



REGION NORDJYLLAND



# Jernbaneinfrastrukturen nord for Århus

– en foreløbig undersøgelse

Februar 2010

Atkins Danmark

Arne Jacobsens Allé 17, DK-2300 København S  
Tlf.: +45 8233 9000 Fax: +45 8233 9001





# Jernbaneinfrastrukturen nord for Århus

– en foreløbig undersøgelse

Forsidefoto:

Sydgående IC3-tog ankommer til perron i Aalborg den 7. oktober 2008. Ved stationen holder tog klar til afgang mod Frederikshavn. IC3-tog i dag udgør en væsentlig del både af fjerntrafikken til og fra Nordjylland og på Aalborg Nærbane (Foto: Tommy O. Jensen)

<b>Projekt nr.: 1010560</b>		DOKUMENT REF: 1010560-00 Analyse af nordjyske jernbaner - udg 1_2.doc			
Revisi- on	Målbeskrivelse	Udarbejdet af	Kontrolleret af	Godkendt af	Dato
1.1	Rapport	TOJ, HBA	AHK	MSP	20100202
1.2	Rapport	TOJ, HBA	AHK	MSP	20100210



## INDHOLDSFORTEGNELSE

<b>SAMMENFATNING</b>	<b>7</b>
<b>1. INDLEDNING</b>	<b>11</b>
<b>2. HOBRO - ÅRHUS: KURVEUDRETNINGER, NY FJERNBANE ELLER LETBANE?</b>	<b>13</b>
2.1 Status nuværende situation	13
2.2 Eksisterende undersøgelser	14
2.3 Analyse af rejsetider Randers - Århus	15
2.4 Analyse af rejsetider for landstrafikale scenarier	21
2.5 Vurdering	25
<b>3. HVAD KOSTER KØRESTRØMSANLÆG?</b>	<b>29</b>
3.1 Status nuværende situation	29
3.2 Eksisterende undersøgelser	31
3.3 Analyse og vurderinger	32
3.4 Oplæg til elektrificering af jernbanerne i Nordjylland	34
3.5 Sammenfatning og konklusion	41
<b>4. EL KONTRA DIESEL FOR NÆRBANETOG?</b>	<b>42</b>
4.1 Status nuværende situation	42
4.2 Eksisterende undersøgelser	44
4.3 Analyse og vurderinger	45
4.4 Sammenfatning og konklusion	52
<b>5. EL OG DIESEL, KAN DET KOMBINERES FOR FJERNBANETOG?</b>	<b>55</b>
5.1 Status nuværende situation	55
5.2 Eksisterende undersøgelser	56
5.3 Analyse og vurderinger	56
5.4 Sammenfatning og konklusion	65
<b>6. HVORDAN KOMMER VI VIDERE?</b>	<b>67</b>
<b>BILAG</b>	<b>71</b>



## SAMMENFATNING

Forventningerne til udviklingen af den kollektive trafik har fået Region Nordjylland til at engagere sig i den østjyske længdebane. Initiativet er en opfølgning på forliget "En Grøn Transportpolitik", og den fokus på jernbanen Århus-Frederikshavn som var den ene af de tre nordjyske prioriteringer i forbindelse med dette forlig, samt det materiale, der blev præsenteret i forbindelse med en infrastrukturkonference 1. september 2009. Det er ønsket om at få udarbejdet en analyse af mulige køretider med jernbanen Hobro-Århus, for at få kompletteret eksisterende undersøgelser med forslag omkring jernbanetrafikken til Nordjylland.

Samtidig ser analysen overordnet på udviklingsmulighederne i Aalborg Nærbane og regionaltrafikken i Vendsyssel i relation til en muligt "genstart" af elektrificeringen. I den forbindelse peges der på mulig materiel- og trafikeringsløsninger, bl.a. udvidelse af nærbanen til Hobro henholdsvis Hjørring.

### **HOBRO - ÅRHUS: KURVEUDRETNINGER, NY FJERNBANE ELLER LETBANE?**

De hurtigste tog (DSB's Lyntog) mellem Aalborg-Århus har i dag en rejsetid på 78 minutter, og har kun standsning i Hobro og Randers.

Med den vedtagne Grønne Transportpolitik Aalborg-Hobro vil rejsetiden kunne nedsættes til ca. 70 min. Udvides denne opgradering med Timemodellens vision til Randers mindskes rejsetiden til ca. 66 min. Kurveudretninger Randers-Århus kan reducere denne rejsetid med yderligere 12 min. til 54 min., mens en helt ny fjernbane vil sikre ekstra kapacitet og reducere rejsetiden med yderligere 10 min. for gennemgående tog. I alt er det muligt at reducere rejsetiden på denne strækning med ca. 34 minutter.

Spørgsmålet er om Timemodellens rejsetidsforkortelse alene kan give de nødvendige forbedringer hen imod en forhøjet tilgængelighed til Nordjylland i konkurrence med biler og fly? Vil pendlere og flypassagerer føle sig tiltrukket af toget ved en rejsetidsgevinst på ca. 12 minutter?

Rejsetiden Aalborg-Århus vil komme under det kritiske punkt for mange pendlere, når den bliver mindre end én time. Så vil flere vælge at bo og henholdsvis arbejde eller studere i disse byer.

Det bør overvejes, om der skal arbejdes hen imod en mere effektiv opgradering af jernbanetrafikken i Østjylland, som for alvor kan sikre tilgængeligheden for Nordjylland, som derved kan blive del af et sammenhængende Danmark med en tidssvarende jernbaneforbindelse igennem Århus. Flere europæiske byer bygger i dag Citytunneller for fjerntog for at opnå kortere rejsetider og bedre tilgængelighed. En tilsvarende løsning i Århus vil kunne udgøre en markant forbedring af banebetjeningen for store dele af Jylland.

En letbane fra Randers via Skejby Sygehus til Århus vil i begrænset omfang tage passagerer fra den Østjyske længdebane, idet der skabes en direkte forbindelse fra Nordjylland til de nye byudviklingsområder i det nordlige Århus, herunder universitetshospitalet i Skejby. Det må dog forventes opvejet af, at en stor mængde nye passagerer, som letbanen vil bringe til længdebanen.

Letbanen mod Skejby vil blive attraktiv fra flere destinationer i Randers by lokalt og mod Århus Nord. Letbanen vurderes samlet set at øge passagermængden på det kollektive trafiknet i et større opland til Århus og Randers, men kan ikke konkurrere med fjernbanens skitserede opgraderingsløsninger for de passagerer der kommer med toget fra Nordjylland.

## HVAD KOSTER KØRESTRØMSANLÆG?

Atkins er af den opfattelse, at der i Danmark stadig er et langsigtet nationalt mål om at elektrificere hovedjernbanenettet i Danmark, bl.a. frem til Frederikshavn. Tidshorizonten rækker efter al sandsynlighed ud over signalprogrammets gennemførelse, og i værste fald måske helt frem til omkring 2040. Nærmere afklaring vil ske i løbet af 2011, når "Strategisk analyse af elektrificering af banenettet" fremlægges i 2011.

Det synes dog muligt, at elektrificering af delafsnit Hobro-Hjørring kan gennemføres langt tidligere, omkring 2018, men med en reduceret anlægsmængde (f.eks. færre opstillingsspor, færre forsyningsstationer/banetransformere). Ved at kæde elektrificeringen sammen med opgraderingen af strækningen Hobro-Aalborg til 200 km/t samt etablering af nyt signalsystem, samt det udtalte behov for reinvestering af tog på Aalborg Nærbane og i Vendsyssel, vil der være der oplagte muligheder for synergi mellem tre vidt forskellige og store investeringer.

Omkostningerne til elektrificering af Hobro-Aalborg-Hjørring skønnes til ca. 1,0 mia. kr. (2008-prisniveau) og for yderligere 0,6 mia. kr. kan Hjørring-Frederikshavn og Nordjyske Jernbaner også omfattes af elektrificeringen. En første etape Hobro-Lindholm kan gennemføres for ca. 0,6 mia. kr. Når det nordjyske køreledningsnet sammenbygges med et landsdækkende køreledningsnet, vil det være at supplere investeringen med 0,1 mia. kr.

Omkostninger til materielinvestering indgår ikke, men uanset om banerne nord for Hobro skal elektrificeres eller ej, bør regionaltogsmateriellet under alle omstændigheder skiftes senest 2020. På dette tidspunkt vil materiellet have en alder på ca. 40 år og være teknisk og komfortmæssigt helt udtjent.



Undtaget er dog Nordjyske Jernbaners materiel, som først forventes at skulle udskiftes omkring 2035.

## **EL KONTRA DIESEL FOR NÆRBANETOG?**

Atkins er af den opfattelse, at det materiel der anvendes i regionaltogtrafikken på Aalborg Nærbane og strækningen Aalborg-Frederikshavn er moden til en snarlig udskiftning, hvilket bør ske indenfor de næste 5-10 år. Der foreligger ikke nogle konkrete planer for en sådan udskiftning, og der bør inden for få år tages hånd om denne proces.

Afgørende i denne proces er, om jernbanenettet nord for Hobro skal elektrificeres eller ej. Regionaltrafikken skønnes alene at omfatte 2/3 af den samlede trafik, hvis der vælges et nærbanesystem med halvtimesdrift suppleret med fjerntog én gang i timen. Et sådant omfang vurderes at vil kunne berettige en fremskynding af elektrificering Hobro-Hjørring-Hirtshals/Frederikshavn, hvis det besluttes at genoptage elektrificeringsprojektet igen.

I lyset af det nuværende materiels alder, og den kommende opgradering af infrastruktur med nye signaler og højere hastighed frem til 2018, bør der være betydelige synergieeffekter ved at fremskynde elektrificeringen til dette tidspunkt. Hertil kommer driftsbesparelser i form af energiindkøb til fremføring (dieselolie kontra el), skønnet til ca. 40%.

Dansk regionaltrafik er sammenlignelig med regionaltrafik på strækninger i andre europæiske lande, og der findes derfor et udvalg af typegodkendt togmateriel, der kan være aktuelt til regionaltrafik i Nordjylland.

Ved at sætte 2018 som startår for såvel ny driftsform, nyt regionaltogsmateriel og el-drift, synkroniseres etablering af køreledningsanlæg og materielanskaffelse, hvilket mislykkedes i 1990'erne. Sker elektrificering først på et senere tidspunkt, er der risiko for at togmateriel skal udskiftes på et ugunstigt tidspunkt, alternativt at køreledningsanlægget udnyttes dårligt.

Uanset om der vælges nye dieseldrevne tog eller el-drevne tog, anbefales det at materiellet leveres til en minimumshastighed på 160 km/t, således det kan udnytte investeringen i hastighedsopgradering af strækningen Hobro-Aalborg, og samtidig undgå at nedsætte kapaciteten på strækningen.

Omkostningerne til nye togsæt skønnes til ca. 40-50 mio. stk, baseret på tog med ca. 180 pladser. Vælges det at forlænge Aalborg Nærbane til Hobro og Frederikshavn/Hirtshals i halvtimes trafikken, evt. suppleret med ekstratrafik i myldretiden, behøves der omkring 15-20 togsæt til denne driftsform, dvs. en samlet materieludgift på op til 1 mia. kr.

## EL OG DIESEL, KAN DET KOMBINERES FOR FJERNBANETOG?

En overordnet gennemgang af moderne togmateriel viser, at det i dag vil være muligt at skaffe hybridtog, der kan køre på såvel elektrificerede som ikke-elektrificerede strækninger uden at skifte trækraft. Frankrig har anvendt duotogsæt, dvs. el-togsæt med fast indbygget dieselmotorer, siden 2005. I USA og Canada anskaffes nye dieselelektriske lokomotiver, der kan køre på kørestrøm, hvor det er tilgængeligt. Fælles for dem er, at effekt for trækraft er mindre, når der køres på dieselmotor.

Det er Atkins umiddelbare opfattelse, at en investering i størrelsesorden 1-2 mia.kr i et særligt fjerntogssystem med hybridmateriel til Nordjylland ikke vil være formålstjenligt i lyset af den planlagte systematiske indsættelse af IC4 i fjerntrafik fra 2013.

Det kan dog overvejes, om der skal oprettes et særligt højklasset fjerntogsprodukt – en slags "Lyntog Classic" – mellem hovedstadsområdet og Nordjylland, der kører i sit eget lukkede omløb. Det vil dog være mod de tendenser der findes i jernbanebranchen i dag, hvor der i stedet sættes i stordrift og standardiseret materiel. Det er dog muligt, at materiellet også kan være relevant for den sjællandske regionaltrafik, hvilket vil mindske den del af anskaffelsesomkostningen, som skal begrundes alene i fjerntrafikken til og fra Nordjylland.

Alternativ løsning til hybridmateriel er at lade et konventionelt diesellokomotiv trække el-togsættet på ikke-elektrificeret strækning. I så fald skal el-togsættet være udstyret med intern kraftforsyning, en såkaldt "power pack" eller forsynes med kraft gennem stikforbindelse fra diesellokomotivet. Løsningen er ikke praktiseret, men skønnes at kunne indbygges i nyt materiel for omkring 1-2 mio.kr ekstra pr. togsæt. Hertil kommer anskaffelse af nye diesellokomotiver, idet der ikke findes egnede brugte diesellokomotiver på markedet.

Hvis efterspørgslen på fjerntogsrejser stiger udover den kapacitet IC4-flåden kan levere, når den er i fuld drift, anbefales i stedet at koncentrere indsatsen på at få elektrificeret igennem helt til Frederikshavn, for at kunne benytte allerede typegodkendt fjerntogsmodel som fx Alstom Pendolino, Bombardier Regina eller Siemens Viaggio.

Tog baseret på hybridteknik, som eksempelvis Bombardier Mitrac Hybrid system, findes i typegodkendte tog i Europa, vil dog kunne udnytte en elektrificering nord for Hobro i fjerntrafikken til og fra Nordjylland også før strækningen Hobro-Fredericia bliver elektrificeret. Det vil dog næppe blive aktuelt, hvis strækningen Nordjylland-Fredericia bliver elektrificeret inden IC3-togene udrangeres i begyndelsen af næste årti.

## 1. INDLEDNING

Forventningerne til udviklingen af den kollektive trafik har fået Region Nordjylland til at engagere sig i den østjyske længdebane. Initiativet omfatter en undersøgelse vedrørende baneudretninger, der muliggør hastigheder op til 200 km/t og på eventuelle nybygningsstrækninger over 200 km/t, samt mulighed for at etablere kørestrømsanlæg til el-tog i forbindelse med signalprogrammet.

Initiativet er en opfølgning på forliget "En Grøn Transportpolitik", med ønsket om at få udarbejdet en analyse af mulige køretider med jernbanen Hobro-Århus. Dette for at få kompletteret eksisterende undersøgelser med forslag omkring jernbanetrafikken til Nordjylland.

Hensigten med denne analyse er at bidrage til en vidensopbygning om jernbanen nord for Århus. Analysen kan endvidere lægge grunden til en række nærmere undersøgelser af fremtidige løsningsmuligheder og visioner for den kollektive trafik på skinner Nordjylland, omfattende såvel lokaltrafik som fjerntrafik til og fra regionen.

Dette skal specielt ses i lyset af den nyligt gennemførte kommunalreform, der også har berørt organiseringen og ansvaret for dele af den kollektive trafik. Det er derfor vigtigt for den kollektive trafiks udvikling i Nordjylland, at problemer løses under hensyntagen til regionens langsigtede mål og visioner.

Det er en forudsætning, at resultatet ikke bare angiver de realiserbare muligheder, men også reelt kan forbedre regionens jernbaneinfrastruktur på den ønskede måde. Det betyder, at analysen som udgangspunkt kun forholder sig til en mulig udbygning af den eksisterende jernbaneinfrastruktur og dens muligheder for opgradering til højere hastigheder og højhastighedstog.

I analysen er der ikke taget stilling til, om anvendelse af kurvestyret materiel vil kunne reducere køretiderne på strækningen som alternativ til kurveudretninger. Løsningen kunne være attraktivt national set, idet flere afsnit på strækningen mellem Odense og Århus også har et kurvet forløb, og herved vil øget omkostninger til særligt materiel kunne holdes op mod omkostninger til kurveudretninger.

Andre varianter af infrastrukturtyper, så som f.eks. magnetskinnetog, monorails, og højklassede buslinjer er ikke undersøgt.

I analysen er Århus Letbane inkl. den mulige forlængelse til Randers medtaget, idet Skejby Sygehus er en relevant destination for Nordjylland, idet dette sygehus ligesom Aalborg Sygehus indgår i Århus Universitetshospital. Rejsemålet opfattes derfor som vigtig for udveksling af specialister mellem de to sygehuse.

Når det gælder elektrificering af hovedbanenettet, har praksis indtil nu været en organisk vækst, dvs. begyndende i hovedstadsområdet og afsluttende i yderpunkterne. Projektet blev sat i stå for 10 år siden, og der foreligger ikke nogen plan for, hvornår elektrificering når Nordjylland. Analysen har forsøgt at vende denne tankegang på hovedet, og vurderet mulighederne for at "genstarte" elektrificeringen ved at starte med strækningen nord for Hobro. Heri er der en analogi til udbygningen af motorvejsnettet i 1990'erne, hvor projektet netop blev sat i gang i Vendsyssel frem for den slagne vej sydfra.

Analysen ser overordnet på udviklingsmulighederne i Aalborg Nærbane og regionaltrafikken i Vendsyssel i relation til en muligt "genstart" af elektrificeringen. I den forbindelse peges der på mulig materiel- og trafikeringsløsninger, bl.a. udvidelse af nærbanen til Hobro henholdsvis Hjørring.

Undersøgelser om (nær)banebetjening af Aalborg Lufthavn, som besluttet i aftalen "Bedre veje m.v." december 2009, er dog ikke behandlet i denne rapport.

## 2. HOBRO - ÅRHUS: KURVEUDRETNINGER, NY FJERNBANE ELLER LETBANE?

*Dette afsnit vil opsummere de tanker og visioner der har været om at opgradere jernbanen mellem Århus og Hobro, som i dag har et meget uhenigtsmæssigt forløb. Løsningerne spænder fra opgradering til egentlig nybygning af baneanlæg, og har alle det formål at reducere køretiden. I den forbindelse sammenholdes køretidsbesparelserne med de andre nationale tiltag der er sat i søen, for at få sat opgradering i perspektiv. Desuden vurderes en mulig kommende letbane fra Randers til Skejby Sygehus og Århus for sin rolle i fremtidens trafiknet.*

### 2.1 Status nuværende situation

Jernbanen Hobro-Århus er foreløbig ikke i spil i forhold til opgraderinger med Den grønne transportpolitik, men der er afsat 10 mio. kr. til forundersøgelser. Strækningen kan opdeles i to væsentligt forskellige delstrækninger.

Strækningen Hobro-Randers har et forholdsvis retlinet forløb og har allerede en strækningshastighed på 180 km/t. Her kan der med begrænsede midler opgrades til højere hastigheder. Dog er der omkring Hobro station 'en knast' hvor banen kun vanskeligt kan udrettes pga. topografien. Generelt vil det være enkel at opgradere denne strækning, når signalanlægget er udskiftet.

Strækningen Randers-Århus er med det nuværende forløb præget af et 150 år gammelt design, der i forhold til fugleflugtslinjen slynger sig i store buer mod vest for historisk at betjene små bysamfund. Strækningen var da også den første jernbane i Jylland åbnet i 1862 og var oprindeligt tænkt som en sidebane mod Viborg. Strækningshastigheden er i dag blevet hævet til maksimalt 160 km/t ved hjælp af lokale kurveudretninger.

Det vil ikke være muligt at øge hastigheden mærkbart på det nuværende kurvede forløb, hvor hastigheden af forskellige tekniske årsager må nedsættes. Alene 5 overkørselsanlæg betyder i dag nedsat hastighed til 140 km/t disse steder. Hastigheden kan ikke forventes øget væsentlig uden større udretninger over længere afstande, hvorved rejseafstanden afkortes og problematiske overkørsler samtidig indskrænkes fra 5 til 1, der skal nedlægges. Denne strækning kræver derfor en større reinvesterings for at kunne opdateres til højere hastigheder, hvilket forundersøgelsen skal afklare.

## 2.2 Eksisterende undersøgelser

Herunder listes og beskrives kort de eksisterende udgivelser og undersøgelser af strækningen Hobro-Århus, der er udgangspunktet for den ønskede analyse:

### Rapporten Modernisering af jernbanens hovednet, 1997

Rapporten introducerer timeplanen fagligt og skitserer en højhastighedsbane i to varianter øst ud af Århus H over havnen og derefter direkte mod Randers.

### Bane- og vejforhold i Århus, Udbygningsmodeller Hovedbanen, 1999

Konkretiserer planforslag fra 'Rapporten Modernisering af jernbanens hovednet' om en højhastighedsbane øst ud af Århus H suppleret med en alternativ kurveudretningsløsning Århus-Randers.

### 6-by samarbejdet – Timemodellen, 2006

Kompendiet er udarbejdet af 6 storbykommuner og DTU Transport med henblik på at opstille et mål for fremtidens jernbane konkretiseret med timemodellen: 1 time imellem de fem store byer: København - Odense (- Esbjerg) - Århus - Aalborg

### Prioritering af letbanens etape 2, Midttrafik 2009

Notat udarbejdet af Midttrafik og Cowi i forlængelse af den forestående detailprojektering af Århus letbane etape 1. Notatet konkretiserer de mulige udbygningsplaner for letbanenettet og skitserer bl.a. en forlængelse fra Lisbjerg mod Randers by.

