr. jf. s.8).

Der regnes med byggeperiode 2018-2024 og fuld restværdi i 2053, hvormed der kan omregnes til en nutidsværdi af udgiften i 2013 på hhv. 7,6 mia kr, 9,0 mia kr og 10,4 mia kr med hhv. 10%, 30% og 50% NAB-tillæg. Den gennemførte forundersøgelse har medført større sikkerhed for budgettet, der nu vurderes lidt lavere end i screeningen.

Driftsomkostninger

Timemodellen medfører flere banestrækninger og flere toglinjer, og der skal være plads til flere passagerer i togene. Det giver ekstra udgifter til anskaffelse af togmateriel, vedligehold og personale samt til et større banenet og mere baneslid.

Projekterne i togfonden giver merudgifter for i størrelsesordenen 220 mio.kr årligt, hvilket kan omregnes til en nettonutidsværdi på 3,2 mia.kr.

Dette mere end modsvares af øgede billetindtægter. Projekterne i togfonden giver således anledning til et samlet driftsoverskud på ca. 150 mio. kr. årligt, hvilket kan omregnes til en nutidsværdi på 2,6 mia. kr. Årsagen er, at den kortere rejsetid tiltrækker flere passagerer og giver en mere effektiv udnyttelse af togmateriel og personale.

Den samlede driftsøkonomi i tognettet forbedres betragteligt med Timemodellen. Gennem produktionsoptimering vurderes der at være et yderligere optimeringspotentialer i den illustrerede køreplan på ca. 300 mio. kr. årligt.

Driftsøkonomien vil kunne forbedres yderligere ved at indføre øget prisdifferentiering i timemodeltogene, dvs. øge prisforskellen i forhold til søgning på de enkelte togafgange og i forhold til bestillingstidspunkt mm., som det kendes fra fx flytrafik.

Den samlede gevinst for hele togsystemet vil dels bestå i større billetindtægter og dels i en produktionsoptimering, hvor priserne i de dimensionerende timer hæves så meget, at efterspørgslen efter siddepladser falder og man kan undgå indkøb af dyrt materiel, der kun vil blive brugt i begrænset omfang.

En anden mulighed kunne være at indskrænke betjeningen i trafiksvage tidsrum, som det sker i dagens køreplan. Fjerner man fx én daglig

afgang på linjen København-Aarhus vil man årligt kunne spare ca. 6 mio. kr. på driftsudgifterne. I det viste eksempel forudsættes alle timemodeltog at køre hele driftsdøgnet.

Ulempen ved de nævnte former for produktionsoptimering er lavere tilgængelighed og gennemskuelighed for passagererne.

Figur 33. Banegården i Aalborg med Superlyn og korresponderende regionaltog



Elektrificering

Elektrificering giver et bedre miljø, men er også en god forretning. Både fordi elektriske tog er billigere i indkøb og drift og fordi de accelererer hurtigere og dermed kommer hurtigere frem. Med Togfonden DK kan alle hovedstrækninger elektrificeres

Aftaler om elektrificering

Med aftalen om *En Grøn Transportpolitik* fra 2009 blev en miljøvenlig politisk vision for jernbanen fastsat.

En vision som på sigt skal gøre jernbanen fri af fossile brændstoffer ved at gøre det muligt at køre på vedvarende energi og dermed mindske CO₂-udledningen i Danmark.

En elektrificering af jernbanen vil skabe rammerne for en langt mere moderne jernbane med bedre, billigere og mere stabil drift – samtidig med at det gavner klima og miljø.

En elektrificering vil bidrage til at nå målet om at gøre jernbanen uafhængig af fossile brændstoffer og forøge andelen af vedvarende energi. Dermed bidrager elektrificeringen af banen til det overordnede mål om, at transportsektoren skal medvirke til at nedbringe Danmarks samlede CO₂-udledning.

Når den langsigtede togstrategi i Danmark ikke baseres på dieseltog, bliver det med en elektrificering af jernbanenettet muligt at indkøbe standardiserede og velafprøvede moderne el-tog.

El-tog er ved hastigheder over 160 km/t ca. 15 % billigere at anskaffe end tilsvarende dieselmateriel. Samtidig er drifts- og vedligeholdelsesomkostningerne for el-tog 2/3 af de tilsvarende omkostninger for dieselmateriel, og el-tog har en bedre acceleration end dieseltog.

Figur 34. Udrulning af elektrificeringen



Den bedre acceleration kan bidrage til kortere rejsetider, uanset hvor de elektriske tog indsættes.

Det danske jernbanenet (jernbanen) er i dag kun elektrificeret fra Helsingør til Padborg og fra Tinglev til Sønderborg samt Øresundsbanen.

Derfor blev det i aftale om *En Grøn Transportpolitik* fra 2009 besluttet at gennemføre en strategisk analyse af en yderligere elektrificering af banenettet for at vurdere konsekvenserne af en elektrificering og skabe grundlag for at beslutte hvilke jernbanestrækninger, der fremadrettet bør elektrificeres. *Den strategiske analyse* blev afleveret i 2011.

Med aftalen *Elektrificering af jernbanen mv.* fra februar 2012 blev det besluttet at elektrificere banen mellem Esbjerg og Lunderskov samt at udarbejde begrundede anlægsoverslag for en fortsat elektrificering.

Med *Finanslov for 2013* blev der afsat midler af til at udarbejde beslutningsgrundlag samt elektrificere jernbanen mellem Køge Nord og Næstved.

På nuværende tidspunkt er der således truffet beslutning om og afsat midler til elektrificering af banestrækningerne Esbjerg-Lunderskov, Køge Nord-Næstved, Den nye Bane København-Ringsted og Ringsted-Femern.

Når de allerede besluttede elektrificeringer er gennemført, vil ca. 30 procent af jernbanen være elektrificeret. For at kunne tilbyde togpassagererne et sammenhængende elektrificeret banenet, er en fortsat elektrificering nødvendig.

Kan gennemføres med Togfonden DK

En fortsat elektrificering i Danmark er undersøgt i *Den strategiske analyse* fra 2011. Der er udarbejdet begrundede anlægsoverslag for strækningerne: Roskilde-Kalundborg, Fredericia-Aarhus, Aarhus-Lindholm, Lindholm-Frederikshavn og Vejle-Struer.

En elektrificering af disse strækninger er i udspillet til Togfonden DK af marts 2013 opgjort til at koste 8,7 mia. kr. Banedanmark vurderer, at dette beløb fortsat kan rumme den forudsatte elektrificerings omfang.

I processen er der tilvejebragt en del mere viden, som påvirker økonomien både op og ned. Alt i alt er projekternes økonomi uændret.

I forbindelse med tilvejebringelsen af mere viden f.eks. om spor og broer på strækningerne er den samlede pris steget. Med et usikkerhedstillæg på 50% vil projekternes samlede pris stige yderligere. Herudover har Banedanmark prissat kørestrømsanlægget på baggrund af det nuværende kørestrømsanlæg, som er gammelt og individuelt tilpasset, hvorfor prisen herpå er forholdsvis høj.

Figur 35. Elektrificering af det danske jernbanenet



I den nuværende situation er der imidlertid også tre vigtige faktorer, som påvirker priserne i nedadgående retning i forhold til ovenstående, og som bør indregnes for at gøre prisestimatene mere retvisende:

1. I forbindelse med Banedanmarks projektering af elektrificeringen Esbjerg-Lunderskov er der opnået større sikkerhed for fysikomfanget. Derfor er det vurderet tilstrækkeligt med et usikkerhedstillæg på 30% i stedet for 50% i forhold til de sammenlignelige elementer på de videre elektrificeringsetaper.
2. Effekten af et samlet elektrificeringsprogram med udbud, der medfører europæisk konkurrence. Et sådant funktionsudbud vil give nogle stordriftsfordele og en positiv gentagelseeffekt, som samlet er vurderet til en besparelse på 8%.
3. Besparelsen ved anvendelse af ny kørestrømsteknologi på baggrund af international benchmark for elektrificering som en konkurrenceparameter i udbuddet. Dette vil betyde indkøb af standardvarer, som allerede er afprøvet globalt, og som konservativt er vurderet til en besparelse på 20% af udgifterne til kørestrømsanlægget.

Banedanmark vurderer derfor, at elektrificeringen af de strækninger, der indgår i Togfonden DK, isoleret kan realiseres for 8,035 mia. kr.

Herudover er der tilføjet to nye udgiftsposter på i alt 609 mio. kr., som ikke var medtaget i *Den strategiske analyse* fra 2011.

Den første er, at der med elektrificeringen køres flere el-tog end i dag på de nuværende elektrificerede strækninger. Derfor skal der investeres i de bestående anlæg for at skaffe den fornødne elektriske effekt til de flere tog.

Den anden er, at der skal tillægges omkostninger til kompensering pga. skævvridning af el-nettet. Toget benytter to faser, og strøm fra el-værkerne leveres i tre faser. Da elektrificerede strækninger trækker meget strøm, vil dette skabe en skævvridning i hele systemet. De store kraftværker kunne tidligere håndtere denne skævvridning i leverancen af strøm, men med vedvarende energi og decentral el-produktion er det ikke længere muligt. Der skal derfor etableres en kompensering i anlægget, hvor strømmen modtages.

Samlet udgør anlægsoverslaget således 8,7 mia. kr. (PL 2014), der svarer til overslaget i forbindelse med Togfonden DK på 8,7 mia. kr.

Figur 36. Elektrificeret jernbane



Figur 37. Elektrificering under vejbro



Betydning for klima og miljø

Helt overordnet vil en yderligere elektrificering af banenettet betyde, at jernbanen i højere grad end i dag kan gøres uafhængig af fossile brændstoffer og kan bidrage til at øge andelen af vedvarende energikilder, fx vindenergi. Det vil medvirke til at opfylde regeringens mål om, at Danmark skal være uafhængig af fossile brændsler i 2050.

CO₂-udslip

Det samlede CO₂-udslip i Danmark bliver reduceret, fordi elektrisk togdrift medfører en lavere CO₂-udledning end dieseltogdrift ved bl.a. at kunne basere sig på vedvarende energi.

CO₂ reduktionen ved at elektrificere strækningerne i Togfonden DK er 170.000 ton pr. år.

Elektrificering vil endvidere betyde, at togdriftens CO₂-udledning kommer ind under CO₂-kvotesystemet, idet elproduktion er kvotebelagt. Den samlede CO₂-udledning fra den kvotebelagte sektor kan pr. definition ikke øges. Det betyder, at virksomhederne i den kvotebelagte sektor samlet skal reducere deres CO₂-udledning med en mængde svarende til togdriftens CO₂-udledning efter elektrificering.

Samtidig kan togenes energiforbrug nedsættes, fordi bremseenergien kan lagres og udnyttes til fremdrift (regenerativ bremsning).

Luftforurening og støj

I forhold til luftforurening vil kørsel med såvel el- som dieselmateriel udlede emissioner og derved bidrage til luftforurening. Bortset fra SO₂ er udledningen fra dieselmateriel dog højere end for elektrisk materiel.

Luftforureningen ved kørsel med dieseltog sker lokalt, hvor mennesker færdes, mens strømmen til eltog dels produceres ved forureningfri vedvarende energi, dels produceres på kraftværker og dermed forurener mindre og regionalt.

I forhold til støj kan fremhæves, at elektrisk materiel støjer mindre end dieselmateriel. Det gælder især ved lave hastigheder, og når de holder stille på perroner, klargøringsspor mv. Det er således især naboer til stationer og terminalområder, som vil opleve færre gener ved kørsel med elektrisk materiel frem for dieselmateriel.

Andre miljøeffekter

Elektrificering medfører miljømæssige konsekvenser, når de mange ældre broer, der typisk er på strækningerne, skal hæves eller udskiftes for at sikre det nødvendige fritrumsprofil til køreledninger. Fra de igangværende projekter er erfaringen, at der i hvert enkelt tilfælde skal ske en vurdering af, om broen skal genopføres på samme sted og med de samme dimensioner. Denne vurdering foretages i samarbejde med de lokale kommuner og myndigheder.

Etablering af køreledningsanlægget vil endvidere betyde, at der skal være en større afstand til træer. Køreledningsanlægget vil endvidere påvirke landskabet, hvor jernbanen bliver mere fremtrædende.

Kørestrømmen vil skabe et magnetfelt omkring banen. Trods mange års forskning er der endnu ikke enighed, om magnetfelter kan udgøre en sundhedsrisiko eller ej.

På grund af de miljømæssige konsekvenser vurderer Naturstyrelsen, om elektrificeringen er VVM-pligtigt (en Vurdering af Virkninger for Miljøet) eller ej. Naturstyrelsen har senest afgjort, at elektrificeringen af strækningen Køge Nord–Næstved er VVM-pligtig. Det betyder, at der skal udarbejdes en VVM-redegørelse, og at offentligheden skal inddrages i beslutningsprocessen, som angivet i VVM-bekendtgørelsen. VVM-processen forløber som regel parallelt med den indledende projektering, altså parallelt med Banedanmarks såkaldte programfase.

Figur 38. Elektrificeret jernbane



Den strategiske analyse (2011)

I *Den strategiske analyse* fra 2011 blev den samfundsøkonomiske gevinst ved elektrificeringen af strækningerne, der er med i Togfonden DK, samlet beregnet til ca. 5 %.

Analysen viste, at det på de mere trafikerede strækninger vil være en klar fordel at elektrificere. Derfor blev der indledningsvis udarbejdet anlægsoverslag for elektrificering af disse strækninger. Disse anlægsoverslag blev benyttet i prissætningen af elektrificeringsprojekterne i Togfonden DK.

Tabel 6. Anlægsøkonomi i udspillet om Togfonden DK (mia. kr.).

Strækning	Togfonden DK
Roskilde – Kalundborg	1,2
Fredericia – Aarhus	5,0
Aarhus – Lindholm	
Lindholm – Frederikshavn	1,0
Vejle – Struer	1,5
Sum	8,7

Analysen viste også, at set i forhold til anlægsøkonomien vil det kunne betale sig at samle elektrificeringsarbejderne i store udbudspakker. Det kunne f.eks. være én samlet elektrificeringspakke, der omfatter alle elektrificeringsprojekter.

Elektrificeringsprogrammet

For at verificere relevansen af at tilrettelægge elektrificeringsarbejdet som skitseret ovenfor har Quartz+Co for Banedanmark udarbejdet en business case, der bekræfter, at der vil være fordele at hente ved at samle elektrificeringsopgaverne under ét og ved at gennemføre funktionsudbud snarere end detailudbud. På den baggrund besluttede Banedanmark at organisere elektrificeringen som et program svarende til Banedanmarks Signalprogram.

Banedanmarks elektrificeringsprogram har i første halvår af 2013 gennemført et rådgiverudbud, der omfatter de 4 vedtagne strækninger Esbjerg–Lunderskov, København–Ringsted, Ringsted–Femern og Køge Nord–Næstved samt optioner for de strækninger, der indgår i Togfonden DK.

Elektrificeringsprogrammet forventer med udgangen af 2013 at udsende udbudsbekendtgørelsen vedr. funktionsudbuddet. Denne struktureres således, at allerede vedtagne strækninger og de, som er indeholdt i Togfonden DK og besluttet i forbindelse med kommende politiske forhandlinger, samles under ét. Formålet med at samle elektrificeringen i et program og dermed udbyde i store funktionsudbudspakker er en forventning om, at der derved opnås størst mulig europæisk konkurrence og stordriftsfordele samt adgang til kendt teknologi og de nyeste besparende udførelsesmetoder.

Figur 39. Elektrisk lokomotiv



Begrundede anlægsoverslag

Elektrificeringen kræver betydelige investeringer i nye kørestrømsanlæg, hævnning eller udskiftning af broer mv. Omfanget af investeringer er kortlagt ved mere dybdegående analyser af anlægsoekonomien i de begrundede anlægsoverslag i denne rapport.

I processen er der tilvejebragt en del mere viden, som påvirker økonomien både op og ned, men alt i alt er projekternes økonomi uændret.

Begrundede anlægsoverslag for strækninger i Togfonden DK

I *Den strategiske analyse* fra 2011 har Niras A/S for Banedanmark udarbejdet et budgetoverslag efter Ny Anlægsbudgetterings fase 1 niveau. Disse overslag er i henhold til Ny Anlægsbudgettering tillagt et korrektionstillæg på 50 %. Disse anlægsoverslag blev benyttet i prissætningen af elektrificerings-projekterne i Togfonden DK.

Efterfølgende har Niras A/S for Banedanmark udarbejdet de aktuelle begrundede anlægsoverslag. Anlægsoverslagene er eksternt kvalitetssikret af ingeniørfirmaet Grontmij, og Grontmij's bemærkninger er indarbejdet i anlægsoverslagene.

Prisforøgelsen i de begrundede anlægsoverslag i forhold til *Den strategiske analyse* skyldes primært tilvejebringelse af mere viden, herunder en stigning i fysikomfanget samtidig med, at Banedanmarks enhedspriser fastholdes, og der dermed indregnes en prissætning af Banedanmarks nuværende kørestrømsanlæg.

Det samlede anlægsoverslag inklusiv 50% tillæg (ny anlægsobudgettering fase 1) er på knapt 11,4 mia. kr.

Anvendte enhedspriser og ændret fysikomfang

I *Den strategiske analyse* blev Banedanmarks enhedspriser pr. km spor anvendt. Disse enhedspriser benyttes også til at prissætte den fremtidige elektrificering, selvom det er kendt, at disse er høje i forhold til markedet.

Årsagen er, at Banedanmark ikke har en anden og bedre viden om prissætningen af et kørestrømsanlæg.

Den nye viden om elektrificeringsomfanget omhandler i hovedtræk følgende anlægselementer:

- Fjernstyringen af køreledningsanlægget
- Fordelingsstationer og forsyning
- Potentialudligning og jording
- Tillæg for arbejde ved spor i drift
- Alle de nødvendige stations- og depotspor

Denne bearbejdning og større viden nedbringer usikkerheden vedrørende projekternes fysiske omfang i forhold til *Den strategiske analyse* og nærmer sig ny anlægsobudgettering fase 2 niveau. Dette giver anledning til at korrigere prisen på en række anlægselementer, jf. nedenfor.

Korrektionsfaktorer til de begrundede anlægsoverslag

I den nuværende situation er der tre vigtige faktorer, som påvirker priserne i nedadgående retning, og som bør indregnes for at gøre prisestimerne mere retvisende.

Første korrektionsfaktor: Større sikkerhed for hvilke anlægselementer der er nødvendige for at elektrificere.

I forbindelse med Banedanmarks projektering af elektrificeringen Esbjerg-Lunderskov er der opnået større sikkerhed for hvilken fysik, der indgår i elektrificeringen på en given strækning. Derfor er det vurderet, at det er tilstrækkeligt med et usikkerhedstillæg på 30%, som i ny anlægsbudgettering fase 2, i stedet for 50%, som i ny anlægsbudgettering fase 1 på de videre elektrificeringsetaper.

Niras A/S har tidligere for Banedanmark udarbejdet et begrundet anlægsoverslag for strækningen Esbjerg-Lunderskov. Anlægsgiften blev skønnet til 1.179 mio. kr. (ny anlægsbudgettering fase 1).

