

København, den 4. august 2016

Til Folketingets Transport- og Bygningsudvalg

Jeg sender denne henvendelse om batteridrift af tog, fordi jeg erfarer, at DSB har sendt udvalget et notat, der giver et helt misvisende indtryk af perspektiverne og mulighederne for batteridrift. Jeg har siden 2009 arbejdet med batteridrift af tog og har i 2010 lavet et forprojekt herom sammen med Dong Energy.

DSB har længe modarbejdet nytænkning også i denne sammenhæng, så det er ikke overraskende, at notatet er fyldt med unøjagtige og endda direkte fejlagtige oplysninger og afviser tanken om batteridrift.

Formålet med batteridrift er således ikke bare, som DSB skriver, at undgå, at broer skal løftes i forbindelse med elektrificering med køreledninger, men simpelthen at undgå selve den omkostningskrævende ledningselektrificering fuldt og helt, da batteritog i almindelig drift er en reel mulighed og desuden er både grønnere og billigere end almindelige elektriske tog. Tilsvarende er det revet ud af luften, når DSB i notatet hævder, at batteritog ikke kan køre hurtigere end 120 km/t. Batteridrift er relevant i forbindelse med drift af både højhastighedstog og godstog!

Folketingets trafikudvalg fortjener derfor at få lidt information om batteritog, der ikke er styret af DSB's virksomhedsinteresser, der jo går imod at gennemføre besparelser, der ikke kommer DSB selv tilgode. I dette tilfælde er det således kun BaneDanmark og ikke DSB, der vil nyde godt af besparelserne.

Den nyere historie om batteritog er, at jeg i 2009 fik den idé, at elektriske tog, altså de allerede eksisterende elektriske tog måtte kunne drives af strøm fra batterier i lighed med el-biler. Da jeg godt 20 år tidligere havde arbejdet i DSB og dengang havde skrevet DSB-notater til bl.a. dette udvalg om, hvorfor det var en god ide at satse på at udvikle IC3-dieseltogene som alternativ til elektrificeringen med ledninger, slog det mig straks, at argumenterne for batteritog var præcist de samme.

Altså: argumenterne for batteritog som alternativ til ledningselektrificering var DSB's egne 25 år gamle argumenter for at satse på diesel frem for elektrificering. Argumenter, som viste sig at holde. IC3 har som bekendt været en bragende succes.

Jeg gik så til DONG Energy - vel vidende, at det ikke ville give nogen mening at gå til DSB og sammen lavede vi et ganske omfattende projekt om batteritog.

Det viste sig, at der i efterkrigstiden havde kørt batteritog i Vesttyskland, men på gammeldags bly-syre batterier (traditionelle akkumulatorer) og ikke de nu moderne Li-Ion-batterier med meget større kapacitet. Alle tekniske data var tilgængelige. Vi kunne derfor regne på dem og tilføje data om Li-Ion batteriteknologi.

Resultatet var nærmest chokerende. Det stod klart, *at selv med de dengang eksisterende bilbatterier gav det ikke længere økonomisk mening at ledningselektrificere de danske jernbaner.* Det var konklusionen allerede i 2010.

I virkeligheden var Li- Ion batterierne et teknisk gennembrud for batteritog, hvad de ikke var for elbiler. Pointen er nemlig, at alle de problemer, der er i tilknytning til el-biler og som gør, at de stadig ikke har slået igennem, slet ikke gælder for togdrift. Det skal dog medgives, at det kun er et spørgsmål om tid før batteriteknologien til elbilerne er på plads, men så vil det også komme batteritog yderligere til gode.

I tog er der plads nok til batterier: det viste de tyske tog tydeligt. Man anbragte simpelthen de meget store og tunge blysyre-batterier under vognene mellem hjulene, hvor der normalt er kun er luft, så de optog ikke plads i togene over hovedet.

At de var tunge var heller ikke noget problem. Faktisk lægger man normalt en stor kontravægt ind i lokomotiver, så de kan trække noget. Det er lige før vægten var en fordel.

Endeligt var der det, som er el-bilernes virkelige achilleshæl, batteriernes pris. Det er heller ikke et problem i forbindelse med tog for alternativet er jo ikke fortsat bensin/diesel-drift, men en milliarddyr infrastrukturinvestering og senere store drift- og vedligeholdelseudgifter deraf, som nu kan spares væk.

Ud fra BaneDanmarks regnskab opdagede vi oven i købet, at den samlede udgift til vedligeholdelse af et fuldt ledningselektrificeret jernbanenet i Danmark ville være *større* end den samlede afskrivning og forrentning at et tilsvarende fuldt batterificeret jernbanesystem med en løbende vedligeholdelse af bestanden af batterier, så hele udgiften til elektrificeringen på 10 – 20 mia. kr. kan spares væk.

Konklusionen var derfor meget positiv. Men da DONG Energy i 2010 forelagde den for DSB's ledelse, blev den øjeblikkeligt afvist, dog uden teknisk begrundelse eller efter inddragelse af teknisk ekspertise. Man syntes bare ikke, at det var en god ide.

Ikke bare har batteridrift været en historisk kendsgerning i 100 år, teknologien forbedres løbende og man kan altså spare et to-cifret milliardbeløb. Det er imidlertid også *en grønnere teknologi end almindelig elektrificering*, for mens almindelige el-tog kører på og trækker strøm i elforbrugets spidsbelastningstimer, hvor strømmen produceres på bl.a. kul, så kan batterier oplades med strøm fra vedvarende energikilder om natten, hvor strømmen endda næsten er gratis. Men DSB's daværende ledelse var ligeglad.

Et års tid senere var tiden inde til at prøve igen. Denne gang kontaktede jeg selv DSB's ledelse, men fik samme deprimerende reaktion set med samfundets øjne. Jeg fik endda et skriftligt svar fra DSB's miljøchef, som åbenbart ikke var vidende om den batteriteknologiske udvikling siden 1950'erne.

Siden er der så sket rigtigt meget på batteritogsfronten, specielt i Japan, Storbritannien og i USA, så nu kan batteritog ikke længere afvises som ren teori. De er ganske enkelt "state of the art". DSB har derfor måttet udarbejde et notat, men desværre fordrejer DSB i notatet fuldstændigt, hvad det handler om.

Det handler ikke om hvorvidt nogle broer skal hæves eller ej. *Det det handler om er, at Danmark er på vej til at gennemføre endnu en fejlinvestering i banesektoren i milliardklassen. Elektrificeringen*

af de danske baner kan ganske simpelt vise sig at blive fremtidens IC4 gange fire– ja, det er overvejende sandsynligt. Allerede i dag er det sådan, at drift med batteritog vil være billigere end drift med ledningselektriske tog på grund af de enorme vedligeholdelses-omkostninger, der knytter sig til ledningerne. Men man har mig bekendt aldrig oplyst politiker og offentlighed om, at vedligeholdelsesudgifterne til ledningerne er enorme, når man har solgt elektrificeringsplanerne. Tværtimod har man gentagne gange fortalt offentligheden, at drift med el-tog er billige end drift med dieseltog, vel vidende at vedligeholdelsen af ledningerne ikke indgik i regnestykket (se side 179 i 'DSB af sporet', vedlagt). Senest er dette blevet fremført i forbindelse med TogfondenDK.

Kort sagt: den dag ledningselektrificeringen er tilendebragt taler alt for, at det bedst kan betale sig at pille ledningerne ned igen, selv om man har investeret op mod 20 milliarder kr. i at hænge dem op. Det er 20 milliarder kr. lige ud af vinduet.

I 2014 skrev jeg den DSB-kritiske bog "*DSB af sporet*", som jeg året efter fulgte op med konstruktive forslag i bogen "*Banerne på sporet -igen. En selvfinansierende vision for jernbanens fremtid*". Til folketingets trafikudvalg vedhæfter jeg hermed kopi af uddrag af disse bøger, nemlig

"Kapitel 21. Elektrificering – rentabel når forrentning og vedligeholdelse ikke regnes med". Side 171 – 182 i "*DSB af sporet*".

"Kapitel 12. Materiel". Side 121 – 132 i "*Banerne på sporet -igen*".