### Det landspolitiske forlig 'En Grøn Transportpolitik', 2009

Fastlægger timeplanen som en landspolitisk ambition, dog uden at tage stilling til, hvordan strækningen Hobro-Odense skal opgraderes for at opnå timemodellen på disse strækninger.

### Kattegatkomitéens udgivelse "Danmark som én metropol", 2009

Udgivet i forbindelse med konference 5. oktober 2009 og skitserer en højhastighedsbane på en ny bro direkte fra Sjælland (ved Kalundborg) via Samsø til Jylland (ved Odder) med forventet tilslutning mod nord og syd ad en opgraderet jernbane. Udgivelsen indregner ikke en overflytning fra bil til jernbane.

### Fortsat elektrificering af banenettet, Transportministeriet, 2009

Screeningsundersøgelse af en fortsættelse af elektrificeringsprojektet.

### Udvikling af Infrastrukturen i Nordjylland

Konferencedokumentation der ud fra de afsatte 10 mio. kr. til forundersøgelser for strækningen Århus-Hobro ønsker at få analyseret strækningen, så løsningen får en tilstrækkelig langsigtet robusthed og inddrage alle aspekter. Nordjylland vil tage initiativ til en analyse af baneinfrastrukturen Århus-Aalborg som indspil til Statens undersøgelser, hvilket dette notat er et udtryk for.

*Scenarier for togtrafikken i Vendsyssel og Himmerland*

Notatet beskriver tre scenarier for togdriften i Vendsyssel og Himmerland, samt forholder sig de bevilligede penge til analyse af strækningen Hobro-Århus.

*Folderen Letbane i Aalborg*

En vision for udvikling af den kollektive trafik i Aalborg by med en letbane til Universitetet og det nye storsygehus.

*Temagrupperapporten Det Forbundne Nordjylland*

En analyse og status for den nordjyske infrastruktur.

*Den Regionale Udviklingsplan Mulighedernes Nordjylland*

Omtaler jernbanens potentialer perifert.

*BCG rapporten Øget konkurrenceudsættelse af jernbanesektoren*

Opstiller og evaluerer mulige strategier for øget konkurrenceudsættelse af jernbanedriften.

## **2.3 Analyse af rejsetider Randers - Århus**

Af de nævnte rapporter er særligt de 5 første og deres skitserede løsningsmuligheder udvalgt som udgangspunkt for denne analyse. Heri beskrives tydeligt målbar løsningsmodeller til en opløsning af den køretidsmæssige flaskehals fra Randers til Århus. Analysen er derudfra valgt koncentreret om følgende 4 anlægsscenarier på denne strækning:

1. 0-alternativet
2. Kurveudretninger
3. Ny fjernbane
4. Letbane

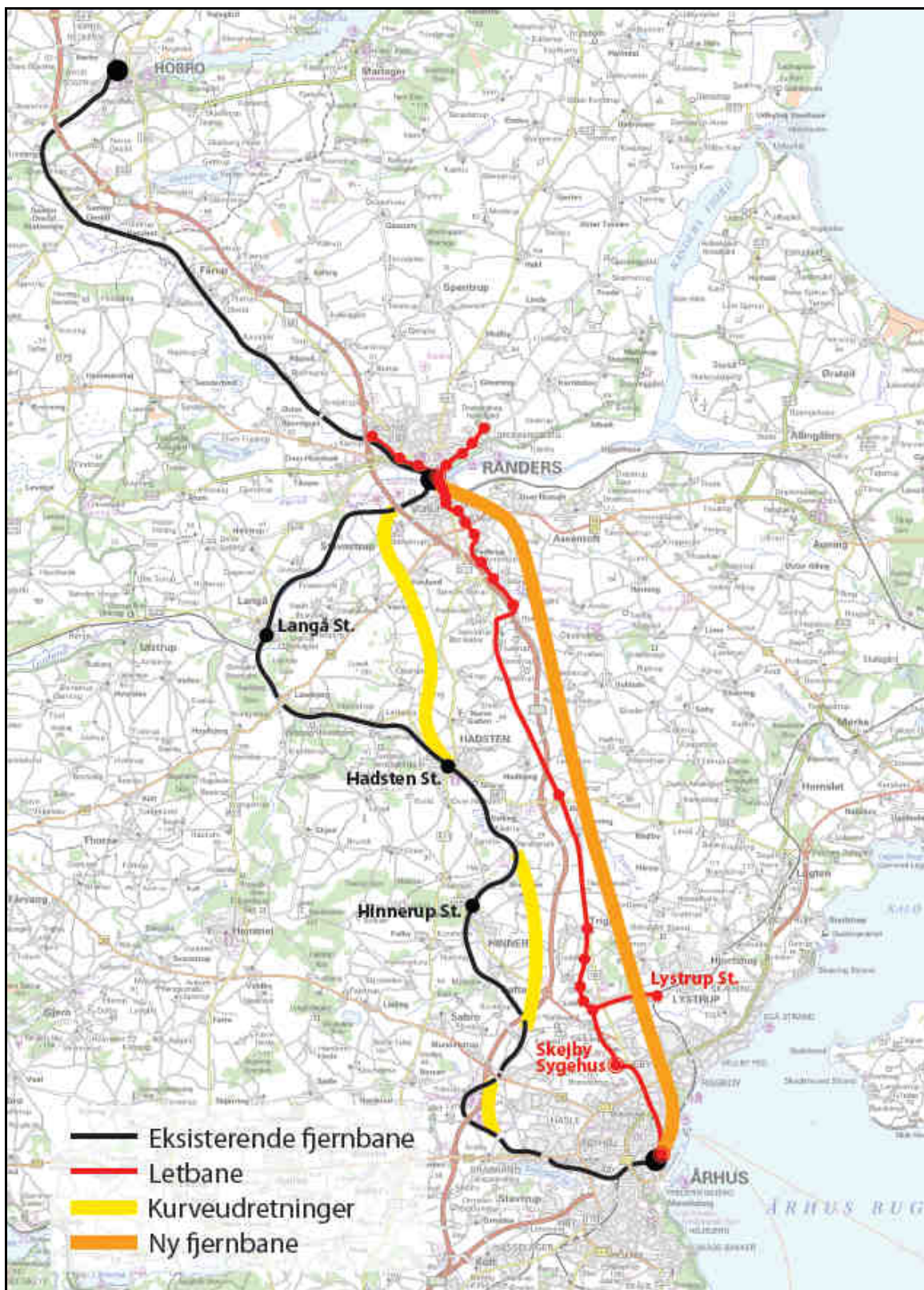


Fig 2.1 *Detailkort med de opgraderingsplaner der er i spil og som her analyseres for mulige rejsetider.*



### 2.3.1 O-alternativ

O-alternativet viser nuværende infrastruktur og har til formål at vise dagens køretider på de sammenlignede relationer (se sorte linjer).

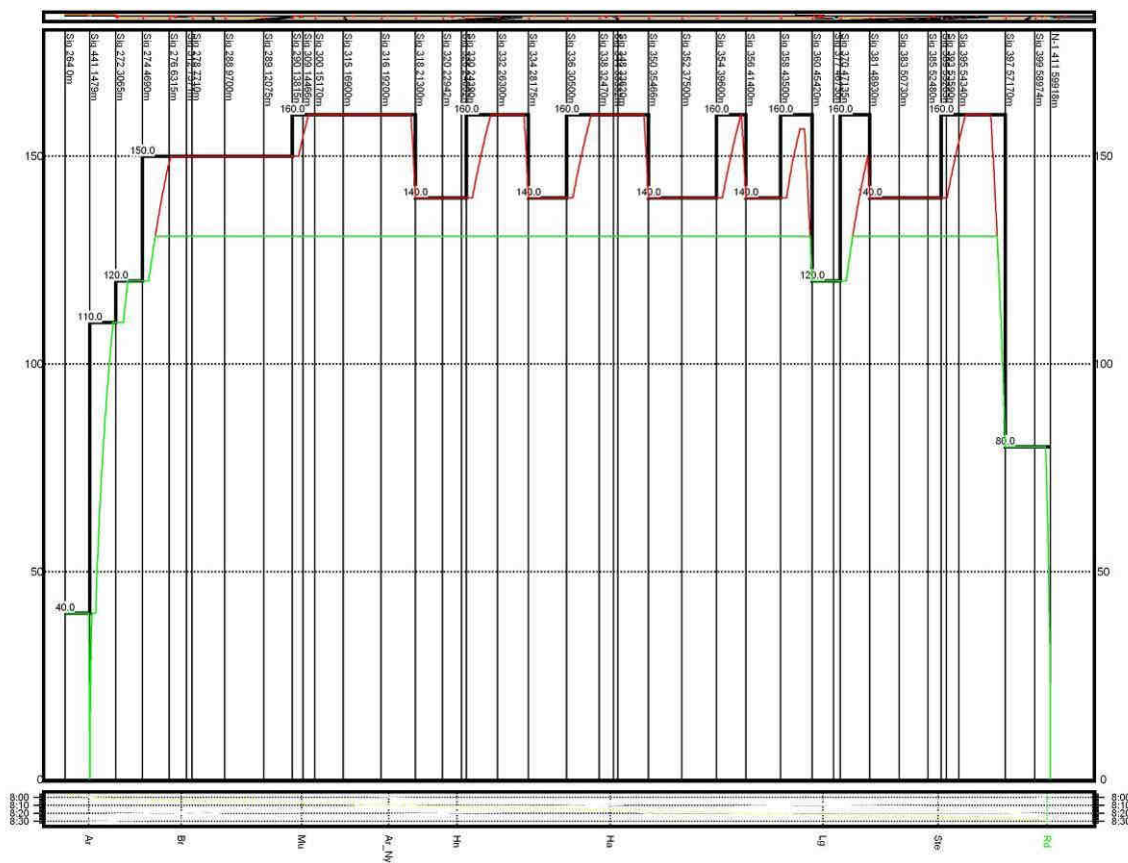


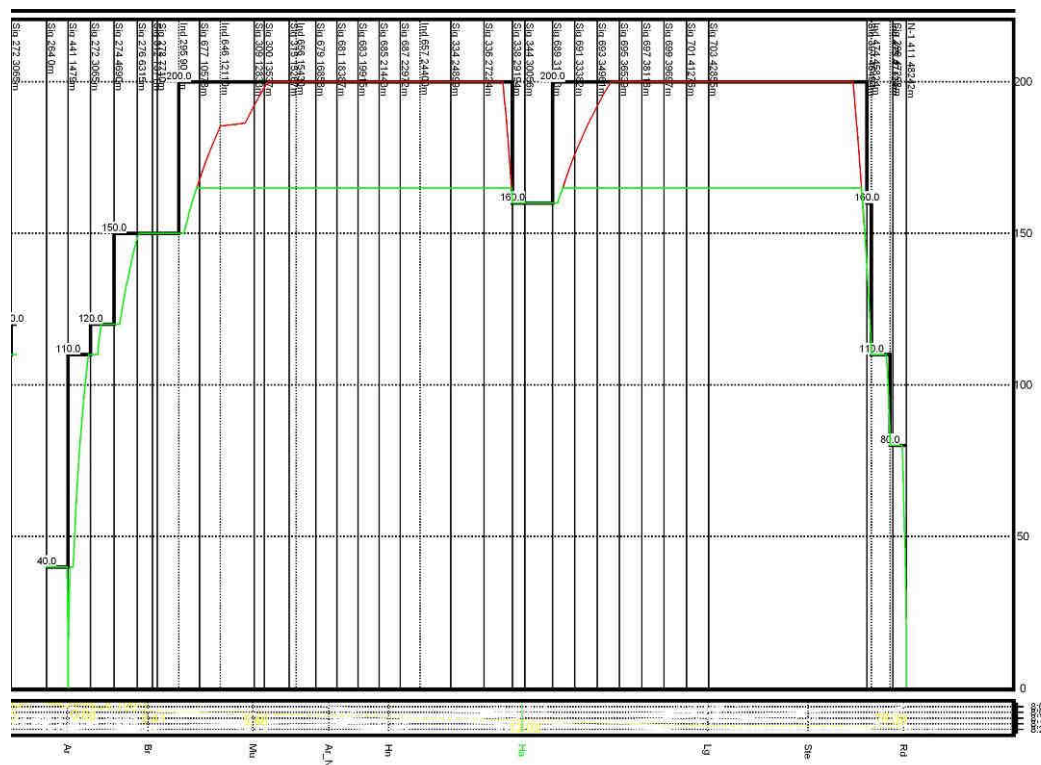
Fig 2.2. O-alternativet: Hastighedsprofil for eksisterende strækning Århus-Randers. Sort linje markerer strækningens hastighed, rød linje togets maksimale hastighed og grøn linje køreplanshastighed.

### 2.3.2 Kurvedretninger

Kurvedretninger af den eksisterende fjernbane Randers-Århus er beskrevet i afsnittet "Udbygningsmodeller Hovedbanen" i rapporten "Bane- og vejforhold i Århus fra 1999" (se gule linjer i figur 2.1).

De foreslåede store udretninger af strækningen kan afkorte rejsetiden Randers-Århus væsentligt og muliggøre hastigheder op til 200 km/t. Dette kræver nedlæggelse af én vejoverkørsel. Desuden forventes hastigheden igennem Hadsten station nedsat til 160 km/t, men løsningen kræver ingen baneombygninger i selve Randers eller Århus. Derimod vil stationen Hinnerup blive koblet af linjen. Den kan i stedet betjenes af det kommende letbanenet fra Århus, som eventuelt kan genbruge det overflødige tracé.

Løsningen kan i forhold til en Ny fjernbane stadig give væsentlige køretidsbesparelser, men spørgsmålet er om det kan leve op til kravene til kapacitet og tilgængelighed på længere sigt.



Figur 2.3 Kurvedretninger: Hastighedsprofil for Århus-Randers med Kurvedretninger

### 2.3.3 Ny fjernbane

Ny fjernbane er et forslag fra rapporten "Modernisering af jernbanens hovednet, 1997", der er gentaget i afsnittet "Udbygningsmodeller Hovedbanen" i rapporten "Bane- og vejforhold i Århus fra 1999" (se orange linje figur 2.1).

Via en tunnelstrækning øst ud af Århus H tænkes to fjernbanespor ført under havnen og de nordlige kvarterer indtil et sted nær Vejlbj hvor den kan fortsætte som højhastighedsbane i niveau mod Randers på et forløb langs motorvejen.

Løsningen vil betyde høje anlægsudgifter og gener i forbindelse med etableringen hvilket taler imod forslaget. Anlægsarbejdet vil i høj grad påvirke byen og dens overfladef trafik i en årrække. Derimod vil det færdige anlæg give de ubetinget bedste driftsforhold for højhastighedstog mod Nordjylland, og det vil tiltrække mange pendlere fra især Nordjylland.

Anlægget vil aflede flere positive effekter for Århus by, der vil opnå en høj tilgængelighed til hurtige forbindelser mod både Nord-, Vest- og Sydjylland. Desuden slipper Århus H for at være en sækbanegård, hvorved køretræningskift undgås, hvilket i dag tager ca. 5 minutter ekstra. De kapacitetsproblemer, der i dag findes på Århus H vil mindskes med gennemkørende tog.

Der kan også tænkes anlagt en ny satellitstation i det nordlige Århus f.eks. i Vejlbj med hurtige forbindelser såvel regionalt som til hele landet.

Andre danske byer har tidligere fået flyttet stationen for at etablere en gennemkørselsstation til erstatning for en sækbanegård, Her kan nævnes Fredericia og Randers. Dette vil i Århus alene kunne spare 5 min. i opholdstid<sup>1</sup>. I de senere år er man i udlandet gået i gang med at modernisere jernbanenettet tilsvarende i byer, som f.eks. i Malmø og Leipzig, hvor man netop er i færd med at færdiggøre citytunneler med nye undergrundsstationer i centrum. Tilsvarende planer findes i Helsingborg, Stockholm, Amsterdam, London m.fl.

Endelig kan det overvejes om en tunnelløsning kunne kombineres med en forlængning af strækningen fra Syd via en ny hovedbanegård ved Skovgårdsgade og en undergrundsstation ved Nørrebrogade. Det kunne vise sig at være den rigtige løsning for en fremtidssikret Jysk længdebane. Køretidsanalysen for "Ny fjernbane" bygger dog her på en tunnelløsning ud fra den nuværende Århus H.

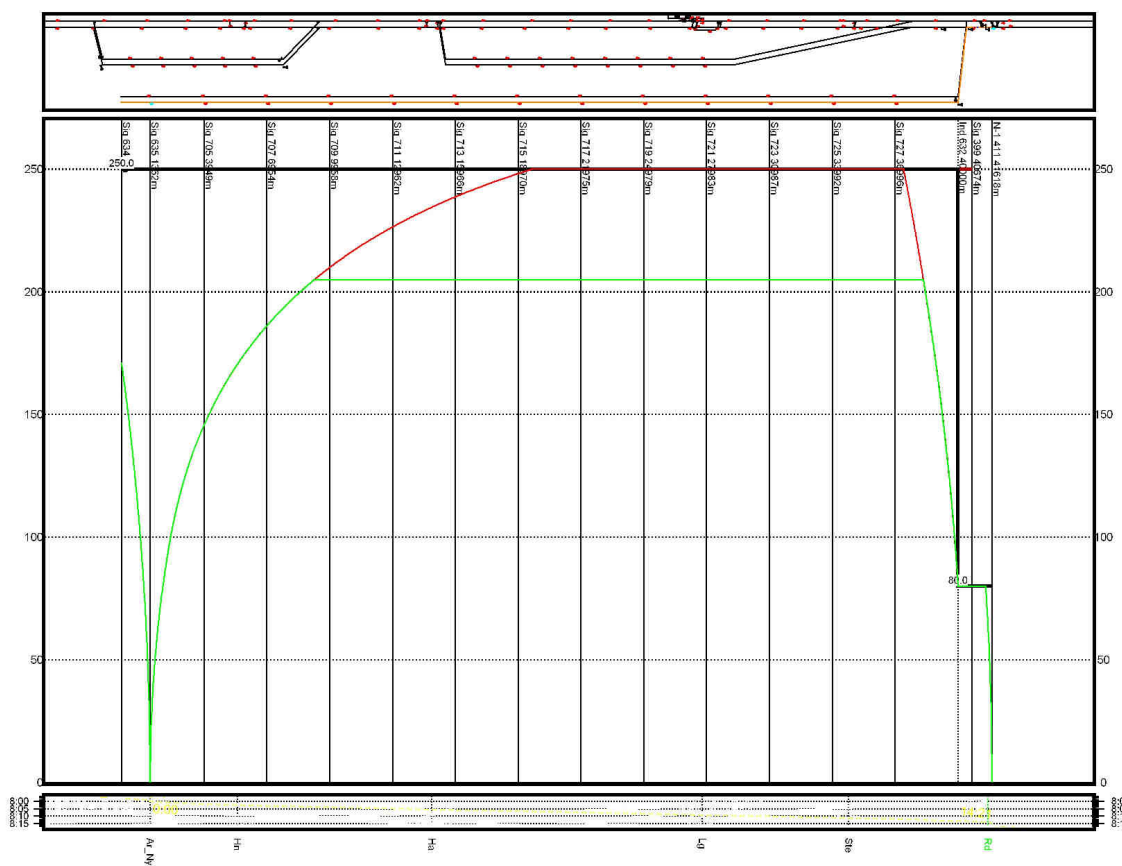


Fig 2.4 Ny fjernbane: Hastighedsprofil for Århus-Randers med Ny fjernbane øst ud af Århus H.

<sup>1</sup> Opholdstid i Århus er i dag 7 min. En lignende trafikmængde findes i Odense, hvor der er 2-4 min. ophold.

#### 2.3.4 Letbane

Letbaneplanerne i Århus skal, i sammenhæng med analysen af mulige opgraderinger af jernbanetrafikken Hobro-Århus, også tages i betragtning (Se røde linjer på figur 2.1).

I notatet "Prioritering af letbanens etape 2, Midttrafik 2009" foreslås det at anlægge en letbane fra Lisbjerg til Randers som en udbygning på den første etape fra Århus over Skejby og Lisbjerg til Lystrup.

Letbanen skal på hele strækningen køre på egen infrastruktur, da det er blevet opgivet at køre sammen med fjerntog. Dertil er trafikken på fjernbanen for intensiv og letbanens tophastighed for lav. Til gengæld bliver letbanen sandsynligvis ført forholdsvis direkte mod Randers og får derved gunstigere rejsetider end forventeligt. På rejser fra Randers til det nordlige Århus (f.eks. Skejby Sygehus) vil rejser med letbane i flere relationer give rejsetidsgevinst - eller være tilnærmelsesvis lige så hurtig som omvejskørslen med fjerntog med skift til letbane på Århus H.

På grund af letbanens lettere tilgængelighed (flere standsningssteder i Randers), højere frekvens og rejse uden skift, må det forventes at den kan blive den foretrukne transportform mellem Randers og Århus nord. Rejsende fra Nordjylland vil derimod med fordel kunne køre med fjerntoget helt til Århus H for derfra at skifte til letbanen mod Århus nord, som vil have en højere frekvens end fra Randers.

Letbanen kan kun vanskeligt betegnes som en konkurrent til en opgraderet fjernbane. Derimod vil letbanen primært virke som fødelinje til fjernbanen, hvilket generelt vil øge den kollektiv trafiks anvendelighed og dermed passagermængden. Tilsammen vil de to baner udgøre et tæt net af højklasset kollektiv trafik, hvilket erfaringsmæssigt altid tiltrækker flere pendlere og derved aflaster veje og byer for biltrafik.