I den videre projektering på programfaseniveau og en prissætning på grundlag heraf har Atkins A/S udarbejdet et konsolideret anlægsoverslag på 997 mio. kr. (ny anlægsbudgettering fase 2). Det giver en besparelse på 182 mio. kr. svarende til et fald på 18,3 %. Der er ikke ændret på enhedspriserne. Det konsoliderede anlægsoverslag dækker over få ændringer i fysikomfang og viser, at niveauet i det begrundede anlægsoverslag er velunderbygget, og dokumenterer, at anlægsoverslagenes fysik er korrekt.

Prisforskellen er derfor primært differencen mellem de to korrektionstillæg.

Det begrundede anlægsoverslag er verificeret i detaljer for strækningen Esbjerg-Lunderskov og har vist sig dækkende. Det samme forventes at gøre sig gældende for de øvrige strækninger. Derfor findes det berettiget at nedjustere de begrundede anlægsoverslag til 30 % i korrektionstillæg.

Anden korrektionsfaktor: Et samlet elektrificeringsprogram med udbud medfører europæisk konkurrence.

I forbindelse med *Den strategiske analyse* af elektrificering af jernbanen blev der peget på muligheden for at samle elektrificeringsarbejderne i store udbudspakker.

Formålet med at samle elektrificeringen i et program og dermed udbyde i store funktionsudbudspakker er en forventning om, at der derved opnås størst mulig europæisk konkurrence og stordriftsfordele samt adgang til 'state of the art' teknologi og de nyeste udførelsesmetoder, herunder at udbyde arbejderne som en design-, anlægs- og driftskontrakt (*design, build and operate*)¹.

For at verificere relevansen af at tilrettelægge elektrificeringsarbejdet som skitseret ovenfor har Quartz+Co for Banedanmark udarbejdet en business case, der bekræfter, at der vil være fordele at hente ved at samle elektrificeringsopgaverne under ét og ved at gennemføre funktionsudbud snarere end detailudbud.

Effekterne af den øgede konkurrence på europæisk niveau og af stordriftsfordelene afhænger af markedssituationen på tidspunktet for udbud, som opgavens størrelse og spærringerne for arbejdets gennemførelse, men Quartz+Co vurderer, at de mulige gevinster er i størrelsesordenen 6-7 %.

Endvidere har SBI Danish Research Institute, Aalborg Universitet 2010 udviklet en matematisk model, der udregner "learning curve" effekten som en korrektionsfaktor, der prissætter gevinsten, der opnås ved et større antal brobyggerier og større elektrificeringer af banen. Korrektionsfaktoren vurderes at ligge i intervallet 6-12 %. Denne metode er bl.a. anvendt ved prissætning af den ny bane København-Ringsted. Erfaringerne er indtil videre, at de forudsatte besparelser realiseres bl.a. på bropakkerne, og erfaringerne overføres derfor til Elektrificeringsprogrammet.

På den baggrund vurderer Banedanmark, at de store funktionsudbud appellerer til de europæiske elektrificeringsleverandører. Omfanget gør det attraktivt at byde på opgaven, hvilket tiltrækker europæisk spidskompetence og ekspertise.

Herudover vil Banedanmark nyttiggøre erfaringerne fra udbud af Signalprogrammet, basere sig på markedsanalyse, og gennemføre

¹ Det vurderes endvidere om kontrakten bør indeholde vedligeholdelsesforpligtelse i kortere eller længere en periode.

løbende dialog med markedet også i de indledende faser samt udbud efter forhandling. Konkret var Signalprogrammet oprindeligt prissat til 24 mia.kr. Heri var forudsat et skift til en ny fælles europæisk teknologi, en samlet udrulning med stordriftsfordele og en programorganisering, uden at disse elementer nødvendigvis kunne prissættes. Der blev efter udbud opnået en besparelse på 4,75 mia. kr. svarende til 19,8 %.

Banedanmark forventer tilsvarende, at der for Elektrificeringsprogrammet vil være fordele ved at udnytte disse værktøjer svarende til Banedanmarks øvrige store anlægs- og fornyelsesprojekter, og indregner en reduktion på 8%.

Tredje korrektionsfaktor: Besparelsen ved ny kørestrømsteknologi på baggrund af international benchmark for elektrificering som en konkurrenceparameter i udbuddet.

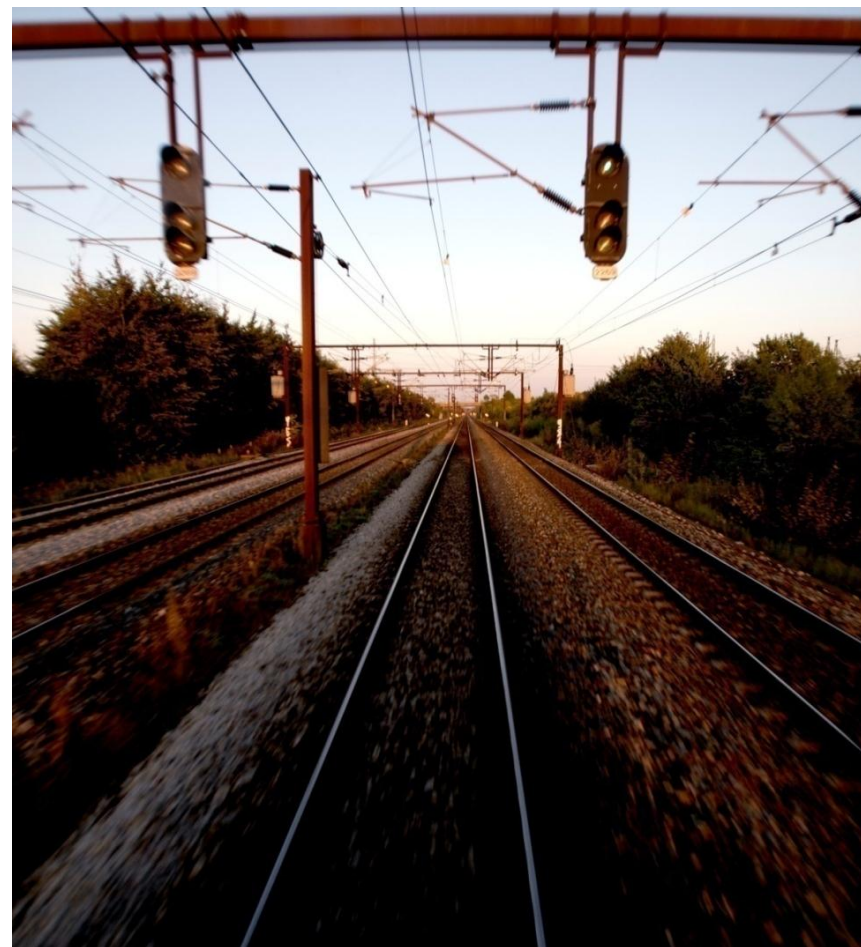
I de begrundede anlægsoverslag er der taget udgangspunkt i anvendelsen af Banedanmarks nuværende kørestrømsanlæg, som er dansk udviklet, og som man hidtil har brugt på Banedanmarks strækninger. Dette køreledningsanlæg er baseret på en høj grad af detaljering og individuel tilpasning. Således er hver enkelt mast beregnet med hensyn til styrkeforhold, og påspændingsbeslag er lavet individuelt og kan ikke ændres. Mastetyper er fremstillet af et ret dyrt materiale. Der er dog ikke elektrificeret i mange år, og meget tyder på, at standard kørestrømsanlæg i dag kan leveres væsentligt billigere. Der anvendes således typisk billigere materialer, og standardkomponenter, der kan tilpasses de lokale forhold.

Quartz+Co har for Banedanmark gennemført en benchmarking, der viser, at der er store gevinster at hente i ny og moderne teknologi. Der angives en gennemsnitspris på 1,56 mio. kr. pr. km spor mod Niras' pris i de begrundede anlægsoverslag for Banedanmarks nuværende kørestrømsanlæg på 2,4 mio. kr. uden korrektionstillæg og 3,7 mio. kr. pr. km spor inklusive 50 % korrektionstillæg. Det er en forskel, som understøtter en forventning om, at ny og moderne teknologi vil nedbringe elektrificeringsudgiften.

Kørestrømspriserne er blandt andet fra UIC (Union International de Chemin de fer) 2002 og flere europæiske lande som Sverige, Finland, Polen, Tyskland i årene 2012-2013. Der ses variationer nationalt, hvor kørestrøm er billigst i Polen og dyrest i Tyskland.

I Trafikstyrelsens notat *Sammenligning af anlægspriser* fremgår det, at de danske anlægsestimater for blandt andet kørestrømsanlæg ligger et pænt stykke over det europæiske prisniveau. Derfor blev anlægsoverslaget for kørestrøm i beslutningsgrundlaget for Den nye bane København-Ringsted korrigeret med en faktor 0,8 svarende til en besparelse på 20 %.

Figur 40. Elektrificeret jernbane



Banedanmark vurderer, at leverandørerne vil tilbyde afprøvede standardprodukter med et minimum af vedligeholdelse, når leverandøren for en årrække får tildelt driftsansvaret. Banedanmark vurderer også, at leverandørerne vil udvikle og designe anlæggene billigst muligt, når leverandørerne bliver udsat for europæisk konkurrence. Samme tendens ses i Banedanmarks Signalprogram.

På baggrund af mængden, den europæiske konkurrenceudsættelse og funktionsudbuddet, der inkluderer *design, build & operate*, vurderes, at elektrificeringsudgiften reduceres i forhold til Banedanmarks estimat for det nuværende anlæg.

Banedanmark finder derfor belæg for at indregne samme korrektionsfaktor på 0,8 i elektrificeringsudgiften som i beslutningsgrundlaget for Den nye bane København–Ringsted selvom gevinsten ifølge Quartz+Co kunne vurderes større.

Kvalitetssikring af de tre korrektionsfaktorer:

Der er af Deloitte udført ekstern kvalitetssikring af effekterne af de tre korrektionsfaktorer baseret på:

- Banedanmarks videre projektering af strækningen Esbjerg-Lunderskov.
- Quartz+Co's business case om gevinsten ved at organisere elektrificeringen som et program og SBI Danish Research Institute, Aalborg Universitet 2010s vurdering af gentagelseeffekten.
- Trafikstyrelsens benchmark udført i forbindelse med København-Ringsted projektet og Quartz+Co's benchmarkanalyse af omkostningsniveauer for udførte elektrificeringsprojekter.

Kilderne til Quartz+Co's analyser dækker bl.a. over 40 interviews med eksperter fra branchen, erfaringstal fra UIC's rapport *The cost of Railway Infrastructure* der indeholder omkostningsanalyse fra over 90 europæiske elektrificeringsprojekter, prisestimer fra ledende ingeniørfirmaer på området i Spanien og USA, og en sammenligning med nylige projekter udført i vores nabolande Finland, Sverige, Polen og Tyskland (inklusive high speed) samt endelig leverandøren Balfour Beatty.

På denne baggrund konkluderer Deloitte følgende:

Deloitte vurderer ændringen af korrektionstillægget fra 50 % til 30 % som værende rimelig, og at effekten ved at organisere elektrificering som et program som sandsynlig. Deloitte kan ikke afvise en effekt på 8 %. Deloitte tager dog forbehold, idet København-Ringsted projektet og Signalprogrammet endnu ikke er gennemført, men medgiver, at der kan opnås omfattende besparelser, da Elektrificeringsprogrammet struktureres som Signalprogrammet. Endelig er Deloitte enig med Banedanmark i, at der kan opnås en positiv effekt ved at anvende ny og standardiseret teknologi, og kan ikke afvise, at effekten kan blive 20 %.

Nye udgiftsposter

Der er til de begrundede anlægsoverslag tilføjet to nye udgiftsposter på i alt 609 mio. kr., som ikke var medtaget i *Den strategiske analyse* fra 2011. Disse var kendt i 2011, men kunne ikke prissættes på daværende tidspunkt. Udgiftsposterne er eksternt kvalitetssikret af Grontmij.

Den ene udgiftspost skyldes, at der med elektrificeringen køres flere el-tog end i dag på de nuværende elektrificerede strækninger. Derfor skal der investeres i de bestående anlæg for at skaffe den fornødne elektriske effekt til de flere tog. Det drejer sig især om kørsel med el-tog fra København til Kalundborg, Aarhus, Lindholm, Struer og Frederikshavn.

Den anden udgiftspost skyldes, at der skal tillægges omkostninger til kompensering pga. skævvridning af el-nettet. Toget benytter to faser og strøm fra el-værkerne leveres i tre faser. Da elektrificerede strækninger trækker meget strøm, vil dette skabe en skævvridning i hele systemet. De store kraftværker kunne tidligere håndtere denne skævvridning i leverancen af strøm, men med mere vedvarende energi og decentral el-produktion er det ikke længere muligt. Der skal derfor etableres en kompensering i anlægget.

Økonomien for den samlede elektrificering i Togfonden DK

Nedenfor beskrives økonomien for den samlede elektrificering i Togfonden DK. De begrundede anlægsoverslag beløber sig til knap 11,4 mia. kr. men inklusiv korrektionsfaktorerne ender den samlede pris på lidt over 8 mia. kr. Til dette beløb skal lægges udgifter til mere effekt

og kompensation for en skævvridning i el-nettet på samlet 609 mio. kr. Samlet udgør anlægsoverslaget således 8,7 mia. kr. (PL 2014), der svarer til overslaget i forbindelse med lanceringen Togfonden DK på 8,7 mia. kr.

Tabel 7. *Begrundede anlægsoverslag (inkl. korrektionstillæg 30%, stordriftsfordel 8%, moderne teknologi 20 % af prisen på køreledningsanlægget). Mio. kr.*

Strækning	Togfonden DK	Begrundede anlægsoverslag	Mere effekt & kompensation
Roskilde-Kalundborg	1.200	1.145	192
Fredericia-Aarhus	5.000	2.173	224
Aarhus-Lindholm		2.345	193
Lindholm-Frederikshavn	1.000	886	0
Vejle - Struer	1.500	1.486	0
Sum	8.700	8.035	609

Samfundsøkonomi

I *Den strategiske analyse* fra 2011 blev den samfundsøkonomiske gevinst ved elektrificeringen af strækningerne, der er med i *Togfonden DK*, beregnet til ca. 5 %. Da omkostningerne og fordelene ved elektrificering fortsat forventes at være på niveau med de omkostninger og fordele, der blev fremlagt i 2011, er de samfundsøkonomiske resultater også gældende for den optimale udrulningsplan, hvor elektrificeringen er gennemført i 2024, jf. næste afsnit.

Resultatet, der afrapporteres i skemaet nedenfor, er således en sammenregning af *Den strategiske analyses* resultater, for elektrificering af de strækninger, der indgår i Togfonden DK. I beregningerne indgår udgifter til anlægs-, drifts- og vedligeholdelsesomkostninger for de nye infrastrukturelementer. Der indgår gevinster i form af ændrede omkostninger til togmaterielanskaffelse, ændrede togdrifts- og vedligeholdelsesomkostninger samt energiomkostninger. Desuden indgår miljø- og klimaeffekter samt skatteforvridningstab.

Med elektrificering er det muligt at opnå hurtigere acceleration og højere trækraft på stigninger. Effekten vil være særlig gunstig for toglinjer med mange standsninger. Fordelene ved rejsetidsbesparelser er dog ikke medtaget i de samfundsøkonomiske beregninger.

Som grundlag for beregningerne er benyttet et køreplanseksempel for trafikeringen af Banedanmarks net i 2020 udarbejdet af Trafikstyrelsen. I køreplanseksemplet er der taget højde for driftsudvidelser som følge af de vedtagne projekter, der forventes etableret inden 2020, f.eks. dobbeltspor Lejre-Vipperød og København-Ringsted.

Det samfundsøkonomiske resultat af elektrificeringen fremgår af tabellen for et korrektionstillæg på henholdsvis 10% og 30%. Heraf fremgår det, at elektrificeringen af de strækninger, der indgår i Togfonden DK, vil være samfundsøkonomisk rentabel med en pæn intern rente på ca. 5 % ved et korrektionstillæg på 30%.

Tabel 8. *Samfundsøkonomiske resultater for Togfonden DK's elektrificeringsprojekter.*

Mio. kr. (nettonutidsværdi)	10 % korrektions tillæg	30 % korrektions tillæg
Infrastruktur:		
Anlægsomkostninger:	-5.500	-6.100
Drift & Vedligeholdelsesomkostninger:	-750	-750
Materiel:	5.750	5.750
Anskaffelsesomkostninger:	1.200	1.200
Drift & Vedligeholdelsesomkostninger:	3.000	3.000
Energiomkostninger:	1.550	1.550
Miljø:	1.300	1.300
Forvridningseffekt:	100	-200
Samlet (nettonutidsværdi)	900	0
Intern rente	6%	5%

Note: Den interne rente og den samlede nettonutidsværdi er beregnet af Niras. Fordelingen af omkostninger og gevinster er skønnet af Banedanmark

Den økonomisk mest optimale udrulningsplan

Det vurderes, at hver enkelt strækning kan elektrificeres ca. et år efter udrulningen af Signalprogrammet. Da der er tale om et samlet set meget stort elektrificeringsprojekt, er der dog en række andre forhold, som også spiller ind – herunder de øvrige projekter i Togfonden DK.

Det er Banedanmarks umiddelbare vurdering, at den mest økonomisk optimale udrulningsplan for elektrificeringen, vil indebære, at de samlede anlæg er færdige i 2024. Det er dog først i forbindelse med et udbud, at den optimale udrulningsplan kan lægges fast, jf. de tidsmæssige intervaller i kortet (figur 41).

Der forventes, at være en stor økonomisk gevinst ved at gennemføre elektrificeringen som et samlet udbud med opnåelse af en væsentlig stordrift og gentagelseeffekt.

Banedanmark vurderer, at det er en forudsætning, at der udføres et samlet udbud af strækningerne i Togfonden DK, hvis det ønskes at opnå besparelsen på 8 % med de beskrevne stordriftsfordele og optimeringsmuligheder, som er indregnet i anlægsoverslaget.

Såfremt strækningerne ikke gennemføres i en samlet udrulningsplan eller tidsmæssigt forceres, kan der opstå flaskehalse og mangel på nødvendige kompetencer og anlægsudstyr, hvilket kan resultere i en fordyrelse af projektet.

Banedanmark vurderer endvidere, at en samtidig gennemførelse af Signalprogrammet, Timemodellen og Elektrificeringen kræver en meget nøje stadiplanlægning for at få arbejderne tilrettelagt under hensyntagen til opretholdelse af togdriften. En sådan stadiplanlægning er endnu ikke mulig.

Figur 41. Elektrificering af det danske jernbanenet



Figur 42. Vejle station med Superlyn



Videre perspektiver

Timemodellen er hovedhjørnестen i et sammenhængende dansk kollektivt trafiksystem. Forbedret regional togbetjening og stationsnær byudvikling kan styrke timemodellen – og omvendt.

Forbedret regional togbetjening

Hastighedsopgradering af regionalbaner

Banedanmark har gennemført en undersøgelse af potentialet i højere hastigheder på regionalbaner i Jylland og på Fyn og Sjælland. Formålet har været at afdække, hvilke muligheder der findes i forbindelse med gennemførelsen af det nye landsdækkende signalprojekt. Herefter er det alene kurvedretninger, sikkerhedsafstande og togmateriel mm., der er afgørende for, om en hastighedsopgradering kan finde sted.

Hvis der udover timemodellens projekter foretages opgradering af nogle af de tilsluttende regionalbaner, kan der opnås endnu bedre rejsetider til og fra forskellige egne af landet, end det fremgår af køreplaneksemplerne i bilag 4. I disse er forudsat den nuværende infrastruktur, og de køreplanmuligheder den giver. Mulighederne er bl.a. bestemt af antal og placering af krydsningsstationer på de enkeltsporede strækninger.