"Bilag 4. Batteritog". Side 217 -230 i "*Banerne på sporet -igen*".

De to sidstnævnte omhandler direkte muligheden for drift med batterier, mens førstnævnte diskuterer baggrunden, bl.a. skismaet mellem IC3 og elektrificering, Togfonden, samt udgifterne til elektrificering.

Med venlig hilsen

Uffe Palludan, cand. polit
up@palludan.dk

DSB

AF SPORET



UFFE PALLUDAN

KAPITEL 21

Elektrificering – rentabel når forrentning og vedligeholdelse ikke regnes med

"Elektrificering anses for en teknisk forudsætning i analyserne af den samlede danske højhastighedskoncept på længere sigt. Det forudsættes, at nye strækninger elektrificeres, og at fremtidige nye tog vil være elektriske."

Banepplanudvalgets statusrapport, december 1995

Jernbanen er et barn af dampmaskinen, der i mange år var den eneste maskine, man kendte til. Stor, tung og med lav energieffektivitet – og stærkt forurenende. I 1871 kunne Werner von Siemens imidlertid vise sin elektromotor frem på en industriudstilling i Berlin. Han brugte den til at fremføre et lille udstillingstog, men der skulle gå rigtigt mange år før elmotoren fik betydning i jernbanesammenhænge. Da det skete, var det naturligvis i de sammenhænge, hvor dampmaskinen var mindst hensigtsmæssig: spurvognsdrift, der hidtil med fordel havde været hestetrukken. Danmarks første elektriske bane var Nørrebro Sporvej, der fra 1895 kørte med batteridrevne spurvogne. Man fandt dog hurtigt ud af, at ledninger med fordel kunne erstatte batterierne, da det var en begrænset opgave at hænge en let ledning op mellem husblokkene.

Fordelen ved elektrisk drift er, at motorerne er meget små og har enorm trækraft og de accelererer jævnt. Ulempen er, at elektrificering med ledninger er overordentlig dyr ikke bare i anlæg, men også i vedligeholdelse. *Derfor skal der en meget intensiv drift til, før det giver økonomisk mening at ledningselektrificere jernbaner.*

Derfor var der heller ikke mange, der før anden verdenskrig regnede med eldrift som en seriøs mulighed i forbindelse med drift af jernbaner, bortset fra – naturligvis – i bytrafik, hvor banerne er korte (= billige at elektrificere) og intensivt trafikerede (= afkastet er stort) og der var åbenlyse (miljø-)fordele i forhold til dampdrift.

I 1920'erne udvikledes et nyt seriøst alternativ til dampmaskinen, dieselmotoren. Den gav banen helt nye muligheder og Danmark var et af de første lande til at udnytte dem. Dieselmotoren gav mulighed for at lave små, lette og hurtigt accelererende enheder, der kunne køre stærkt. I Danmark indførte man i forbindelse med indvielsen af Lillebæltsbroen i 1935 *lyntogene*, der udnyttede den nye teknologiske muligheder: små selv-kørende enheder, der selv kunne køre om bord på Storebæltsfærgerne. *Et perfekt koncept i et af Europas mindste og tyndest befolkede lande.* Med disse tog muliggjordes relativ intensiv drift mellem det tyndtbefolkede Jylland og København.

Efter anden verdenskrig var der således ikke mange, der regnede med el-drift som et seriøst alternativ til diesel (og damp) på baner som de danske, der dækkede et tyndt befolket land med kun ét center. Der var dog to lande, der havde investeret i elektrisk drift i Europa: Sverige og Schweiz: Sverige fordi man havde vandkraften og dermed gratis energi og Schweiz på grund af de særlige forhold, der kendetegnede Alperne, hvor kørsel med tunge damplokomotiver selvsagt var et problem.

Efter krigen, hvor Europa blev delt, så man to forskellige udviklinger: I øst satsede Stalin på en hurtig udvikling af sværindustrien og energiproduktion fra enorme vandkraftværker og i den forbindelse også på en udbygning af jernbanerne med elektrisk drift med henblik på tunge råvaretransporter. I vest gik man mere pragmatisk frem ved genopbygningen efter krigen.

I Danmark fik man del i den amerikanske genopbygningsstøtte, Marshall-hjælpen ved at få mulighed for at licensproducere amerikanske General Motors diesellokomotiver. Sådan blev MY-lokomotivet til som et til danske forhold tilpasset amerikansk lokomotiv, som danskerne tog i mod med kyshånd på grund af de gode erfaringer med diesel fra lyntogene. Konsekvensen var, at man gik væk fra små lette selv-kørende enheder til tunge dieselektriske lokomotiver. Det var egentligt et tilbageskridt.

Elektrificering i Tyskland

I Tyskland, havde man elektrificeret en del strækninger i det sydlige Tyskland, specielt i Bayern på grund af de mange stigninger. Efter krigen satsede man ikke på elektrificering, men hvor man havde elektrisk drift

fortsatte man med at elektrificere, da problemet med elektriske tog er, at de kun kan køre, hvor der er elektrificeret. Problemet med at elektrificere er således, at bordet fanger - det er en fælde. Dvs. det er en politisk fælde, for for banerne er det set ud fra en fokusforskudt virksomhedsbetragtning fast indtægt. I den forstand minder elektrificering om tobaksrygning. For forbrugeren/samfundet er afhængigheden et stort problem, men for industrien, der lever af afhængigheden er det alle tiders.

Elektrificering i Tyskland giver imidlertid en helt anden mening, end i Danmark. Tyskland og specielt Vesttyskland er tæt befolket og store dele af landet har karakter af at være sammenhængende byområder, hvor der reelt er tale om S-banedrift. Dertil kommer, at der i Tyskland er en række store centre, som ligger relativt langt fra hinanden, hvorimellem drift med store enheder og non-stop-kørsel med høj hastighed giver mening. *Det er der ikke i Danmark.*

Hertil kommer, at der i Tyskland er tale om omfattende godstransport på skinner, noget der ikke findes i Danmark, når der ses bort fra udenlandsk transitgods. Derfor gennemførtes en vis elektrificering af de tyske hovedbaner. (Efter tyske forhold findes der ingen hovedlinjer i Danmark, kun regionalbaner). Men elektrificeringen i Tyskland er slet ikke så langt fremme, som interessenter bag elektrificering af de danske baner hævder. Det var f.eks. først i december 2008, at banen mellem Hamborg og Lübeck (byer større end København og Aarhus og i forstadsafstand fra hinanden) blev elektrificeret.

I efterkrigstiden gjorde man imidlertid også noget andet i Vesttyskland: man satsede på batteridrevne tog til sidebanerne, hvor ledningselektrificering af økonomiske årsager selvsagt ikke kunne komme på tale, dvs. baner som de jyske. Tyskland havde en lang tradition for batteridrift og nu udvikledes nogle nye driftsenheder, som der blev bygget ca. 250 stk. af, og som kom til at spille en nøglerolle på sidebaner over alt i Vesttyskland fra Sydslesvig over Ruhr til Bayern. De blev produceret i perioden frem til midten af 1960'erne. I 1990'erne blev de taget ud af drift, hvor de blev erstattet med dieselmateriel, da dieselteknologien i mellemtiden var blevet udviklet, mens el-teknologien havde stået i stampe. Det var samtidig med man udviklede IC3-togene i Danmark.

Elektrificering i Danmark

I Danmark nærmede tiden sig i 1970'erne nu til udskiftningen af de gamle diesellokomotiver fra 1950'erne. I 1975 kunne DSB præsentere offentligheden for *DSB Plan 90*, der havde til formål at transformere DSB til en moderne national transportvirksomhed. I den forbindelse foreslog man det samlede jernbanenet blev beskåret til det absolutte minimum, så der kun var hovedbanerne tilbage, som så til gengæld skulle elektrificeres, ikke mindst af hensyn til godstransporten, som man i *Plan 90* ville koncentrere omkring ni godstransportknudepunkter. Persontrafikken skulle samtidigt indskrænkes til hovedbanerne, hvor der skulle køres med moderne elektrisk materiel.