Rejsetiderne i relationerne Randers-Århus og Randers-Skejby der er vist i skemaet nedenfor, som er beregnet i Railsys. Tiderne inkluderer et køretidstillæg på 10 %. Denne procent kan argumenteres nedsat på et moderniseret anlæg med nye tog, nyt signalsystem og kørestrøm, men det er ikke skønnet hensigtsmæssigt pga. togenes lange rejseafstande med forholdsvis stor rejsetidsusikkerhed.

### 2.3.5 Resultater af rejsetidssimulering Randers - Århus

Rejsetiderne herunder bliver benyttet i de efterfølgende landsdækkende rejsetidssanalyser.

Rejsetider Randers-Århus					
Fra	Til	0-alternativ	Kurveudretning	Ny fjernbane	Letbane
Randers	Århus	00:32 *	00:20 **	00:14 **	-
Skiftetid på Århus H ***		00:05	00:05	00:05	-
Århus	Skejby Sygehus	00:26 x	00:14 xx	00:14 xx	-
Randers	Skejby Sygehus	01:03	00:39	00:33	00:41 xx
Opholdstid på Århus H xxx		00:07	00:07	00:03	-
* Aktuelle rejsetid med køreplan K10 (ICLyn)					
** Rejsetid på opgraderet spor beregnet i Railsys inklusive 10% køreplanstillæg					
*** Skiftetid med frekvens på 5 min. => gns. ventetid 2,5 min + gangafstand 2,5 min.					
x Rejsetid med bus (rejseplanen.dk angiver dec. 2009 rejsetider fra 21 til 30 min.)					
xx Rejsetid med letbane estimeret i rapport "Prioritering af letbanens etape 2"					
xxx Opholdet i Århus er med togvending 7 min. Opholdet i Odense er uden togvending 2-4 min.					

Fig. 2.5 Resultater af rejsetidssimulering Randers - Århus. Bemærk at Ny fjernbane også sparer 4 minutter under opholdet i Århus.

## 2.4 Analyse af rejsetider for landstrafikale scenarier

De ovennævnte rejsetidsberegninger Randers-Århus genanvendes i landstrafikal sammenhæng i de følgende fire scenarier for mulig opgradering af det nationale jernbanenet. De valgte scenarier har udgangspunkt i ovennævnte rapporter (afsnit 2.2 Eksisterende undersøgelser).

Som udgangspunkt for rejsetider ud over strækningen Hobro-Århus er anvendt eksisterende rejsetider, tilgængelige rejsetidsberegninger for skitserede baneanlæg samt begrundede estimater fra de eksisterende undersøgelser, som er illustreret på følgende side.

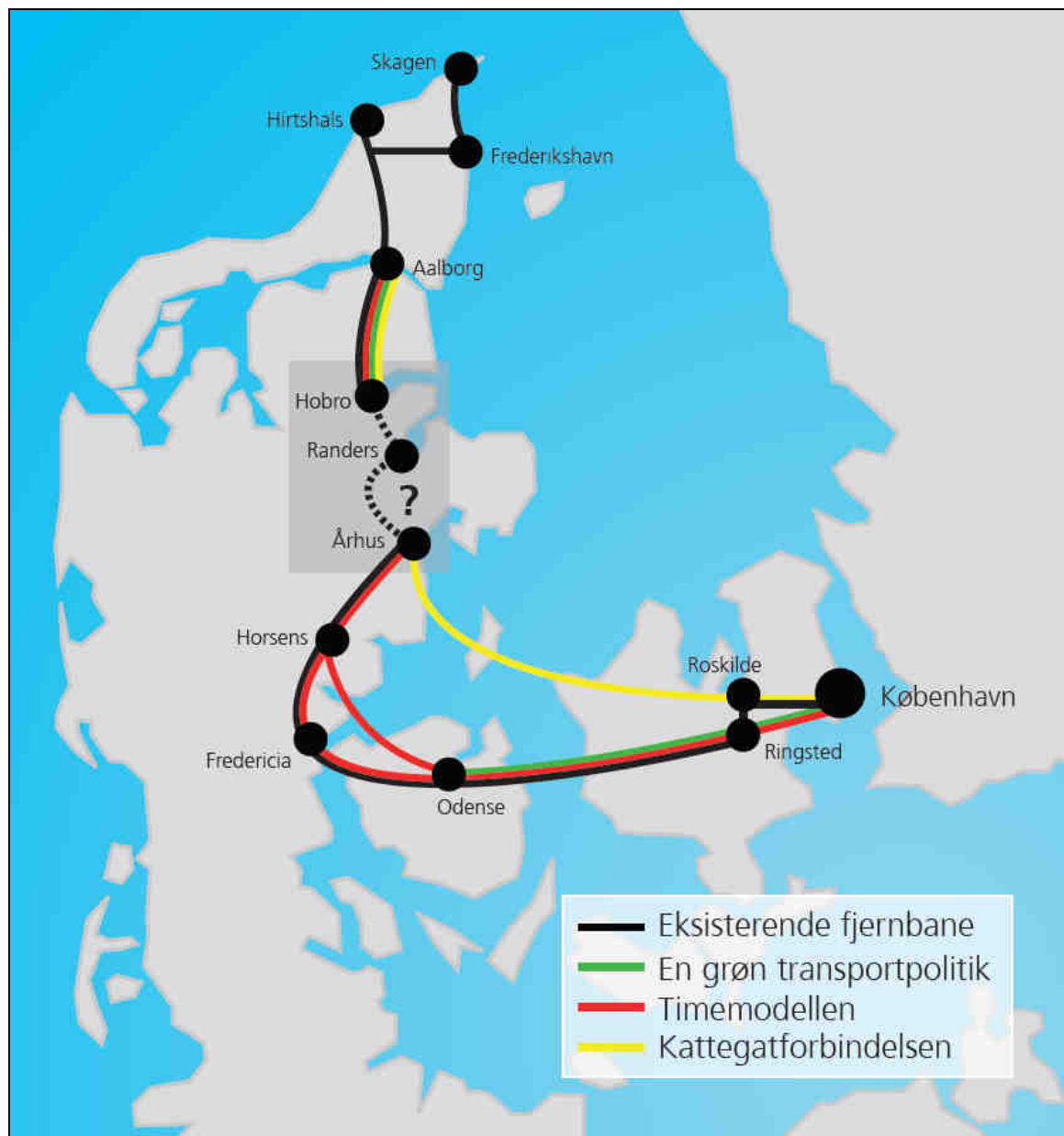


Fig. 2.6 Oversigtskort over de eksisterende modeller for opgradering af landtrafikken på jernbane og deres udbredelse. Her sættes fokus på strækningen Høbro-Århus der p.t. ikke er med i strategien.

2.4.1 Forventede rejsetider for delstrækninger ud fra valgte scenarier

Rejsetider landstrafik					
Fra	Til	0-alternativ	Grøn Transport.	Timemodel	Kattegat + Grøn Tr.
Skagen	Frederikshavn	00:40 *			
Frederikshavn	Aalborg	01:16 *			
Aalborg	Hobro	00:30 *	00:22 **		
Hobro	Randers	00:16 *		00:12 ***	
Randers	Århus	Se særskilt tabel ovenfor!			
Århus	Skejby				
Opholdstid på Århus H					
Århus	Odense	01:42 *		01:00 ****	-
Odense	København	01:19 *	01:00 ****		-
Århus	København	-			01:00 ****

\* Aktuelle rejsetid med køreplan K10 inkl. ophold

\*\* Rejsetiden Aalborg-Hobro er estimeret på 49 km med max. 200 km/t inklusive ophold og 10% køretidstillæg.

\*\*\* Rejsetid på opgraderet spor Hobro-Randers er beregnet i Railsys inklusive ophold og 10% køreplanstillæg

\*\*\*\* Rejsetider forudsættes at være 1 time, jf. Grøn Transportpolitik, Timemodellen og Kattegatforbindelsen

Fig. 2.7 Forventede rejsetider for delstrækninger ud fra valgte scenarier.

2.4.2 Eksisterende infrastruktur København-Århus og Randers-Aalborg

Scenarie 0: Eksisterende infrastruktur

Station	Løsninger Randers-Århus			
	0-alternativ	Kurveudretning	Ny fjernbane	Letbane
Skagen	-01:56			
Frederikshavn	-01:16			
Aalborg	00:00			
Hobro	00:30			
Randers	00:46			
Århus	01:18	01:06	01:00	-
Skejby	01:49 *	01:25 **	01:20 **	01:37 ***
Odense	03:00	02:48	02:38	-
København	04:19	04:07	03:57	-

\* Skift i Århus til bus (fundet med rejseplanen.dk dec. 2009)

\*\* Skift i Århus til letbane ("Prioritering af letbanens etape 2" estimerer rejsetiden til 14 min. Med frekvens på 5 min. => gns. ventetid 2,5 min + gangafstand 2,5 min.)

\*\*\* Skift i Randers, letbane ("Prioritering af letbanens etape 2" estimerer rejsetiden til 41 min. Med frekvens på 15 min. => gns. ventetid 7,5 min + gangafstand 2,5 min.)

Fig. 2.8 Rejsetider fra Aalborg på eksisterende infrastruktur København-Århus og Randers-Aalborg

## 2.4.3 "En grøn Transportpolitik" København-Århus, Hobro-Aalborg

**Scenarie 1: Grøn Transportpolitik**

Station	Løsninger Randers-Århus			
	0-alternativ	Kurveudretning	Ny fjernbane	Letbane
Skagen	-01:56			
Frederikshavn	-01:16			
<b>Aalborg</b>	<b>00:00</b>			
<b>Hobro</b>	<b>00:22</b>			
<b>Randers</b>	<b>00:38</b>			
Århus	01:10	00:58	00:52	-
<b>Skejby</b>	<b>01:37 *</b>	<b>01:13 **</b>	<b>01:08 **</b>	<b>01:25 ***</b>
Odense	02:52	02:40	02:30	-
København	03:52	03:40	03:30	-

\* Skift i Århus til bus (fundet med rejseplanen.dk dec. 2009)

\*\* Skift i Århus til letbane ("Prioritering af letbanens etape 2" estimerer rejsetiden til 14 min. Med frekvens på 5 min. => gns. ventetid 2,5 min + gangafstand 2,5 min.)

\*\*\* Skift i Randers, letbane ("Prioritering af letbanens etape 2" estimerer rejsetiden til 41 min. Med frekvens på 15 min. => gns. ventetid 7,5 min + gangafstand 2,5 min.)

Fig. 2.9 Rejsetider fra Aalborg på "En grøn Transportpolitik" København-Århus, Hobro-Aalborg

## 2.4.4 Timemodellen og "En grøn Transportpolitik" Hobro-Aalborg

**Scenarie 2: Timemodellen**

Station	Løsninger Randers-Århus			
	0-alternativ	Kurveudretning	Ny fjernbane	Letbane
Skagen	-01:56			
Frederikshavn	-01:16			
<b>Aalborg</b>	<b>00:00</b>			
<b>Hobro</b>	<b>00:22</b>			
<b>Randers</b>	<b>00:34</b>			
Århus	01:06	00:54	00:48	-
<b>Skejby</b>	<b>01:37 *</b>	<b>01:13 **</b>	<b>01:08 **</b>	<b>01:25 ***</b>
Odense	02:06	01:54	01:44	-
København	03:06	02:54	02:44	-

\* Skift i Århus til bus (fundet med rejseplanen.dk dec. 2009)

\*\* Skift i Århus til letbane ("Prioritering af letbanens etape 2" estimerer rejsetiden til 14 min. Med frekvens på 5 min. => gns. ventetid 2,5 min + gangafstand 2,5 min.)

\*\*\* Skift i Randers, letbane ("Prioritering af letbanens etape 2" estimerer rejsetiden til 41 min. Med frekvens på 15 min. => gns. ventetid 7,5 min + gangafstand 2,5 min.)

Fig. 2.10 Rejsetider fra Aalborg på Timemodellen og "En grøn Transportpolitik" Hobro-Aalborg



## 2.4.5 Kattegatbro og "En grøn Transportpolitik" Hobro-Aalborg

**Scenarie 3: Kattegatbro + Grøn Transportpolitik**

Station	Løsninger Randers-Århus			
	0-alternativ	Kurveudretning	Ny fjernbane	Letbane
Skagen	-01:56			
Frederikshavn	-01:16			
<b>Aalborg</b>	<b>00:00</b>			
<b>Hobro</b>	<b>00:22</b>			
<b>Randers</b>	<b>00:34</b>			
<b>Århus</b>	01:06	00:54	00:48	-
<b>Skejby</b>	01:37 *	01:13 **	01:08 **	01:25 ***
<b>Odense</b>	-	-	-	-
<b>København</b>	02:06	01:54	01:44	-

\* Skift i Århus til bus (fundet med rejseplanen.dk dec. 2009)

\*\* Skift i Århus til letbane ("Prioritering af letbanens etape 2" estimerer rejsetiden til 14 min. Med frekvens på 5 min. => gns. ventetid 2,5 min + gangafstand 2,5 min.)

\*\*\* Skift i Randers, letbane ("Prioritering af letbanens etape 2" estimerer rejsetiden til 41 min. Med frekvens på 15 min. => gns. ventetid 7,5 min + gangafstand 2,5 min.)

Fig. 2.11 Rejsetider fra Aalborg på Kattegatbro og "En grøn Transportpolitik" Hobro-Aalborg

## 2.5 Vurdering

Ud fra analysen kan det umiddelbart ses, at forudsætningen om at nedbringe rejsetiden fra Aalborg til Århus til 1 time er tæt på at være opfyldt alene ved opgradering af strækningen Aalborg-Randers kombineret med fjernelse af 'knaster' på strækningen Randers-Århus i form af 5 overkørselsanlæg.

De hurtigste tog (DSB's Lyntog) mellem Aalborg-Århus har i dag en rejsetid på 78 minutter, og har kun standsning i Hobro og Randers.

Med den vedtagne Grønne Transportpolitik Aalborg-Hobro vil rejsetiden kunne nedsættes til ca. 70 min. Udvides denne opgradering med Timemodellens vision til Randers mindskes rejsetiden til ca. 66 min. Hvis der desuden nedlægges 5 overkørsler imellem Randers og Århus kan der spares endnu et par minutter og timeplanen vil være næsten i mål uden at strækningen Randers - Århus udrettes på nogen måde.

Spørgsmålet er bare om disse opgraderinger alene kan udgøre de nødvendige forbedringer til en mærkbart forhøjet tilgængelighed til og fra Nordjylland i konkurrence med biler og fly.

Dette rejser følgende spørgsmål:

- Vil pendlere og flypassagerer føle sig tiltrukket af toget ved en rejsetidsgevinst på 12-14 minutter?
- Vil man kunne opnå den nødvendige kapacitet til både fjern- og regionaltog på strækningen med potentielle nye stationer i fremtiden?
- Er timemodellen overhovedet ambitiøs nok imellem Aalborg og Århus?
- Kan der være mening i at sætte fremtidssikring og CO<sub>2</sub> på dagsordenen med en tidssvarende opgradering af jernbanen igennem Århus?

Det kan overvejes om der på baggrund af CO<sub>2</sub>-målene skal arbejdes hen imod en mere effektiv opgradering af jernbanetrafikken i Østjylland, som for alvor kan sætte tilgængelighed, fremtidssikring og CO<sub>2</sub> begrænsning på dagsordenen med en tidssvarende opgradering af jernbanen igennem Århus mod nord. Flere europæiske byer bygger Citytunneller for fjerntog for at opnå let tilgængelighed for flere og det kan måske gøre den store forskel for byens fremtid.

En sådan opgradering kan ske som en omfattende kurvedretning af strækningen Randers-Århus, hvilket vil nedsætte rejsetiden Aalborg-Århus til 54 min.

Alternativt kan Århus H station åbnes mod øst via en rampe fra banegårdshallen og et tunnelanlæg ud under havnen mod nord og derved gøres til en gennemkørsstation. Dette kræver dog et omfattende tunnelarbejde, der ligger tæt på andre planer for bl.a. Århus havn, men resultatet vil være en yderligere tids gevinst på 9 minutter, hvoraf de 4 minutter spares ved forkortet ophold i Århus, hvor vending af tog undgås.

For at undgå konflikter med andre projekter og vanskelige rampe- og tunnelforhold under vand, kan det overvejes i stedet at forlægge fjernbanen fra syd til en ny hovedbanegård på godsbaneterrænet ved Skovgårdsgade. Herfra kan en tunnelstrækning mere problemfrit føres landfast under byen f.eks. via en undergrundsstation ved Universitetet og videre til en omegnsstation ved Vejlbj by før banen fortsætter i niveau mod Randers i en lige linje.

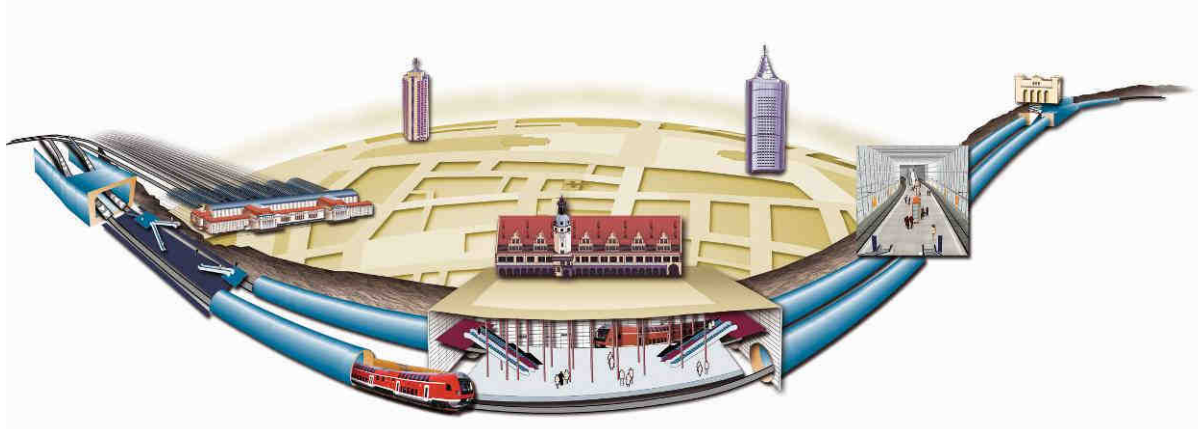


Fig 2.12 I Leipzig bygges en Citytunnel for fjerntogstrafik med central undergrundstation.

En ny hovedbanegård ved Skovgårdsgade stadig vil ligge centralt og kan få gode parkeringsfaciliteter nær flere store institutioner. De tre nye stationer kan på overfladen fødes af det planlagte letbanenet, hvilket også vil mindske ulempen ved flytningen af den nuværende banegård.

Den eksisterende fjernbane kan derefter give plads til et højfrekvent nærbanesystem og muliggøre genåbning af stationer. Tilsammen vil en sådan ambitiøs satsning skabe grobund for sammensmeltning af det Østjyske bybånd med de Nordjyske byer. Samarbejde, forskning, undervisning og mobil arbejdskraft vil kunne udvikle sig uden at belaste vejtrafikken og CO2-belastningen.

Rejsetiden Aalborg-Århus vil, især med tre stationer i Århus, komme under det kritiske punkt for mange pendlere og flere vil vælge at bo henholdsvis arbejde og studere i disse byer.

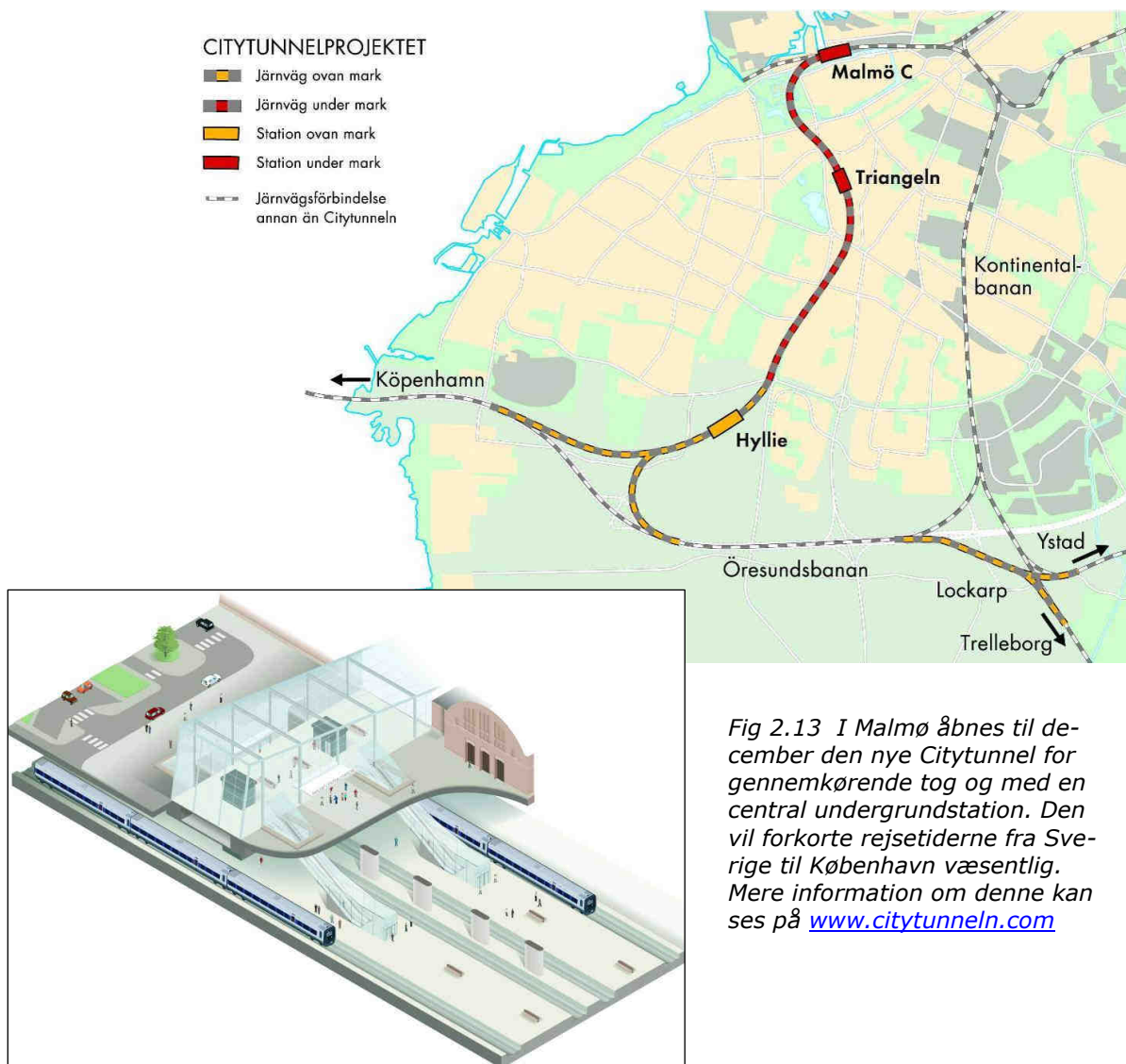


Fig 2.13 I Malmø åbnes til december den nye Citytunnel for gennemkørende tog og med en central undergrundstation. Den vil forkorte rejsetiderne fra Sverige til København væsentlig. Mere information om denne kan ses på [www.citytunneln.com](http://www.citytunneln.com)

En letbane fra Randers via Skejby Sygehus til Århus vil i begrænset omfang tage passagerer fra den Østjyske længdebane, idet der skabes en direkte forbindelse fra Nordjylland til de nye byudviklingsområder i det nordlige Århus, herunder universitetshospitalet i Skejby. Det må dog forventes opvejet at en stor mængde nye passager, som letbanen vil bringe til længdebanen.