Opgraderes en enkeltsporet strækning til en højere hastighed, kan det give nye muligheder for krydsninger og dermed en bedre og hurtigere køreplan. I køreplaneksemplerne har kravet om korrespondance til timemodellen i kombination med krydsningsstationernes placering fx medført en delvis u hensigtsmæssig køreplan på den vestjyske længdebane med lidt lange stationsophold undervejs.

Inden det fastlægges, om der er behov for opgradering af en banestrækning til højere hastighed, skal det afklares hvilke korrespondancer der prioriteres, dvs. hvorledes fx korrespondancer til timemodellen prioriteres i forhold til korrespondancer til andre regionaltog og korrespondancer til buslinjer prioriteres. Mht. opgraderinger af regionalbaner har Banedanmark ifm. signalprogrammet gennemført en forundersøgelse af potentialet i

Figur 43. Timemodellen og videre perspektiver, sammenhæng med mulige opgraderinger af regionale strækninger.



højere hastigheder på regionalbaner i Jylland, og på Fyn og Sjælland. Undersøgelsen skal ses i lyset af, at når Signalprogrammet er gennemført, vil den nødvendige signalteknik til at øge hastigheden på regional- og lokalbaner være til stede.

Det eksisterende sikringssystem på de regionale og lokale baner kan i dag ikke håndtere hastigheder højere end 120 km/t. Med udrulningen af signalprogrammet vil derimod alene kurveudretninger, sikkerhedsafstande, materiel osv. være afgørende for, om en hastighedsopgradering kan finde sted. Med Signalprogrammet bliver hastighedsopgraderingerne således billigere.

Forundersøgelsens formål har derfor været at afdække, hvilke muligheder der opstår efter udrulningen af Signalprogrammet. En separat udarbejdet sikkerhedsanalyse viser, at hastigheder på op til 160 km/t er sikkerhedsmæssigt forsvarlig for alle banens aspekter, også overkørsler.

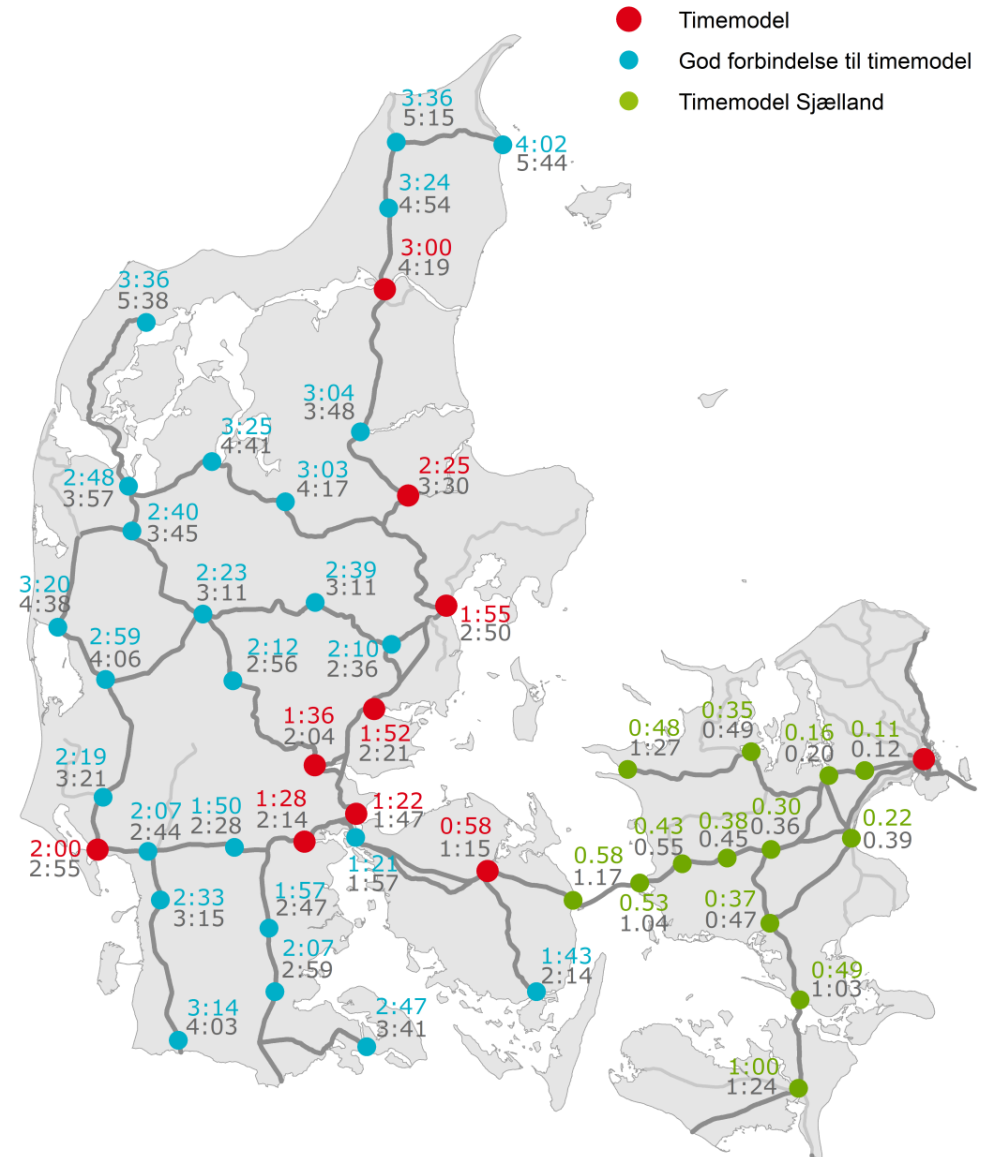
Analysen viser, at mange strækninger udviser meget positive resultater og det anbefales derfor, at der udarbejdes en strategi, som identificerer og samordner de nødvendige tiltag på området, både hvad angår infrastruktur, trafikering og materiel.

I Banedanmarks analyser er det forudsat, at de moderniserede regionalbaner betjenes med de typer tog, som er velegnede til at udnytte det fulde potentiale i hastighedsopgraderingerne – som f. eks. Øresundstog på elstrækninger og IC3 tog på dieselstrækninger.

For flere regionale strækninger vil en fremtidig højere hastighed således fx overstige den, som dagens materiel kan klare. Planer for opgraderinger bør derfor koordineres med operatørerne, herunder vedrørende planer for anskaffelse af nyt materiel.

Det bedste tidspunkt at gennemføre den signaltekniske del af hastighedsopgraderingen vil være i forbindelse med Signalprogrammets udrulning. Hastighedsopgraderinger kan endvidere have indflydelse på planlagte fornyelsesaktiviteter idet visse arbejder er sammenfaldende og bør udføres samtidigt.

Figur 44. Rejsetider til/fra København med opgraderede regionalbaner, såfremt der udover timemodellens projekter foretages opgradering af nogle tilsluttende regionalbaner, jf. Banedanmarks vurdering.



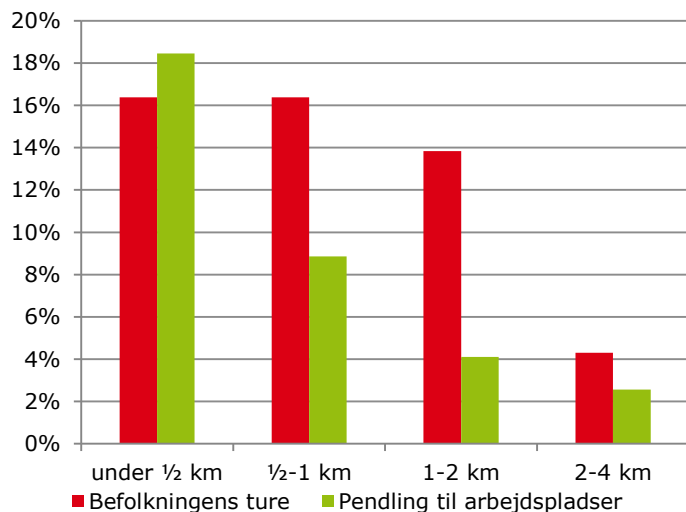
Stationsnær byudvikling

Flere passagerer tæt på stationen

Stationsnær byudvikling er en meget effektiv metode til at øge togets markedsandel. I timemodellens byer vest for Storebælt er togets markedsandel 18%, når arbejdspladsen ligger mindre end 500 meter fra stationen, men kun 4% når afstanden er 1-2 km. En togorienteret byudvikling kan dermed skabe et væsentligt bedre grundlag for fremtidige forbedringer i togtrafikken.

Siden 1989 har stationsnærhedsprincippet været en central del af Fingerplanen i Hovedstadsområdet. Uden for Hovedstadsområdet er der ikke nogen overordnet plan for byudviklingen, og der er hidtil ikke anvendt noget målrettet princip om stationsnær byudvikling.

Figur 45. Togets markedsandel i timemodellens byer vest for Storebælt ift. afstand fra station (for ture over 10 km). Kilde: TU 2007-12



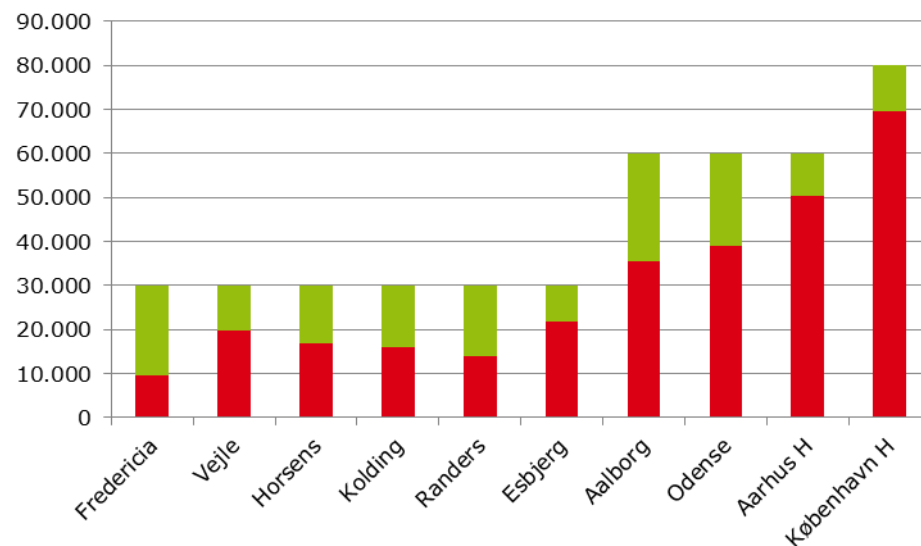
Fortætning i timemodellbyer

Især i de 10 timemodellbyer bør den nye betjening med Superlyn give anledning til en ændring i retning af en koncentreret satsning på stationsnær udvikling frem for som hidtil en mere spredt udvikling.

Også i øvrige prioriterede byer kan man have gavn af en mere stationsnær udvikling. Jo tættere bebyggelse omkring stationen, jo bedre bliver grundlaget for togbetjening. Visse steder findes ekstensivt udnyttet areal klos op ad stationerne.

I Fredericia, Vejle, Horsens, Randers, Kolding og Esbjerg er der i dag 10.000-20.000 indbyggere og arbejdspladser inden for 1 km fra stationerne, mens der i Aarhus, Odense og Aalborg er 35.000-50.000. Til sammenligning er der i oplandet til København H ca. 70.000 indbyggere og arbejdspladser.

Figur 46. Nuværende opland (boliger samt arbejdspladser) indenfor 1 km radius markeret med rød, og eksempel på fremtidig målsætning om stationsnær byvækst i Timemodellens byer markeret med grøn.



Figuren viser et eksempel på en styrkelse af byudviklingen i de stationsnære områder. Samlet set giver eksemplet en stationsnær byvækst på ca. 150.000 indbyggere og arbejdspladser – fra 290.000 til 440.000. Potentialet for stationsnær byvækst er størst i de største byer. Lokaliseres denne byvækst stationsnært i stedet for i udkanten af byerne, vil passagertallet i togene øges væsentligt – og grundlaget for en bedre togbetjening styrkes tilsvarende.

Figur 47. Eksempel på ekstensiv udnyttelse af stationsnære arealer (Horsens)



Figur 48. Eksempel på intensiv udnyttelse af stationsnære arealer (Aarhus)



Fortætningen skal ses som en principiel illustration af en mere togorienteret byudvikling. I praksis kan det være, at fortætningspotentialiet i de enkelte byer er større eller mindre end angivet i eksemplet. Nogle steder er der gode muligheder for umiddelbart at bygge tættere. Andre steder kræver det en mere gennemgribende omdannelse fra fx lager- og industriformål til tætte byerhverv.

Flere arbejdspladser og færre parkeringspladser

Det er primært regionalt orienterede rejsemål, herunder kontorarbejdspladser, uddannelsessteder og større buticentre, som bør lokaliseres stationsnært. Etageboliger kan også med fordel placeres tæt på stationerne for at skabe levende bymiljøer med både boliger og erhverv.

Desuden kan man overveje at begrænse parkeringsmulighederne i de stationsnære områder. Virkemidlet kendes i Danmark primært i de centrale dele af København, hvor den høje toganvendelse i vid udstrækning skyldes begrænsede parkeringsmuligheder. Det mest aktuelle eksempel på parkeringsbegrænsninger er Ørestad, hvor der i flere af bydelens områder arbejdes med en parkeringsnorm på 1 p-plads pr. 200 etagemeter. Det svarer omtrent til 1 parkeringsplads pr. 6-8 medarbejdere i kontorvirksomheder.

Figur 49. Udenlandsk eksempel på målrettet, tæt, togorienteret byudvikling (Freiburg i Sydtykland).



Bilag 1. Anlægsoverslag

Tabel 9. Resume af anlægsoverslag fra forundersøgelsen fordelt på hovedposter (fase-1 overslag). NAB-tillægget er på 50%, 2013-priser. Kilde: Niras

Resume af anlægsoverslag fase 1 (mio.kr)	A1, Ny bane over Vestfyn	A3, Opgradering Fredericia	A4, Opgradering Pjedsted-Vejle Fjord	A5, Bro over Vejle Fjord	A6, Opgradering Vejle Fjord Nord-Horsens Syd	A8, Opgradering Horsens Nord-Hovedgård	A11, Ny bane Hovedgård-Aarhus	A12, Udbygning Aarhus H	I alt
Sporanlæg		339	6	57	56	89	59	220	827
Anlægsarbejder	546	-	-		94	6	15	477	1.139
Broer og konstruktioner	595	-	-	200	-		19	292	1.106
Kørestrøm	220	3	50	36	79	52	143		584
Stærkstrøm	12	0	3	2	5	3	8		33
Sikring og fjernstyring	337	1	9	55	15	10	219		646
Tele	14	-	-	2	-	-	9		25
Bygninger	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arealer	125	-	-	39	1	6	75		246
Forst	191	-	-	16	-	-	62		269
Andet	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bygherreadministration	440	2	22	93	36	31	278		902
Total (ekskl. NAB-tillæg)	2.817	13	142	593	231	196	1.783		5.776
Total (inkl. NAB-tillæg)	4.226	20	213	889	347	294	2.675		8.664
pr. km-strækning (ekskl. NAB-tillæg)	80	12	17	102	18	23	78		
Udfletningsanlæg (214 mio/stk)	428			428			428		1.284
Broanlæg Vejle Fjord (jernbanebro)				1.828					1.828
Arbejder Aarhus H								84	84
I alt (ekskl. NAB-tillæg)	3.245	13	142	2.848	231	196	2.211	84	8.972
I alt (inkl. NAB-tillæg)	4.868	20	213	4.272	347	294	3.317	126	13.457
pr. km-strækning (ekskl. NAB-tillæg)	92	12	17	491	18	23	97		

Tabel 10. Resume af anlægsoverslag fra screeningsundersøgelsen samt 50%-NAB-tillæg, 2013-priser. Kilde: Niras

Screenede anlægsomkostninger (mia. kr.)	Estimeret anlægsomkostning	Inkl. 50%-NAB-tillæg
A1 Ny bane Vestfyn	3,6	5,39
A2 Opgradering eksisterende bane Vestfyn	0,25	0,38
A3 Hastighedsopgradering Fredericia	0,024	0,036
A4 Hastighedsopgradering Pjedsted-Brejning	0,18	0,27
A5 Ny bane Vejle Fjord (1)	2,64	3,96
A6 Hastighedsopgradering Daugård – Horsens Syd	0,31	0,46
A7 Ny bane Horsens Syd – Horsens Nord	1,27	1,91
A8 Hastighedsopgradering Horsens Nord - Hovedgård	0,22	0,32
A9 Ny bane Horsens Nord – Skanderborg Syd	3,06	4,59
A10 Hastighedsopgradering Skanderborg – Aarhus	0,17	0,26
A11 Ny bane Hovedgård – Kolt	2,28	3,43
A12 Udbygning Aarhus H	0,08	0,13
A13 Ny bro over Lillebælt (2)	4,4	6,6
A14 Hastighedsopgradering Horsens (3)	0,19	0,28
B1 Ny bane Odense Vest – Bogense Øst	2,32	3,48
B2 Kyst-kyst Bogense – Juelsminde (3)	7,42	11,13
B3 Ny bane Juelsminde - Horsens Syd	1,88	2,82
C1 Hastighedsopgradering Snoghøj – Lunderskov	0,21	0,32
C2 Hastighedsopgradering Lunderskov - Esbjerg	1,27	1,91



(1) Vejle Ford Bro: Jernbanebro uden vej er forudsat

(2) Indgår i Vejdirektoratets igangværende screening af en ny Lillebæltsforbindelse. Den angivne pris er Trafikstyrelsen skøn for en jernbaneforbindelse over Lillebælt inkl. banelandanlæg. For brodelen er merprisen for en kombineret bane- og vejbro i forhold til prisen for en ren vejbro indregnet.

(3) Bogense-Juelsminde Bro: Kombineret vej- og baneforbindelse hvor jernbane andrager 33% af anlægssummen er forudsat. Kun jernbanedelen er indeholdt i det angivne beløb. Forbindelse B2 Bogense-Juelsminde for både motorven 2 x 2 spor + nødspor samt bane estimeres således til 22,3 mia. DKK (33,4 mia. DKK inkl. 50% NAB-faktor). En ren jernbanebro anslås at koste 19,3 mia.kr.

Tabel 11. Oversigt over strækningspriser pr. km dobbeltsporet bane for nye banestrækninger (mio kr/km), 2013-priser. Kilde: Niras

Resume af anlægsoverslag, screening (mio. kr)	A1, Ny bane over Vestfyn	A5, Bro over Vejle Fjord	A7, Ny bane Horsens Syd-Horsens Nord	A9, Ny bane Horsens Nord-Skanderborg Syd	A11, Ny bane Hovedgård-Aarhus	B1, Ny bane Odense Vest-Bogense Øst	B3, Ny bane Juelsminde-Horsens Syd
Sporanlæg	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6
Anlægsarbejder	25,8	35,6	35,6	71,4	23,5	13,8	20,7
Broer og konstruktioner	13,2	9,5	9,5	13,2	13,2	13,2	9,6
Kørestrøm	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
Stærkstrøm	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Sikring og fjernstyring	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3
Tele	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Bygninger	0	0	0	0	0	0	0
Arealer	5,2	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
Forst	3,5	0,9	0,9	1,7	1,7	1,7	1,7
Andet	0	0	0	0	0	0	0
Bygherreadministration	13,7	13,9	5	21,6	12,5	10,7	11,3
Total	87,7	88,9	80	138,1	80	68,5	72,4

Note: A5 er kun overslag for landanlæggene ved Vejle Fjord.