Dette var baggrunden for, at folketinget ved lov af 23. maj 1979 fire år efter præsentationen af *Plan 90* besluttede at banerne skulle elektrificeres i forbindelse med at man udskød bygningen af Storebæltsbroen.

Nu skulle der udvikles et nyt lyntog til det elektriske net. Men da elektriske tog ikke ved egen kraft kunne køre om bord på Storebæltsfærgerne, foreslog man fortsat lokomotivdrift, der desværre forudsatte en omfattende rangering ved færgerne. Man foreslog, at der skulle udvikles nogle nye femvognstogsæt kaldet prototypelyntoget eller IC5 med samme længde som en færge og med et styrehus i hver ende, men altså uden egen motor. Ideen var så, at disse tog kunne blive skubbet af et lokomotiv frem til og ind på færgen og blive trukket ud på den anden side af bæltet. I en overgangsfase kunne man så bruge lokomotivskiftet til at skifte mellem elektrisk traktion på Sjælland og diesel på Fyn og i Jylland.

IC3-beslutningen om dieseltog

Der opstod imidlertid store tekniske problemer for det nye tog (se afsnittet om IC4) og det kunne nemt være gået rigtigt galt. Men DSB var heldig. Man havde simpelthen den rette mand på rette sted til rette tid. Han hed Niels Touggaard-Nielsen og han kom til at redde jernbanen fra en katastrofe – eller rettere sagt, det lykkedes ham at udskyde katastrofen en hel generation.

Han indså, at DSB med elektrificeringen var på vej ud af et vildspor. Med lokomotiv- og elektrisk drift blev der lagt så mange restriktioner ned over køreplanlægningen, at man simpelthen ikke kunne lave en velfungerende køreplan for Danmark før alle baner var elektrificerede og det ville være årtier ude i fremtiden. Med store enheder kunne man reelt ikke betjene de tyndt befolkede egne i Jylland med direkte drift til og fra København, da man kun havde én færge i timen at gøre godt med. Den gradvise udbredelse af det elektriske net i Jylland ville samtidig indebære, at man i årevis måtte køre med gammelt dieselmateriel under ledningerne og måtte pålægge passagererne at skifte tog, hvis de skulle til København.

Han foreslog man lavede en moderne udgave af 1930ernes lyntog. Det blev til det dieseldrevne IC3 og man droppede planerne om det nye lyntog. Dermed fik DSB igen et system med små selvkørende tog, der var hurtigt accelererende, havde et lille energiforbrug og dermed god driftsøkonomi og en begrænset udledning af forurenende partikler. Med dem kunne man med én færge i timen få timedrift mellem København og alle vigtige byer i Jylland.

Hertil kom så, at sådanne tog kunne udvikles hurtigere end man kunne nå at elektrificere banerne og at de kunne køre over alt fra dag ét også der, hvor man dengang aldrig kunne drømme om at elektrificere banerne. Disse steder kunne dermed få direkte forbindelser til København.

Argumenterne for at køre med små dieseldrevne tog frem for store tunge elektriske tog var i danske geografi indlysende – og i dag kan man dagligt opleve, hvor gode IC3-togene faktisk er i daglig drift. Siden blev der blevet bygget en Storebæltsbro, men det ændrer ikke grundlæggende ved, at der bortset fra den østjyske længdebane kun er en meget begrænset trafik på banerne vest for Lillebælt. En trafik det kun giver mening at elektrificere, hvis man lukker øjnene for den økonomiske virkelighed, dvs. tænker fokusforskudt. Derfor var det også kun naturligt, at folketinget ophævede beslutningen om at elektrificere de danske baner. IC3 havde vist sig at være et fulgyldigt alternativ til elektrisk drift.

Men bag elektrificeringen er der meget stærke økonomiske interesser, der lige siden har kæmpet for at få elektrificeringen på dagsordenen igen. Der er hele rådgivningsbranchen. Der er de store materielproducenter, og der var entreprenørerne og underleverandørerne. Elektrificeringen af jernbanerne vil alene i Danmark løbe op over 20 milliarder

kr. og med sådanne beløb som en gulerod i udsigt, opstod der hurtigt enighed om, at elektrificering af banerne var ”fremtiden”. At det samfundsøkonomisk var langt ude, udelukkede jo ikke, at der her var enorme forretningsmuligheder.

Så selv om DSB satsede på dieseltog, opstod der hurtigt en lobby, der mente, at på langt sigt kunne man ikke komme uden om en elektrificering af banerne. Den fandt også støtte hos visse medarbejdere i DSB og BeneDanmark, der havde brugt år af deres professionelle liv på at planlægge elektrificeringen. ”*Det var fremtiden*”. Og de mange jernbaneentusiaster, som reelt ikke skelnede mellem det at lege med deres barndoms Märklin-tog og virkelighedens baner, var enige om at elektrificering var fremtiden. Også fordi man, når man i fremtiden skulle kobles på ”det europæiske højhastighedsnet”, så var elektrisk drift en nødvendighed, sagde man. Ellers kunne de tyske el-tog jo ikke køre på de danske baner. Jernbaneentusiasterne kunne simpelthen ikke lide de små letvægts IC3-tog, der var lavet af aluminium – det var simpelthen ikke *rigtige* tog, alene fordi de var letvægts - nærmest kun en slags skinnebusser. Det brød de sig ikke om.

DSB's satsning på dieseltog var dermed fra start i oprørte vande. I første omgang ændrede DSB planerne, så elektrificeringen blev drejet væk fra Fredericia-Aarhus til Fredericia-Padborg med henvisning til, at så kunne de tunge svenske godstransporter forrente investeringen, men det hele endte med, at det viste sig at en stor del af elektrificeringsmidlerne var blevet anvendt til andre formål.

Da så diesel IC4-togene, der skulle følge op på IC3-togenes succes, blev en skandale, var el-lobbyen klar: IC4-skandalen skyldtes simpelthen, at der var tale om dieseltog, selv om de to hovedfejl i togene intet havde med motorerne at gøre: Det er som bekendt bremserne og togenes computere, der ikke virker. Det er problemer, der lige så godt kunne have kendetegnet ét til DSB tilpasset elektrisk tog.

Men specielt borgerlige politikere var modne for påvirkning, da beslutningen om IC4 var truffet uden om dem af socialdemokratiet, SF, de radikale og Enhedslisten. De tegnede nu billedet: venstrefløjen havde satset på fortidens teknologi: diesel, og havde uden om den sædvanlige trafikpolitiske konsensus gennemtrumfet, at Danmark/DSB skulle udvikle sit eget diesel materiel, mens alle andre lande satsede på elektrificering. Og

nu gik det galt. Skandalen var politisk og fokus forsvandt fra det egentlige nemlig, at skandalen reelt skyldtes manglende bestillerkompetence i DSB, jævnfør kapitlet om IC4, som følge af at fokus havde været rettet mod det politisk hensigtsmæssige for virksomheden DSB.

Ledende borgerlige trafikpolitikere gik derfor i brechen for, at nu skulle banerne som en konsekvens af IC4-skandalen elektrificeres, og man skulle købe udenlandsk elektrisk standard-materiel, som om der ikke findes masser af udenlandsk standard dieselmateriel – men det forudsætter, at man vælger at bestille hyldevarer fremfor eget design. Se blot til de tyske tog, der kører til Aarhus og København fra Hamborg hver dag eller se til England. Problemet med IC4 var, at DSB – ikke politikerne – ikke ønskede at aftage udenlandsk standardmateriel, men ønskede et tog mere avanceret end de, der var på markedet. Naturligvis kunne DSB også have bestilt elektrisk materiel, der var mere avanceret end det, der var på markedet. Det var jo en DSB kultur, at man ikke bare købte standardmateriel, men havde egne designidéer og –krav.

Banerne i Danmark skal alligevel elektrificeres

Der står vi så nu med IC4-skandalen, som vi alle ved. I januar 2009 indgik folketinget et bredt trafikpolitisk forlig, som havde til formål at danskerne i 2030 skal ”køre dobbelt så meget med toget som i dag” (!?). I den plan indgår etablering af en ny elektrisk jernbane København – Ringsted og i 2013 kunne statsminister Helle Thorning-Schmidt som lyn fra en klar himmel meddele offentligheden, at nu havde man fundet 28,5 milliarder kroner ude i Nordsøen, som man hidtil ikke havde regnet med. De kunne passende bruges til en togfond, der bl.a. skulle forestå elektrificeringen af alle de baner, der ikke allerede var besluttet skulle elektrificeres: både hovedbaner og sidebaner, samt stå for en række nye baneanlæg mellem Odense og Aarhus, så køretiden mellem de to byer kan komme ned på præcist én time.