Letbanen mod Skejby vil blive attraktiv fra flere destinationer i Randers by lokalt og mod Århus Nord. Derfor vurderes letbanen samlet set at øge passagemængden på det kollektive trafiknet for et større opland til Århus og Randers. Letbanen tiltrækker erfaringsmæssigt flere pendlere og aflaster derved veje og byer for biltrafik.

Letbanen kan dog ikke konkurrere med fjernbanens opgraderinger: Kurveudretning og Ny fjernbane. Især ikke for passagerer der kommer med toget fra Nordjylland.

### 3. HVAD KOSTER KØRESTRØMSANLÆG?

*I dette afsnit redegøres for, hvad det vil koste at elektrificere jernbanenet-  
tet i Nordjylland og under hvilke forhold det skal ske. En eventuel elektrifi-  
cering vil have betydelig grænseflade til Banedanmarks Signalprogram,  
som gennemføres i de kommende 10 år, til opgradering af jernbanen mel-  
lem Hobro-Aalborg til højere hastighed og ikke mindst til DSB's reinveste-  
ring af regionaltogsmateriel de kommende år. Derfor er det også relevant  
at se på det optimale tidspunkt for elektrificeringen.*

#### 3.1 Status nuværende situation

Elektrificering af DSB's hovedstrækninger var allerede på tale efter 2. verdens-  
krig, som led i moderniseringen af jernbanenet i Danmark. Der skulle dog gå  
adskillige år før det blev en realitet, først i maj 1979 besluttede Folketinget ved  
lov at iværksætte projekteringsarbejdet.

Loven gav bemyndigelse til at elektrificere DSB's fjernbanenet, heriblandt stræk-  
ningen København-Århus-Frederikshavn, i alt 1.120 km. Første jernbane som  
åbnedes for el-drift blev Kystbanen i 1986, og i de efterfølgende år fulgte stræk-  
ningen København-Odense-Padborg som et led i at gøre den faste forbindelse  
over Storebælt anvendelig for hovedsagelig el-drevne godstog.

Som et paradoks udskiftedes Intercity-togene i samme periode til dieseldrevne  
togsæt, og dermed forsvandt incitamentet til at videreføre elektrificering af ho-  
vedbanenet mod henholdsvis Esbjerg og Fredericia-Århus-Frederikshavn. I ok-  
tober 2001 blev el-projektet derfor sat i bero, og først i forbindelse med aftalen  
"En grøn Transportpolitik" indgået mellem regeringen og oppositionen i januar  
2009, er der atter åbnet op for en mulig genoptagelse af el-projektet.

Dog er det allerede besluttet, at der skal ske en elektrificering af den ny jernbane  
mellem København og Ringsted, samt at Sydbanen (Ringsted-Rødby) skal være  
klar for el-drift i forbindelse med den planlagte åbning af den faste forbindelse  
over Femern i 2018.

Status for elektrificering er således i 2009, at kun 470 km af Banedanmarks jernbanenet på 1870 km (eksl. S-banen) er udstyret med køreledninger, svarende til ca. 25% af, se figur 3.1. I europæisk sammenhæng er dette meget lavt, de fleste lande ligger over 50%, eksempelvis ligger Sverige på 77%, Norge 62%, Tyskland 57% og Frankrig 50%.

Ses der bort fra de allerede besluttede jernbaneinvesteringer, København-Ringsted og Femern-forbindelsen, vil det endnu i nogle år være uklart om de resterende ca. 500 km af hovedjernbanenet skal elektrificeres, i hvilket omfang og i hvilket tempo.

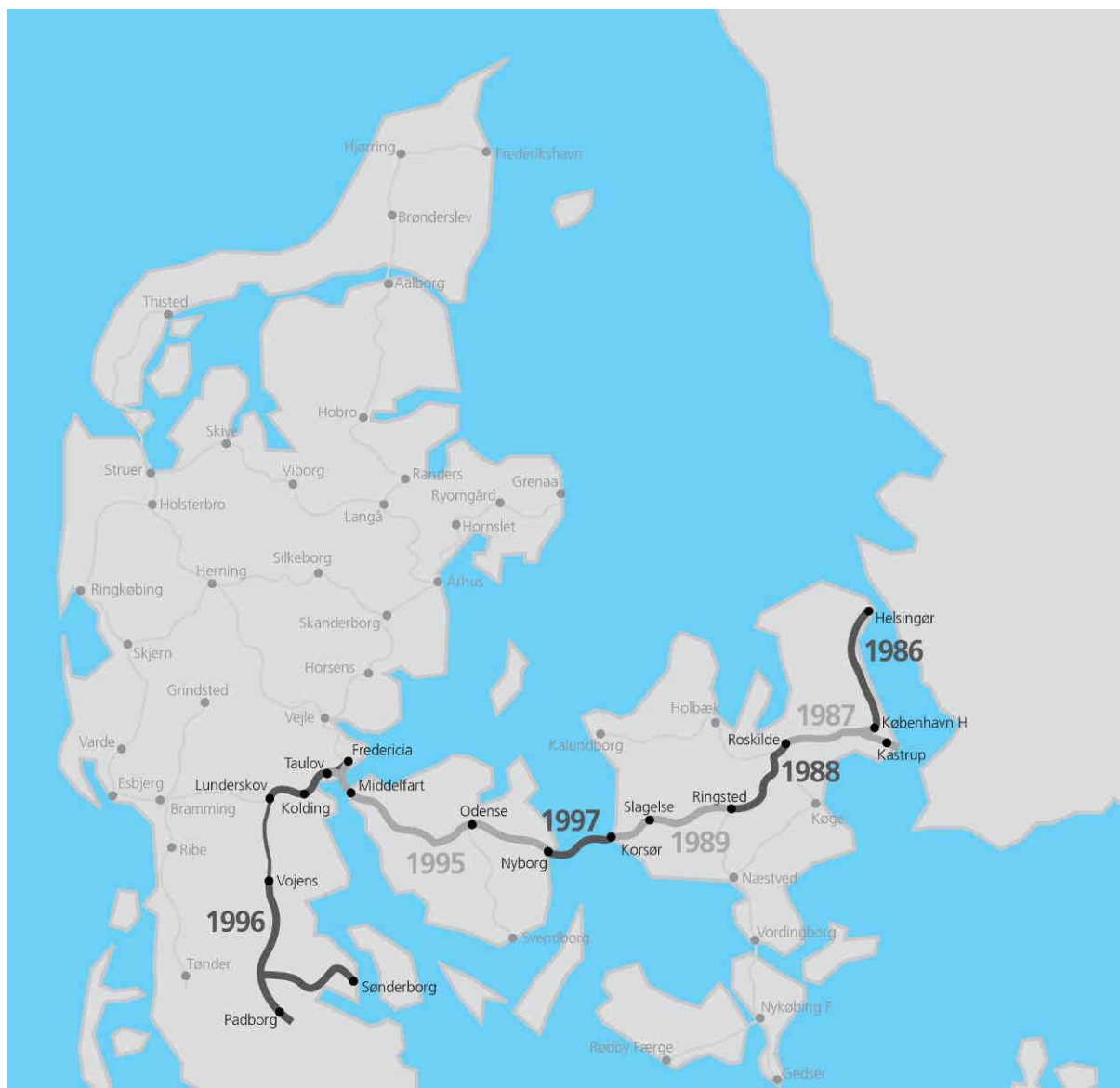


Fig. 3.1 Kystbanen, Øresundsbanen og København-Fredericia-Padborg/Sønderborg er i dag de eneste elektrificerede hovedstrækninger i Danmark, svarende til ca. 30% af nettet. Årstal markerer åbningsåret for el-drift.

### 3.2 Eksisterende undersøgelser

Der foreligger ikke på nuværende tidspunkt detaljerede undersøgelser af, hvad elektrificering af jernbanenettet nord for Århus vil koste og efter hvilken tidsplan det kan gennemføres. Det nærmeste der kommer en undersøgelse, er en screening som konsulentfirmaet Niras har gennemført for Transportministeriet i april 2009.

Rapporten undersøger mulighederne for at genoptage elektrificering af fjernbanen ud fra to scenarier:

- 1) IC4-togene leveres og idriftsættes som planlagt (Opdateret leveringsplan for året 2009)
- 2) IC4-togene leveres ikke, og elektrificering og tilhørende materielanskaffelser sættes i gang så hurtigt som mulig.

De overordnede konklusioner af screeningen var:

- "Det er økonomisk mest hensigtsmæssigt at gennemføre en yderligere elektrificering af fjernbanenettet efter, at Banedanmarks nuværende signalsystem er blevet udskiftet jf. Signalprogrammet."
- "En eventuelt manglende leverance af IC4-togene betyder ikke i sig selv, at der bør gennemføres en yderligere elektrificering, idet betjeningen af fjerntrafikken vil kunne gennemføres med det nuværende IC3- og IR4-materiel, forudsat at der gennemføres en allerede planlagt modernisering af IC3-togene, og at f.eks. den sjællandske regionaltrafik kan betjenes med lejet materiel."
- "De mest interessante strækninger at undersøge nærmere med henblik på elektrificering er følgende: Roskilde-Holbæk, Lunderskov-Esbjerg og Fredericia - Århus."

I scenarie 2 estimeres anlægsudgiften ved elektrificering af de resterende diesel-drevne fjernbaner i hele landet til ca. 9.5 mia.kr inkl. 50% tillæg jf. principperne i "Ny anlægsbudgettering". Anlægsudgiften for strækningen Århus-Aalborg vurderes til ca. 2.7 mia. kr. ved ibrugtagning i 2015, og Aalborg-Frederikshavn til ca. 1.0 mia. kr. ved en ibrugtagning i 2019. Heri indgår udgifter til immunisering af sikringsanlæg på de strækninger, som ikke har fået nyt signalsystem, når el-anlæggene tages i brug, samt tilhørende profiltilpasninger.

På baggrund af Niras-rapporten er Transportministeriet af den opfattelse, at elektrificering først kan komme på tale, når udskiftning af Banedanmarks signalsystem er gennemført omkring 2018-2020. Dette begrundes i de tekniske problemer der er forbundet med at etablere køreledningsanlæg langs med det bestående signalsystem, den såkaldte immunisering, som vurderes at fordyre pro-

jektet med ca. 25%. Der foreligger pt. ingen kendte tidsplaner i scenarie 1 for gennemførelse af en elektrificering af fjernbanen efter 2020.

### 3.3 Analyse og vurderinger

Hvad vil så være et realistisk scenarie for tempoet i elektrificering af den resterende del af fjernbanenettet, ud fra de erfaringer der kendes i dag?

Udover allerede besluttede anlæg har det været nævnt, at man kan fokusere på at elektrificere resterende regionalbaner på Sjælland (Roskilde-Kalundborg og Roskilde-Køge-Næstved), således at al regionaltrafik øst for Storebælt kan gennemføres med elektrisk materiel. Strækningen mellem Lunderskov og Esbjerg hører også til én af de oplagte strækninger, dels er en del af signalanlæggene allerede immuniseret og dels kan Intercity-trafik til Syd- og Sydvestjylland bedre samordnes. Endelig er der lagt op til, at jernbaneforbindelsen til havnen i Esbjerg skal udbygges, og her vil muligheden for at køre el-drevne godstog frem til Esbjerg styrke dette initiativ.

Omfanget af disse projekter, inkl. allerede besluttede projekter, er i størrelsesordenen ca. 700 sporkilometer, svarende til ca. 350 strækningens km. Det vurderes, at disse projekter formentlig vil beslaglægge de kendte projekterings- og udførelsesressourcer fuldt ud frem til ca. 2018-2020. Projektering og udførelse af anlæg kan i værste fald først sættes i gang efter dette tidspunkt, og i øvrigt først efter at det politisk er vedtaget at genoptage elektrificeringsprogrammet.

#### Hvad indebærer elektrificering?

For at gennemføre en elektrificering er det nødvendigt at udstyre banestrækningerne med køreledninger over sporene til forsyning af togene med elektricitet. Dette omfatter følgende:

**Køreledningsanlæg** - Der skal sikres tilstrækkeligt fritrumsprofil til kørestrømsmaster, -rammer eller -portaler til ophængning af køreledninger, sugetransformere mv.

**Kørestrømsforsyning** - Køreledningsanlægget skal energiforsynes fra det offentlige højspændingsnet. Uden for banens areal skal der etableres banetransformere og der skal etableres kabler mellem og fordelingsstationerne langs banen.

**Immunisering** - Kørestrømsanlægget påvirker omgivelserne med elektromagnetisk udstråling. Disse påvirkninger har på grund af de store strømme en betydelig størrelse, og det er derfor nødvendigt at begrænse effekten af disse påvirkninger. Dette sker ved, at immunisere de omkringliggende systemer overfor elektromagnetisk stråling, således at de sikres mod fejl. Det skal bemærkes, at udstråling har relativ lille geografisk udbredelse (aftager hurtigt med afstanden).

#### Profiltilpasning

For at sikre alle normale togtyper kan trafikere strækningen, er der krav til en mindste højde på køreledningen på 5,3 m. For at få plads til køreledningsanlæg skal frihøjden over sporet være minimum 5,6 m i højden og med en sikkerhedsafstand på 4 meter fra spændingsførende ledninger til naboomgivelser. Dette kan medføre behov for hævnning af eksisterende broer, nedrivning og evt. genopførelse af eksisterende broer, sporsænkninger samt ekspropriationer af arealer og bygninger



En nærmere gennemgang af elektrificeringen af strækningen Nyborg-Fredericia-Padborg i 1990-1997 viser et tempo på ca. 100-110 sporkilometer årligt, svarende til ca. 50 km strækning. Analyser fra dengang viste i øvrigt, at det optimale tempo for "et rullende forløb" ligger mellem 100-150 sporkilometer om året pr. produktionsenhed, indeholdende projektering, udførelse, sporkørende entreprenørmateriel og personale. Når omfanget ikke er højere, skyldes det primært at anlægsarbejdet foregår på jernbaner, der er i drift, dvs. montering skal ske om natten og ved spærringer af trafikken i f.eks. weekender og på helligdage.



Fig. 3.2 En muligt model for elektrificering af de resterende hovedstrækninger i Danmark. Årstal markerer forventede tidspunkt for ibrugtagning af el-drift, såfremt Sjælland gøres færdig først.

Samtidig skal der også gennemføres ombygning i sikringsanlæg, tilpasning af broer mm.

Omsættes denne udførelseskadence til jernbaneanlægget nord for Fredericia, skønnet til ca. 650 sporkilometer (330 strækningkilometre), vil det indebære at der først vil kunne indsættes el-drevne tog til Aalborg omkring 2027 og Frederikshavn omkring 2029, se figur 3.2.

Set med nordjyske briller vil det være en urimelig lang tidshorison, inden Nordjylland kan nyde de fordele, der er forbundet med at indføre elektrisk togdrift. En så sen indførelse vil indebære, at der skal anskaffes nye dieseltogsæt for Aalborg Nærbane og regionaltrafikken på strækningen Aalborg-Frederikshavn, frem for el-materiel. I dag trafikeres strækningerne primært af MR-togsæt, som er anskaffet i perioden 1978-1985. Togsættene anses for at være nær pensionsalderen, og står for udskiftning inden 2020. Bortset fra DSB's anskaffelse af nye IC2-togsæt fra AnsaldoBreda, i alt 23 stk. fortrinsvis beregnet til kørsel i regionaltrafik på Fyn og på Grenå-banen, er der ingen planer om nyanskaffelse af regionaltog. Det vil derfor være relevant at kæde en forcering af elektrificering af strækningen Hobro-Frederikshavn sammen med anskaffelse af nye regionaltog til området sammen med en opdatering og udvidelse af Aalborg Nærbane. Beskrivelse af egnede materieltyper, se afsnit 4.

### 3.4 Oplæg til elektrificering af jernbanerne i Nordjylland

Med udsigt til langsommelig elektrificeringsstrategi, hvor Frederikshavn først nås om ca. 20 år, kunne en alternativ strategi i form af at begynde elektrificering i Nordjylland være interessant. Altså en analogi til motorvejsbyggeriet i 1990'erne, hvor de første motorvejsetaper åbnedes ved Hirtshals og Sæby, og sidenhen koblet på det jyske motorvejsnet.

Køreledningsnettet vil derfor i starten fungere som en elektrisk "ø", og kun anvendes af regionaltog, der kører på de berørte strækninger, men vil når det øvrige nationale net udbygges selvfølgelig kunne anvendes af fjerntog og godstog. Elektriske "øer" har i øvrigt tidligere været praktiseret i Danmark, idet delstrækningen Odense-Fredericia blev taget i brug for elektrisk regionaltrafik, to år før forbindelsen over Storebælt åbnedes i 1997.

Kombineres elektrificeringen med opgradering af Aalborg Nærbane til halvtimesdrift mellem Hobro og Hjørring, vil mellem halvdelen og 2/3 af togene på strækningen kunne køres miljøvenligt med el – altså mere end det der praktiseres på hovedbanen mellem København og Padborg i dag! Samtidig vil energiomkostningerne til fremføring af tog kunne reduceres betragtelig, da eltog udnytter energi op til 40% bedre end tilsvarende dieseltog. Om de forbedrede driftsomkostninger står mål med en fremskyndet investering i et køreledningsanlæg, må afgøres ved mere detaljerede beregninger, når et ønskeligt trafikeringsniveau er klarlagt.

### Fordele ved elektrificering

**Højere hastigheder** – eltog har ikke nogle øvre begrænsninger for hastigheder, som det er tilfældet ved dieseldrevne tog. Ved hastigheder over 160 km/t, indskrænkes markedet for dieseldrevet materiel markant, og over 200 km/t findes der kun meget få typer.

**Lavere driftsomkostninger** – omkostningerne ved at køre eldrevne tog er lavere end dieseldrevnetog, dels som følge af bedre udnyttelse af energi, dels ved mindre vedligeholdelsesbehov.

**Lavere energiforbrug** – el-togs virkningsgrad er betydelig højere end dieseldrevne, ca. 40%, og kan tillige sende bremseenergi retur i køreledningsnettet.

**Uafhængig af fossile brændsler** – eltog kan i princippet køre på alle type energikilder, der kan omformes til elektriske strøm og distribueres i køreledninger. Samtidig er muligheden for at reducere CO<sub>2</sub>-udslip og emissionspartikler markant, ved eksempelvis at benytte energi produceret fra vedvarende kilder (vand, vind, sol mm)

**Hurtigere acceleration** – eltog kan normalt accelerere hurtigere, hvilket kan give kortere rejsetider og/eller bedre driftsstabilitet.

**Lavere støjniveau** – eltog har generelt lavere indendørs støjniveau end dieseltogsæt, og tilsvarende udvendigt ved lave hastigheder og ved ophold på perroner og depotanlæg.

Dette forslag til fremskyndet elektrificering i Nordjylland, baseres på at signalprogrammet for udskiftning af signalerne i Nordjylland er gennemført i 2018. Det er Banedanmarks mål, at banen mellem Langå og Frederikshavn bliver den første jyske strækning, som får udskiftet alle signalanlæg. Det skyldes dels at strækningen har nogle af landets ældste signalanlæg (placeret i Langå, Randers, Skørping og Hjørring), dels er store dele af strækningen ikke fjernstyret, og endelig et ønske om at få opsamlet så mange praktiske erfaringer ved etablering og testkørsler, at disse kan anvendes når de øvrige signalanlæg i Danmark skal udskiftes i perioden 2019-2021.