Bilag 2. Andre undersøgte løsninger

De udvalgte anlæg ifm. Togfonden er de mest fordelagtige blandt en række undersøgte muligheder. I en screening er anlægsomkostninger vurderet i forhold til samlet rejsetidsbesparelse

I dette afsnit præsenteres det katalog af anlægselementer, der danner baggrunden for udvælgelsen af elementerne i Togfonden DK. Togfondens anlæg har været genstand for nærmere forundersøgelser, som det er præsenteret i afsnittet 'Baneanlæg Odense-Aarhus'. Andre løsninger har kun været undersøgt på screeningsniveau.

Anlægsoverslagene for de udvalgte anlæg i forundersøgelsen er blevet kvalificeret og kan derfor i mindre grad afvige fra anlægsoverslagene i screeningsanalysen.

De screenede anlægselementer består i nye banestrækninger eller baneopgraderinger mellem Odense-Aarhus og Odense-Esbjerg. En del af anlægselementerne kan kombineres, og omkostninger og gevinster lægges sammen, som det er gjort med de udvalgte elementer i Togfonden. Andre er gensidigt udelukkende.

Nedenfor omtales desuden Banedanmarks forundersøgelse af forskellige opgraderinger og nye baner ifm. timemodellen mellem Aarhus og Hobro/Aalborg. Disse er relevante i forhold til, hvordan den fulde timemodel skal realiseres, og hvor vendetiden i Aarhus skal placeres.

De screenede baner og opgraderinger fremgår af kortet.

A-anlæg er nye baner og opgraderinger i den eksisterende banekorridor Odense-Aarhus via Lillebæltsbroen.

B-anlæg er en ny og direkte bane linjeføring på delstrækningen mellem Odense-Horsens i en ny korridor via Bogense og det nordlige Lillebælt.

C-anlæg er opgraderinger af banen mellem Lillebæltsbroen og Esbjerg.

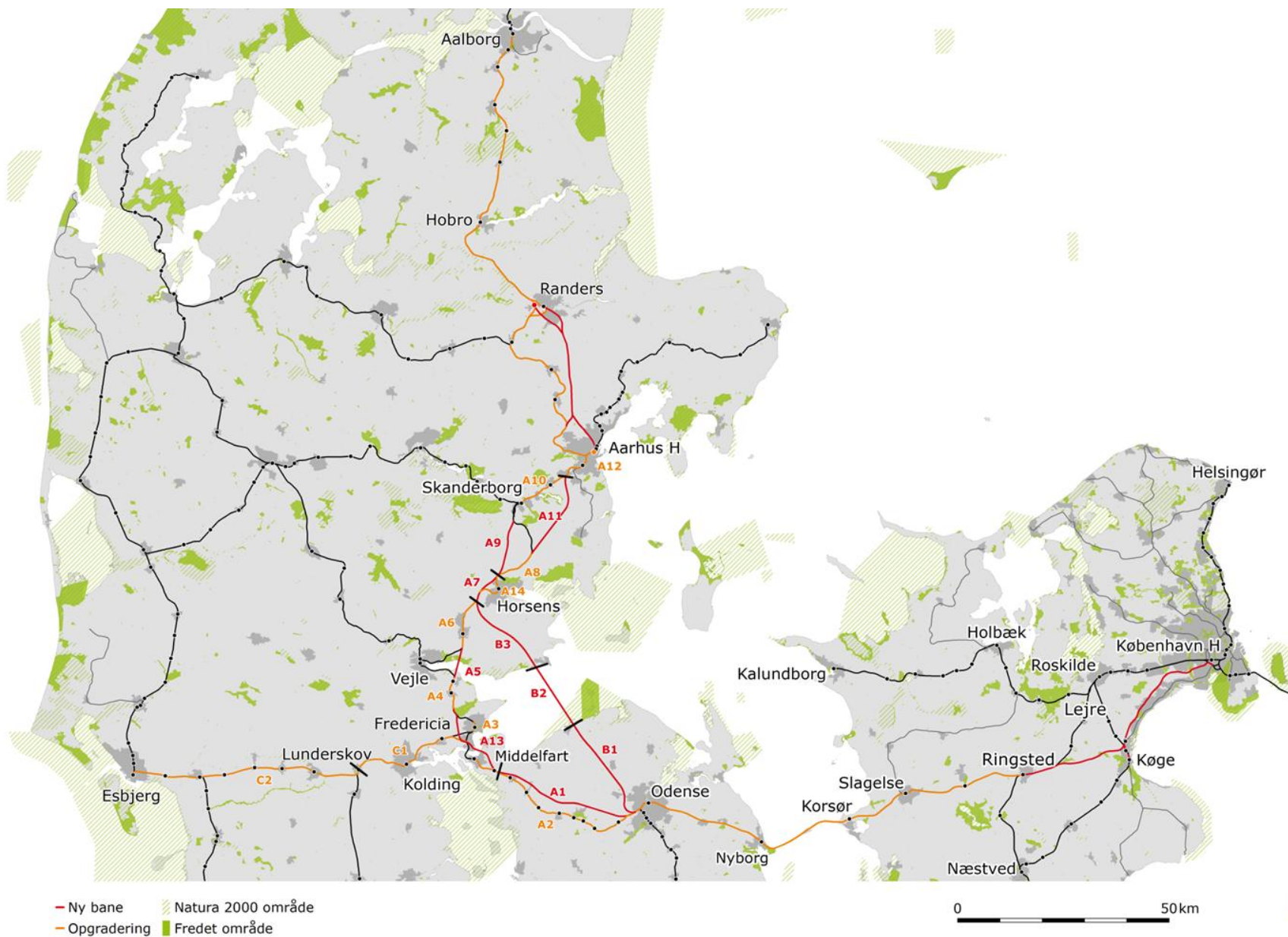
Kortet viser desuden baneopgradering og nye bane linjeføringer mellem Aarhus og Randers, som indgår i Banedanmarks forundersøgelse.

Anlægsomkostninger i forhold til sparet rejsetid

Alle anlægselementer Odense-Aarhus og Odense-Esbjerg er vurderet i forhold til, hvor mange passagerer der får gavn af rejsetidsbesparelserne. I vurderingen indgår også brug af forskellige materieltyper.

I Togfonden indgår de anlæg, som udviser det relativt mest fordelagtige forhold mellem anlægspris og samlet rejsetidsbesparelse. Samtidig giver anlæggene tilsammen mulighed for at køre fra Odense til Aarhus på 55 minutter, og fra Odense til Esbjerg på 1 time. Af oversigterne nedenfor ses, at Togfondens udvalgte anlæg kombineret med en materieltype som det tyske ICE-tog opfylder disse krav.

Figur 50. Samtlige screenede baner og opgraderinger.



Tabel 12. Samlet køretid mellem Odense og Aarhus i udgangspunktet (dvs. non-stop lyntog med nuværende infrastruktur), anlægsomkostninger for undersøgte anlægs-elementer inkl. 50% NAB-tillæg, 2013-priser (fra screeningsundersøgelsen) og mulige køretidsbesparelser for forskelligt materiel. Fravalgte anlægs-elementer er gråmarkeret. Kilde: Niras for anlægsoverslag og Atkins for køretidsberegninger.

		Anlægspris (mia kr)	Køretid (minutter)					
			IC3	IC4	ET	Flirt	ICE	Velaro
			180 km/t	200 km/t	200 km/t	200 km/t	250 km/t	300 km/t
Udgangspunkt Odense-Århus			77,9	77,7	76,9	76,7	77,2	76,8
A1	Ny bane henover Vestfyn	5,4	-3,5	-4,6	-4,7	-4,8	-6,3	-7,4
A2	Opgradering henover dele af Vestfyn	0,4	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3
A3	Opgradering gennem Fredericia	0,0	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
A13	Ny Lillebæltsbro m.m.*	6,6	-3,4	-4,3	-5,4	-5,5	-5,0	-5,3
A4	Opgradering Pjedsted-Vejle Fjord	0,3	-0,4	-0,5	-0,7	-0,7	-0,6	-0,7
A5	Bro over Vejle Fjord	4,0	-8,0	-8,2	-8,2	-8,2	-8,4	-8,5
A6	Opgradering Vejle Fjord-Horsens Syd	0,5	-0,1	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
A7	Ny bane udenom Horsens	1,9	-2,0	-2,2	-2,2	-2,2	-2,3	-2,4
A8	Opgradering Horsens Nord-Hovedgård	0,3	-0,3	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
A9	Ny bane Horsens Nord-Skanderborg	4,6	-3,4	-3,5	-3,5	-3,6	-3,6	-4,2
A10	Opgradering Skanderborg-Århus	0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
A11	Ny bane Hovedgård-Århus	3,4	-4,5	-5,2	-5,2	-5,2	-6,1	-6,6
A12	Udbygning Århus H	0,1	-	-	-	-	-	-
B1-B3	Ny bane Odense-Horsens (via Bogense-Juelsminde)	17,4	-23,3	-26,0	-26,4	-26,5	-29,8	-32,5
			61,0	57,7	56,6	56,3	54,5	52,2
Samlet køretidsbesparelse			-16,9	-20,0	-20,3	-20,4	-22,8	-24,6
			Køretid (minutter)					
		Anlægspris (mia kr)	IC3	IC4	ET	Flirt	ICE	Velaro
			180 km/t	200 km/t	200 km/t	200 km/t	250 km/t	300 km/t
Udgangspunkt Odense-Kolding-Esbjerg			65,2	65,0	64,4	64,2	64,6	64,3
A1	Ny bane henover Vestfyn		-3,5	-4,6	-4,7	-4,8	-6,3	-7,4
A2	Opgradering henover dele af Vestfyn		-0,2	-0,3	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3
A13	Ny Lillebæltsbro m.m.		-2,0	-2,2	-2,5	-2,5	-2,4	-2,5
D1	Opgradering dele af Snoghøj-Lunderskov	0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
D2	Opgradering Lunderskov-Esbjerg	1,9	-2,6	-5,6	-5,6	-5,7	-5,6	-5,7
			61,7	60,5	59,6	59,4	58,4	56,8
Samlet køretidsbesparelse			-3,5	-4,6	-4,7	-4,8	-6,3	-7,4

* Den angivne pris er Trafikstyrelsen skøn for en jernbaneforbindelse over Lillebælt inkl. banelandanlæg. For brodelen er merprisen for en kombineret bane- og vejbro i forhold til prisen for en ren vejbro indregnet.

Rejsetidsbesparelser

I oversigten er rejsetiden vist i udgangspunktet og de mulige rejsetidsbesparelser som følge af hvert anlægselement for forskellige undersøgte materieltyper. Anlægspriserne henviser til anlægsoverslagene i screeningsrapporten. De i Togfonden udvalgte anlæg markeret med hvid, og de øvrige screenede markeret med grå.

'Udgangspunkt Odense-Aarhus' er rejsetiden for et non stop lyntog med den baneinfrastruktur, der findes i dag mellem de to byer, fx 78 minutter ved anvendelse af et IC3-tog og 77 minutter for et ICE-tog.

Ved anvendelse af de 8 anlægselementer ifm. Togfonden, nås en rejsetid på 55 minutter for ICE-toget, dvs. rejsetidsmålet Odense-Aarhus kan opfyldes. Et Velaro-tog vil med 52 minutter mere end opfylde rejsetidsmålet. Et IC3-tog vil med 61 minutter ikke opfylde målet. Det ville kræve yderligere anlæg i form af en ny Lillebæltsforbindelse og en bane udenom Horsens.

I den tilsvarende oversigt for Odense-Esbjerg ses, at Togfondens anlæg er tilstrækkeligt til en samlet køretid på en time med ICE-tog. Med IC3-tog vil det tage 62 minutter og kræve yderligere anlæg i form af en opgradering mellem Lunderskov og Esbjerg.

Figur 51. Solskin over Aarhus H



Tabel 13. Omkostningseffektivitet for de forskellige anlægselementer og forskelligt materiel. Opgørelse af anlægskroner pr. sparet rejsetime over en 50-årig periode (højt beløb for IC3 i A6 skyldes, at IC3 ikke kan udnytte 200 km/t). Fravalgte anlægselementer er gråmarkeret.

	Passagerer (mio/år)	Anlægskroner pr sparet time (kr/time)						
		IC3	IC4	ET	Flirt	ICE	Velaro	
		180 km/t	200 km/t	200 km/t	200 km/t	250 km/t	300 km/t	
A1	Ny bane henover Vestfyn	10,6	180	130	130	130	100	80
A2	Opgradering henover dele af Vestfyn	11,4	180	150	110	110	120	110
A3	Opgradering gennem Fredericia	5,1	60	60	60	60	60	60
A13	Ny Lillebæltsbro m.m.	8,8	260	210	170	160	180	170
A4	Opgradering Pjedsted-Vejle Fjord	9,6	80	60	50	40	50	40
A5	Bro over Vejle Fjord	5,1	120	110	110	110	110	110
A6	Opgradering Vejle Fjord-Horsens Syd	8,4	750	110	110	110	110	110
A7	Ny bane udenom Horsens	5,1	230	200	200	200	190	190
A8	Opgradering Horsens Nord-Hovedgård	8,2	160	70	70	70	70	70
A9	Ny bane Horsens Nord-Skanderborg	8,2	200	190	190	190	190	160
A10	Opgradering Skanderborg-Århus	10,9	80	80	80	80	80	80
A11	Ny bane Hovedgård-Århus	6,6	140	120	120	120	100	90
B1-B3	Ny bane Odense-Horsens (via Bogense-Juelsminde)	7,9	110	100	100	100	90	80
D1	Opgradering dele af Snoghøj-Lunderskov	3,7	350	350	350	350	350	350
D2	Opgradering Lunderskov-Esbjerg	2,2	400	190	190	180	190	180

Omkostningseffektivitet

I oversigten ovenfor ses den relative omkostningseffektivitet for de screenede anlægselementer. Oversigten viser, hvor meget afkortning af rejsetiden pr. passagertime over en 50-årig periode koster i anlægssomkostning for hvert af anlægselementerne. Resultatet er vist for forskellige materieltyper.

Omkostningseffektiviteten er ikke udtryk for en samlet nytte. Dels vil der være gevinster i mange år. Dels er en række gevinster ikke indregnet, fx passagertilvækst fremover, billetindtægter, besparelser i togdrift, miljø, arbejdsudbudseffekter mv.

Priserne er altså ikke reelle omkostninger, men kan bruges til at sammenligne anlægselementerne indbyrdes. Opgørelsen viser, at de udvalgte anlæg ifm. Togfonden generelt kommer bedst ud i forhold til, hvor store anlægssomkostninger der anvendes i forhold sparede passager-timer.

En ny bane Horsens Nord – Skanderborg Syd, bane uden om Horsens og opgradering af dele af den nuværende bane over Vestfyn indgår fx ikke i Togfondens valg af anlæg, da de har en forholdsvis høj omkostning pr. sparet minut sammenlignet med andre anlæg.

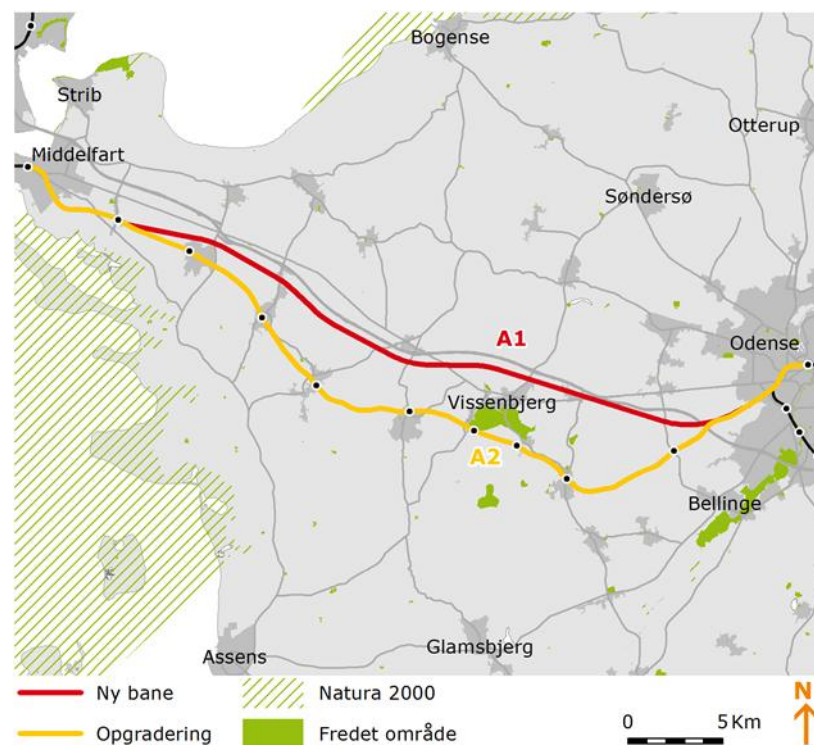
Screenede anlæg Odense-Aarhus

Her præsenteres de screenede anlæg, som ikke er udvalgt i forbindelse med Togfonden.

Opgradering henover dele af Vestfyn (A2)

Dette anlæg er ikke udvalgt til Togfonden. Opgraderingen af den eksisterende bane er ikke ligeså omkostningseffektiv som en ny bane henover Vestfyn, og vil ikke give tilstrækkelig stor køretidsbesparelse. Det giver ingen yderligere gevinst at opgradere den eksisterende bane, hvis der anlægges en ny. Disse to anlæg udelukker hinanden.

Figur 52. To alternative bane løsninger på Vestfyn.



Det er undersøgt om den nuværende hastighed på banen, 160-180 km/t, vil kunne øges til 200 km/t.

Bortset fra en kortere delstrækning på 12 km, som forholdsvis nemt vil kunne opgraderes, vil en opgradering indebære udretning af en lang række kurver på det noget snoede baneforløb. Sådanne udretninger vil have forholdsvis store konsekvenser især for de bysamfund, som ligger ved banen. Niras skønner at omkostningerne hertil vil blive på niveau med omkostningerne til en helt ny bane i et nyt tracé.

Opgraderingen af 12 km bane til 200 km/t koster 400 mio. kr. og kunne give knap ½ minuts rejsetidsbesparelse (afhængig af togtype).

Ny bane udenom Horsens (A7)

Dette anlæg er ikke udvalgt, da det ikke var nødvendigt for at opnå den ønskede køretidsbesparelse. Desuden er denne løsning ikke så omkostningseffektiv som de udvalgte.

En 6 km ny dobbeltsporet bane til 1,9 mia. kr. vil, som supplement til den eksisterende bane igennem Horsens, give en hurtig forbindelse udenom de bebyggede områder i Horsens, hvor hastigheden på den eksisterende kurvede bane varierer og er helt ned til 110 km/t. Den nye bane kunne give op til 2½ minuts rejsetidsbesparelse.