I forvejen var det jo besluttet som led i Femern Bælt-projektet at opgradere jernbanen mellem Ringsted og Rødby til elektrisk dobbeltspor finansieret af Femern Bælt-forbindelsen og desuden bygge en ny Storstrømsforbindelse af hensyn til de svensk-tyske godstog. Banen

Esbjerg-Lunderskov blev besluttet elektrificeret i 2012. Med togfonden kom nu de resterende baner med. Ikke bare hovedbanerne, men også sidebanerne som selv, når man beregner den samfundsmæssige rentabilitet har en direkte negativ forrentning - dvs. er rent spild af penge. Penge der alternativt kunne have været brugt til at give banen et reelt løft og så måske i virkelighedens verden kunne få danskerne til *”at køre dobbelt så meget med toget som i dag”*.

I alt foreslår man med TogfondenDK at bruge 8,7 mia. kr., som man anslår den resterende elektrificering vil koste. For de penge får man elektrificeret følgende tre strækninger:

* Fredericia- Aarhus – Aalborg – Frederikshavn,

* Vejle-Herning- Holstebro-Struer samt

* Roskilde – Kalundborg.

Sammen med de strækninger, man allerede har elektrificeret eller har besluttet skal elektrificeres er der tale om en samlet investering, der bevilliges uden offentlig debat, som ikke skal brugerfinansieres og uden at noget seriøst udredningsarbejde har belyst de reelle fordele ved elektrificering, kun at den samfundsøkonomiske rentabilitet for nogle af strækningerne er positiv, andre negativ. Samlet et overordentligt tvivlsomt projekt, men 'det er jo fremtiden'!

Beslutningsgrundlaget

I rapporten om TogfondenDK kan man læse om elektrificeringen, at det er *”en vision som på sigt skal gøre jernbanen fri af fossile brændstoffer ved at gøre det muligt at køre på vedvarende energi og dermed mindske CO2-udledningen i Danmark”* og at *”el-tog ved hastigheder over 160 km/t er ca. 15 % billigere at anskaffe end tilsvarende dieselmateriel. Samtidig er drifts- og vedligeholdelsesomkostningerne for el-tog 2/3 af de tilsvarende omkostninger for dieselmateriel, og el-tog har en bedre acceleration end dieseltog”*. Det lyder jo meget smukt.

Lad os se på *de økonomiske fordele*: At der er en prisforskel på 15 % ved at anskaffe diesel og el-tog. Tog er ikke standardprodukter, der har

standardpriser. Alle tog tilpasses i en vist omfang køberens ønsker - også de såkaldte standardprodukter. Hver gang et tog skal bestilles *forhandles* en kontrakt. Prisen vil bl.a. være afhængig af ordrens størrelse, hvilken situation producenten er i og mange andre ting, så en postuleret prisforskel på 15 % må siges at ligge indenfor et usikkerhedsinterval for, hvad et tog koster, når man endnu ikke forhandler.

Tilsvarende hedder det sig, at drifts- og vedligeholdelsesomkostningerne for elektrisk materiel er 1/3 lavere end for dieselmateriel. Det er igen højst usikkert – det handler om, hvilke specialkompetencer DSB's værksteder har. Men det vigtigste er, at når man taler om drifts- og vedligeholdelsesudgifter er nødt til også at inkludere drifts- og vedligeholdelsesudgifterne, der er knyttet til selve ledningsnettet. De er nemlig meget store. Men de end ikke nævnes! Faktisk vil jeg påstå, at elektrisk drift – specielt i et land med så ekstensivt trafikerede baner som Danmark – vil de samlede drifts- og vedligeholdelsesudgifter til et elektrisk togsystem klart overstige omkostningerne til et tilsvarende dieselsystem. Dermed kan man ikke sætte sin lid til beregningerne over den samfundsøkonomiske rentabilitet. Det er beregninger, der er givet til beslutningstagerene af et embedsværk, der burde give sober og uvildig rådgivning. (Her skal ses bort fra det svenske transitgods, der jo stort set ikke betaler for brugen af dette system – se senere kapitel og godstrafik).

Det koster elektrificeringen

I forbindelse med et projekt som Palludan Fremtidsforskning gennemførte for DONG Energy⁴ om muligheden for at etablere batteridrevne jernbaner, kom vi frem til mange bemærkelsesværdige konklusioner vedrørende almindelig elektrificering.

Vi opdagede, at BaneDanmarks nuværende udgifter til *vedligeholdelse* af ledningsnettet var så store, at de alene kunne finansiere forrentning og afskrivning af en batteribestand svarende til det antal tog, der kører på den tilsvarende elektrificerede strækning. Det kunne med andre ord betale sig at pille de allerede ophængte køreledninger ned og indføre

4 Kan batteridrift i elektriske tog helt eller delvist erstatte køreledninger? En forundersøgelse udført i samarbejde mellem DONGEnergy og Palludan Fremtidsforskning. Palludan Fremtidsforskning marts 2009

batteridrift. Kort sagt, vedligeholdelse af de elektriske strækninger koster virkelig meget store beløb, som skal betales år efter år ud i al fremtid. Elektrificeringen af banerne gør det med andre ord endnu mere vanskeligt at få skabt en rentabel jernbane i fremtiden.

Men så er der Miljøfordelene: Projektet havde én negativ konklusion set med DONG Energys øjne. Generelt var vores konklusioner ellers meget positive. Men det viste sig, at banerne potentielt ikke kunne aftage ret meget strøm beregnet ud fra deres nuværende forbrug af dieselolie. Det afspejler noget overraskende det forhold, at trafikomfanget er yderst beskedent. Men vor opdagelse harmonerer med det, man kunne læse allerede i *Plan 90*, nemlig, at ”*DSBs elforbrug forventes kun at udgøre omkring 2% af den samlede elproduktion i 1990.*”

Vi opdagede, at der på Banedanmarks samlede net i en spidsbelastningstid kun er 100 tog i drift, heraf endda mange endda små tog på sidebaner. Kilden var BaneDanmarks egen hjemmeside. Til sammenligning er der næsten 2.000.000 biler i Danmark. Altså 100 tog vs. 2.000.000 biler – eller et tog pr. 10.000 biler. Når DSB ikke aftager ret meget energi, er der heller ikke ret store miljømæssige fordele ved at overgå til eldrift – samfundsmæssigt set. Det eneste der er stort, er investeringerne i den nye elektriske infrastruktur, dvs. udgifterne. Altså små fordele – kæmpe udgifter.

Det sætter anlægsarbejdet i relief, for ressourcemæssigt og økonomisk er det meget omfattende, men uafhængig af trafikomfanget. Det er i den sammenhæng en pointe, at der også er miljømæssige ulemper ved elektrificering, der *ikke* omtales. Der skal opstilles tusindvis af stålmaster, anvendes hundredevis af kilometer kabler af kobber, gamle historiske broer skal fjernes og landskabet vil blive tilført højspændingskabler i luften. Skal ressourceforbruget i den forbindelse og alle disse ulemper ikke regnes med i miljøregnskabet? Hertil kommer, at radiokommunikation vil blive forstyrret (det er det, der gør radiosignaler til/fra togene, dvs. signalprogrammet så voldsomt dyrt) og der kan opstå problemer med nedfaldne køreledninger, der vil skade regulariteten.

Det fører så frem til det helt grundlæggende spørgsmål: Hvad får man for de mange penge? For at besvare dette spørgsmål kan man tage udgangspunkt i en enkelt strækning.