Ved at udnytte dette forspring, vil ibrugtagning af et køreledningsanlæg allerede kunne ske fra ca. 2018, dvs. op til 10 år før et mere traditionelt udbygningsmønster. Samtidig med at strækningen Hobro-Aalborg opgraderes til 200 km/t og får installeret nyt signalsystem, rammes der fundamenter og opsættes master samtidig med at sporet ombygges. Køreledninger monteres efterfølgende, når sporet skal justeres og gøres færdig med nye signalanlæg. Herved udnyttes driftsspæringerne optimalt, og det er ikke nødvendigt at lukke eller begrænse driften på banen igen, hvis der skal elektrificeres på et senere tidspunkt.

Projektering vil kunne igangsættes naturligt omkring 2015, efter at udbygningen af strækningen Vamdrup-Vojens og evt. elektrificering af Lunderskov-Esbjerg er overstået. I forbindelse med gennemførelsen af disse projekter må det forventes, at der oprettes en organisation med en ekspertise, der hurtigt vil kunne mobiliseres til at projektere og gennemføre anlægsopgaverne i Nordjylland. Forslaget indebærer, at der etableres en projektorganisation for såvel Vestdanmark som Østdanmark, dvs. to produktionsenheder der arbejder parallelt.

Alle priser er baseret på erfaringstal fra el-projekter i Danmark og Sverige de seneste 15 år, og opgivet i 2008-værdier. Detaljeret omfang og omkostninger for projektets deelelementer fremgår af bilag 1.

Opgaven i Nordjylland kan efter Atkins Danmark opfattelse opdeles i op til 5 etaper, begyndende med Aalborg Nærbane, som ved samme lejlighed foreslås forlænget til Hobro.

### 3.4.1 Etape 1 – Hobro-Aalborg-Lindholm



Fig 3.3 Første etape af elektrificering omfatter Hobro-Aalborg-Lindholm, og er knyttet til opgradering af Aalborg Nærbane.

Strækningen Hobro-Skørping-Aalborg-Lindholm elektrificeres som en samlet strækning, således at nærbanetrafikken kan afvikles i fuldt omfang. Anlægget omfatter 52 km strækningskilometer (skønnet til alt 112 sporkilometer inkl. depotspor) og kan formentlig projekteres og bygges over 36 måneder.

Etablering af køreledningsanlæg sker samtidig med implementering af signalanlægget, således at sporspærringer mm udnyttes optimalt. Ved samme lejlighed foreslås gennemført de nødvendige tilpasninger i sporet, således at strækningshastigheden kan sættes op fra 120 km/t til 180 km/t (muligvis 200 km/t), når signalanlægget sættes i drift.

Spændingssætning af køreledningsanlæg sker dog først, når det gamle signalsystem er taget ud af drift, således der ikke forekommer problemer med immunisering.

I Hobro elektrificeres alle tre perronspor. Stationen forberedes for tilslutning af køreledning fra Århus. Endvidere ombygges og elektrificeres de tidligere læssespor syd for stationen til opstillingsspor for opstilling af 4 elektriske togsæt af hver 80 meters længde.

Ved Øster Doense forberedes køreledningsanlæg for tilslutning af 25 kV forsyningsstation, forsynet fra nærliggende transformatorstation 150 kV Tinghøj. Tilslutning skønnes ikke relevant førend hele strækningen er elektrificeret, og befares med både elektriske fjerntog og godstog.

I Skørping elektrificeres perronspor samtidig som køreledningsanlægget tilpasses det historiske stationsmiljø. Overkørselsanlægget forudsættes nedlagt, ligesom sporanlægget er omlagt og tilpasset øget gennemkørselshastighed.

25 kV forsyningsstation til kørestrøm placeres nær Energinet Danmarks 400/150 kV transformator-station Ferslev, som er beliggende nær jernbanen mellem Svenstrup og Ellidshøj.

I Aalborg elektrificeres alle tre perronspor samt et antal opstillingsspor vest for stationen, således der kan henstilles minimum 6 elektriske togsæt. Der etableres ikke køreledning på øvrige spor, herunder godsspor, førend det landsdækkende el-projekt er nået til Hobro, og behovet for yderligere behov er klarlagt.

Limfjordsbroen udstyres med køreledningsanlæg, der tilpasses broens særlige gitterkonstruktion og klapmekanisme.

I Lindholm elektrificeres begge perronspor, inkl. vendesporet vest for stationen. Det vurderes, at der ikke er behov for yderligere depotspor – i det alle nærbanetog kan henstilles udenfor driftstimerne på Hobro eller Aalborg station.

Undervejs findes 25 vejbroer over banen, hvoraf en del formentlig skal ombygges. Alternativt kan sporet sænkes for at skabe tilstrækkelig plads for køreledningsanlægget. Profilforhold under broerne er ikke undersøgt nærmere.

Samlet pris for elektrificering af etape 1 vurderes til ca. 645 mio.kr inklusiv 30% tillæg jf. ny anlægsbudgettering.

### **3.4.2 Etape 2 – Lindholm-Hjørring**

Strækningen Lindholm-Hjørring elektrificeres som en samlet strækning, således at nærbanetrafikken kan afvikles i fuldt omfang mellem Hobro og Hjørring. Anlægget omfatter 45 km strækningsskilometer (skønnet til alt 58 sporkilometer inkl. depotspor) og kan formentlig projekteres og bygges over 24 måneder.

Krydsningsspor i Sulsted, Brønderslev og Vrå elektrificeres.

I Hjørring elektrificeres begge perronspor (spor 1 og 2) og godsspor/omløbsspor (spor 3). Sidstnævnte anvendes i første omgang for opstilling af op til 4 elektriske togsæt af hver 80 meters længde, men kan ved elektrificering til Hirtshals anvendes som togvejsspor for godstog.

Mellem Lindholm og Sulsted forberedes køreledningsanlæg for tilslutning af 25 kV forsyningsstation, forsynet fra nærliggende transformatorstation 150 kV Hvorupgård. Tilslutning skønnes ikke relevant førend hele strækningen er elektrificeret, og befares med både elektriske fjerntog og godstog.

25 kV forsyningsstation til kørestrøm placeres ca. 2 km øst for Hjørring station nær 150 kV transformatorstation Bredkær. Forsyning til Hjørring sker via køreledningsanlæg. Forsyningsstation forberedes for forsyning til Hirtshalsbanen og strækningen videre mod Frederikshavn.

Undervejs findes 14 vejbroer over banen, hvoraf de fleste formentlig skal ombygges. Alternativt kan sporet sænkes for at skabe tilstrækkelig plads for køreledningsanlægget. Frihøjde under broerne er ikke undersøgt nærmere.

Samlet pris for elektrificering af etape 2 vurderes til ca. 310 mio.kr inklusiv 30% tillæg jf. ny anlægsbudgettering.



Fig 3.4 Anden etape af elektrificeringen koordineres med udvidelse af Aalborg Nærbane til Hjørring.



Fig 3.5 Tredje etape af elektrificeringen koordineres med udvidelse af Aalborg Nærbane til Hirtshals/Frederikshavn.

### 3.4.3 Etape 3 – Hjørring-Hirtshals og Hjørring-Frederikshavn

Strækningerne Hjørring-Hirtshals og Hjørring-Frederikshavn foreslås elektrificeret under ét således at nærbanetrafikken kan udvides i fuldt omfang mellem Hobro og Hirtshals / Frederikshavn. Anlægget omfatter 55 km strækningskilometer (skønnet til alt 62 sporkilometer inkl. depotspor) og kan formentlig projekteres og bygges over 12 måneder hvis det sker i sammenhæng med etape 2.

I Hjørring elektrificeres Nordjyske Jernbaners spor anlæg, omfattende to perronspor og depotsporene ved remiseområdet. Krydsningssporene i Tornby elektrificeres. I Hirtshals elektrificeres i første omgang kun det ene perronspor ved stationen, men anlægget forberedes for eventuel udbygning af godsspor ved færgeterminalen.

På strækningen til Frederikshavn elektrificeres krydsningssporene i Sindal og Kvissel. I Frederikshavn elektrificeres tre perronspor (spor 1, 2 og 3) samt et antal opstillingsspor nord for stationen, således der kan henstilles minimum 6 elektriske togsæt. Der etableres ikke køreledning på øvrige spor, herunder godsspor,

førend det landsdækkende el-projekt er nået til Hobro, og behovet for yderligere behov er klarlagt.

25 kV forsyningsstation til kørestrøm placeres ca. 4 km vest for Frederikshavn station nær 150 kV transformatorstation Starbakke.

Undervejs findes 20 vejbroer over banerne (7 på Hirtshalsbanen og 13 på Hjørring-Frederikshavn), hvoraf de fleste formentlig skal ombygges. Alternativt kan sporet sænkes for at skabe tilstrækkelig plads for køreledningsanlægget. Frihøjde under broerne er ikke undersøgt nærmere.

Samlet pris for elektrificering af etape 3 vurderes til ca. 360 mio.kr inklusiv 30% tillæg jf. ny anlægsbudgettering.

### 3.4.4 Etape 4 – Frederikshavn-Skagen



Fig 3.6 På længere sig kan elektrificeringen af Vendsyssel udvides til også at omfatte Skagensbanen, hvorved al regionaltrafik i Nordjylland kan køres med ensartet materiel.

For at sikre homogen og effektiv udnyttelse af materiel, kan Skagensbanen elektrificeres og dermed indgå i samdrift. Hvornår det er optimalt må bero på reinvestering i materiel, og om det kan ske i synergi med øvrige el-projekter i området. Anlægget omfatter 39 strækningkilometer (skønnet til alt 42 sporkilometer inkl. depotspor), i det Frederikshavn allerede er elektrificeret i etape 3.

På banen elektrificeres krydsningsspor i Strandby, Jerup, Aalbæk og Hulsig. I Skagen elektrificeres begge perronspor samt et antal opstillingsspor ved stationen, således at der kan henstilles minimum 6 elektriske togsæt.

Kørestrømsforsyning sker via højspændingskabel fra 25 kV forsyningsstation placeret mellem Kvissel og Frederikshavn til Strandby. I køreledningsanlægget frem til Hulsig ophænges forstærkningsleder, for at undgå for stort spændingsfald.

Undervejs findes 3 vejbroer over banen, hvoraf én er fælles med Banedanmark i Frederikshavn. Alle skal formentlig ombygges. Alternativt kan sporet sænkes for at skabe tilstrækkelig plads for køreledningsanlægget. Frihøjde under broerne er ikke undersøgt nærmere.

Yderligere forventes, at banens signalanlæg skal immuniseres og tilpasses.

Samlet pris for elektrificering af etape 3 vurderes til ca. 180 mio.kr inklusiv 30% tillæg jf. ny anlægsbudgettering.

### 3.4.5 Etape 5 – Opgradering til fjernbanestandard



Fig 3.7 Sidste etape omfatter udelukkende supplerende anlæg såsom depotspor, forsyningsanlæg, for at kunne bringe niveauet af elektrificeringen op på normal standard.

Hvor etape 1 til 3 foreslås gennemført i omkring 2018-19, er det mere usikkert, hvornår strækningen Fredericia-Århus-Hobro bliver elektrificeret. Hele strækningen skal opgraderes og omlægges visse steder, for at intentionerne i timeplanen kan opfyldes jf. afsnit 2. Sker dette også i forbindelse med signalprogrammet, vil hovedbanerne kunne være elektrificerede fra 2023, og fjerntrafik, der i dag køres med IC3-materiel, vil kunne køres med el-materiel. IC3 vil på dette tidspunkt være modent til udfasning jf. afsnit 5.

Det er dog muligt at elektrificering på strækningen Århus-Fredericia kædes sammen med projekter inden for den strategiske analyse for Østjylland, der forventes færdig i 2013, eksempelvis baneudretninger og opgraderinger i tilknytning til Timeplanen. I så fald vil elektrificeringen først færdiggøres noget senere end signalprogrammet.

Under forudsætning af at strækningen Fredericia-Århus-Hobro elektrificeres, og derved gør det muligt at gennemføre fjerntrafik og godstrafik med el-materiel, vil det være nødvendigt at opgradere forsyningsanlæggene på strækningen nord for Hobro til at kunne håndtere øget trafik. Dette indebærer, at de i etape 1 og 2 foreslåede forsyningsstationer ved Øster Doense og Hvorupgård skal etableres.

Ligeledes skal et yderligere antal godsspor, depotspor og vaske- og toiletfaciliteter i Aalborg og Frederikshavn elektrificeres.

Adgangsspor og godsspor ved Hirtshals havn foreslås elektrificeret, således at det bliver muligt at køre sydfra kommende (internationale) godstog direkte til færgeterminalen, uden at der skal skiftes lokomotiv. Effekten af dette kan først udnyttes, når resten af strækningen Fredericia-Århus-Hobro åbnes for el-drift. I Hjørring skal det tillige sikres, at der kan foretages omløb med godstog af en rimelig længde.



Samlet pris for opgradering i forbindelse med et landsdækkende elektrificeringsprojekt skønnes til ca. 120 mio.kr inklusiv 30% tillæg jf. ny anlægsbudgettering.

### 3.5 Sammenfatning og konklusion

Atkins er af den opfattelse, at der i Danmark stadig er et langsigtet nationalt mål om at elektrificere hovedjernbanenettet i Danmark, bl.a. frem til Frederikshavn. Tidshorizonten rækker efter al sandsynlighed ud over signalprogrammets gennemførelse, og i værste fald måske helt frem til omkring 2040. Nærmere afklaring vil ske i løbet af 2011, når "Strategisk analyse af elektrificering af banenettet" fremlægges i 2011.

Det synes dog muligt, at elektrificering af delafsnit Hobro-Hjørring kan gennemføres langt tidligere, omkring 2018, men med en reduceret anlægsmængde (f.eks. færre opstillingsspor, færre forsyningsstationer/banetransformere). Ved at kæde elektrificeringen sammen med opgraderingen af strækningen Hobro-Aalborg til 200 km/t samt etablering af nyt signalsystem, samt det udtalte behov for reinvestering af tog på Aalborg Nærbane og i Vendsyssel, vil der være oplagte muligheder for synergi mellem tre vidt forskellige og store investeringer.

Omkostningerne til elektrificering af Hobro-Aalborg-Hjørring skønnes til ca. 1,0 mia. kr. (2008-prisniveau) og for yderligere 0,6 mia. kr. kan Hjørring-Frederikshavn og Nordjyske Jernbaner også omfattes af elektrificeringen. Når det nordjyske køreledningsnet sammenbygges med et landsdækkende køreledningsnet, vil det være at supplere investeringen med 0,1 mia. kr.

Omkostninger til materielinvestering indgår ikke i prisen, men uanset om banerne nord for Hobro skal elektrificeres eller ej, bør regionaltogsmateriellet under alle omstændigheder skiftes senest 2020. På dette tidspunkt vil materiellet have en alder på ca. 40 år og være teknisk og komfortmæssigt helt udtjent. Undtaget er dog Nordjyske Jernbaners materiel, som først forventes at skulle udskiftes omkring 2035.

## 4. EL KONTRA DIESEL FOR NÆRBANETOG?

*De regionaltog der i dag kører på Aalborg Nærbane og på strækningen Aalborg-Frederikshavn er mellem 25 og 30 år gamle, og tjenlig til udskiftning. Ved en elektrificering af jernbanenettet i Nordjylland vil det være naturligt at udskifte dieseldrevne tog med nye el-drevne tog, og samtidig benytte muligheden til at modernisere og opgradere trafikudbuddet i regionen. Dette afsnit vil belyse perspektiverne i en sådan modernisering, og ligeledes omtale materieltyper, der kunne være velegnet til regionaltrafikken i Nordjylland.*

### 4.1 Status nuværende situation

Den manglende kontinuitet i gennemførelsen af el-drift på fjernbanenettet, samt det foreløbige stop for elektrificering i 2001, har haft stor betydning for de sidste 15 års materielanskaffelser for såvel regionaltog som fjerntog i Danmark. Situationen i dag er, at kun 45% af hovedbanenettet er udbygget med køreledningsanlæg, omfattende hovedstrækningen Padborg-Fredericia-København-Øresund og Kystbanen.

Kun på Kystbanen og på strækningen København-Øresund udnyttes investeringen i køreledningsanlæg i dag fuldt ud, idet såvel gods- som persontrafikken køres næsten 100% med el-materiel. På strækningen Padborg-Fredericia-København udnyttes kun godstrafikken investeringen fuldt ud, mens det for persontrafikken gælder at andelen af tog, der benytter el-materiel er helt nede på ca. 25-35%. Dette skyldes, at en stor del af togene videreføres på ikke-elektrificerede strækninger, eksempelvis Ringsted-Nykøbing F, Fredericia-Århus-Aalborg og Lunderskov-Esbjerg, hvorfor togene må fremføres med dieselmateriel på hele strækningen.

Som følge af den langsomme politiske proces med elektrificering af fjernbanenettet for omkring 20 år siden, ændrede DSB materielstrategi i slutningen af 1990'erne til at være baseret på dieseltogsæt. DSB afgav således ordre til Ansaldo-breda på bygning af 83 dieseltogsæt af typen IC4 i december 2000 til brug i fjerntrafikken mellem landsdelene, herunder Frederikshavn-København. Levering var på dette tidspunkt planlagt til at ske i perioden 2003-2005. Fjerntrafikmateriellet, i form af IC3-togsæt, skulle herefter overføres til regionaltrafik, primært på Sjælland, hvor det skulle afløse lokomotivtrukne tog fra 1970'erne.

I november 2002 blev ordren til AnsaldoBreda udvidet med 23 dieseltogsæt af typen IC2, en kort version af IC4 (kun 2 vogndele) til brug for regionaltrafik på Fyn og Grenåbanen. For den øvrige regionaltrafik, heriblandt Aalborg Nærbane og Aalborg-Frederikshavn, blev der ikke taget beslutning om fremtidig materielanskaffelse. DSB har sidenhen lejet nyt materiel (Desiro Classic) til regionaltrafikken på Fyn og senest Grenåbanen som følge af forsinket levering af IC2-togsæt.



*Fig.4.1 To MR-togsæt afgår fra Frederikshavn. Denne type anvendes i de fleste regionaltog i Nordjylland, herunder Aalborg Nærbane. MR-togene blev bygget i 1978-86, og har en gennemsnitsalder på 27 år. Levetiden for dieseltog af denne type skønnes til ca. 30-35 år.*

Status for regionaltrafikken i Nordjylland i 2009 er, at en stor del af regionaltrafikken på Aalborg Nærbane og strækningen Aalborg-Frederikshavn gennemføres med ældre MR-togsæt fra starten af 1980'erne, suppleret med IC3-tog når toget indgår i landsdelstrafikken mod København. I enkelte regionaltog indsættes tillige nyt IC4-materiel, men dette må anses at være en midlertidig løsning, så længe IC4 ikke er indsat i regulær landsdelstrafik.

For lokaltrafikken i Nordjylland er situationen derimod en anden, idet Nordjyske Jernbaner (Hirtshalsbanen og Skagensbanen) har gennemgået betydelig modernisering og fået udskiftet materiel. Således gennemføres al trafik i dag med moderne materiel af typen Desiro Classic, som blev anskaffet til banerne i 2004-2005.

Oversigt over materieltyper der anvendes i dag i Nordjylland, fremgår af bilag 2.



Fig.4.2 Desiro-togsæt afgår fra Aalbæk på Skagensbanen. Nordjyske Jernbaner har 8 togsæt af denne type. Togsættene er leveret af Siemens i 2004-2005, og ventes først udskift omkring 2035-2040.

## 4.2 Eksisterende undersøgelser

Der er så vidt Atkins er orienteret ikke inden for de seneste 10 år udarbejdet en egentlig strategi for materielindkøb til regionaltrafikken. DSB's intention er at genanvende IC3- og IR4-togsæt i regionaltrafik i Østdanmark, i takt med at IC4-materiel indsættes i fjerntrafikken. Denne proces var planlagt at skulle ske i perioden 2004-2005, men er udskudt på ubestemt tid indtil IC4-materiellet virker tilfredsstillende. DSB's forventning er, at såvel IC2-togsæt som IC4-togsæt vil være indsat i fuld trafik omkring 2013.

Når det gælder udskiftning af MR-togsæt, bygget i perioden 1978-1986, foreligger der ingen planer. Typen gennemgik i slutningen af 1990'erne en større midtvejs-renovering, og der forventes ikke gennemført yderligere renoveringstiltag på typen, der nu har en gennemsnitsalder på 27 år. Forventet levetid på dieseltog af denne type er generelt vurderet til ca. 30 år, maksimalt 35 år.

Materiellets alder indebærer, uanset beslutning om elektrificering eller ej, at der senest om 5 år skal tages stilling til en ny togtype, som kan indsættes i regionaltrafik i Vestdanmark. Dette arbejde er ikke igangsat, og vil formentlig heller ikke

blive det før resultatet af den strategiske analyse af elektrificering af jernbanelinjen er præsenteret og besluttet i 2011. Situationen er derfor meget lig den DSB stod i ved slutningen af 1990'erne, og kan derfor forsinke beslutningen yderligere om anskaffelse af nyt regionaltogsmateriel til Aalborg Nærbane og Aalborg-Frederikshavn.

## 4.3 Analyse og vurderinger

### 4.3.1 Regionaltogsmateriel

Valg af nyt regionaltogsmateriel til Nordjylland hænger jf. ovenstående uløseligt sammen med en beslutning om elektrificering af strækningen Hobro-Aalborg-Hjørring-Frederikshavn.

Anskaffelse af nyt materiel til Aalborg Nærbane og regionaltrafikken Aalborg-Frederikshavn kan ske ud fra to scenarier:

1. Elektrificering gennemføres samtidig med implementering af nyt signalsystem, dvs. klar til brug i 2017-2018.
2. Elektrificering gennemføres først i sammenhæng med en landsdækkende plan, dvs. tidligst klar til brug i 2027-2028 eller senere.