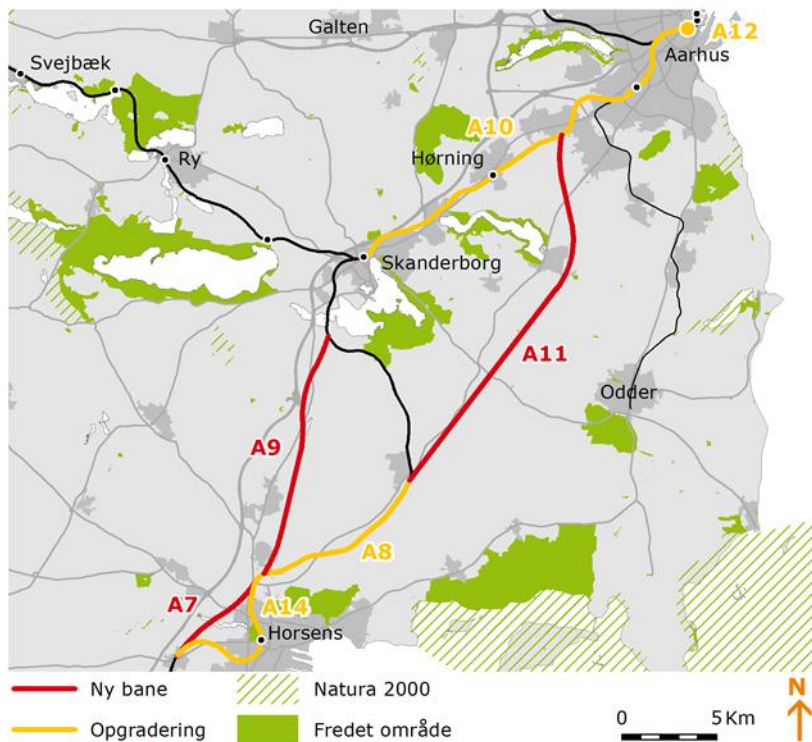
Opgradering af banen igennem Horsens (A14)

Delstrækninger på den eksisterende bane igennem Horsens opgraderes til hhv. 160 km/t og 180 km/t til gavn for gennemkørende tog og vil koste ca. 0,3 mia. kr. Det er ikke muligt at opgradere yderligere grundet banens forløb gennem tæt bebyggelse.

Ny bane fra Horsens til Skanderborg (A9)

En ny bane Horsens-Skanderborg og opgraderinger Skanderborg-Aarhus (A10) skal betragtes som et alternativ til en ny bane Hovedgård-Hasselager. En ny bane Horsens Nord – Skanderborg Syd indgår ikke i Togfondens valg af anlæg, da den har forholdsvis høj omkostning pr. sparet minut sammenlignet med andre anlæg.

Figur 53. Mulige baneløsninger mellem Horsens og Aarhus



En ny direkte dobbeltsporet bane på 16 km mellem Horsens nord og et punkt på den eksisterende bane syd for Skanderborg til 200-300 km/t vil afkorte den nuværende banestrækning via Hovedgård med ca. 6 km. På korte delstrækninger (under 1 km) er som følge af det meget kuperede landskab forudsat stigningsgrader på 35 o/oo. Dvs. evt. tunge eller lange godstog vil skulle anvende den eksisterende banetracé via Hovedgård, som derfor forudsættes opretholdt.

Denne baneløsning var i 1990'erne genstand for større undersøgelser. Dengang forudsattes mindre stejle stigninger og dermed væsentlig større anlægsarbejder end den her forudsatte.

Den nye bane vil koste ca. 4,6 mia. kr. og give en rejsetidsbesparelse på 3-4 minutter.

Opgradering Skanderborg-Aarhus (A10)

Ikke udvalgt, ses i sammenhæng med A9 som et alternativ til en ny bane direkte til Aarhus udenom Skanderborg.

På en del af den eksisterende strækning Skanderborg-Aarhus vil der i meget begrænset omfang kunne foretages opgraderinger (til hhv. 160 og 200 km/t).

Opgraderingerne koster 300 mio. kr. og vil give op imod ½ minuts rejsetidsbesparelse.

Figur 54. Odense Banegård, tog på Svendborgbanen.

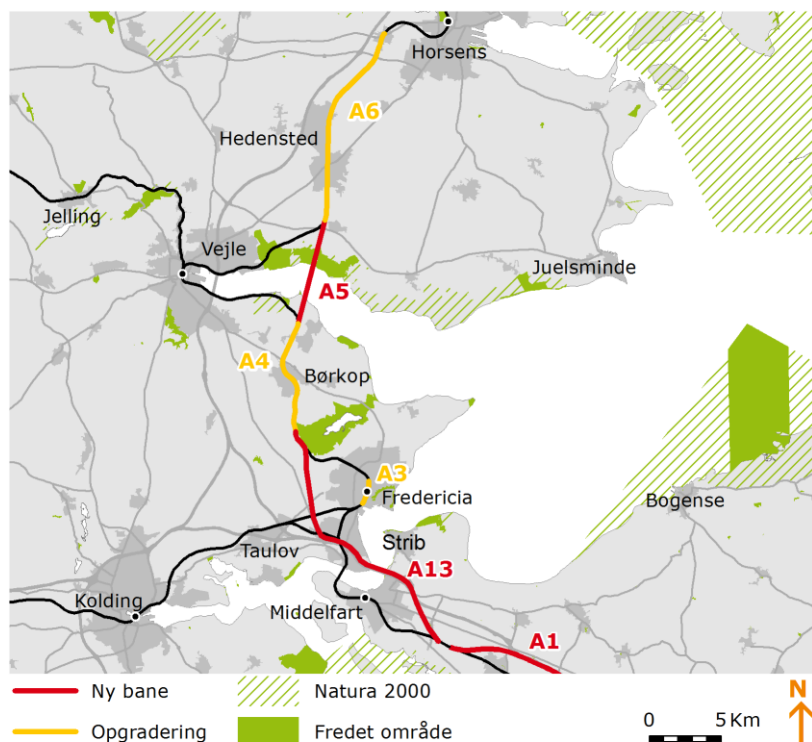


Overvejelser om evt. ny Lillebæltsbro m.m (A13)

Vejdirektoratet gennemfører p.t. en forundersøgelse af en ny Lillebæltsforbindelse, som i givet fald supplerer og placeres tæt ved den nuværende motorvejsbro over Lillebælt. Trafikstyrelsen medvirker heri med vurderinger af potentialet i at supplere vejforbindelsen med en baneforbindelse, som i givet fald skal supplere den nuværende Lillebæltsbro.

Det kunne være en ca. 18 km lang baneforbindelse til 200 km/t mellem Kauslunde øst for Middelfart og Pjedsted nord for Fredericia, dvs. ca. 5 km kortere end den nuværende ca. 120 km/t banestrækning via Middelfart, den nuværende Lillebæltsbro og Fredericia.

Figur 55. Skitse af mulig ny Lillebæltsforbindelse (A13)



Lillebæltsbroens tilstand (Kilde: Banedanmark)

Banedanmark har oplyst om de forhold, som har betydning for den aktuelle vedligeholdelsestilstand af den gamle Lillebæltsbro:

Lillebæltsbroen, som blev bygget i 1935, er funderet på plastisk ler. Det har betydet, at broen siden har sat sig som forventet. Der er en lille risiko for at broens fundering ikke vedbliver at være tilstrækkelig. Derfor overvejes p.t. et projekt for at øge broens funderingsmæssige sikkerhedsfaktor. Det kan gøres ved at udlægge en stenpåfyldning omkring broens fundamenter.

Der er konstateret højt indhold af klorid i de dele af broens betonbuer, der er placeret under vejbanerne. Mht. betonpillerne på vand vil der være behov for løbende gennemgribende betonreoveringer i de kommende år. Der vurderes ikke behov for væsentlige betonreoveringer af broens landfæster.

Mht. ståloverbbygningen konkluderedes ifm. åbningen af Storebæltsforbindelsen, at stålet har en udmattelsesstyrke, så det kan klare den forventede belastning, og at levetiden er i orden. Der er ikke efterfølgende fundet tegn på begyndende skader af ståloverbbygningen. I 2004-2007 blev overfladebehandlingen gennemgået og repareret. Overfladebehandlingen skal løbende eftergås for rustangreb og må forventes at skulle udskiftes om ca. 20 år.

Rejsetidsbesparelsen ift. banen via den nuværende Lillebæltsbro vil være 4-5 minutter, afhængig af togtype.

En sådan bane kan undervejs tilsluttes baneshuntforbindelsen Snoghøj-Taulov, hvorved tog mod Kolding-Esbjerg og Sønderjylland, med rejsetidsbesparelser på 2-3 minutter, vil opnå nogle af fordelene ved en ny Lillebæltsforbindelse.

Mulighederne for at anlægge en ny station i Trekantområdet undersøges i øjeblikket. En sådan station vil især være relevant som Parker & Rejs-station i Trekantområdet, hvis den anlægges i forbindelse med en ny bane over Lillebælt.

Der er også mulighed for en mere ambitiøs løsning til 250 km/t, som forløber helt frem til den ny bane over Vejle Fjord. I så fald kan i

sammenhæng med de nye baner på Vestfyn og over Vejle Fjord spares 7-8 minutter.

Ny bane Odense-Horsens via fast forbindelse Bogense-Juelsminde (B1-B3)

En ny fast forbindelse fra Bogense til Juelsminde indgår ikke i Togfonden DK.

Selvom denne forbindelse er meget omkostningseffektiv relativt set og giver gode rejsetidsbesparelser, er det også en meget dyr løsning, som i sig selv ville have højere anlægsomkostninger end det samlede budget for Togfonden. Samtidig ville Timemodellen ikke komme til Esbjerg og Trekantområdet, og man vil ikke senere kunne opnå fordelagtige tilslutninger til Timemodellen til Vejle-Herning banen og andre rejsemål.

Rejsetidsbesparelsen ifm. en ny direkte højhastighedsbane mellem Odense og Horsens via en ny bro eller tunnel over det nordlige Lillebælt kan opgøres til ca. 33 minutter for et højhastigheds Velaro-tog. Rejsetidsbesparelsen er på samme niveau som alle anlægselementer i korridoren via den nuværende Lillebæltsbro lagt sammen, men større end Togfondens rejsetidsbesparelse, som er på op til 25 minutter (for Velaro tog).

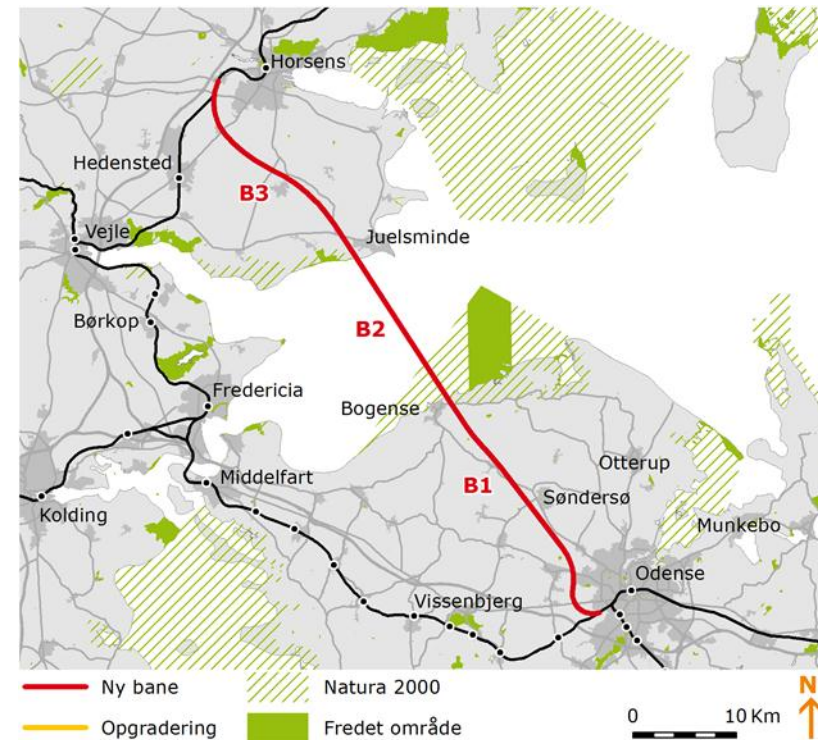
I dette eksempel anlægges en ny ca. 67 km lang bane med tilslutning til den eksisterende hovedbane hhv. vest for Odense og syd for Horsens. Som følge af den lange lige strækning forudsættes hastighed på op til 300 km/t.

Denne linjeføring vil kunne kombineres med de samme udbygningsmuligheder med nye baner og opgraderinger mellem Horsens og Aarhus som i Lillebæltskorridoren (fx ny bane Hovedgård-Hasselager m.m.).

En Odense-Horsens linjeføring skal i givet fald anvendes af hurtige direkte tog i timemodellen, men også mere regionale togforbindelser, og supplerer dermed den eksisterende hovedbane i det østjyske og fynske område med dennes lyn- og IC-togbetjening.

Linjeføringen indebærer en ca. 17 km lang broforbindelse mellem områder ved Bogense og Juelsminde. Korte passager af habitat- og fuglebeskyttelsesområder vil ikke kunne undgås i denne linjeføring.

Figur 56. Mulig linjeføring Odense-Horsens via Bogense-Juelsminde



En kombineret motorvejs- og baneforbindelse over det nordlige Lillebælt skønner Niras med grundlag i erfaringspriser at kunne anlægges for i størrelsesordenen 34 mia. kr. (ekskl. landanlæg). Linjeføring og anlægsoverslag for en kombineret Bogense-Juelsminde broforbindelse er i øvrigt koordineret med Vejdirektoratet.

Merprisen for en kombineret forbindelse i forhold til en ren vejforbindelse skønner Niras at udgøre ca. 33 %. Derfor forudsættes i oversigten en pris på 11 mia. kr. for banedelen, idet en sådan broforbindelse som udgangspunkt tænkes etableret som vejforbindelse.

Anlægsomkostning i forhold til sparede passagertimer ligger på samme niveau som de anlæg, der er udvalgt til Togfonden. Dette dog under forudsætning af en broforbindelse for både vej og bane, og at

baneinvesteringen forudsættes at udgøre forskellen mellem en vej- og banebro og en ren vejbro ('marginal andel').

Etableres forbindelsen evt. som ren baneforbindelse fordyres baneforbindelsen med ca. 8 mia. kr.

Tabel 14. Anlægsoverslag for et Odense-Horsens alternativ

v/ kombineret bane- og vejforbindelse	Mia. kr.
Bane- og vejbroanlæg over det nordlige Lillebælt (Marginal-andel for banen af en kombineret vej- og banebro skønnes Niras til at udgøre ca. 33 % af en samlet bropris på ca 34 mia. kr.)	11
Bane-landanlæg Fyn og Juelsminde-Horsens	6,3
I alt	17
v/ ren baneforbindelse	Mia. kr.
Bane-broanlæg over det nordlige Lillebælt ved en ren baneforbindelse	19
Bane-landanlæg Fyn og Juelsminde-Horsens	6,3
I alt	25

Note: Anlægsoverslaget indeholder ikke de (ret store) landanlæg på vejsiden, som i givet fald vil komme oveni.

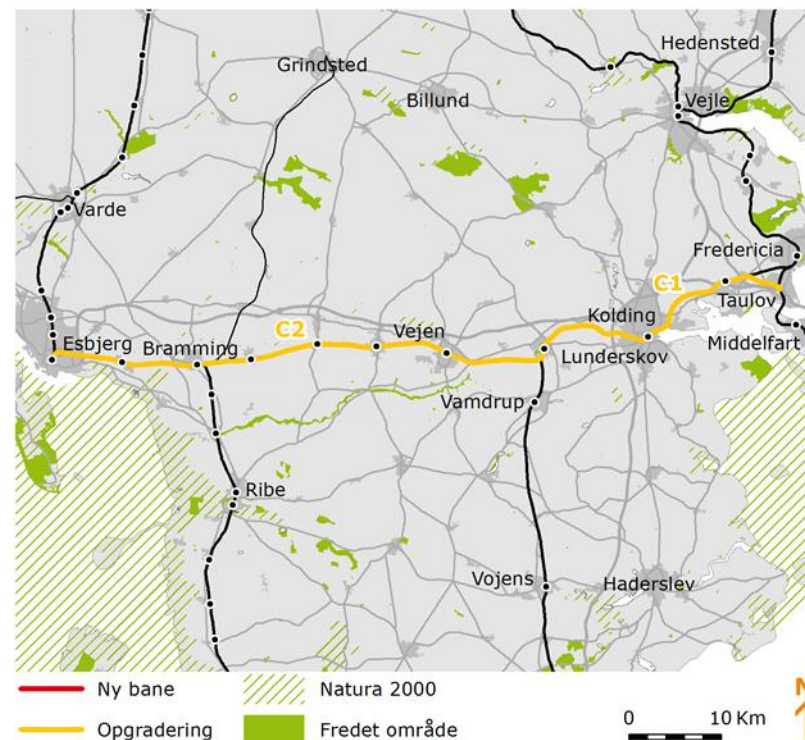
Screenede anlæg Odense-Esbjerg

Rejsetiden for et tog kun med stop i knudepunktet Kolding undervejs, og med den baneforbindelse der findes i dag, er 4-5 minutter længere end den ønskede én times rejsetid.

En rejsetid på en time kan opnås med de fleste af materieltyperne (ekskl. IC3 og IC4) ved anlæg af den nye bane over Vestfyn, som også kommer resten af Trekantområdet og det øvrige Østjylland og Jylland til gode. Den alternative mulighed til at opfylde rejsetidsønsket, opgradering af banen mellem Lunderskov og Esbjerg, bliver således ikke nødvendig.

Anlægsomkostningen i forhold til sparede passagertimer for opgradering Lunderskov-Esbjerg er i øvrigt væsentlig større end ny bane over Vestfyn.

Figur 57. Mulige opgraderinger mellem Lillebælt og Esbjerg



Opgradering af Lillebælt-Kolding-Lunderskov (C1)

En delstrækning opgraderes fra 140 km/t til 150-160 km/t, derudover er der begrænsede muligheder for længere sammenhængende strækninger, der vil kunne opgraderes fra de nuværende 160 km/t, uden større konsekvenser for omliggende byområder.

Opgraderingerne koster 300 mio. kr. og vil give op imod ½ minuts rejsetidsbesparelse.

Hvordan udstyres de screenede banestrækninger?

I screeningen er forudsat anlæg af nye dobbeltsporede og elektrificerede banestrækninger på op til 300 km/t. Over korte strækninger i forbindelse med de store spænd på en bro Bogense-Juelsminde forudsætter rådgiveren dog 250 km/t som den med rimelighed højest opnåelige maksimalhastighed.

I screeningen er forudsat stigningsgradierer alene ud fra hensyn til persontog, dvs. der forudsættes op til 35 ‰ stigninger. I realiteten vil en del godstog kunne klare de samme gradierter som persontogene, hvor der er tale om kortere strækninger. Derudover vil godstog kunne benytte nuværende banestrækninger, der bevares.

De viste linjeføringer i screeningen er at betragte som eksempler på linjeføringer. I efterfølgende udredningsfaser vil der være behov for at undersøge en række relevante linjeføringer.

Miljøet

Egentlige miljøvurderinger indgår ikke i screeningen, men linjeføringerne er så vidt muligt lagt udenfor fredede områder og andre specielt sårbare naturområder - de såkaldte Natura 2000 områder (EF-habitat-områder og EF-fuglebeskyttelsesområder). Enkelte passager af sådanne områder har dog ikke kunnet undgås. Det kan kræve særlige undersøgelser og redegørelser, udover VVM, at etablere en ny tracé igennem disse.