Det er besluttet at elektrificere strækningen Esbjerg-Lunderskov, en dobbeltsporet strækning på 56 km. Udgiften anslås at være 1,2 mia. kr. Det er et abstrakt beløb, men det kan konkretiseres: Der skal opstilles mindst to master (ved dobbeltspor) for hver 50 meter, svarende til 40 master pr. km eller for de 56 km 2240 master i alt. Hver enkelt af dem skal projekteres. Der skal ophænges 112 km kabler, etableres transformatorstationer etc. etc. Det er et meget stort projekt, som koster 1,2 mia. kr.

Argumentet for at elektrificere netop den strækning er, at så kan togene køre med el på hele strækningen fra København, hvor de i dag kører med diesel under køreledningerne og så kan man frigøre nogle IC3 til erstatning for de IC4, der ikke fungerer. Men man kan også se Esbjerg – Lunderskov som et lukket system, der udgør en miniudgave af hele det danske jernbanesystem, der netop er et lukket system uden nævneværdige synergimæssige gevinster i forhold til andre baner. Spørgsmålet er, hvor stor er driften i dette lille lukkede jernbanesystem, Esbjerg-Lunderskov, der altså nu skal elektrificeres for 1,2 mia. kr.?

Hvis man antager, at de elektriske tog vil kunne tilbagelægge strækningen med eller uden stop med en gennemsnitshastighed på 112 km/t svarer det til, at de 56 km tilbagelægges på præcis en halv time. Hvis det samtidig antages, at der køres med halvtimes drift, vil der altså permanent være to tog i drift på strækningen. Da Vestjylland er tyndt befolket og Esbjerg ikke er nogen stor by, må det antages at være relativt små tog, dvs. et af de nuværende elektriske IR4togsæt på fire vogne. Det samlede jernbanesystem Esbjerg-Lunderskov består altså af otte togvogne, der nu skal elektrificeres for 1,2 milliarder kr. svarende til 150 mio. kr. pr. togvogn.

Da energiforbruget i pr. vogn i IR4-tog (det var jo noget af det vi regnede meget på i DONG-analysen) nogenlunde kan sammenlignes med ti bilers energiforbrug er der altså tale om en omlægning af driften, der svarer til, hvis 80 dieselmotorer blev elektrificeret for 1,2 mia. kr.

Det siger sig selv, at de miljømæssige gevinster ved en så lille omlægning slet ikke står mål med en investering på 1.200 millioner kr. 80 bilers forurening er den sammenhæng ingen ting. Men beløbet er enormt. Det svarer til en investering på 15 millioner kr. i hver enkelt bil.

Det skal dog også nævnes, at der er mange baner i Danmark, der er mere intensivt trafikerede end Esbjerg-Lunderskov, men det ændrer ikke ved dimensionerne, og der er med Togfonden truffet beslutning om at elektrificere strækninger som de midt- og nordjyske, der mildt sagt ikke er intensivt trafikerede. Der er tale om et pengespild af historiske dimensioner.

DSBs beskedne trafikomfang og deraf afledte beskedne energiforbrug kan simpelthen ikke retfærdiggøre milliardinvesteringer til elektrificering af de danske baner i det omfang, som nu er besluttet. Det er dermed også tale om en energi- og miljøpolitisk fejlinvestering. Det eneste tilbageværende argument for elektrificering af banerne er, at elektrificering er en forudsætning for etablering af timemodellen.

Fejlinvesteringen bliver dermed endnu en følge af den fokusforskudte tænkning. For banesystemet er det en god investering, men for de der skal betale kunne pengene være brugt meget, meget bedre. Der er fokusforskydning fra samfundsøkonomi til banesystemets egen driftsøkonomi. På skatteborgernes, miljøets og den kollektive trafiks bekostning.

BANERNE

PÅ SPORET

– Igen

En selvfinansierende vision
for jernbanens fremtid



UFFE PALLUDAN

Materiel

Der er ét problem, som står over de andre, når man fokuserer på DSB's problemer. Det er den håbløse materielsituation, der er en følge af IC4. Det er godt nok ikke det, som er i fokus, når gælden skal saneres, men det er det problem, som virkeligt truer den daglige drift. Når målet er, at nedbringe gælden kan DSB ikke købe nyt materiel. Længere er den ikke.

Man lader derfor som om IC4-kommer ud at køre. Senest har man fået nogle schweiziske konsulenter til, at hævde at de kommer ud at køre. Dermed undgår man at skulle afskrive dem i regnskabet, samtidig undgår man at skulle investere i nyt dyrt lånefinansieret materiel. Det er endda lykkedes, at få konsulenterne til at sige, der vil gå mindst fem år før togene kommer ud at køre. Dette dobbelte scoop har næppe været gratis. Konsulenterne tog da også forbehold overfor endnu ikke erkendte fejl. Og de dukker jo hele tiden op. Nu kan DSB fortsætte med at afvikle gælden, samtidig med man stort set vil mangle 100 togsæt, så passagererne vil helt sikkert blive ladt i stikken.

Inden for en meget lang tidshorisont vil DSB's materielsituation være konstant uafklaret, så mens offentligheden får at vide, at "IC4 meget snart kommer ud at køre", sker intet. Imens vil materiellet dog blive stadig mere nedslidt og driften derfor stadig mere ustabil. Spørgsmålet er, om man kan løse materielproblemet på en eller anden måde uden at belaste skatteborgerne yderligere? Det kan man. Hvordan skitseres i det følgende hvordan.

DSB mangler materiel. I fjerntrafikken mangler IC4-togene direkte, mens de nuværende IC3-tog nedslides dag for dag og derfor bliver stadig mere ustabile i drift. I den sjællandske regionaltrafik er lokomotiverne helt nedslidte. De lokomotivtrukne sjællandske regionaltog skulle oprindeligt have været erstattet af en moderniseret og ombygget udgave af IC3-togene, men IC3 kan ikke tages ud af fjerntrafikken, når IC4 ikke fungerer, så det sker ikke. Resultatet bliver, at to af DSB's hovedprodukter, fjerntrafikken og den sjællandske regionaltrafik lider. Tilbage er egentligt kun S-banen, som jævnfør forrige afsnit, er nedslidt, men dog råder over relativt nyt materiel.

Spørgsmålet er om, der er et alternativ denne DSB's nedsmeltning. Det mener jeg helt klart, der er, men det forudsætter nytænkning og kreativitet og det er bestemt ikke noget, der kendetegner den danske baneverden. Det er faktisk det, der er jernbanens kerneproblem sammen med fokusforskydningen. Begge skyldes de forkerte incitamenter.

Elektrificering: Ledninger eller batterier?

I 2008 fik jeg den idé, at tog ligesom biler må kunne køre på batterier. Det er uhyre banalt. Ny batteriteknologi betyder, at batterier tages i anvendelse alle mulige steder, hvor man tidligere anså det for utænkeligt, ikke bare i telefoner og computere. I dag er haveredskaber batteridrevne: hæsaks, motorsave og plæneklippere er batteridrevne. I transportsektoren tages batterier også i anvendelse over alt: I færger (en af DFDS københavnske havnerundfartsbåde sejler på batteri, Scandlines har investeret i havvindmøller for at kunne skabe et sejrende zero-emission alternativ til den faste Femern Bælt-forbindelse, Stena Line regner med batteridrift på Helsingør-Helsingborg), i busser (den københavnske linie 1A kører på batteri) og naturligvis i biler. Kun ikke i tog!

Men el-bilerne har et problem. Batterier er for store, tunge og dyre. Derfor udstyres almindelige el-biler med for små batterier, hvorved de ikke rigtigt udgør et alternativ til almindelige biler, men med udviklingen af millionær- og politikerlegetøjet TESLA har man overkommet disse problemer, der kun gælder "folke"-vogne. Dermed har vi i dag et endegyldigt show-case, der viser at el-biler rent teknisk fungerer, blot ikke økonomisk. Det samme vil selvfølgelig gælde batteri-tog. Der vil der dog ikke opstå problemer med batteriernes størrelse, vægt og pris.