Vælges scenarie 1, vil det være oplagt at udarbejde en plan for materielanskaffelse baseret på elektrisk materiel. Her findes på det europæiske marked allerede i dag en række standardiserede togsæt-løsninger fra Alstom, Bombardier, Siemens og Stadler, som vurderes velegnet til de nordjyske forhold. De tekniske data for togsættene fremgår af bilag 2.

Fælles for disse elektriske togsæt er, at de alle har en tophastighed på 160 km/t og dermed i stand til at udnytte den kommende hastighedsopgradering på Hobro-Aalborg, som er besluttet i trafikaftalen "En grøn Transportpolitik". Ganske vist er det planen at opgradere strækningen til 200 km/t, men for nærtrafiktog med hyppig standsninger, vil det være sjældent at maksimalhastigheden opnås, førend toget atter skal nedbremses. I stedet er det vigtigere, at toget har tilstrækkelig med døre, hurtig åbning og lukning af døre, gulvhøjde i niveau med perron og ikke mindst gode acceleration- og bremseegenskaber. Sidstnævnte egenskab er én af de elektriske togsæts store forcer.



Fig.4.3 Eksempel på moderne el-togsæt fra schweiziske Stadler, der har betegnelsen Flirt. Anvendes i bl.a. Schweiz, Østrig og Tyskland, men er senest ordret til de norske og finske jernbaner. Ejers bl.a. af trafikskabet Cantus, som kører lokaltrafik omkring Kassel i Tyskland, i en 3-vogns udgave (ca. 170 siddepladser) og en 4-vogns udgave (ca. 220 siddepladser). Toget har en tophastighed på 160 km/t og opbygget som et modultogsæt der kan leveres i enheder på 3 til 6 vogne.

Et elektrisk togsæt for regionaltrafik af denne kaliber, dvs. maksimalt 160 km/t, ligger omkring 40-45 mio. kr. for et togsæt på tre vogn-dele, og med plads til ca. 180 passagerer. Prisen er dog stærk afhængig om der vælges standardiserede typeløsninger, eller der fordres specielle ønsker i udseende og aptering. Endelig tæller det også med, i hvor stor styktal togsættene skal leveres. Ønskes der imod togsæt med hastighed op til 180-200 km/t, eksempelvis som Øresundstogget der trafikerer Kystbanen, vil prisen for et sådant tog ligge på ca. 60-65 mio.kr. Derimod har det ingen nævneværdig betydning for prisen om togsættet er konstrueret for 15 kV (anvendes i Sverige og Tyskland) eller 25 kV, da det er de samme typer af hovedkomponenter der indgår.

Prisen for et elektrisk togsæt vurderes lidt højere end et tilsvarende dieseltogsæt, typisk 10-15%. Modsat er driftsomkostningerne over togets levetid betydeligt lavere, alene omkostninger til energi for fremdrivning er ca. 40 % mindre end for et tilsvarende dieseltog. Den store forskel skyldes bedre virkningsgrad i det samlede elektriske system, hvor el-produktion i Danmark sker med en særdeles høj virkningsgrad. Samtidig vil elektrisk togdrift opfattes som miljøvenligt og CO2-neutral, i det Banedanmark har som politik at indkøbe strøm fra vedvarende energikilder som vind- og vandkraft.

Vælges derimod scenarie 2, den konservative løsning, hvor elektrificering ikke gennemføres i Nordjylland inden for en overskuelig tidshorizont, bør materielanskaffelse baseres på dieseldrevet materiel. Dette materiel kan efterfølgende sælges, når elektrificeringen når til Nordjylland. Alternativt foreslås leasing af materiel, hvis tidspunkt for elektrificering kendes.

For de fleste dieseldrevne togsæt gælder, at de kun har en tophastighed på 120 km/t og dermed ikke vil være i stand til at udnytte fordelene i hastighedsopgradering på Hobro-Aalborg. Godt nok har moderne dieseltogsæt bedre acceleration- og bremseegenskaber end MR-togsæt, men alt andet lige må køretiden mellem Hobro-Aalborg forventes at være ca. 6-8 minutter længere end for et tog der kan køre 160 km/t eller derover. Den ekstra køretid betyder umiddelbart, at kapaciteten på strækningen nedsættes.



Fig.4.4 Eksempel på moderne diesel-togsæt fra canadiske Bombardier, bygget i Tyskland og har betegnelsen Itino. Anskaffet bl.a. til svensk lokaltrafik de seneste år; 11 togsæt i en 2-vogns udgave (ca. 100 siddepladser) og 6 togsæt i en 3-vogns udgave (ca. 160 siddepladser). Tøget har en tophastighed på 140 km/t og leveres i togsæt på 1, 2 eller 3 vogne.

Når det gælder markedet for dieseltogsæt på 160 km/t eller derover, er udvalget ganske beskedent. En gennemgang af potentielle leverandørers regionaltogets-løsninger, viser at kun Siemens og CAF (Spanien) har leveret sådanne dieseltogsæt i nyere tid, primært til England, Irland og Spanien. Alstom og Bombardier har også løsninger, men der findes endnu ikke nogle referencer på disse. Alternativt kan DSB's kommende IC2-togsæt fra AnsaldoBreda tænkes anvendt, men hvornår typen rent faktisk er klar til drift, er der ingen indikationer på.

Et dieseldrevet standardtogsæt for regionaltrafik for maksimal 120 km/t ligger typisk mellem 20 og 25 mio. kr. for et togsæt på to vogn-dele, og plads til ca. 120 passagerer. Togsæt med højere passagererkapacitet findes ikke, er der behov for flere siddepladser sammenkobles flere togsæt. Også her er prisen stærk afhængig af antal og særlige operatørønsker i udseende og aptering. Togsæt med hastighed på 160 km/t og derover, vurderes at koste omkring 50 mio.kr for et togsæt på tre vogne.

Uanset om udfaldet af elektrificering i Nordjylland bliver efter scenarie 1 eller 2, så skal der senest i 2020 anskaffes nyt materiel til regionaltrafikken. Afgørende her, er hvilket omfang og trafikeringsmønster der skal satses på nord for Hobro, dels for at godtgøre om forcering af elektrificering af strækningen Hobro-Hjørring-Hirtshals/Frederikshavn kan være attraktiv omkring 2018 kontra fastholdelse af dieseldrift frem til omkring 2030, for derefter at udskifte materiel igen.

#### 4.3.2 Trafikeringsmønster

Den fremtidige organisering af lokal- og regionaltogtrafik i Nordjylland er væsentlig for at kunne afgøre omfanget af materielanskaffelser og i hvilket regi det skal ske. Frem for den nuværende opdeling mellem DSB og Nordjyske Jernbaner, kunne en mulig løsning være at al lokal- og regionaltogtrafik i regionen samledes i et selskab, som havde egen materielpulje til rådighed.

I dag ejer Nordjyske Jernbaner 8 stk. Desiro Classic togsæt, som bortset fra to afgangene mellem Hjørring og Frederikshavn, anvendes på egne baner. Tog på hovedstrækningen køres med DSB's eget materiel (IC3- og MR-togsæt), som indgår i en samlet pulje inkl. reserve for hele landet.

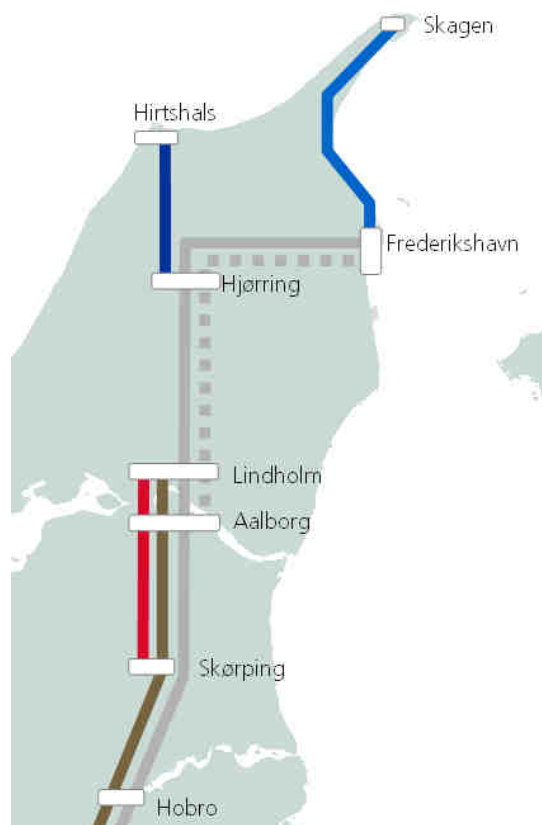


Fig.4.5 Passagertrafikken i Nordjylland i dag. Brun linje er IC-tog, rød linje er Aalborg Nærbane. Grå linjer er Lyntog, stiplede grå Regionaltog og blå linjer Nordjyske Jernbaner.



I det følgende vurderes alene på den materielmængde der er nødvendig for at gennemføre regionaltrafikken på strækningen Hobro-Aalborg-Frederikshavn uafhængigt af fjerntrafikken, dvs. materiel hertil indgår ikke. Separation af fjerntrafik og Aalborg Nærbane anses for mulig efter gennemførelse af signalprogrammet i Nordjylland i 2017, hvor kapaciteten på strækningen Aalborg-Hobro, skønnes at kunne øges fra ca. 3 tog/time i hver retning til minimum 6 tog/time pr. retning. Indtil da, vil den nuværende kapacitet ikke kunne øges uden betydelige investeringer i eksisterende signalanlæg.

Strækningshastigheden burde tillige kunne øges fra 120 km/t til 200 km/t mellem Aalborg og Hobro, og formentlig fra 120 km/t til 140-160 km/t på strækningen Aalborg-Hjørring, såfremt sporet opgraderes samtidigt. Hastighedsforøgelsen kan anvendes til forbedring af køretiden og/eller til flere standsninger undervejs. Sidstnævnte vil være relevant ved forlængelse af Aalborg Nærbane til Hjørring.

Der forudsættes følgende tilstand på jernbaneinfrastrukturen for strækningen Hobro-Frederikshavn i 2018:

- Strækningshastighed 180 km/t Hobro-Aalborg, 140 km/t Aalborg-Hjørring-Frederikshavn
- Trafikkapacitet på minimum 6 tog/timen pr retning Hobro-Aalborg-Lindholm
- Trafikkapacitet på op til 3 tog/timen pr retning Lindholm-Hjørring-Frederikshavn
- Nyt signalanlæg og fjernstyring ibrugtaget på hele strækningen.

Der gøres opmærksom på, at køretiderne for nedenstående løsning udelukkende er skønnede og ikke beregnede. Afgivelser vil derfor kunne forekomme, ved en egentlig køretidsberegning. Køretidsberegning af Aalborg Nærbanes tog ligger udenfor denne opgaves kommissorium.

#### Løsning 1: Aalborg Nærbane forlænges til Hobro

Nærbanesystemet forlænges til Hobro, hvor der er skiftemulighed til fjerntog. Systemet kører i fast halvtimesdrift Lindholm-Aalborg-Hobro, dog kun timedrift i weekender og aftentimer. Køretiden i hver retning skønnes til at være mellem 45 og 52 minutter, afhængig af materiellets maksimalhastighed, acceleration og bremseegenskaber.

Denne kørsel skønnes at kunne gennemføres med 4 eller 5 omløb (eksklusiv reserve), afhængig af den valgte materieltypes maksimale hastighed. Vælges et togsæt med lav strækningshastighed vil den forlængede køretid udløse et ekstra togsæt, da omløbstiden (dvs. tiden inden toget atter er klar til en ny tur) øges så meget, at en ønsket vendetid på minimum 10 minutter ved endestationerne ikke kan opnås. 10 minutter opfattes som absolut minimum, for at mindre forsinkelser ikke fastholdes i omløbet.

Nærbanens samkørsel med fjerntog ophører, og overgår til eget system. Det kan overvejes, om visse fjerntog skal standse på udvalgte stationer mellem Aalborg og Hobro for afsætning/optagning af passagerer, omfang bestemmes af fjern-togsoperatør.

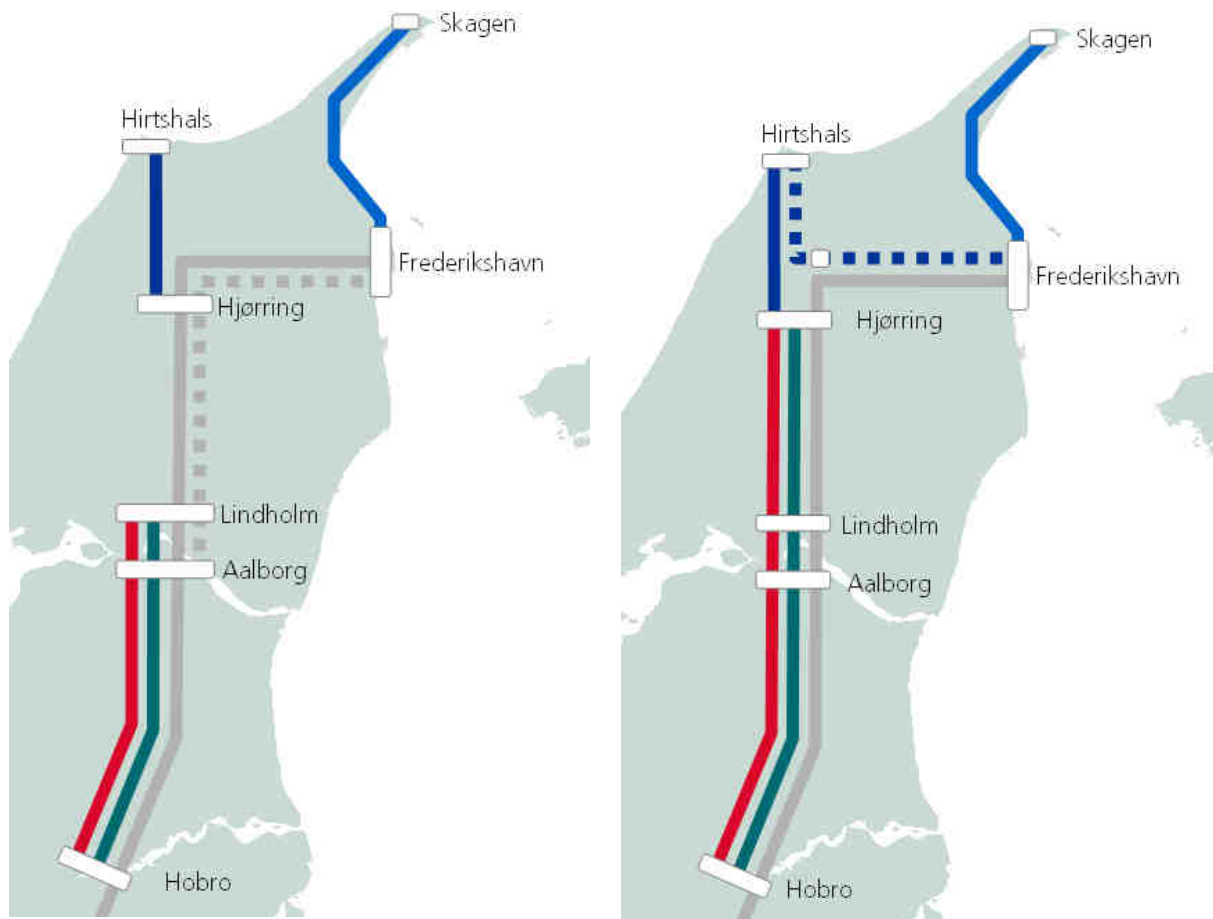


Fig.4.6 (tv) Løsning 1 – Aalborg Nærbane udvidet til Hobro, trafik i Vendsyssel uændret. IC og Lyntog standser ikke mellem Hobro og Aalborg. Stiplet grå linje er regionaltoget i Vendsyssel.

Fig.4.7 (th) Løsning 2 – Aalborg Nærbane udvidet til Hobro og Hjørring. IC og Lyntog standser kun i Hobro, Aalborg, Brønderslev, Hjørring, Sindal og Frederikshavn. Hirtshalsbanen videreføres til Frederikshavn efter behov, og betjener Sindal, Tolne og Kvissel.

På strækningen Aalborg-Frederikshavn anvendes fjerntogsmateriel i timedrift, suppleret med ekstra afgang i myldretidstrafik. Det nødvendige antal togsæt for denne driftsform er ikke vurderet, men vil formentlig være i samme omfang som i dag.

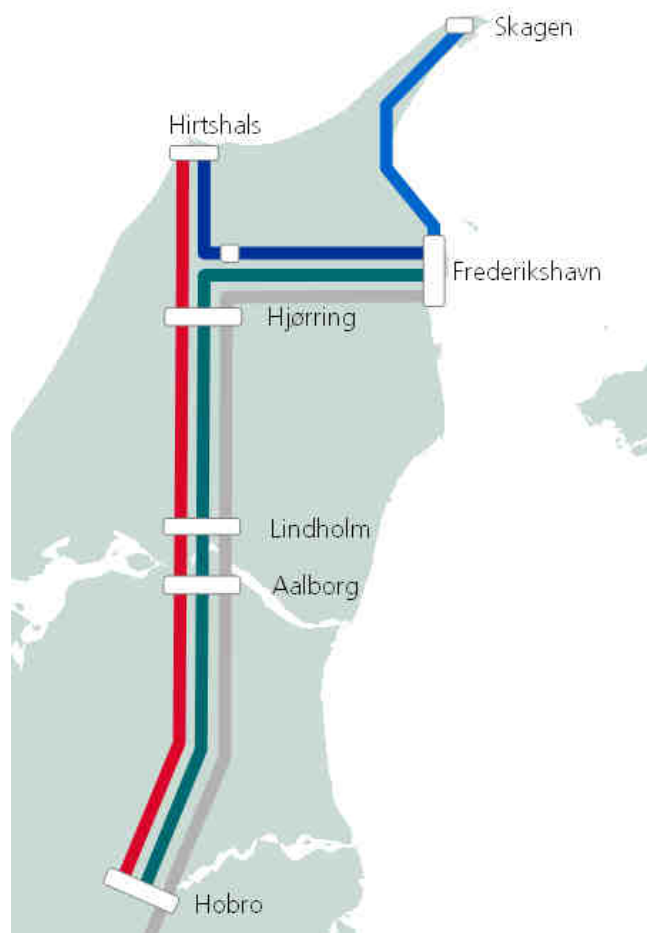
Løsning 2: Aalborg Nærbane forlænges til Hobro og Hjørring

Nærbanesystemet udvides til at omfatte hele strækningen fra Hobro til Hjørring. Eventuelt nye standsningssteder oprettes i Vestbjerg, Sulsted, Tylstrup og Hjørring Syd. Skiftemulighed til fjerntog findes i Aalborg og Hobro. Systemet kører i fast halvtimesdrift, dog kun timedrift i weekend og aftentimer. Den samlede køretid i hver retning skønnes til at være mellem 90 og 100 minutter, afhængig af hvor mange standsningssteder der skal betjenes, tilrettelæggelse af krydsninger på enkeltsporet strækning, og naturligvis også materiellets maksimalhastighed, acceleration og bremseegenskaber.

Løsningen indebærer, at antallet af omløb skal øges til i alt 8 eller 9 omløb. Hvorvidt hvert omløb kan betjenes med et togsæt, eller der i myldretid er behov for flere sammenkoblede togsæt, beror på valgt togtype. Antallet af nødvendige togsæt kan først afklares, når foretrukken materieltype er udpeget.

For Nærbanens samkørsel med fjerntog på strækningen Aalborg-Hobro gælder samme princip som i løsning 1. For kørslen mellem Aalborg-Hjørring bør der fortsat være samkørsel med nærbanen, således der er op til tre afgangene i timen mellem de to byer. Dog foreslås fjerntogene kun at have standsning i Brønderslev, og derved fungere som hurtigtog i Vendsyssel.

*Fig.4.8 Løsning 3 – Aalborg Nærbane udvidet til Hobro og Hirtshals/Frederikshavn. IC og Lyntog standser kun i Hobro, Aalborg, Brønderslev, Hjørring og Frederikshavn. Hirtshalsbanen videreføres til Frederikshavn og betjener Sindal, Tolne og Kvissel.*

Løsning 3: Aalborg Nærbane forlænges til Hobro og Frederikshavn/Hirtshals.

Nærbanesystemet omfatter hele strækningen fra Hobro til Hjørring som beskrevet i løsning 2, men udvidet således, at det ene system fortsætter fra Hjørring til Hirtshals en gang i timen og det andet til Frederikshavn en gang i timen. I dag-

timer køres mellem Hirtshals-Hjørring-Frederikshavn, baseret på Nordjyske Jernbaner Desiro-togsæt, evt. i direkte samdrift med Skagensbanen. Samtidig kan det overvejes, om der skal køres supplerende tog i myldretiden mellem Skørping og Lindholm, således trafikken her nærmer sig kvartersdrift.

Fjerntog standser nord for Aalborg i Brønderslev, Hjørring og Frederikshavn, med samkørsel med nærbanen, dvs. ingen restriktioner for lokal passagerer.

Køretiderne antages at være den samme som i dag, dvs. 30 minutter Hjørring-Frederikshavn og 22 minutter Hjørring-Hirtshals. Denne samlede nærbanekørsel skønnes at kunne gennemføres med i alt 12-13 omløb (begge eksklusiv reserver), hertil kommer ekstra kørsel mellem Hirtshals-Hjørring og Frederikshavn som gennemføres med nuværende Desiro-togsæt.