Anlægsoverslagene

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

Niras har estimeret en strækningspris for hver af de nye banestrækninger, på baggrund af det nyeste projekteringsmateriale (fx Ringsted-Femern projektet). For hver af de nye banestrækninger er omfanget af arbejder for den konkrete strækning vurderet ud fra foreliggende kortmateriale (omfanget af broarbejder ud fra afstand mellem veje som skærer banen, omfanget af jordarbejder ud fra terrænets beskaffenhed fladt/kuperet, omfang af støjskærme mv.). Endvidere er der tillagt beløb til niveaufri udfletningsanlæg med eksisterende bane samt til større dalbroer og skæringer med motorvej.

Opgradering af banen Lunderskov-Esbjerg (C2)

Strækningen opgraderes fra 180 km/t til 200 km/t, og en række kurver i og udenfor byområder, hvor der i dag køres ned mod 120 km/t, rettes ud.

Opgraderingerne koster 1,9 mia. kr. og vil give 5-6 minutters rejsetidsbesparelse.

Banedanmarks undersøgelser Aarhus-Randers/Hobro

Banestrækningen Hobro-Aalborg, som i dag har en lav max. hastighed for en hovedbane på 120 km/t, er ifm. trafikaftalen i marts 2013 besluttet opgraderet til 160 km/t. Desuden undersøges yderligere opgradering til 200 km/t ifm. timemodellen.

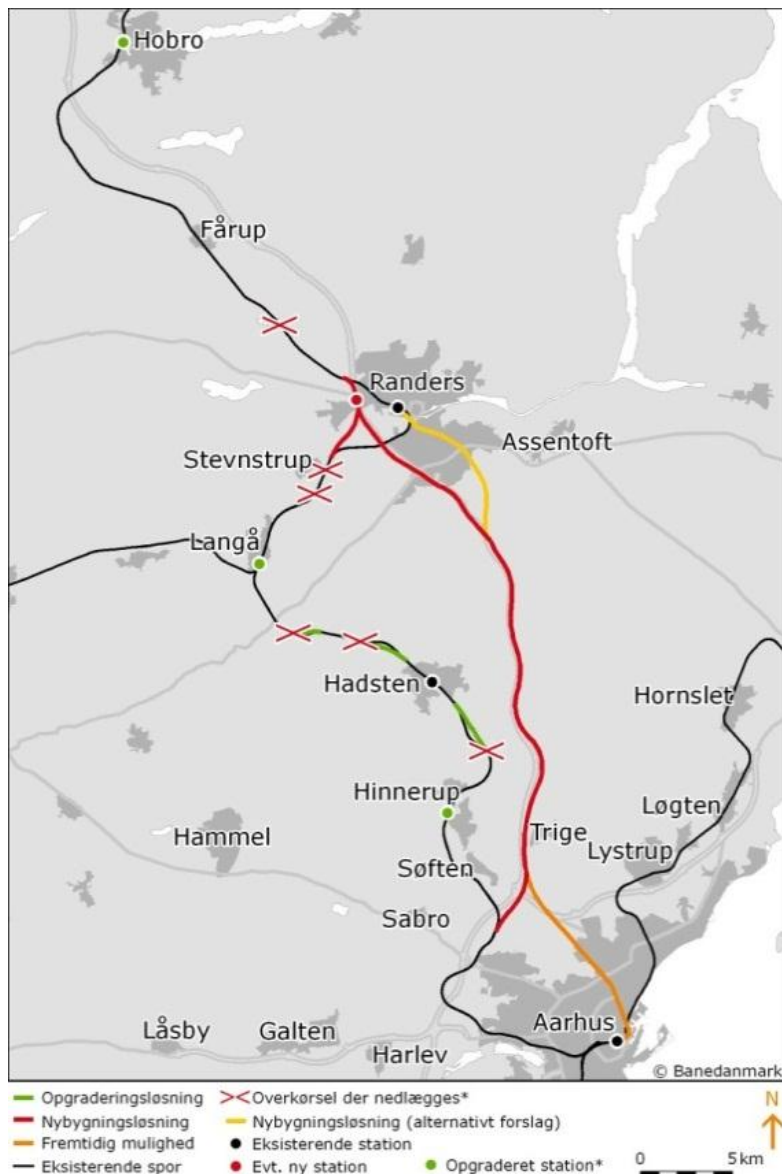
Banedanmark har frem til 2013 haft til opgave at gennemføre en forundersøgelse af opgradering af banestrækningen Aarhus-Hobro for at opnå en times rejsetid mellem Aarhus og Aalborg. Rejsetiden er 1 time og 6 minutter med dagens infrastruktur, men inkl. opgradering Hobro-Aalborg til 160 km/t.

I forundersøgelsen Hastighedsopgradering Aarhus-Hobro er belyst en række alternativer med både opgraderingsmuligheder af den nuværende banestrækning og en ny direkte bane mellem Aarhus og Randers. Den 58 km lange bane mellem de to byer er meget slynget og er dermed 60 % længere end fx den mere direkte motorvej.

Opgraderingsløsningen består i opgradering af den eksisterende bane med nedlæggelse af overkørsler og udretning af kurver, hvortil der ifm. Togfonden DK er afsat 0,9 mia. kr. Denne opgradering i kombination med opgradering til 200 km/t Hobro-Aalborg og elektrisk drift opfylder målet om 60 minutters rejsetid Aarhus-Aalborg.

Nybygningsløsningen i forundersøgelsen omfatter 35 km ny bane til 200 km/t ført langs motorvejen størstedelen af strækningen mellem Aarhus og Randers. Den tilsluttes den eksisterende bane ved Brabrand vest for Aarhus og føres i den nordlige ende enten via en tunnel til den eksisterende station i Randers eller alternativt langs motorvejen over Gudenådal til en ny station i den vestlige del af Randers.

Figur 58. Banedanmarks opgraderings- og nybygningsløsninger



I den sydlige ende er som en fremtidig mulighed skitseret en mere direkte indføring til Aarhus via en tunnel under Randersvej og havneområdet, en løsning som er meget omkostningskrævende. Ideen i sidstnævnte er bl.a. at opnå en gennemkørselsbanegård i Aarhus, hvorved de gennemkørende tog ikke skal skifte køreretning. Dermed spares tid og perronkapacitet.

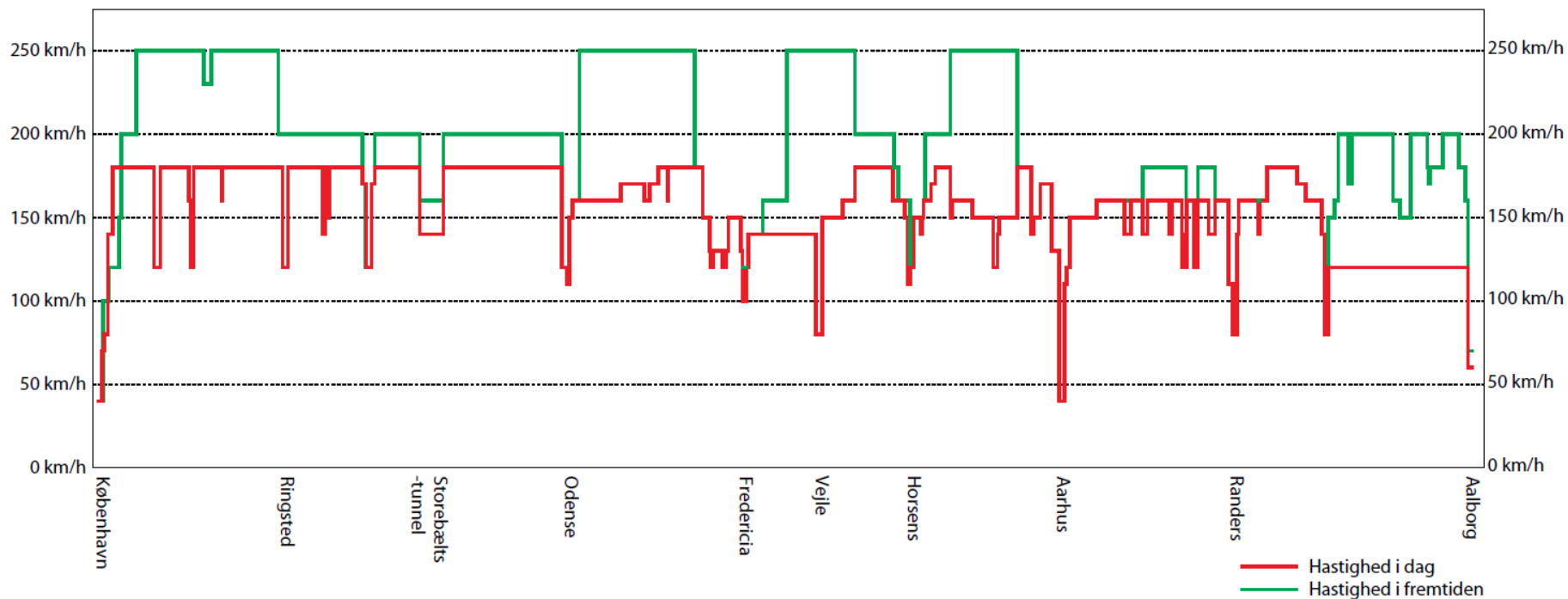
Ideen kan herudover, som beskrevet af Infrastrukturudvalget for Aarhus området 1999, være at en sådan 'city-tunnel' løsning (som i Malmø) med enkelte mellemstationer i det nordlige Aarhus vil kunne åbne op for en væsentlig mere direkte kollektiv banebetjening af Aarhus-området.

Nybygningsløsningen er i forundersøgelsen vurderet til at koste 7,4 mia. kr. (via ny station i Randers dog 4,9 mia. kr.). Den vil resultere i en rejsetid Aarhus-Aalborg på 53 minutter. Heri er forudsat 200 km/t Hobro-Aalborg. Overslagene indeholder elektrificeringsomkostninger.

Bilag 3. Hastigheder i dag og i fremtiden

Med de foreslåede projekter kommer der højere hastighed på hele banen mellem København og Aalborg. Figuren nedenfor viser hastighederne i dag og i fremtiden.

Figur 59. Hastigheder idag og i fremtiden - højere hastighed på hele banen mellem København og Aalborg



Note: Med 4 nye banestrækninger afkortes banen med ca. 27 km fra 469 km til ca. 442 km. Dette fremgår ikke af figuren.

Bilag 4. Køreplaneksempler

Bilaget illustrerer, hvordan korrespondancer mellem Superlyn og andre tog til prioriterede byer kan etableres. Desuden er vist et samlet køreplanseksempel for Timemodellen. Der er tale om eksempler, hvor der også kan tænkes andre muligheder.

Forbindelse til Svendborg

Svendborgbanen er enkeltsporet og trafikeres med 3 tog pr time i dagtimer i et nøje trafikmønster afpasset infrastrukturen, hvilket begrænser mulighederne for ændringer. Hele køreplanen forudsættes flyttet, så den hurtige linje til Svendborg opnår korrespondance til Superlyn.

L2	R	L3	R	R	L1		L1	R	R	L3	R	L2
		15			45	Kastrup	o	15		45		
		24			54	o København H		06		36		
08		30			00	København H	o	00		30		52
06		28			58	o Odense		02		32		54
		14		45	59	Odense	o	57	12	45		
		18			03	Odense Sygehus		53		41		
				51	07	Fruens Bøge		51	07			
					09	Hjallese		48				
					13	Højby		44				
				59	17	Årslev		40	00			
					21	Pederstrup		37				
		30		06	26	Ringe		33	53	29		
		34				Rudme				24		
		37				Kværndrup				20		
		43		15		Stenstrup			44	15		
		45				Stenstrup Syd				12		
		52		22		Svendborg Vest			35	05		
		55		26		o Svendborg			32	02		

Dette er bedste tilpasningsmulighed, som giver mulighed for overgangstid på 8-9 minutter. Med denne forbindelse bliver køretiden mellem København og Svendborg ca. 1 time og 47 minutter, hvilket er ½ time hurtigere end dagens køreplan.

Øvrige linjer på Svendborgbanen kan ikke samtidig opnå gode korrespondancer til timemodeltog, som det fremgår af nedenstående tabel, men vil stadig være markant hurtigere end dagens køreplan.

Forbindelse til Brande, Herning, Holstebro, Struer og Thisted

Timemodellen i den foreliggende version er baseret på omstigning til tog til Herning, Holstebro, Struer og Thisted. Ikke desto mindre indeholder planen en tidsbesparelse for rejser fra København til de midt/vestjyske byer på helt op til 1 time og 15 minutter.

For at opnå hurtigst mulig rejsetid til Herning og Holstebro forudsættes her indsat gennemkørende tog i dagtimerne, som kun standser i Vejle, Brande, Herning, Holstebro og Struer og desuden videreføres 5 gange dagligt til Thisted (kun med standsning i Hurup Thy). Toget placeres, så det korresponderer med lyntog i Vejle med 9 minutters overgangstid.

Mellem Vejle og Struer vil der også være et regionaltog hver time med standsning ved alle stationer. Mellem Struer og Thisted forudsættes et regionaltog hver anden time med standsning ved alle stationer.

L2	R	R	R			R	R	R	L2
08				København H	o				52
06				o Odense					54
08				Odense	o				52
30				o Fredericia					30
31	38	59		Fredericia	o	01	22	29	
45	53	14		Vejle		46	07	15	
54	15			Vejle		45	06		
	18			Vejle Sygehus		42			
	30			Jelling		30			
	43			Give		17			
	49			Thyregod		11			
30	00			Brande		00	30		
44	14			o Herning		46	16		
45	20			Herning	o	40	15		
	25			Gødstrup		35			
	30			Vildbjerg		30			
	36			Aulum		24			
09	48			o Holstebro	o	12	51		
10	54			Holstebro		06	50		
	00			Hjerm		00			
20	07			o Struer	o	53	40		
23		37		Struer	o	23		37	
		44		Humlum		16			
		49		Oddesund Nord		11			
		54		Uglev		06			
		00		Hvidbjerg		00			
		05		Lyngs		55			
		13		Ydby		47			
00		19		Hurup thy		41		00	
		26		Bedsted Thy		34			
		33		Hørdum		27			
		42		Snedsted		18			
		50		Sjørring		10			
31		57		o Thisted		03		29	

Forbindelse til Middelfart og Skanderborg

Hurtig forbindelse til Middelfart og Skanderborg kan opnås ved at placere stoptog mellem Odense og Aarhus, så det korresponderer med Superlyn i Odense med overgangstid på 5 minutter. Stoptoget kan efter ophold på 8 minutter fortsætte mod København med stop undervejs på sjællandske stationer. Dette tog giver desuden en supplerende forbindelse til Fredericia, Vejle og Horsens, der ligger halvtimesforskuet i forhold til lyntoget.

Et regionaltog mellem Esbjerg og Aarhus betjener de mindste stationer – Børkop, Brejning og Hedensted. Under ophold i Vejle overhales det af lyntog på vej over den nye Vejle Fjord-bro.

R	L2	L3	R	L1			L1	R	L3	L2	R
		15		45	Kastrup	o	15		45		
		24		54	o København H		06		36		
	08	30		00	København H	o	00		30	52	
	06	28		58	o Odense		02		32	54	
	08	30	33	00	Odense	o	00	27	30	52	
			51		Middelfart			09			
11	30		57		o Fredericia			03		30	49
12	31		58		Fredericia	o		02		29	48
19					Børkop						41
22					Brejning						38
30	45		12	:	Vejle		:	48		15	30
38					Hedensted						22
47	00		27		Horsens			33		00	13
01	:		41	:	Skanderborg		:	19		:	59
	:			:	Hørning		:			:	
					Viby J						
13	18		53	55	o Århus H		05	07		42	47

Forbindelse til Hobro, Aalborg Lufthavn, Brønderslev, Hjørring og Frederikshavn

Hurtig forbindelse til Hobro kan opnås ved at placere regionaltog mellem Aarhus og Aalborg, så det korresponderer med Superlyn i Aarhus med overgangstid på 6 minutter.

Der kan etableres god forbindelse ad den nu besluttede bane til Aalborg Lufthavn. Lyntoget har en time til at vende og vil kunne nå til lufthavnen på 9 minutter og stadig have tilstrækkelig tid til klargøring etc. Også regionaltog fra Aarhus og nærbanetog kan køre til lufthavnen.

Hurtigste forbindelse til Brønderslev, Hjørring og Frederikshavn kan opnås ved at placere regionaltog mellem Aalborg og Frederikshavn, så det korresponderer med lyntog i Aalborg med overgangstid på 8 minutter.

Mellem Aalborg og Hjørring forudsættes 2 tog i timen i dagtimer. Køreplanen kan indrettes med hensigtsmæssige køreplanknuder med krydsning i Lindholm, Brønderslev og Hjørring. Det er samtidig muligt at etablere samdrift med Skagensbanen og Hirtshalsbanen. Forudsætningen om korrespondance i begge retninger til lyntog i Aalborg koster dog forlænget ophold på 5 minutter i Hjørring for tog mod Frederikshavn, som kunne undgås uden korrespondancekrav i begge retninger.

L1	R	L2	R	R	R			R	R	R	L2	R	L1
45						Kastrup	o						15
54						o København H							06
00	08					København H	o				52		00
58	06					o Odense					54		02
00	08					Odense	o				52		00
	30					Fredericia					30		
	45					Vejle					15		
	00					Horsens					00		
55	18					o Århus H					42		05
00		24				Århus H	o			36			00
						Hinnerup							
		41				Hadsten				19			
		49				Langå				11			
25		57				Randers				03			35
		12		16		Hobro		44	48				
				27		Arden		33					
				33		Skørping		27					
				38		Støvring		22					
				45		Svenstrup		15					
				50		Skalborg		10					
00		35		54		o Ålborg		06	25				00
02	10	36	40	55		Ålborg	o	05	20	24		50	58
04	12	38	42	57		Ålborg Vestby		03	18	22		48	56
06	15	41	45	00		Lindholm		00	15	19		45	54
09	:	45	:	04		Ålborg Lufthavn		56	:	15		:	51
30			00			Brønderslev			00				30
37			07			Vrå			53				23
45			15			o Hjørring			45				15
51			10			Hjørring	o		50				09
00			00			Sindal			00				00
05			05			Tolne			55				55
11			11			Kvissel			49				49
18			18			o Frederikshavn			42				42

L1	R	R			R	R	L1
45			Kastrup	o			15
54			o København H				06
00			København H	o			00
58			o Odense				02
00			Odense	o			00
55			o Århus H				05
00	31		Århus H	o	29	00	
05	36		Viby J		24	55	
12	43		Hørning		17	48	
18	49	o	Skanderborg		11	42	
19	50		Skanderborg	o	10	41	
24			Alken			36	
30	00		Ry		00	30	
35			Laven			25	
40			Svejbæk			20	
46	14	o	Silkeborg		46	14	
49	15		Silkeborg	o	45	11	
00			Engesvang			00	
06			Bording			54	
13	36		Ikast		24	47	
20			Hammerum			40	
23			Birk			37	
27	45	o	Herning		15	33	
33			Herning	o			27
36			Herning Messecenter				24
40			Studsgård				20
46			Kibæk				14
53			Troldhede				07
00			Borris				00
08		o	Skjern				52

L1	R	R			R	R	L1
45			Kastrup	o			15
54			o København H				06
00			København H	o			00
58			o Odense				02
00			Odense	o			00
55			o Århus H				05
00	03	33	Århus H	o	27	57	00
	18	48	Hinnerup		12	42	
	24	54	Hadsten		06	36	
	33	03	o Langå		57	27	
38	08		Langå	o	52	22	
45	15		Ulstrup		45	15	
52	22		Bjerringbro		38	08	
00	30		Rødkærsbro		30	00	
08	38	o	Viborg		22	52	
12	42		Viborg	o	18	48	
24	54		Stoholm		06	36	
30	00		Højslev		00	30	
35	05	o	Skive		55	25	
36	06		Skive	o	54	24	
47	17		Vinderup		43	13	
57	27	o	Struer		33	03	

Forbindelse til Silkeborg

Hurtig forbindelse til Silkeborg kan opnås ved at placere regionaltog mellem Aarhus og Herning/Skjern, så det korresponderer med det hurtigste lyntog i Aarhus med overgangstid på 5 minutter. I dagtimer køres der supplerende regionaltog uden stop ved de mindste stationer. Det kan lægges nogenlunde halvtimesforskudt og vil korrespondere i Skanderborg med regionaltog mod Horsens-Vejle-Fredericia-Middelfart-Odense med overgangstid på 9 minutter.