De elektriske tog findes allerede og det gør batterierne også. Der er med andre ord tale om eksisterende teknologier, der bare skal kombineres. Det eneste, der kræves er at koble eltogene sammen med batterier, så der er tale om et meget beskedent udviklingsprojekt, som i øvrigt netop nu er gennemført af Bombardier i England. Det tog da også kun godt ét år fra man besluttede at retrofitte et togsæt med batterier til man kunne gennemføre de første testkørsler med passagerer i januar-februar 2015. Nu foreligger resultaterne. De er så positive at batteritog nu vil komme til at indgå i Network Rails (det britiske BaneDanmarks) kommende strategiplan. Det er Bombardier, der har bygget Øresundstogene og reelt

også IC3- og IR4-togene. Teknikken fungerer. Spørgsmålet er alene om, der er energi nok i batterierne til at drive tog tilstrækkeligt langt. Det diskuteres senere. Der henvises i øvrigt til bilag 4.

Det, der slog mig, da jeg fik ideen, var, at batteridrift ville være en meget, meget god idé set som alternativ til almindelig ledningselektrificering. Jeg så altså ikke batteridrift som et alternativ til dieseldrift, men som et alternativ til at ledningselektrificere. Dermed opstod et enormt potentiale for besparelser, for ledningselektrificeringen er absurd dyr. Samtidig var argumenterne for batteritog sammenfaldende med de argumenter, der i sin tid førte til udviklingen af IC3-dieseltogene, ligeledes som alternativ til at ledningselektrificere.

Argumenterne for IC3 var meget stærke. IC3-togene var selvkørende. Elektriske tog var af hensyn til Storebæltsfærgerne lokomotivtrukne (der kunne jo ikke være ledninger på færgerne), så lokomotiverne kunne ikke selv køre ombord. Det kunne lette selvkørende dieselenheder, der var uafhængige af ledninger, så med dem undgik man unødigt tidspilde til rangering. Men det var ikke kun ved færgerne, de var bedre. De ville kunne kun køre over alt, også hvor banerne ikke var elektrificerede og i årtier måtte man regne med kun at råde over et delvist elektrificeret net. Så enten måtte der, som i dag, køres med diesel under ledningerne og i årevis, eller også måtte passagererne skifte tog ved overgang mellem det elektrificerede net og det ikke elektrificerede net. Elektriske tog er uflexible og derfor dårlige, lige indtil hele nettet er elektrificeret. Det er vigtigt, for det er stadig et stort spørgsmål, hvornår elektrificeringen er tilendebragt. Den finansiering man troede, var opnået med etableringen af Togfonden Danmark i 2013 er med halveringen af oliepriserne i sidste halvår 2014 faldet til jorden.

Det er her batterielektriske tog kommer ind i billedet. De vil kunne køre over alt fra dag ét. De vil kunne udgøre en overgangsordning indtil elektrificeringen er tilendebragt og når det viser sig, hvor godt de fungerer, vil det sige sig selv, at man kan stille planerne om at ledningselektrificere banerne i bero. Så er der sparet et to-cifret milliardbeløb. Og skulle de mod forventning ikke fungere, kan man jo bare elektrificere banerne, så er det problem løst. Man kan indvende, at batteritog endnu er i udviklingsfasen, men i Japan er de i ordinær drift og i England har Bombardier som nævnt nu succesfuldt afsluttet testkørsler med batteritog med

passagerer. Længe inden de danske baner er elektrificerede vil batteridrift være state of the art, faktisk er det allerede ved at være tilfældet.

Helt rigtigt er det da heller ikke, at batteritog er nye tog i udviklingsfasen. I Vesttyskland havde man omfattende batteridrift med gammeldags blysyre batterier helt frem til 1995. Desværre besluttede man i 1980'erne at standse udviklingsarbejdet med et nyt batteritog for i stedet at satse på diesel. Det var samtidig med at DSB satsede på IC3 som alternativ til ledningselektrificering. Det var før vore dages lithium-ion batterier var udviklet og CO2 dagsordenen var stillet. I perioden 1955-1965 blev der produceret ca. 250 kørende enheder. (Det er faktisk rigtigt mange!)

Batteritog er lige så fleksible som et dieseltog. Og fordelene er præcist de samme som med almindeligt elektriske tog. De vil have de samme driftsegenskaber og de forurener ikke lokalt. De vil oven i købet kunne lade op om natten og dermed i modsætning til de almindelige eltog kunne køre på overskudsstrøm fra vindmølleproduktionen. Det er både grønnere og billigere. Det er CO2- neutralt og overskudsstrømmen er næsten gratis. Batteritog forener fordelene ved fortsat dieseldrift med fordelene med elektrisk drift og batterificering kan gennemføres meget hurtigere end kabelektrificeringen.

Dengang jeg fik idéen, kontaktede jeg DONG Energy, der straks så potentialet og vi gennemførte et stort projekt, der undersøgte mulighederne. Konklusionen var, at de var meget store. I denne bogs bilag 4 optrykkes en tekst om perspektiverne ved at batterificere, som jeg har skrevet til min hjemmeside palludan.dk, som løbende opdateres.

Hovedpointen er, at den meget dyre ledningselektrificering fuldt ud kan erstattes af batterielektrificering, der stort set er selvfinansierende. Man sparer ikke bare de milliarddyre investeringer i ledningsinfrastruktur, man sparer også udgifter til vedligeholdelse af den. Besparelserne på vedligeholdelsen af ledningerne er så store, at de alene kan finansiere forrentning og afskrivning af en batteribestand svarende til det ledningsnet batterierne erstatter. Baggrunden er de nye batterityper, der er udviklet de sidste 15 år.

Det hører også med til billedet, at med det arbejde man er i gang med i Storbritannien og i Japan på batteritogsfronten, så er det sandsynligt, at man den dag, man i Danmark kan afslutte elektrificeringen må

konstatere, at kabelelektrificeringen var en stor fejlinvestering. Batteritog er nemlig en mulighed også i forbindelse med godstog og højhastighedstog. Da drift til den tid formentligt kan ske med endnu bedre og billigere batterier end i dag vil man så kunne påbegynde demonteringen af ledningsanlæggene.

Batteritog - løsningen på DSB's gældsproblem

Strækningen Esbjerg-Lunderskov viser potentialet i batterificering. Elektrificeringen af den 56 km lange strækning er budgetteret til 1,2 mia. kr. Hvis der er timedrift på den strækning og togenes gennemsnitshastighed er 112 km/t, så vil der gennemsnitligt kun være ét og kun ét tog i drift på den strækning. Altså investeres 1,2 milliarder kr. i at omstille driften med ét tog fra diesel til el. Eller hvis man indfører halvtimes drift to tog. Et IR4 på tog på fire vogne har et energiforbrug, der er ca. 10 gange større pr. vogn end energiforbruget i en bil. 40 bilbatterier kan købes for under 4 millioner kroner. Altså 1.200 millioner kr. eller 4 millioner kr.?

Det er ikke noget nævneværdigt problem at placere 10 bilbatterier i en togvogn, eller rettere *under* togvognen. Der er simpelthen uudnyttet plads. Men DSB og BaneDanmark er ikke interesserede. De har ikke incitamenterne til at tænke økonomisk og er iskolde overfor varetagelse af samfundsmæssige interesser. Ikke desto mindre har Bombardier, der har produceret de danske elektriske fire-vognstogsæt IR4 og Øresundstogene, som nævnt netop retrofittet et tilsvarende britisk elektrisk fire-vognstogsæt, class 379 med batterier (class 379 er de tog, der kører mellem Stansted-lufthavnen og Liverpool St. Station i London). I Japan er batteritog som nævnt i ordinær drift.

I de beregninger vi lavede for DONG Energy, kom vi frem til, at udgiften til batterier i et togsystem, trafikeret som det danske, dvs. den årlige afskrivning og forrentning af batterierne ville være af samme størrelsesorden som BaneDanmarks udgifter til vedligeholdelse af ledninger i det samme system.

Helt banalt kan man også forestille sig, at man indrettede en container med batterier og anbragte den på en åben ladvogn og kobled den









sammen med et almindeligt elektrisk lokomotiv, ligesom et damplokomotiv i gamle dage havde en kul-vogn. Et sådan tog trukket af et 80 tons elektrisk persontoglokomotiv, som f.eks. DSB's EA-lokomotiv, påkoblet en vogn med en container indeholdende 40 tons batterier vil med fem sjællandske dobbeltdækkervogne á 50 tons i ordinær drift kunne køre ca. 1000 km på en opladning. Kører togene i gennemsnit 100 km/t, svarer det til 10 timer. På få minutter vil containervognen desuden kunne udskiftes med en ny vogn med nyopladede batterier og kunne køre videre, dvs. 1000 km til. Energpotentialet er så stort, at også godstog vil kunne blive batteritrukne, så hele ledningselektrificeringen kan spares væk.