Et nærbanesystem af denne kvalitet bør alt andet lige tiltrække flere pendlere, og vil derfor også udløse behov for flere siddepladser i togene for at skabe en god rejsekomfort. Antallet af siddepladser bør derfor øges med ca. 30% i forhold til i dag, dvs. nye togsæt bør have minimum 170 siddepladser, svarende til et togsæt på tre vogne.

I praksis betyder det, at der skal indkøbes mellem 15 og 20 togsæt, afhængig af om der skal køres supplerende trafik udover halvtimesdrift. Prisen for et nyt togsæt skønnes til ca. 40-50 mio. stk, og den samlede investering vil være op mod 1 mia.kr.

#### 4.4 Sammenfatning og konklusion

Atkins er af den opfattelse, at det materiel der anvendes i regionaltogstrafikken på Aalborg Nærbane og strækningen Aalborg-Frederikshavn er moden til en snarlig udskiftning, hvilket bør ske indenfor de næste 5-10 år. Der foreligger ikke nogle konkrete planer for en sådan udskiftning, og der bør inden for få år tages hånd om denne proces.

Afgørende i denne proces er, om jernbanenettet nord for Hobro skal elektrificeres eller ej. Regionaltrafikken skønnes alene at omfatte 2/3 af den samlede trafik, hvis der vælges et nærbanesystem med halvtimesdrift suppleret med fjerntog én gang i timen. Et sådant omfang vurderes at vil kunne berettige en fremskynding af elektrificering Hobro-Hjørring-Hirtshals/Frederikshavn, hvis det besluttes at genoptage elektrificeringsprojektet igen.

I lyset af det nuværende materiels alder, og den kommende opgradering af infrastruktur med nye signaler og højere hastighed frem til 2018, bør der være betydelige synergieffekter ved at fremskynde elektrificeringen til dette tidspunkt. Hertil kommer driftsbesparelser i form af energiindkøb til fremføring (dieselolie kontra el), skønnet til ca. 40%.

Dansk regionaltrafik er sammenlignelig med regionaltrafik på strækninger i andre europæiske lande, og der findes derfor et udvalg af typegodkendt togmateriel, der kan være aktuelt til regionaltrafik i Nordjylland.

Ved at sætte 2018 som startår for såvel ny driftsform, nyt regionaltogsmateriel og el-drift, synkroniseres etablering af køreledningsanlæg og materielanskaffelse, hvilket mislykkedes i 1990'erne. Sker elektrificering først på et senere tidspunkt, er der risiko for at togmateriel skal skiftes på et ugunstigt tidspunkt, alternativt at køreledningsanlægget udnyttes dårligt.

Uanset om der vælges nye dieseldrevne tog eller el-drevne tog, anbefales det, at materiellet leveres til en minimumshastighed på 160 km/t, således det kan udnytte investeringen i hastighedsopgradering af strækningen Hobro-Aalborg, og samtidig undgå at nedsætte kapaciteten på strækningen.

Omkostningerne til nye togsæt skønnes til ca. 40-50 mio. stk, baseret på tog med ca. 180 pladser. Vælges det at forlænge Aalborg Nærbane til Hobro og Frederikshavn/Hirtshals i halvtimes trafikken, evt. suppleret med ekstratrafik i myldretiden, behøves der omkring 15-20 togsæt til denne driftsform, dvs. en samlet materieludgift på op til 1 mia. kr.

.



## 5. EL OG DIESEL, KAN DET KOMBINERES FOR FJERNBANETOG?

*Elektrificeringsprojektet blev sat i bero i 2001, og det er stadig uklart, hvornår det genoptages og om strækningen helt til Frederikshavn nås. Uklarheden har stor betydning for valg af fremtidig fjerntogsmateriel, der skal kunne køre til Nordjylland. Dette afsnit vil beskrive løsningsmuligheder for et fremtidigt eltog, der kan køre på såvel elektrificerede som ikke-elektrificerede strækninger.*

### 5.1 Status nuværende situation

Fjerntogstrafikken i Danmark er i dag hovedsagelig baseret på dieseldrevne togsæt af typen IC3, dog anvendes der eldrevet materiel (IR4-togsæt) i fjerntog til Sønderborg. I alt råder DSB over 96 IC3-togsæt og 24 IR4-togsæt til fjerntog<sup>2</sup>

IC3-togsættene blev bygget i starten af 1990'erne og var oprindeligt planlagt udskiftet med nye dieseldrevne fjerntog i perioden 2003-05. Udskiftningen var primært begrundet i DSB's GTA-plan (Gode Tog til Alle) fra 1998, der dels skulle skaffe flere siddepladser i fjerntrafikken og samtidig forbedre regionaltrafikken på hovedbanenettet markant, ved at indsætte IC3-togsættene her. Som fjerntogsløsning ordres i 2001 83 stk. dieseltogsæt IC4, hver med en kapacitet på 185 siddepladser (et IC3-togsæt har 122 siddepladser).

Generelle finanspolitiske stramninger var den medvirkende årsag til elektrificeringsprojektet blev sat i bero 2001. Holdningen på dette tidspunkt var, at behovet for elektrificering af hovedbanenettet først vil være aktuelt, når IC3-togene skulle udskiftes omkring 2025, hvorfor der ikke blev foretaget nogen revurdering af udbygningstakt og tidsplaner. Derved adskiller hovedbanen i den danske landsdelstrafik sig fra hovedbanerne i praktisk talt alle andre europæiske lande ved ikke at være elektrificeret. Der findes derfor ikke et udvalg af godkendt materiel til den nuværende danske fjerntogstrafik på samme måde som der (jf. afsnit 4) gør for regionaltrafikken.

---

<sup>2</sup> DSB ejer i dag 44 IR4-togsæt, hvoraf 24 anvendes i eget regi – IC-tog til Odense/Kolding/Sønderborg samt i regionaltrafik på Sjælland – og de resterende 20 er udlånt til DSBFirst for anvendelse i Øresundstrafikken.

I dag er det fortsat planen, at IC4-togsættene trods massiv forsinkelse, skal stå for hovedparten af fjerntogstrafikken i Danmark. Et mindre antal (ca. 10 togsæt) kører i dag efter en særlig køreplan, og kun de fire første dage i ugen.

En systematisk anvendelse af IC4 i fjerntrafik forventes først at ske omkring 2013-14, dvs. en forsinkelse på 10 år.

## 5.2 Eksisterende undersøgelser

Der foreligger Atkins bekendt ikke nogen kendte undersøgelser eller visioner om fremtidig fjerntog i Danmark, når der ses bort fra GTA-planen fra 1998 og det deraf følgende indkøb af IC4-togsæt i 2001, samt muligheden for mere intensiv trafik som følge af signalprogrammet.

Tilsvarende findes der heller ingen kendte planer for materielanskaffelser i sammenhæng med en evt. genoptagelse af elektrificeringen. Dette er i sig selv ganske ejendommeligt, da det er besluttet, at elektrificere banen mellem Ringsted og Rødby i tilknytning til Femern-forbindelsen. Denne elektrificering af hovedbanen vil gøre elektriske regionaltog relevante i et område, der traditionelt anses for et udkantsområde og være med til at styrke væksten med bedre offentlig transport.

## 5.3 Analyse og vurderinger

Som beskrevet afsnit 3 i denne rapport, vil det være muligt at fremrykke tidspunktet for elektrificering af deletapen Hobro-Frederikshavn til 2019, hvilket vil være til nytte for regionaltogstrafikken i Nordjylland. Fjerntog til Nordjylland vil stadig være afhængig af dieseldrevet materiel, indtil strækningen mellem Fredericia og Hobro er elektrificeret.

Med udgangspunkt i denne situation, kan det være interessant at undersøge om anvendelse af hybridtog, eller kombination af el- og dieselmateriel kunne være et alternativ til traditionel dieseldrift, indtil en sammenhængende elektrificering af hovedbanenettet er opnået. Mulighederne kunne være:

- Hybrid-togsæt (med kombineret el- og dieseltraktion)
- El-togsæt, med dieseltrækkraft tilkoblet på ikke-elektrificerede baner
- Lokomotivtrukket togstamme med hybridtrækkraft

Fælles for forslagene er, at de skal kunne lade sig realisere med allerede kendte løsninger eller teknikker der umiddelbart lader sig indbygge i materiel, uden at det kommer i konflikt normer og TSI'er for rullende materiel. Løsninger baseret på standardtogsæt og færdigudviklede togtyper er formentlig også betingelsen, for at kunne få politisk accept på indkøb af nye tog.



Løsninger der fordrer nyudvikling eller særligt teknisk design til materiel anses ikke for ønskværdigt, dels vil sådant materiel være dyrt i forhold til den mængde der skal anskaffes og dels vil der politisk ikke være lyst til at gentage et projektforløb på lige fod med IC4-togsættene igen.

### 5.3.1 Hybrid-togsæt (med kombineret el- og dieseltraktion)

Der findes kun få eksempler på egentlige hybridtog i verden, der er leveret i serieproduktion til kommercieldrift. I Tyskland anvendes flere steder såkaldte duo-tog på letbaner, bl.a. Alstom Citadis, der kan køre på både på el og diesel.

Netop duo-tog planlægges anskaffet til letbanen i Århus, for at opnå optimal samdrift med Grenaabanen og Odderbanen.

#### **Hyldevarer og typegodkendelser (TSI'er)**

I den almene debat i Danmark om togmateriel tales der ofte om fordelene ved at købe "hyldevarer", hvormed der menes togmodeller som er færdigudviklede og lette at sætte i drift. Strengt taget er betegnelsen "hyldevare" misvisende, fordi den antyder, at togfabrikker er lagerproducerende, og konkret har færdigbyggede tog på lager, selvom de ikke er bestilt endnu. I virkeligheden er togfabrikker ordreproducerende, hvilket indebærer at produktionen af nye tog først sker efter at der afgivet ordre. Ordren kan være afgivet af en togoperatør eller af et leasingsselskab (også kaldet materielselskab eller rolling stock company (Rosco)), hvis forretningsmodel er at lease togmateriel til togoperatører.

I EU-regi er der i de sidste femten år sket en del arbejde, for at gå fra et antal jernbaneetater til en jernbanebranche. En del af dette arbejde indebærer at der udarbejdes generelle tekniske standarder for de forskellige dele af jernbanesystemet, nemlig de såkaldte Tekniske Standarder for Interoperabilitet, eller TSI'er i daglig tale. At tekniske standarder lægges fast i EU-regi og implementeres i hver medlemsstats regelsæt gælder generelt for alle brancher, som del af reguleringen af det såkaldt indre marked. I jernbanebranchen i Danmark administreres denne implementering af Trafikstyrelsen. Det er Trafikstyrelsens politik, at TSI'erne skal implementeres med så få danske undtagelser som muligt for at understøtte overgangen fra etat til branche.

Denne brancheregulering, som er ny i jernbanebranchen, indebærer, at et nyt produkt skal myndighedsgodkendes for om det overholder de tekniske standarder, før det må tages i brug. Det sker hos et lands myndighed (i Danmark hos Trafikstyrelsen), og i princippet gælder godkendelsen fra et land i hele det indre marked.

Hvis man vil tale om, at man skal købe færdigudviklede tog er "en typegodkendt model" en mere præcis betegnelse end "hyldevare". Der er i Danmark inden for de seneste år sket anskaffelse af ti tog til Øresundstrafikken, dobbeltdekkervogne til den sjællandske regionaltrafik, regionaltogetsæt til Grenaabanen, regionaltogetsæt til trafikken i Midt- og Vestjylland og regionaltogetsæt til tre lokalbaneselskaber. Alle disse indkøb har været af typegodkendte modeller.

Det skal her bemærkes, at det generelt er lettere at typegodkende systemer som bygger på et eksisterende typegodkendt system, der blot har fået tilføjet eller ændret få komponenter, end at typegodkende et helt nyt system, også selvom det er sammensat af standardkomponenter. For mere specifik information om typegodkendelse af togmateriel henvises til [www.trafikstyrelsen.dk](http://www.trafikstyrelsen.dk).

Ses der bort fra letbanetog, haves der kun kendskab til det franskbyggede AGC-togsæt familie fra Bombardier med MITRAC Hybrid teknologi, som har leveret i 133 hybridtogsæt til de franske statsbaner SNCF, se fig. 5.1 og fig. 5.2.

Togsættene anvendes i regionaltrafik i områder, hvor elektrificeringen endnu ikke er udbredt til de sekundære baner, og yderligere præges af to forskellige elektriske systemer (1500 V jævnspænding og 25 kV vekselspænding). Da togsættene udelukkende anvendes i lokal- og regionaltrafik, er maksimalhastigheden 160 km/t. Typen vurderes umiddelbart som egnet til danske forhold, men må dog anses at være noget dyrere – formentlig 20-30% - end et tilsvarende "rent" diesel-togsæt. Et godt gæt vil være ca. 50 mio. kr/togsæt.

Togsættet vurderes derimod ikke egnet til fjerntrafik, da maksimalhastigheden formentlig ikke kan bringes op til 200 km/t uden væsentlige ændringer i togets mekaniske og elektriske konstruktion.



Fig. 5.1 Franskbygget AGC-togsæt fra Bombardier fra 2005, der enten kører som diesel-elektrisk togsæt eller som ren elektrisk togsæt.

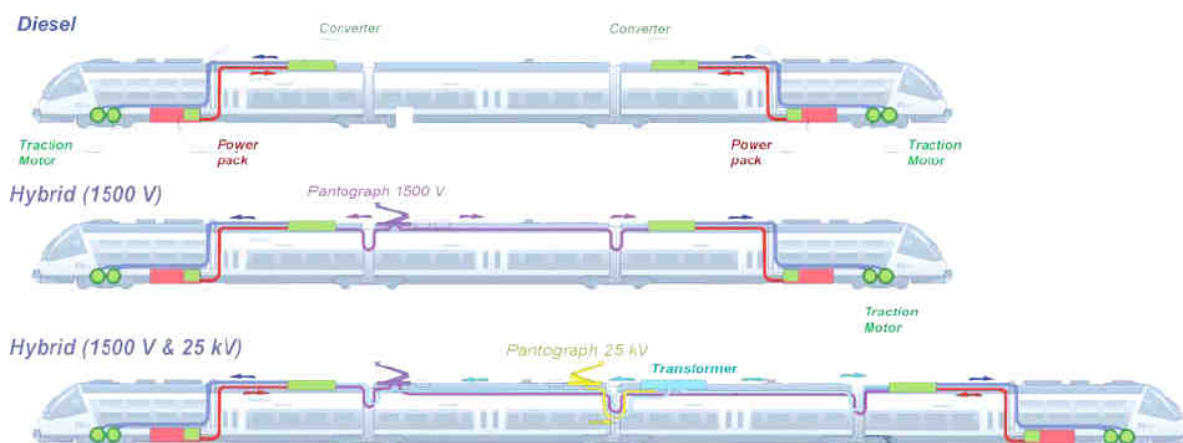


Fig. 5.2 Tre forskellige teknikplatforme for AGC-togsæt fra Bombardier. Øverst et rent diesel-elektrisk togsæt, hvor fremdrift sker ved elmotorer i hjulene, modsat DSB's IC3 og IC4, som er baseret på mekanisk kraftoverføring. Herunder to varianter for kombineret el- og dieseldrift baseret på MITRAC Hybrid teknologi. Systemet kan også kombineres med batterienheder for energioplagring (ikke vist her).

### 5.3.2 El-togsæt, med dieseltrækraft tilkoblet på ikke-elektrificerede baner

DSB praktiserer i dag sammenkobling og passagerkørsel med dieseldrevne IC3-togsæt og elektriske IR4-togsæt på strækningen mellem København og Lunderskov, således at IC3-togsættet afkobles og kører videre mod Esbjerg. Driftsformen er unik, og ikke set andetsteds i verden i systematisk drift.

Den omvendte situation, dvs. hvor IR4-sættet kører med på "slæb" praktiseres derimod ikke, selvom det allerede i dag kunne være interessant i forbindelse med IC-trafikken på den jyske længdebane, hvor der ofte er mangel på siddepladser fredage og søndage. Årsagen hertil er dels begrænset trækraft og dels, at IR4-sæt teknisk kun er indrettet med en beskednen intern kraftforsyning, når toget holder med sænket strømaftager.

#### Hybrid teknologi, hvad er det?

Hybridteknik dækker en driftsform, hvor forskellige energikilder kan anvendes uafhængig af hinanden til fremføring af f.eks. et tog af AGC-typen. Energien til den elmotor, som driver toget fremad leveres enten fra køreledninger, fra et batteri som er blevet ladet op under bremsning eller fra en dieselmotor. Ved at udnytte disse muligheder på de rigtige tidspunkter, opnås betydelige energibesparelser og miljøfordele. Det giver toget en bedre fleksibilitet, således at det ikke er afhængigt af køreledningsanlæg, men samtidigt kan udnytte det til hurtigere drift med mindre udslip, hvor køreledning er tilgængelig. Togproducenten Bombardier er i førerfeltet på dette område, og har udviklet hybridteknikken i konceptet MITRAC. Dette koncept anvendes i kommercielt i dag i togsæt og lokomotiver. Bombardier er en international virksomhed, men har også en afdeling i Randers (tidligere Scandia), der moderniserer og ombygger togmateriel for europæiske jernbaneselskaber.

Spørgsmålet er da også, om dette er en realistisk løsning på sigt, da såvel IC3 og IR4 planlægges overført til regionaltrafik indenfor en kort årrække, når IC4 sættes i ordinær fjerntrafik.

Derimod kan løsningen være værd at overveje, såfremt der indenfor en årrække sættes på nye elektriske togsæt i dansk fjerntrafik. Elektriske togsæt for fjerntog er ganske udbredt i Europa, og for hastigheder over 200 km/t nærmest enerådende. Eksempler herpå er Siemens Velaro-togsæt som anvendes i Tyskland (kendt ICE-3), Holland, Spanien og Rusland, Alstoms AGV- og TGV-togsæt som anvendes i Frankrig og Italien og Alstoms Pendolino-togsæt, som anvendes i Italien, Schweiz, Finland og England.

I Sverige tester Bombardier en opgraderet udgave af Regina-togsættet i det nationale projekt "Gröna Tåget", som skal være et fremtidigt bud på et højhastighedstog til skandinaviske forhold, dvs. til hastigheder mellem 200 og 300 km/t. SJ modtager i 2010 20 Regina-togsæt for fjerntrafik, som skal supplere flåden på 44 X2000 togsæt, se fig. 5.3. Typen vurderes som egnet for dansk fjerntrafik, og vil relativt enkelt kunne tilpasses danske systemer.



*Fig. 5.2 Tyve af disse Regina-togsæt fra Bombardier leveres i 2010 til SJ's fjerntrafik i Sverige. Maksimalhastigheden er 200 km/t, men vil formentlig kunne øges til 250 km/t når erfaringerne fra projekt "Gröna Tåget" er indhøstet. Prisen for 20 togsæt med fire vogndele og ca. 240 siddepladser er iflg. pressemeddelelse fra Bombardier oplyst til i alt 221 mio. Euro i 2008.*

Anvendelsen af eksempelvis Regina-togsæt vil naturligvis være betinget af elektrificeringens omfang i Danmark, og det anses først realistisk at anskaffe et sådant fjerntog, når strækningen til Aalborg er elektrificeret.

Trafik nord for Aalborg vil midlertidig kunne løses med "fremmed trækraft", indtil elektrificering er gennemført til Frederikshavn/Skagen. Dette vil kræve, at togsættet er indrettet for passiv kørsel, dvs. at togsættet har tilstrækkelig intern energiforsyning til sikkerheds- og komfortfunktioner (fx. nødbremsning, dørlukning, kommunikation, aircondition, stikkontakter) der er nødvendigt for at kunne transportere passagerer forsvarligt, tilvejebringes på en anden måde end fra køreledning. Der findes Atkins bekendt ikke el-togsæt, der er indrettet for passiv kørsel, kun funktioner der muliggør transport af el-togsæt til f.eks. værksted.

Intern energiforsyning kan eksempelvis skaffes ved at indbygge en "power pack" i det elektriske togsæt, der giver fornøden effekt til togsættets interne elektriske anlæg. Pladsbehov for et powerpack enhed, skønnet til ca. 150-200 kW, skønnes at fylde ca. 4-6 m<sup>3</sup> og skal placeres et sted i toget, hvor det er muligt at føre udstødningsrør til det fri uden at det konflikter med indsugningsluft til ventilation. Sådanne anlæg kendes bl.a. fra nyere personvognsmateriel i Israel, hvor behovet for effekt til klimaanlæg er så stort, at dette ikke kan leveres fra diesellokomotiv som udgør normal trækraft.