Forbindelse til Viborg og Skive

Hurtig forbindelse til Viborg og Skive kan opnås ved at placere regionaltog mellem Aarhus og Struer via Viborg, så det korresponderer med det hurtigste lyntog i Aarhus med overgangstid på 8 minutter.

Det vil endvidere korrespondere med regionaltog mod Skanderborg-Horsens-Vejle-Fredericia-Middelfart-Odense med overgangstid på 10 minutters. I dagtimer køres supplerende tog, så der er halvtimesdrift Aarhus-Viborg. Det er muligt at placere de to togsystemer præcist halvtimesforskudt, men man kan ikke samtidig opnå køreplansknuder med krydsninger i Viborg og Skive, hvilket ville være ønskeligt aht sammenhæng med bustrafik.

Forbindelse til Middelfart, Vojens, Rødekro, Sønderborg, Vejen og Bramming

Hurtig forbindelse til Middelfart, Vojens, Rødekro og Sønderborg opnås ved at placere stoptog mod Sønderborg, så de korresponderer med lyntog i Odense med overgangstid på 5 minutter. Stoptoget kan efter ophold på 8 minutter fortsætte mod København med stop undervejs på sjællandske stationer.

L1	R	L3	R			R	L3	R	L1
45		15		Kastrup	o	45		15	
54		24		o København H		36		06	
00		30		København H	o	30		00	
58		28		o Odense		32		02	
00	03	30		Odense	o	30	57	00	
	21			Middelfart			39		
:	:	49		Fredericia		11	:	:	
		55		Taulov		05			
35	58	02		o Kolding		58	02	25	
36	59	03		Kolding	o	57	01	24	
43		10		Lunderskov		50		17	
:		17		Vejen		43		:	
:		22		Brørup		38		:	
:		27		Holsted		33		:	
:		31		Gørding		29		:	
:		36		Bramming		24		:	
:	30	46		o Esbjerg		14	30	:	
47				Vamdrup				13	
57				Vojens				03	
07				Rødekro				53	
14				o Tinglev				46	
15				Tinglev	o			45	
23				Klipleve				37	
35				Gråsten				25	
48				o Sønderborg				12	

Hurtig forbindelse mod Vejen og Bramming kan opnås ved at placere regionaltoget mellem Esbjerg og Aarhus, så det korresponderer med lyntog i Kolding med overgangstid på 5 minutter.

Herved opnås en tidsgevinst på 1 time mellem Sønderjylland og København sammenlignet med dagens køreplan. Denne gevinst vedrører ikke kun Sønderborg, men også de øvrige byer i Sønderjylland, som Vojens, Rødekro og Tinglev.

Forbindelse til Ribe og Tønder

Hurtig forbindelse til Ribe og Tønder kan opnås ved at placere regionaltoget mellem Esbjerg og Tønder, så det korresponderer med lyntog i Esbjerg med overgangstid på 8 minutter. Skal en ny station i Jerne i det østlige Esbjerg betjenes, forlænges regionaltogets rejsetid med 2 minutter. Så bliver overgangstiden i stedet 6 minutter.

Sammenbinding med regionaltoget mod Varde kræver ophold i Esbjerg på 13 minutter, idet også tog mod Varde skal korrespondere med timemodeltoget, dvs. ankomme lidt før og afgang lidt efter minuttal 30.

På det enkeltsporede strækning mellem Bramming og Ribe kører der to tog i timen i dagtimer. Køretiden er 17 minutter, og eneste krydsningsmulighed i Gredstedbro, hvor det er nødvendigt at krydse. Det låser køreplanen til bestemte muligheder.

L3	R	R			R	R	L3
15			Kastrup	o			45
24			o København H				36
30			København H	o			30
28			o Odense				32
30			Odense	o			30
59			Kolding				01
30			o Esbjerg				30
38	08		Esbjerg	o	52	22	
45	15		Tjæreborg		45	15	
51	21	o	Bramming		39	09	
52	22		Bramming	o	38	08	
56	26		Sejstrup		34	04	
00	30		Gredstedbro		30	00	
07	37		Ribe Nørremark		23	53	
09	39	o	Ribe		21	51	
10			Ribe	o	50		
17			Hviding		43		
22			Rejsby		38		
26			Brøns		34		
30			Skærbæk		30		
35			Døstrup Sdj		25		
42			Bredebro		18		
47			Visby		13		
56			Tønder Nord		04		
58		o	Tønder		02		

L3	R	R			R	R	L3
15			Kastrup	o			45
24			o København H				36
30			København H	o			30
28			o Odense				32
30			Odense	o			30
59			Kolding				01
30			o Esbjerg				30
35	05		Esbjerg		55	25	
39	09		Spangsbjerg		51	21	
41	11		Gjesing		49	19	
45	15		Guldager		45	15	
53	23		Varde Kaserne		37	07	
55	25	o	Varde		35	05	
05			Varde	o	55		
08			Varde Nord		52		
13			Sig		47		
19			Tistrup		41		
25			Gårde		35		
30			Ølgod		30		
40			Tarm		20		
44		o	Skjern		16		
52			Skjern	o	08		
00			Lem		00		
10			Ringkøbing		50		
16			Hee		44		
22			Tim		38		
29			Ulfborg		31		
37			Vemb		23		
42			Bur		18		
52		o	Holstebro		08		

Forbindelse til Varde, Skjern og Ringkøbing

Hurtig forbindelse til Varde, Skjern og Ringkøbing kan opnås ved at placere regionaltoget mellem Esbjerg og Holstebro, så det korresponderer med lyntog i Esbjerg med overgangstid på 5 minutter.

På det enkeltsporede strækning mellem Esbjerg og Varde kører der to tog i timen i dagtimer. Køretiden er 20 minutter, og eneste krydsningsmulighed i Guldager, hvor det er nødvendigt at krydse. Det låser køreplanen til bestemte muligheder.

Mellem Varde og Holstebro køres et tog i timen. Forudsætning om korrespondance i begge retninger i Esbjerg medfører 10 minutters ophold i Varde og 8 minutters ophold i Skjern. Uden korrespondance i begge retninger kunne man nøjes med 6 minutters ophold i Varde og 5 minutter i Skjern, dvs forudsætningen om korrespondance udløser her en lokal rejsetids-forlængelse.

En anden mulighed kunne være en køreplan, hvor regionaltoget i en nærbanemodel kører igennem Esbjerg og her krydser på rundt minuttal. Lyntog fra København tilslutter ved at ankomme 5-10 minutter før og afgår 5-10 minutter efter. Det vil tilsvarende medføre, at tilsluttende regionaltoget i Kolding vil skulle krydse der på rundt minuttal.

Forbindelse fra sjællandske byer

Hurtig forbindelse fra sjællandske byer kan opnås ved at placere stoptog mellem København og Odense, så de korresponderer med lyntog i Odense. Der forudsættes to regionaltog i halvtimesdrift, som kører via henholdsvis Roskilde og Køge Nord. Disse kan korrespondere med lyntog i minuttal 00 og 30 i Odense med overgangstid på 5 minutter. Og de kan sammenbindes med tilsvarende regionaltog vest for Odense med henblik på at opnå flest mulige direkte forbindelser. Togene kører videre efter et ophold på 8 minutter i Odense.

I dagtimer eller myldretider forudsættes også et hurtigt tredje regionaltog mellem København og Odense via Roskilde, men det kan ikke umiddelbart bringes til at korrespondere med det tredje lyntog, som bl.a. af kapacitetshensyn ligger tæt op ad et andet lyntog – for tæt til, at det er muligt at køre regionaltog indimellem.

I alt er der planer om at udvide fra 3 til 6 tog i timen mellem København og Odense. Køretiden for regionaltog reduceres, så de tog, der stopper på de sjællandske stationer, kun er 1:10-1:15 om turen mellem København og Odense. Men det vil ikke være muligt at etablere egentlig 10 minuttersdrift pga sammenpasningen af forskellige tog.

R	L1	L2	R	L3	R			R	L3	L1	L2	L1	L1
45			15			Kastrup	o	45		15			
54			24			o København H		36		06			
37	00	08	09	30	25	København H	o	34	30	51	52	00	23
:	:	:	20	:	36	Høje Tåstrup		24	:	40	:	:	:
:	:	:	27	:	43	Roskilde		16	:	33	:	:	:
43			:		:	Ny Ellebjerg		:		:			17
56			:		:	Køge Nord		:		:			04
08			41			Ringsted				19			52
15			48			Sorø				12			45
22			56		08	Slagelse		53		04			38
30			03			Korsør				57			30
40			13		23	Nyborg		37		47			20
47						Langeskov							13
55	58	06	25	28	35	o Odense	o	25	32	35	54	02	05
00	08		30			Odense		30		52	00		
	30	:				o Fredericia		:	30				
:	45	:				Vejle		:	15	:			
	00	:				Horsens		:	00				
55	18	:				o Århus H		:	42	05			
00		:				Århus H	o	:		00			
25		:				Randers		:		35			
00		:				o Ålborg		:		00			
			59			Kolding	o	01					
			30			o Esbjerg	o	30					

L2: København H - Odense - Fredericia - Vejle - Horsens - Aarhus H og omvendt

København H		-	-	-	5.08	6.08	7.08	8.08	9.08	10.08	11.08	12.08	13.08	14.08	15.08	16.08	17.08	18.08	19.08	20.08	21.08	22.08	23.08
Odense	o	-	-	-	6.06	7.06	8.06	9.06	10.06	11.06	12.06	13.06	14.06	15.06	16.06	17.06	18.06	19.06	20.06	21.06	22.06	23.06	0.06
Svendborg	o	-	-	-	6.55	7.55	8.55	9.55	10.55	11.55	12.55	13.55	14.55	15.55	16.55	17.55	18.55	19.55	20.55	21.55	22.55	23.55	-
Odense		-	-	5.08	6.08	7.08	8.08	9.08	10.08	11.08	12.08	13.08	14.08	15.08	16.08	17.08	18.08	19.08	20.08	21.08	22.08	23.08	-
Fredericia	o	-	-	5.30	6.30	7.30	8.30	9.30	10.30	11.30	12.30	13.30	14.30	15.30	16.30	17.30	18.30	19.30	20.30	21.30	22.30	23.30	-
Vejle	o	-	-	5.44	6.44	7.44	8.44	9.44	10.44	11.44	12.44	13.44	14.44	15.44	16.44	17.44	18.44	19.44	20.44	21.44	22.44	23.44	-
Brande		-	-	6.30	7.30	8.30	9.30	10.30	11.30	12.30	13.30	14.30	15.30	16.30	17.30	18.30	20.00	21.00	22.00	23.00	0.00	-	-
Herning	o	-	-	6.44	7.44	8.44	9.44	10.44	11.44	12.44	13.44	14.44	15.44	16.44	17.44	18.44	20.14	21.14	22.14	23.14	0.14	-	-
Holstebro	o	-	-	7.09	8.09	9.09	10.09	11.09	12.09	13.09	14.09	15.09	16.09	17.09	18.09	19.09	20.48	21.48	22.48	23.48	-	-	-
Struer	o	-	-	7.20	8.20	9.20	10.20	11.20	12.20	13.20	14.20	15.20	16.20	17.20	18.20	19.20	-	-	-	-	-	-	-
Thisted	o	-	-	8.31	-	10.31	-	-	-	-	-	16.31	-	18.31	-	20.31	-	-	-	-	-	-	-
Horsens		-	-	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	0.00	-
Aarhus H	o	-	-	6.18	7.18	8.18	9.18	10.18	11.18	12.18	13.18	14.18	15.18	16.18	17.18	18.18	19.18	20.18	21.18	22.18	23.18	0.18	-
Hobro		-	-	7.12	8.12	9.12	10.12	11.12	12.12	13.12	14.12	15.12	16.12	17.12	18.12	19.12	20.12	21.12	22.12	23.12	0.12	-	-
Hobro		-	-	-	5.48	6.48	7.48	8.48	9.48	10.48	11.48	12.48	13.48	14.48	15.48	16.48	17.48	18.48	19.48	20.48	21.48	22.48	23.48
Aarhus H		-	-	-	5.42	6.42	7.42	8.42	9.42	10.42	11.42	12.42	13.42	14.42	15.42	16.42	17.42	18.42	19.42	20.42	21.42	22.42	23.42
Horsens		-	-	-	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	0.00
Thisted		-	-	-	-	5.29	-	7.29	-	-	-	-	-	-	13.29	-	15.29	-	17.29	-	-	-	-
Struer		-	-	-	-	6.40	7.40	8.40	9.40	10.40	11.40	12.40	13.40	14.40	15.40	16.40	17.40	18.40	-	-	-	-	-
Holstebro		-	-	-	-	6.51	7.51	8.51	9.51	10.51	11.51	12.51	13.51	14.51	15.51	16.51	17.51	18.51	20.12	21.12	22.12	-	-
Herning		-	-	-	-	7.16	8.16	9.16	10.16	11.16	12.16	13.16	14.16	15.16	16.16	17.16	18.16	19.16	20.46	21.46	22.46	-	-
Brande		-	-	-	-	7.30	8.30	9.30	10.30	11.30	12.30	13.30	14.30	15.30	16.30	17.30	18.30	19.30	21.00	22.00	23.00	-	-
Vejle		-	-	-	6.15	7.15	8.15	9.15	10.15	11.15	12.15	13.15	14.15	15.15	16.15	17.15	18.15	19.15	20.15	21.15	22.15	23.15	0.15
Fredericia		-	-	-	6.30	7.30	8.30	9.30	10.30	11.30	12.30	13.30	14.30	15.30	16.30	17.30	18.30	19.30	20.30	21.30	22.30	23.30	0.30
Odense	o	-	-	-	6.52	7.52	8.52	9.52	10.52	11.52	12.52	13.52	14.52	15.52	16.52	17.52	18.52	19.52	20.52	21.52	22.52	23.52	0.52
Svendborg		-	-	5.02	6.02	7.02	8.02	9.02	10.02	11.02	12.02	13.02	14.02	15.02	16.02	17.02	18.02	19.02	20.02	21.02	22.02	23.02	-
Odense		-	-	5.54	6.54	7.54	8.54	9.54	10.54	11.54	12.54	13.54	14.54	15.54	16.54	17.54	18.54	19.54	20.54	21.54	22.54	23.54	-
København H	o	-	-	6.52	7.52	8.52	9.52	10.52	11.52	12.52	13.52	14.52	15.52	16.52	17.52	18.52	19.52	20.52	21.52	22.52	23.52	0.52	-

Bilag 5. Materieleksempler

I tabellen findes eksempler med udvalgte togtyper til forskellige maksimale hastigheder fra 160 km/t og op til 360 km/t, som kører eller kommer til at køre i Europa. Der er såvel enkeltdekker- som dobbeltdækker-materiel. Oplysningerne er fremskaffet i samarbejde med Atkins og er primært baseret på offentlige kilder.

Det ses i tabellen, at der er stor forskel togene imellem i forhold til blandt andet komfort: hvor nogen tog har 2,3 sæder pr. meter har

andre 3,0 sæder pr. meter. Det vil sige 30% færre siddepladser på den samme plads. Med dobbeltdækker er forskellen endnu større: fra 2,5 sæder pr. meter til 5,1 sæder pr. meter. Forskellen skyldes dels komfortforskelle, men også indretningsprincipper ift. fx placering af døre, trapper mv.

Det ses, at leveringspriserne pr. togmeter varierer betydeligt. Der ses ikke en afgørende prisforskel i anskaffelsesprisen for dobbeltdækkere eller enkeltdekkertog. Hurtige tog til 250 km/t og derover ser generelt ud til at være dyrere at anskaffe end regionaltoget til 160 km/t. Driftspriserne har det ikke været muligt at skaffe oplysninger om, og disse er afgørende i vurderingen af de samlede livscyklusomkostninger.

Tabel 15. Eksempler på togmateriel. For de forskellige togtyper vises leveranceår og antal, tophastigheder, antal sæder og sæder pr. meter, leverancepris pr. togsæt samt priser og pris pr. togmeter opregnet til 2013 prisniveau (ved hjælp af Danmarks Statistiks nettoprisindeks).

Produkt		Leverance år	Leverance antal	Topfart (km/t)	Længde pr sæt (m)	Antal sæder	Sæder pr. m	Mio. kr	Kr pr. togmeter
Stadler Kiss Luxemburg	*)	2013	8	160	80	284	3,6	56	700.000
Bombardier Twindexx Vario DB	*)	2014	5	160	100	506	5,1	75	750.000
Bombardier Twindexx Vario DB	*)	2014	16	160	100	398	4,0	75	750.000
Bombardier Contessa (ET)		2000	11	180	79	237	3,0	86	1.090.000
Stadler Kiss Westbahn	*)	2011	7	200	150	501	3,3	121	810.000
Stadler Flirt NSB		2012	50	200	106	295	2,8	78	740.000
Ansaldo Breda IC4		2007	83	200	86	208	2,4	69	800.000
Bombardier Twindexx Express	*)	2013-19	50+9	200/230	100/200	335/685	3,1	195	980.000
Hitachi British Rail Class 395		2009	28	225	121	352	2,9	86	710.000
Siemens ICX DB		2016	220	230/249	200	499/724	-	203	1.020.000
Bombardier Regina X55		2012	20	250	107	245	2,3	90	840.000
Siemens Velaro Rus (inkl. 30 år vedlh.)		2009	8	250	200	600	3,0	251	1.250.000
Alstom EURODUPLEX	*)	2011	30	320	200	509	2,5	232	1.160.000
Siemens Velaro Eurostar		2015	10	320	390	900	2,3	447	1.150.000
Bombardier/AnsaldoBreda V300 Zefiro		2013	50	360	202	471	2,3	229	1.130.000
AGV Alstom Italo		2012	25	360	200	460	2,3	196	980.000

*) dobbeltdækkertog

Østrig, Wien – Salzburg, 317 km



Westbahn kører 13-14 dobbeltture om dagen med stop ved 7 mellemstationer. Rejsetiden er ca. 2½ time.

Trafikken sker med 7 Stadler KISS, med en tophastighed på 200 km/t. Vedligehold udføres af togleverandøren Stadler på et nyt depot hos Logserv, Voestalpine, Linz. Vedligehold sker primært om natten, hvorfor Westbahn ikke opererer med værkstedsreserver. Toget betegnes som Intercity (1. klasse) og alle billetter sælges elektronisk/i toget. Westbahn er internationalt ejet, bl.a. ejer de franske statsbaner SNCF 26 %.