Der er endda endnu større muligheder i batterificering. De sjællandske regionaltog trækkes i dag af nedslidte *dieselektriske* lokomotiver, der har mange nedbrud. Dieselektriske lokomotiver har en dieselmotor, der driver en el-generator (dvs. en dynamo), der producerer strøm, der anvendes af el-motorer, der trækker lokomotivet (de såkaldte banemotorer). Et dieselektrisk lokomotiv trækker altså med el-motorer og kan derfor umiddelbart drives med strøm fra batterier, hvorved lokomotivernes nedslidte dieselmotorer og el-generatorer overflødiggøres, uden man af den grundt behøver at gå i gang med den store ombygning. Til gengæld undgår man mange af de nedbrud, der skyldes at dieselmotorerne er nedslidte. Og man slipper for partikelforureningen, der er et stort problem - også inde i vognene.

Dermed kan overgang til batteridrift umiddelbart løse den sjællandske regionaltrafiks drifts- og materiel- samt miljøproblemer.

Der er dog en pointe til: Ser man på indmaden i et dieselektrisk lokomotiv, vil man opdage, at den stort set kun består af den nu overflødiggjorte dieselmotor og den ligeledes overflødiggjorte el-generator. De kan naturligvis demonteres og lokomotivet kan i stedet fyldes med batterier, så man i stedet for at have et dieselektrisk lokomotiv får et batterielektrisk lokomotiv. Banemotorerne, der trækker lokomotivet er små. De er placeret i hjulenes aksler, så hele lokomotivets krop kan fyldes med batterier. Vægten er ikke noget problem – tværtimod. For at et lokomotiv skal kunne trække noget, skal det være tungt og derfor gør man normalt lokomotiver ekstra tunge ved hjælp af en kontravægt.

Her er der altså et umiddelbart et to-cifret milliard-sparepotentiale. Her er simpelthen løsningen på banens finansieringsproblemer. I første

omgang vil besparelsen kunne realiseres på BaneDanmarks budget, men som nævnt ovenfor ville det være naturligt, at BaneDanmark anvendte pengene som modydelse for at overtage stationerne, som både har en værdi som fast ejendom og som genererer lejeindtægter mv. Dermed er DSB's gældsproblem potentielt løst.

Batteritog - løsningen på DSB's materielproblem

Det umiddelbart mest oplagte batterificeringsprojekt kunne være en omstilling af ME-diesellokomotiverne til batterielektrisk drift, der som nævnt – i hvert fald i første omgang - blot forudsætter containervogne, der kobles på de dieselelektriske lokomotiver.

Siden når de positive erfaringer er indhentede, vil lokomotiverne kunne ombygges til egentligt batterielektriske lokomotiver. Det kan som nævnt ske ved, man tømmer dem for indhold og erstatter dem med batterier. I forbindelse med man retrofitter de dieselelektriske lokomotiver til batterielektriske lokomotiver, kan man så overveje, om man samtidig skal udskifte banemotorerne, altså de små el-motorer, der sidder i boggierne, med nye motorer. I så fald har man et lokomotiv med helt ny teknik, der må antages at være langt mere driftsmæssig stabil end de nuværende nedslidte lokomotiver og mange år ud i fremtiden.

De ovenfor omtalte beregninger, der viste at et elektrisk lokomotiv påkoblet en containervogn med 40 tons batterier kan trække 5 dobbeltdækkervogne 1000 km på en opladning kan naturligvis overføres til et batterielektrisk lokomotiv, idet batterivognen kan erstattes med en ekstre personvogn i stedet for containervognen, så toget nu består af seks personvogne. Men reelt vil der kunne være ca. den dobbelte mængde batterier i lokomotivet.

Et almindeligt dieselelektrisk lokomotiv er, da det er lavet til universal brug og dermed også skal kunne trække tunge godstog, tungere end et elektrisk persontogslokomotiv. Et dansk MY eller ME lokomotiv vejer således 120 tons. Hvis man kan få vægten på det tomme lokomotiv ned på 40 tons vil det altså kunne bære 80 tons batterier og dermed kunne trække seks dobbeltdækkervogne 2000 km. Tænk lige perspektivet igennem!

Dermed er en væsentlig del af DSB's materielproblem blevet løst ved batterielektrificering. Man har med et snuptag fået lydløse og forureningsfrie elektriske tog på Sjælland. Og lokomotiverne er reelt helt nye, hvis man samtidig udskifter banemotorerne. Der er med andre ord med disse lokomotiver mulighed for batteridrift i den sjællandske regionaltrafik i flere årtier frem.

Endnu vigtigere er, at de vil kunne trække transitgodstogene gennem Danmark. Strækningen gennem Danmark er jo ikke 2000 km lang, men kun 1/10 så 80 tons batterier vil i stedet for at trække 6 personvogne 2000 km sagtens kunne trække et helt godstog gennem Danmark på en opladning.

Man kan naturligvis også fokusere på fjerntrafikken. Her vil det naturligvis være muligt at retrofytte de elektriske IR4-togsæt, som stort set svarer til de britiske class 379-togsæt. Vanskeligere vil det være at retrofytte IC3-togene til batteridrift. Det er rene dieseltog, der ikke som lokomotiverne er dielelektriske, som trækkes af en elektromotor. Men spørgsmålet er, om ikke man meget let kan udskifte boggiene, der rummer dieselmotorerne med boggiere svarende til IR4-togenes med el-motorer. I så fald har man fået moderniseret IC3-togene, så man også undgår deres mange nedbrud. Så er også fjerntrafikken batterificeret – foruden den sjællandske regionaltrafik og transitgodstrafikken - og motorerne kan sagtens være så kraftige, at batterificerede IC3-tog kan køre 200 km/t eller mere. Og så har man en erstatning til IC4.

Her er det en helt særlig pointe, at Øresundstogene, IC3-togene og IR4-togene er bygget af Bombardier, der netop har retrofittet et britisk elektrisk togsæt class 379. Det vil derfor være helt naturligt at kontakte Bombardier og høre dem om mulighederne for at retrofytte IR4 og måske også på et senere tidspunkt IC3-togene. I så fald er materielproblemet i såvel den sjællandske regionaltrafik som i fjerntrafikken løst samtidig med man har fået en to-cifret milliardbesparelse. Som nævnt påtænker man i Storbritannien nu som følge af de positive eksperimenter med et class 379 -tog at retrofytte gammelt materiel fra 1970erne og 1980erne, de såkaldte class 150-tog.

Bilag 4.

Batteritog – bedre, billigere og grønnere - Palludan Fremtidsforskning 2015

I Skandinavien har jernbanen stor politisk bevågenhed. Men desværre fører den gode vilje ofte til, at der investeres de forkerte steder. Det skyldes, at jernbanesektoren er meget konservativ og derfor undviger nye løsninger. Samtidig er der stærke økonomiske interesser knyttet til at fastholde og udbygge de eksisterende, men forældede og ofte meget dyre systemer. Det fik Palludan Fremtidsforskning at mærke i 2009 og det kommer danske skatteborgere til at mærke på pengepungen i de kommende år.

Længe før den milliard-dyre elektrificering af de danske baner er tilendebragt, risikerer den nemlig at være forældet og værdiløs. Men hele den sektor inkl. BaneDanmark, som lever af at elektrificere, har helt bevidst undladt at informere politikerne om det.

Fremtidens tog vil køre på batterier og det gælder også fremtidens godstog og højhastighedstog. Det uddybes i det følgende.

En god idé

I 2008 fik jeg inspireret af debatten om el-biler den idé, at også tog måtte kunne køre på batterier. Det var i virkeligheden meget mere oplagt, at lade tog køre på batterier end at drive biler med batterier. Batteritog overflødiggør milliardinvesteringer i el-infrastruktur og har dermed et meget stort potentiale for besparelser, mens el-biler er meget dyrere end benzinbiler.