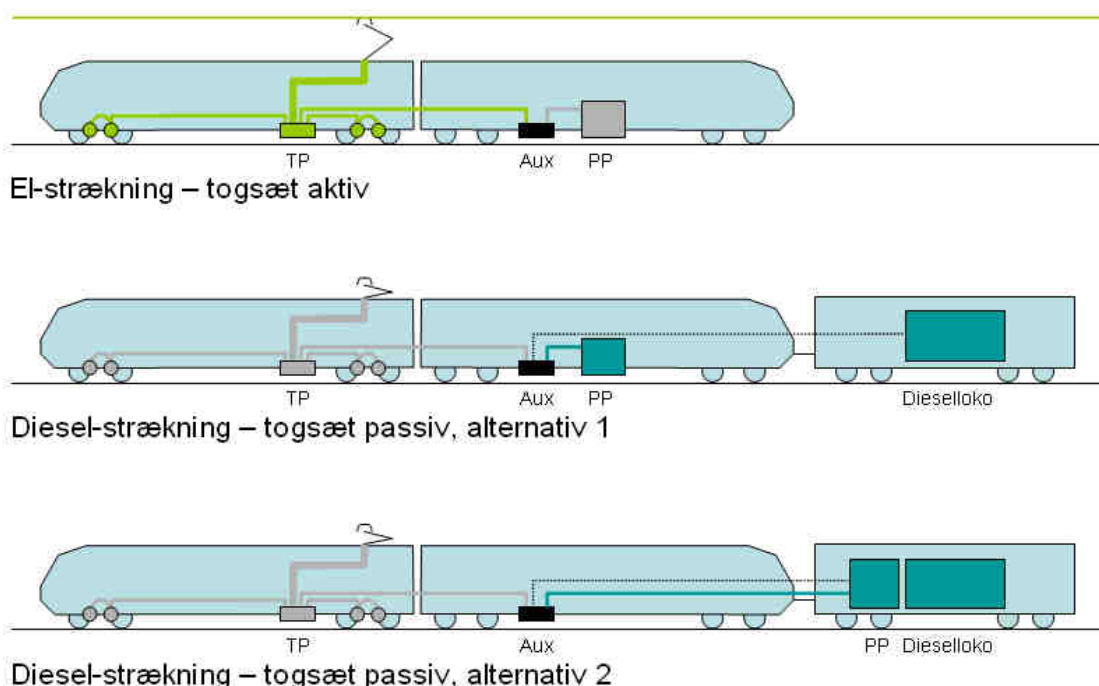


Fig. 5.3 Principtegning for el-togsæt forberedt for kørsel på ikke-elektrificeret bane. Diesel-lokomotiv tilkobles, og kraft til el-togsæt interne funktioner (Aux) leveres enten fra transformer (TP) på el-strækninger, eller power pack (PP) og diesellokomotiv på dieselstrækninger.

Prisen for et sådant anlæg skønnes til 1,5-2,0 mio.kr pr togsæt, forudsat indbygning sker fra starten. Til sammenligning koster et komplet Regina-togsæt, som SJ har ordret fra Bombardier, ca. 11 mio. Euro/stk (dvs. ca. 80 mio.kr/stk).

Ekstern energiforsyning skal på ikke-elektrificerede strækninger tilvejebringes med diesellokomotiv, som ved hjælp af et særlig koblingsanlæg og kommunikationsforbindelse hurtig og enkelt kan til- og frakobles det elektriske togsæt. Der findes formentlig ikke egnede diesellokomotiver i Danmark, som kan anvendes til dette formål, inden for få år. De nyeste diesellokomotiver er litra ME fra 1981-85, som forventes udrangeret inden for de næste 10 år i takt med afskaffelse af lokomotivtrukne persontog i den sjællandske regionaltrafik. Skal et mindre antal af dem tilpasses og levetidsforlænges for at kunne fremføre for elektriske togsæt nord for Aalborg, må der forventes omkostninger i størrelsesorden 5-10 mio.kr/lokomotiv.

Alternativt foreslås det at anskaffe nyere standard diesellokomotiver, f.eks. type Traxx P160DE fra Bombardier eller Eurorunner ER20 fra Siemens. Muligvis vil disse lokomotiver kunne forsynes med elstik for supplerende kraftforsyning af togsæt, således at omkostning til indbygning af "power pack" kan reduceres til en tilslutningsmulighed.

Anskaffelsesprisen for standard diesellokomotiver bedømmes til ca. 20-25 mio.kr/lokomotiv, alternativt kan leasingaftale være interessant, hvis anvendelsen strækker sig over en kortere årrække.

### 5.3.3 Lokomotivtrukket togstamme, med hybridtrækkraft

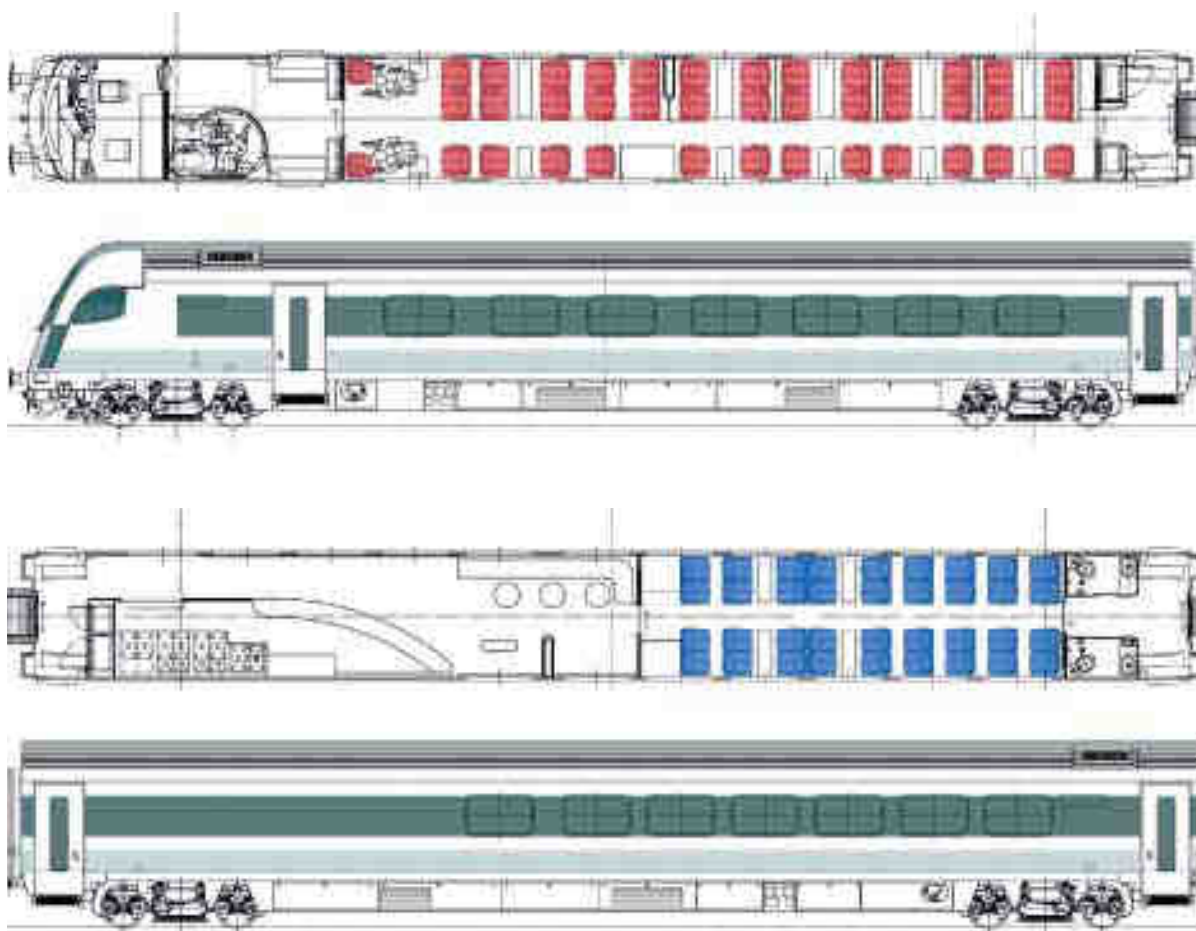
Alternativt til problematikken med dieseldrevne eller eldrevne togsæt, kombineret med udbredelsen af køreledningsanlæg, kan lokomotivtrukne persontog være en mulighed. Dette princip var praktiseret frem til 1990 i fjerntrafikken i Danmark, bedre kendt som de røde IC-tog. Løsningen opfattes i Danmark som en forældet og dyr løsning, og undgås reelt ved at der stilles krav om togsæt løsninger, når der udbydes nyt materiel.

Samme opfattelse hersker dog ikke i det centrale Europa, bl.a. Tyskland og Øst-rig, hvor lokomotivtrukne passagertog stadig er kernen i den tunge passagertrafik, når det gælder regionaltog og mellemdistance fjerntog. Fordelen ved lokomotivtrukne passagertog er her fleksible oprangeringsmuligheder, høj komfort og uafhængighed mellem trækkraft og passagervogne når det gælder eftersyn og værkstedsophold. I sidstnævnte tilfælde vil ingen af de 240 siddepladser i et Regina-togsæt gøre nytte ved værkstedsbesøg modsat en passagervogn, hvor blot 60-80 pladser er ude. En anden fordel ved passagervogne er, at der frit kan vælges mellem el- eller diesellokomotiv, eller hybridlokomotiver som trækkraft.

Siemens tilbyder i sit produktsortiment af jernbanemateriel "Viaggio Comfort" passagervogne, egnede for hastigheder op til 230 km/t. Vognkasserne er opbygget efter få standardmodeller, se fig. 5.4, hvorimod indretningen er udført kundespecifikt. Dette giver mulighed for at indrette eksempelvis fjerntog med meget høj

og attraktiv komfort, hvilket giver god mening ved transporttider på over 2 timer, f.eks. mellem Nordjylland og København. Hver vogn kan indrettes med 55-85 siddepladser, afhængig af særlige ønsker til arbejdspladsmulighed, handicappladser, bistroindretning mm.

Ved at anvende styrevogn i den ene ende af toget, undgås tidskrævende omløb med lokomotiv i København, Århus og Frederikshavn. Samtidig vil stammen kunne fungere som en samlet enhed og kun adskilles, hvor det normalt har base. En togstamme med én styrevogn og tre mellemvogne vil have ca. 300 pladser, men kan i øvrigt hurtig oprangeres med ekstra mellemvogne og opnå højere antal siddepladser.



*Fig. 5.4 Styrevogn og mellemvogn af Viaggio Comfort-typen, som bl.a. anvendes mellem Wien og Salzburg. Hver vogn er indrettet med 55-85 siddepladser, afhængig af særlige ønsker til arbejdspladsmulighed, handicappladser, bistroindretning mm. En togstamme med én styrevogn og tre mellemvogne vil have ca. 300 pladser, men kan i øvrigt hurtig oprangeres med ekstra mellemvogne og opnå højere antal siddepladser.*

Som trækraft foreslås hybridlokomotiv Bombardier type ALP-45DP, der er udstyret med MITRAC Hybrid teknologi, se fig. 5.4. Lokomotivtypen er forholdsvis ny, og kun leveret til det amerikanske marked, hvor det skal indsættes i regionaltrafik i New Jersey (USA) og Montreal (Canada). Ved el-drift yder lokomotivet 4 MW og har en maksimal hastighed på 200 km/t og ved dieseldrift 2,5 MW med maksimal hastighed på 160 km/t.

Selvom typen ikke anvendes i Europa, anses det for relativt enkelt at få godkendt typen til brug i Danmark, da Bombardiens MITRAC Hybrid teknologi allerede er leveret til franske AGC-togsæt, og derved opfylder regelsæt for jernbanemateriel (TSI'er).

Det har ikke været muligt at finde anskaffelsespris for et komplet tog bestående af et hybridlokomotiv og tre mellemvogne, men prisen vurderes at være højere end et tilsvarende togsæt med samme antal siddepladser, dvs. omkring 80-100 mio. kr. pr. togstamme.



*Fig. 5.4 I alt 46 hybridlokomotiver af typen ALP-46DP skal Bombardier levere til det amerikanske marked. Ved el-drift yder lokomotivet 4 MW og har en maksimal hastighed på 200 km/t henholdsvis 2,5 MW med maksimal hastighed på 160 km/t ved dieseldrift. Toget vil kunne udstyres med moderne intercity vogne i Danmark, og anvendes som fjerntog på såvel el. som dieselstrækninger.*



Antallet af togsæt eller togstammer, der er nødvendigt for at kunne betjene Nordjylland med en fjernogsproduktion af høj kvalitet, er naturligvis betinget af ønsket antal afgang i et driftsdøgn og hvor mange siddepladser der ønskes pr. tog. Tages der udgangspunkt i køretidsberegningerne i kapitel 2, vil rejsetiden mellem Frederikshavn og København spænde fra ca. 6 timer ved 0-alternativet ned til 3 timer ved en Kattegat-forbindelse. Antallet af togstammer kan mindskes, hvis køretiden reduceres, jf. diskussionen af køretid i afsnit 2.

Antages en køretid på 4.45 timer mellem Frederikshavn og København, med tog hver time i tidsrummet 05-21, samt tre forlængelser af togene til Skagen (yderligere køretid ca. 35 minutter), skønnes der et behov på ca. 16 driftsstammer/togsæt eksklusiv reserver. Fordres kun to-timers drift, vil omfanget af driftsstammer kunne reduceres til det halve. Investeringsbehovet vil lægge på 1-2 mia.kr for nyt fjerntogsmateriel inkl. reservestammer, afhængig af antal togstammer og typer der ønskes.

Endelig kan der laves en begrænset løsning i stil med den der praktiseredes før 1990, hvor der kørte særlige lyntog "Sølvpilen" mellem landsdelene. Her kørte to daglige togpar med særligt materiel og efter den tids forhold høj komfort og høj gennemsnitshastighed. Genopfriskes dette koncept med f.eks. 4 daglige togpar med materiel af høj kvalitet mellem Skagen og København, og stop på relativ få stationer syd for Aalborg, vil antallet af driftsstammer kunne reduceres til 3 eller 4, afhængig af hvor optimal omløbene vil kunne lægges. Investeringsbehovet vil dermed lægge på 300-400 mio.kr inkl. reservestamme.

Det er dog muligt, at lokomotivtypen også kan være relevant for den sjællandske regionaltrafik indtil 2018 til Nykøbing F og strækninger der ikke er elektrificerede efter 2018, f.eks. Holbæk-Kalundborg. Eftersom den sjællandske regionaltrafik og landsdelstrafikken har myldretid på forskellige tider af døgnet vil det være muligt at udnytte lokomotiverne i spidsbelastningen i begge trafiksystemer. Det vil mindske den del af anskaffelsesomkostningen, som skal begrundes alene i fjerntrafikken til og fra Nordjylland.

## 5.4 Sammenfatning og konklusion

En overordnet gennemgang af moderne togmateriel viser, at det i dag vil være muligt at skaffe hybridtog, der kan køre på såvel elektrificerede som ikke-elektrificerede strækninger uden at skifte trækraft. Frankrig har anvendt duo-togsæt, dvs. el-togsæt med fast indbygget dieselmotorer, siden 2005. I USA og Canada anskaffes nye dielelektriske lokomotiver, der kan køre på kørestrøm, hvor det er tilgængeligt. Fælles for dem er, at effekt for trækraft er mindre, når der køres på dieselmotor.

Det er Atkins umiddelbare opfattelse, at en investering i størrelsesorden 1-2 mia.kr i et særligt fjerntogssystem med hybridmateriel til Nordjylland ikke vil være formålstjenligt i lyset af den planlagte systematiske indsættelse af IC4 i fjerntrafik fra 2013.

Det kan dog overvejes, om der skal oprettes et særligt højklasset fjernogsprodukt – en slags "Lyntog Classic" – mellem hovedstadsområdet og Nordjylland, der kører i sit eget lukkede omløb. Det vil dog være mod de tendenser der findes i jernbanebranchen i dag, hvor der i stedet sættes i stordrift og standardiseret materiel. Endelig vil det også kræve politisk velvilje at indføre et særligt togprodukt for relativ få passagerer, selv om intentionerne i at styrke kollektiv trafik er nok så gode.

Alternativ løsning til hybridmateriel er at lade et konventionelt diesellokomotiv trække el-togsættet på ikke-elektrificeret strækning. I så fald skal el-togsættet være udstyret med intern kraftforsyning, en såkaldt "power pack" eller forsynes med kraft gennem stikforbindelse fra diesellokomotivet. Løsningen er ikke praktiseret, men skønnes at kunne indbygges i nyt materiel for omkring 1-2 mio.kr ekstra pr. togsæt. Hertil kommer anskaffelse af nye diesellokomotiver, idet der ikke findes egnede brugte diesellokomotiver på markedet.

Hvis efterspørgslen på fjernogsrejser stiger udover den kapacitet IC4-flåden kan levere, når den er i fuld drift, anbefales i stedet at koncentrere indsatsen på at få elektrificeret igennem helt til Frederikshavn, for at kunne benytte allerede typegodkendt fjernogsmodel som fx Bombardier Regina eller Siemens Viaggio.

Tog baseret på hybridteknik, som eksempelvis Alstoms Mitrac Hybrid system, findes i typegodkendte tog i Europa, vil dog kunne udnytte en elektrificering nord for Hobro i fjerntrafikken til og fra Nordjylland også før strækningen Hobro-Fredericia bliver elektrificeret. Det vil dog næppe blive aktuelt, hvis strækningen Nordjylland-Fredericia bliver elektrificeret inden IC3-togene udrangeres i begyndelsen af næste årti.

## 6. HVORDAN KOMMER VI VIDERE?

Undervejs i denne analyse har vi identificeret en række forhold, som kunne være interessant at belyse nærmere. Imidlertid ligger de uden for opgavebeskrivelsen, og følgelig er de ikke behandlet nærmere.

Vi mener dog at nedenstående spørgsmål kan være interessante at undersøge nærmere, enten i Region Nordjyllands regi eller Region Midtjylland. Vi har derfor valgt at liste dem op her.

### Opgradering af strækningen Århus-Hobro

- Etablering af en helt ny hovedbanegård i Århus på den gamle godsbanegård ved Carl Blochs Gade og herfra tunnel nordud under Århus?
- Skal en nybygningsløsning medføre et nyt standsningssted i Århus Nord?
- Beskrivelse af synergieffekter ved at universitetsbyerne Aalborg og Århus kan nås på under en time?
- Kan en shuntforbindelse uden om Århus give mening med tilhørende letbanetransport til midtbyen?
- Kan en kurveudretningsløsning f.eks. betyde nedlæggelse af tidligere fjernbane med Hinnerup station og flere andre potentielle nye stationsanlæg?
- Eller en opdeling af strækningen Århus-Randers i to dobbeltspor på strækningen Brabrand-Svendstrup som en delvis nybygningsløsning?
- Eller en opdeling af strækningen Århus-Randers i to dobbeltspor på to delstrækninger: Brabrand-Hadsten og Hadsten-Stevnstrup?
- Skal trafikken fra Struer-Viborg-Langå køre via Randers på ny bane eller via gammel fjernbane.

### Elektrificering af jernbanen nord for Århus

- Cost-benefit analyse af at "tyvstarte" elektrificering i Nordjylland med 5, 10 og 20 år?
- Nærmere undersøgelse af broer over jernbanen for profilforhold i relation til køreledningsanlæg, således omfanget af sporsænkninger, ombygninger eller nybygninger (og dermed de økonomiske konsekvenser) kendes?

- Forslag til tilpasning af sporanlæg ifm. hastigheds- og kapacitetsopgradering mellem Hobro og Aalborg, således der er taget hensyn til elektrificering? Her tænkes f.eks. på stationerne i Hobro og Skørping, samt behovet for ekstra transversaler og overhalingsmuligheder på strækningen.

#### El- og diesel materiel for nærbanetog

- Nærmere undersøgelse af udviklingsmuligheder for Aalborg Nærbane, bl.a. forlængelse til Hobro henv. Hjørring eller Hirtshals/Frederikshavn?
- En opgraderet Aalborg Nærbane, hvad stiller det af krav til kapaciteten på strækningen Hobro-Aalborg i relation til signalprogrammet?
- Kapaciteten på strækningen Aalborg-Frederikshavn, kan der gennemføres halvtimesdrift med regionaltog og timedrift med fjerntog med nuværende infrastruktur og hastighed?
- Hvis ikke, hvor og hvor mange steder skal banen i givet flad udbygges med dobbeltspor og/eller krydsningsspor?
- Kan Aalborg-Frederikshavn opgraderes til 140-160 km/t i tilknytning med nyt signalprogrammet og hvad vil det koste?
- Forslag til handlingsplan for Aalborg Nærbane ver. 2.0 når nuværende trafiktafte ophører i 2014/15 – hvad kan gøres af forbedringer før 2018 og efter?
- Krav til nyt regionaltogsmateriel, antal siddepladser og komfort – hvordan gøres pendlerrejsen attraktiv?
- Mulighederne i en opgradering af nærbanen, set ud fra byplanudvikling og reaktivering af landsbyer? Er der mening i at åbne nærbanestationer i Vestbjerg, Sulsted, Tylstrup og Hjørring Syd?

## **KILDER OG REFERENCER**

- Det landspolitiske forlig En Grøn Transportpolitik af 29. januar 2009, som fastlægger timeplanen som en landspolitisk ambition
- Rapporten Modernisering af jernbanens hovednet, som introducerer timeplanen fagligt
- Den midtjyske letbanekomiteés udgivelser, samt rapporten: Bane- og vejforhold i Århus.
- Kattegatkomitéens udgivelse "Danmark som én metropol" i forbindelse med konference 5. oktober 2009
- Konferencedokumentationen Udvikling af Infrastrukturen i Nordjylland
- Det tekniske notat Scenarier for togtrafikken i Vendsyssel og Himmerland
- Folderen Letbane i Aalborg – en vision for udvikling af den kollektive trafik
- Temagrupperapporten Det Forbundne Nordjylland
- Den Regionale Udviklingsplan Mulighedernes Nordjylland
- Screeningsundersøgelse Fortsat elektrificering af banenettet, Transportministeriet, Niras april 2009.
- BCG rapporten Øget konkurrenceudsættelse af jernbanesektoren, afsnit 2.4



## **BILAG**

- 1) Budget for elektrificering af jernbanerne nord for Hobro.
- 2) Oversigt over materieltyper egnet for nærbanetrafik.