Italien, Milano/Venedig – Firenze – Rom – Napoli, 696 km.



Nuovo Trasporto Viaggiatori, NTV, kører 12 dobbeltture om dagen med stop ved 3 mellemliggende stationer. Hverken i Milano eller Rom kommer togene til hovedbanegården. Rejsetiden er ca. 4½ time.

Trafikken sker med 25 AGV Alstom togsæt som kan køre > 300 km/t, bygget i Frankrig og Italien. Vedligehold og klargøring af togsæt udføres af Alstom, på et nybygget depot i Nola. Passagererne tilbydes 3 kvalitetsniveauer – Smart, Prima og Club og hver af dem har sit pris- og servicekoncept. Der er fri Wi-Fi og mulighed for at se tv til alle. NTV er ejet af flere kapitalfonde, dog ejer de franske statsbaner SNCF 20 %.

Ashford Depot, Kent. England



Til brug for vedligehold af South Easterns (Integrated Kent franchise- St Pancras – Ashford Int. – Dover/Ramsgate) 29 6-vogns class 395 2-strøms togsæt byggede Hitachi i 2005 – 2007 værksted i Ashford, Kent, England. På depotet foregår al vedligehold, reparation, overnat servicering og rengøring af de 29 togsæt. Desuden serviceres 34 andre 4 vogns togsæt, samt ad hoc reparation, hjulafdrejning etc. Der er mere end 300 leverandører til depotet og ca. 100 ansatte.

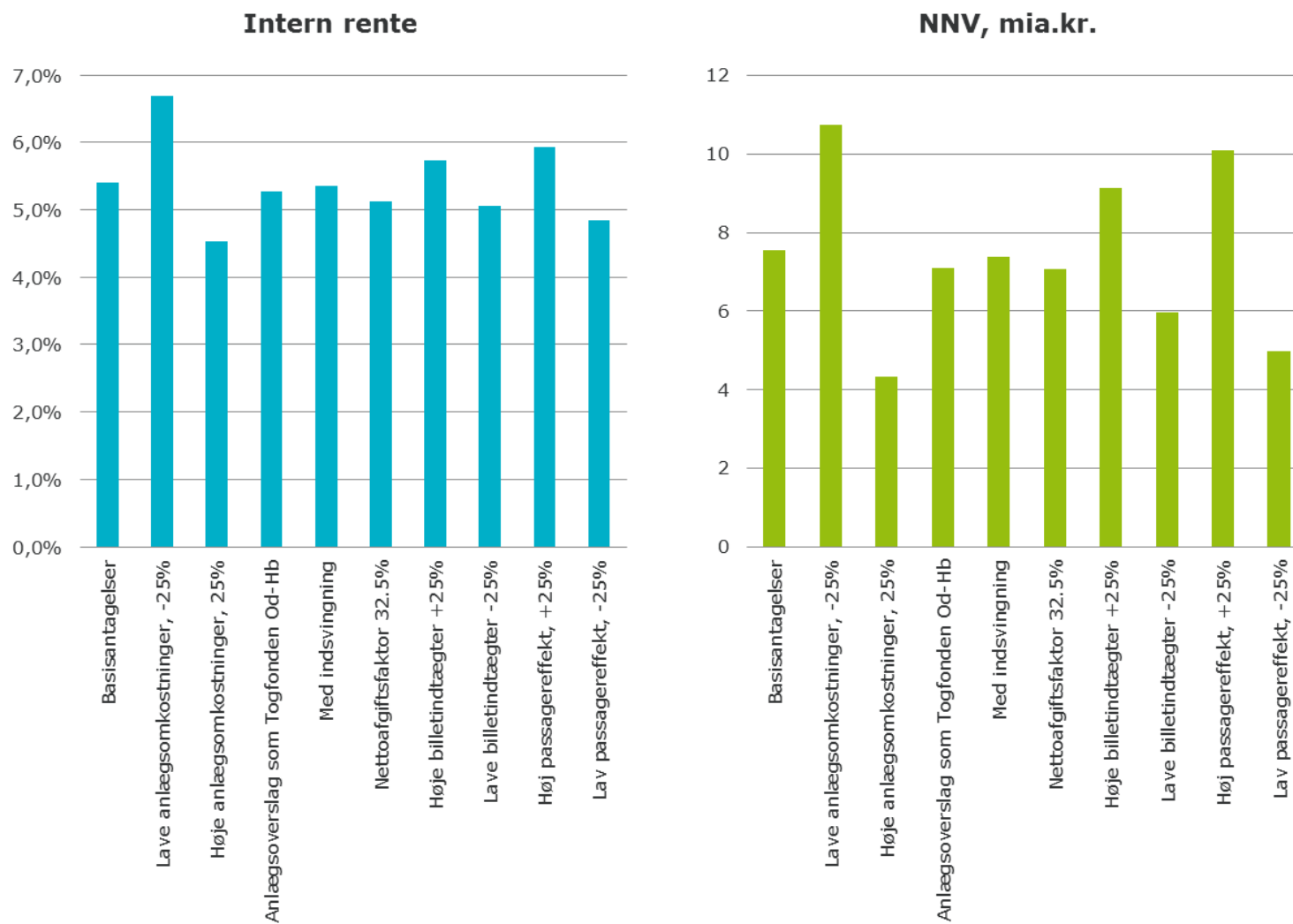
Bilag 6. Samfundsøkonomiske forudsætninger og følsomheder for Timemodellen

Centrale forudsætninger og antagelser

Parameter/element	Tilgang/forudsætning/antagelse
Prisniveau	2013-priser
År for beregning af nutidsværdi	2013
Kalkulationsrente	0-35 år efter beregningsår: 4% - 36-75 år efter beregningsår: 3% - 76+ år efter beregningsår (ikke relevant her): 2%
Nettoafgiftsfaktor	17%
Anlægsperiode	2018-2024 (resterende etaper)
Åbningsår	2025. Der regnes ikke med indsvingning
Beregningsperiode	50 år fra åbning, dvs. 2025-2074 begge år inklusive. Der regnes med restværdi af anlægget
Trafikale effekter	De trafikale effekter er baseret på modelkørsler i Landstrafikmodellen version 1.0.5. Modelkørslerne er udført af DTU Transport.
Trafikvækst	De trafikale effekter er vurderet for 2030. Trafikvækst 2025-2040 baseres på vækstforudsætninger fra DTU Transport (2010): 1% for både vej- og banetrafik. Efter 2040: 0,5%
Eksterne omkostninger	De eksterne omkostninger er beregnet på baggrund af ændringer i kørselsomfanget for tog og personbiler.
Skatteforvriddningstab	20%
Arbejdsudbudseffekt	Beregnet som 20% af ændringen i tids- og kørselsomkostninger for bolig-arbejde og erhvervsture; jf. retningslinjerne fra Finansministeriet og Transportministeriet.

Der er en metodemæssig revision af de samfundsøkonomiske analyser på vej, som indebærer, at den såkaldte nettoafgiftsfaktor øges fra 17 pct. til godt 32,5 pct. Dette vil alt andet lige øge omkostningerne ved alle trafikprojekter. For timemodellens vedkommende vil reduktionen resultere i en intern rente på 5,1 pct. og nettonutidsværdi på 7,1 mia. kr. jf. Figur 60.

Figur 60. Følsomhedsberegninger for Togfondens projekter med 50 % korrektionsfaktor jf. NAB. Kilde: Incentive "Samfundsøkonomisk vurdering af Timemodellen", august 2013.



Bilag 7. Passagervurderinger

Timemodellen medfører en betydelig vækst i antal togpassagerer. Det gælder både for allerede vedtagne etaper og de nye initiativer med Togfonden Danmark jf. denne rapport. En lang række andre projekter og initiativer, som allerede er besluttet, medfører også mere togtransport på det statslige banenet.

Transportarbejdet på det statslige banenet udgjorde 6,2 mia. personkm. i 2010. Realisering af den fulde timemodel og andre besluttede projekter betyder tilsammen, at transportarbejdet stiger til 8,7 mia. personkm., dvs. en samlet vækst på 2,5 mia. personkm. Heraf medfører timemodellen en vækst på 1,4 mia. personkm., mens øvrige projekter og initiativer medfører en vækst på 1,1 mia. personkm.

Udover den vækst, som skyldes forbedringer i togproduktet og andre relaterede initiativer, kan der også komme en baggrundsvækst frem til 2030, dvs. en effekt, som ikke skyldes initiativer på togområdet, men alene er et resultat af den demografiske og økonomiske udvikling m.m.

Vækst pga. Timemodellen og andre projekter og initiativer

Der er besluttet en række projekter uden sammenhæng med Timemodellen. Blandt disse kan nævnes den faste forbindelse over Femernbælt inkl. opgradering af landanlæg og udbygning af Nordvestbanen. Hertil kommer afsmittende virkning af Metrocityring og letbaner m.m. og en række andre initiativer: højere trafikal kvalitet pga. Signalprogrammet, målrettede takstnedsættelser og bedre trafikinformation m.v. Disse projekter og initiativer vurderes tilsammen at give anledning til en vækst på 1,1 mia. personkm. i 2030.

Timemodellens første etaper, dvs. ny bane København-Ringsted via Køge, opgradering Ringsted-Odense, opgradering af Hobro-Aalborg samt indførelse af non-stop lyntog Odense-Aarhus giver en vækst på 0,7 mia. personkm. Togfondens etaper af timemodellen medfører yderligere vækst på 0,7 mia. personkm. dvs. i alt 1,4 mia. personkm.

Der er både tale om nye rejser og overflyttet biltrafik. Væksten skyldes især flere og længere rejser over Storebælt.

Baggrundsvækst

Der forventes en befolkningsvækst centreret omkring de større byer, dvs. tættere på godt betjente stationer. Det giver mere togtransport. En generel adfærdændring mod længere rejser, som toget har lettere ved at tiltrække end korte rejser, trækker i samme retning. Omvendt forventes øget bilejerskab og andre forhold at trække i modsat retning.

Det er i tabellen forsigtigt lagt til grund at de to effekter opvejer hinanden. I Trafikplan for den statslige jernbane 2012-2027 forventes til sammenligning en baggrundsvækst på op til 1,5 mia personkm.

Resultater fra Landstrafikmodellen

I nedenstående tabel ses hovedresultater i form af transportarbejde (personkm) på det statslige banenet.

Væksten pga. køreplansforbedringer både mht. besluttede projekter og togfondens projekter er baseret på beregninger på landstrafikmodellen (version 1.0.5). Dog er effekten af en fast Femernforbindelse ikke beregnet på landstrafikmodellen, men ligesom andre initiativer særskilt indføjjet (baseret på vurderinger af Trafikstyrelsen ifm. Trafikplan for den statslige jernbane 2012-2027). Der er ikke indregnet baggrundsvækst som følge af demografiske og økonomiske ændringer.

Tabel 16. Udvikling i transportarbejde (mia personkm årligt) baseret på beregninger på landstrafikmodellen (version 1.0.5), uden baggrundsvækst

Mia personkm årligt	Nuværende 2010	Uden Timemodel 2030	Med Timemodel 2030
Intern østdanmark	2,7	3,1	3,3
Intern vestdanmark	1,2	1,4	1,6
Over storebælt	2,0	2,2	3,2
International trafik	0,4	0,6	0,6
I alt	6,2	7,3	8,7

Med den fulde timemodel og andre besluttede projekter fås mange flere togrejser.

Trafikken mellem timemodelbyerne (inkl opland) forventes uden baggrundsvækst at stige med ca. 50% fra 16,3 mio rejser i 2010 til 24,4 mio rejser i 2030. Det svarer til ca. 22.000 flere daglige rejsende. Af den trafikvækst, som timemodellen genererer samlet, forventes mindst 25% at være overflyttet fra biltrafik.

Trafikken over Storebælt forventes uden baggrundsvækst at stige fra 8,3 mio rejser i 2010 til 12,6 mio rejser i 2030. Her bidrager timemodellen med 3,7 mio ekstra rejser, hvoraf togfondens projekter bidrager med 1,5 mio ekstra rejser. Andre projekter og initiativer bidrager med 0,6 mio ekstra rejser. Af den trafik som timemodellen genererer over Storebælt vurderes 40% at komme fra biltrafik og 15% fra flytrafik.

Nedenstående tabel viser antal afrejsende fra hver af Timemodelstationerne til andre Timemodelstationer.

Tabel 17. Antal afrejsende til andre Timemodelstationer (mio. rejser årligt) baseret på beregninger på landstrafikmodellen (version 1.0.5), uden baggrundsvækst

Afrejsende (mio.)	Nuværende 2010	Timemodel 2030	Ændring	Vækst i %
København H	3,4	5,0	1,6	47%
Odense	3,1	4,8	1,6	52%
Kolding	1,4	1,9	0,5	35%
Esbjerg	0,6	0,9	0,3	45%
Fredericia	1,3	1,6	0,3	20%
Vejle	1,4	2,0	0,6	39%
Horsens	0,9	1,1	0,3	31%
Aarhus H	2,7	4,3	1,6	60%
Randers	0,6	1,3	0,6	103%
Aalborg	0,9	1,5	0,7	79%
Sum	16,3	24,4	8,1	49%

Bilag 8. Klimaeffekter

Elektrificering

Det samlede CO₂-udslip i Danmark bliver reduceret, fordi elektrisk togdrift medfører en lavere CO₂-udledning end dieseltogdrift ved bl.a. at kunne basere sig på vedvarende energi.

CO₂ reduktionen ved at elektrificere strækningerne i Togfonden DK er 170.000 ton pr. år.

Elektrificering vil endvidere betyde, at togdriftens CO₂-udledning kommer ind under CO₂-kvotesystemet, idet elproduktion er kvotebelagt. Den samlede CO₂-udledning fra den kvotebelagte sektor kan pr. definition ikke øges. Det betyder, at virksomhederne i den kvotebelagte sektor samlet skal reducere deres CO₂-udledning med en mængde svarende til togdriftens CO₂-udledning efter elektrificering.

Samtidig kan togenes energiforbrug nedsættes, fordi bremseenergien kan lagres og udnyttes til fremdrift (regenerativ bremsning).

Timemodellen

Tabel 15 viser et samlet skøn for CO₂-effekten og luftforurening ved en antagelse om, at 50 % af den trafikvækst som den fulde Timemodell genererer vil være overflyttet fra biltrafikken og 20 % vil være overflyttet fra flytrafikken.

Tabel 18. Beregning af forskellige scenarier for CO₂ og luftforurening

*Andel af passagervækst på bane overflyttet fra hhv. vej (50 %) og **fly (20 %)	
Luftforurening, NNV, mio.kr.	350
Klima (CO ₂), NNV, mio.kr.	276
Klima (CO ₂), tusind tons pr. år (2030)	-48,1

* Tallene kan ikke direkte sammenlignes med tallene i de samfundsøkonomiske analyser pga. forskelle i beregningsmetoden

** Det bemærkes at flytransport indgår i EU's kvotehandelssystem.

De første to linjer i tabellen viser nutidsværdien af hhv. luftforurening og klima set over hele perioden. Den tredje linje viser påvirkningen målt i tons CO₂-ækvivalenter i 2030 med forudsætninger om fremtidige emissioner.

Beregningen er lavet med udgangspunkt i den samfundsøkonomiske beregning af timemodellens resterende etaper. Heri er medregnet den øgede luftforurening som følge af, at der kører flere tog. For så vidt angår effekten som følge af timemodellens vedtagne etaper er denne baseret på tal fra Trafikstyrelsens "Trafikplan for den statslige jernbane" (februar 2013). Der er ikke indregnet effekterne ved overflytning fra færge til tog.

Tallene viser kun summen af påvirkningen for hhv. vej, fly og bane (baseret på elektriske tog). Den positive effekt af selve elektrificeringen (og som indeholder langt de største klimaeffekter) henregnes til elektrificeringsdelen af Togfondens investeringer.

Bilag 9. Referencer

Trafikaftalen om *En grøn transportpolitik* af 29. januar 2009
Trafikaftalen om *Bedre mobilitet* af 26. november 2010
Trafikaftalen om *Elektrificering af jernbanen mv.* af 7. februar 2012

Trafikstyrelsens referencer

Niras: *Timemodellen Fase 1 rapport Odense-Aarhus*, Juni 2013 (Rev. 2013-06-24). (Hovedrapport)
Niras: *Fase 1 rapport bilag* 2013 06 24. (Bilagsrapport)
Niras: *Timemodellen screening af linieføringer Odense-Aarhus/Esbjerg*, Maj 2013 (Rev. 2013-06-24). (Hovedrapport)
Niras: *Timemodellen screening af linieføringer Odense-Aarhus/Esbjerg*, Maj 2013 (Rev. 2013-06-24). (Bilagsrapport)
Incentive Partners: *Potentiale for prisdifferentiering i togtrafikken*, 22. maj 2013
Incentive Partners: *Samfundsøkonomisk vurdering af Timemodellen*, ver. 1.1, 22. august 2013
Atkins og Trafikstyrelsen: *Materielinvesteringer*, 23. april 2013
Banedanmark, DSB og Trafikstyrelsen: *Metode til at fastlægge køretider på jernbanen i planlægningsprojekter*
Atkins har leveret rå køretider for de forskellige materieltyper, TS har beregnet køretider inkl. køretidstillæg

Illustrationer: Gottlieb Paludan Architects og Trafikstyrelsen
Forside inspireret af Aage Rasmussens DSB lyntogsplakat fra 1937
Fotograf: Klaus Holsting m.fl.
Kortgrundlag: © Kort & Matrikelstyrelsen

Banedanmarks referencer

Banedanmarks notat af 21. august 2013 om Elektrificeringens begrundede anlægsoverslag
Niras A/S rapport Strategisk analyse af elektrificering af banenettet 2011
Niras A/S rapport De begrundede anlægsoverslag inklusive bilag for strækninger Køge Nord-Næstved, Roskilde-Kalundborg, Fredericia-Aarhus, Aarhus-Lindholm. Lindholm-Frederikshavn, Vejle-Struer 2013
Grontmij kvalitetssikringsrapporter 2013 for Strækningerne Køge Nord - Næstved mf. og Strækningerne Vejle-Struer, Lindholm-Frederikshavn samt Banedanmarks Elektrificeringsstrategi for forsyning og effekt.
Niras A/S rapport Begrundet anlægsoverslag Esbjerg Lunderskov 2012 inklusiv bilag
Rambøll kvalitetssikringsrapport 2011
Atkins A/S programfaser rapporten for Esbjerg - Lunderskov 2013
Grontmij kvalitetssikringsrapport 2013
Quartz+Co rapport og præsentation marts 2013
SBI 2010:03 Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet: The repetition effect in building and construction works. A literature review 2010
Rambøll A/S benchmarking jf. Bilag 14 FLN 514-042-E Kørestrøm, April 2012.
Trafikstyrelsen, Udenlandske baner, Sammenligning af anlægspriser, september 2009
Deloitte's kvalitetssikringsrapport Tilpasning af anlægsoverslag for elektrificering af 23. august 2013



Trafikstyrelsen
Edvard Thomsens Vej 14
DK-2300 København S

info@trafikstyrelsen.dk
www.trafikstyrelsen.dk

Banedanmark
Amerika Plads 15
DK-2100 København Ø

bandedanmark@bane.dk
www.bane.dk

Togfonden DK