Modsat batteribilen er perspektivet i batteritog en potentiel milliardgevinst for samfundet: Batteritog er dermed noget så usædvanligt, som en grøn teknologi, der er billigere end det ikke-grønne alternativ. Og batteritog er ”grønnere” end almindelige el-tog. De kan nemlig køre på strøm produceret om natten, dvs. overskudsstrøm fra vedvarende energikilder. De kan køre over alt også på de strækninger, der ikke påtænkes elektrificeret. Og endeligt nødvendiggør de ikke lokomotivskift

eller kørsel med dieseltog under køreledninger, fordi kun en del af nettet er elektrificeret. Til gengæld bruger almindelige eltog typisk strøm, når elektricitetsforbruget når sine peak-hours i myldretiden, dvs. de bruger den marginalt producerede strøm, der i praksis er produceret med kul og dermed belaster CO₂-regnskabet. Det hører også med til billedet, at strøm om natten er meget billigere end om dagen.

I samarbejde med DONG Energy gennemførte Palludan Fremtidsforskning i 2008-09 et projekt, der viste, at potentialerne var meget store og endda større end det i udgangspunktet var forventet. Men der var i det konservative jernbane-Danmark ingen interesse for et grønnere og billigere alternativ til kabelektrificering.

I det følgende skal det derfor forklares, hvorfor ideen er god og hvorfor man politisk bør gå videre med den. Men allerførst skal det nævnes, at der netop nu sker rigtigt meget på batteritogsfronten, blot ikke i Danmark, kun i udlandet. Danmark har forspildt en historisk chance for at være globalt førende indenfor fremtidens clean-teck.

To eksisterende teknologier

I dag er el-tog almindeligt udbredte, også i Danmark, så man har allerede elektrisk materiel. Dette elektriske materiel kan umiddelbart batterificeres. Samtidig har vi i dag gode batterier, så det er egentlig bare at forbinde batterierne med togene. Der er tale om to eksisterende teknologier. Ikke noget med vilde eksperimenter. Det vilde er tanken. Opgaven bliver at få skabt forståelse for mulighederne.

Strøm er strøm

I udgangspunktet er strøm strøm! Der findes kun en slags. Strøm fra batterier er nøjagtig lige så god som anden strøm. Spændingen kan reguleres og jævnstrøm fra batterier kan let omdannes til vekselstrøm, således som det sker for de københavnske S-tog, der kører på jævnstrøm fra ledningerne, men har motorer, der kører på vekselstrøm. Der er kun følgende udestående spørgsmål: Hvor store skal batterierne være for det fungerer? Altså, kan de være i togene? Hvad vejer de? Hvad koster de? Og dermed, hvor langt kan man køre på en opladning?

Svaret på disse spørgsmål er el-bilens achilleshæl: Et el-bilbatteri fylder og vejer og så er det dyrt. Det koster lige så meget som en bil (uden afgifter)! Derfor slår el-bilen ikke igennem før, der er sket et batteriteknologisk skift. Man har talt om el-biler som fremtiden i årtier. Ellerten har nu 30 år på bagen.

Derfor er alle el-biler bortset fra millionær- og politikerlegetøjet Tesla udstyret med batterier, der ikke er store nok. Det handler om plads, vægt og naturligvis pris. El-biler udgør derfor ikke et seriøst alternativ til almindelige biler. En el-bil med batteri koster ikke bare det dobbelte af en benzinbil. Batteriet, der koster lige så meget som en bil, skal udskiftes hver 5 – 7. år.

Det stiller sig helt anderledes med tog: Der er hverken pladsen, vægten eller økonomien et problem. Tværtimod.

Men det er svært at forestille sig noget nyt, som tog drevet af batterier. Derfor er det helt centralt, at der har været batteridrevne tog i drift flere steder. De mest interessante er de tyske, der kørte gennem 100 år og på grund af gode erfaringer blev produceret i et meget stort antal. I det følgende beskrives kort de tyske tog og derefter fremtidens batteritog.

De tyske erfaringer med batteritog

I efterkrigstiden blev der frem til 1965 i Vesttyskland bygget 250 akkumulatordrevne el-motorvogne. Baggrunden var positive erfaringer med akkumulatordrevne el-motorvogne produceret før krigen. Den sidste akkumulatordrevne el-motorvogn blev taget ud af drift i 1995. Der var tale om en batteriteknologi, der i dag er forældet. Nu har nye batterityper udviklet efter årtusindskiftet grundlæggende ændret på rationalet ved at drive tog med batterier. Det samme har CO₂-dagsordenen.

De vesttyske tog var udtryk for en fuldstændig optimeret udnyttelse af den tids blysyre-akkumulators muligheder i jernbanesammenhæng. Togene fik strøm fra akkumulatorer, som de der er i almindelige biler, blot var de større. Alene det, at det kunne lade sig gøre, er tankevækkende. I dag er det en helt anden batteriteknologi, der er relevant.





Der var tale om selvkørende motorvogne til passagerer med akkumulatører. De kunne potentielt trække en enkelt påhæftet vogn, men ikke mere. Rigtige tog med flere vogne rakte akkumulatorernes kapacitet ikke til.

En traditionel persontogvogn vejer 50 tons, men det er muligt at lave en let vogn på kun 30 tons (som f.eks. de danske IC3-vogne). Når man således skærer 20 tons i vægten, kan vognen i princippet bære 20 tons batterier uden at veje mere end en almindelig vogn. Det var netop, hvad man gjorde. Plads til batterierne fandt man under vognen mellem hjulene, hvor der normalt er et uudnyttet tomrum. Så batterierne optog ikke nogen plads og der var ikke noget vægtproblem. Motorerne var i akslerne, ligesom i andre el-tog. Motorerne var i øvrigt af samme type, som de der anvendtes til S-tog. Hele vognkassen kunne derfor bruges af passagererne (og til lokoførerens arbejdsplads). En sublim udnyttelse af teknologiens begrænsede muligheder.

En sådan 30 tons vogn med 20 tons batteri på i alt 50 tons kunne som almindeligt persontog køre 400 km på en opladning, dvs. med mange accelerationer (de kunne ikke regenerere bremseenergi). Som il-tog, dvs. med færre accelerationer kunne de køre 500 km på en opladning. Batteriet kunne altså lige netop drive en vogn med sig selv og måske en ekstra vogn, men så ikke mere. Men 500 km som il-tog var ikke dårligt. I Danmark ville det svare til strækningen København – Aalborg uden opladning. Derfor blev der bygget 250 af dem (i perioden 1955-65). Og de var en succes, støjsvage og komfortable og Deutsche Bundesbahn overvejede i 1980erne, da de snart skulle udskiftes seriøst at bygge en ny moderniseret udgave, der skulle have ladet op fra almindelige køreledninger og have regenereret bremseenergi. Men man satsede i stedet på dieseltog. Det var samtidig med man i Danmark satsede på udviklingen af IC3-dieseltogene frem for på elektrificering af banerne. På netop det tidspunkt var diesel ”state of the art”.

Billederne viser, hvordan de tyske batteritog så ud. Billederne viser dels en batterimotorvogn i rød bemaling dels en styrevogn uden motor. De så ens ud, bortset fra at hulrummet mellem hjulene var udnyttet i motorvognene. Billederne er fra jernbanemuseet i Bochum-Dahlhausen. Det sidste billed viser, hvordan batterierne, som var traditionelle blysyre-akkumulatører, var anbragt under vognen. For interesserede kan henvises til internettet. Man skal blot google ETA 150 eller ETA 515.

Ny batteriteknologi

Siden den sidste blev taget ud af drift i 1995, er batteriteknologien blevet udviklet. De nye Li-Ion batterier (de moderne el-bil-batterier), der ikke eksisterede dengang, rummer fem gange mere energi end de gamle bly-syre akkumulatører i forhold til vægt og rumfang. Det ændrer fuldstændigt ved batteriers anvendelsesmuligheder og gør dem særdeles relevante i fremtidens tog. Det er et eksempel på, at teknologiudvikling skaber grundlag for anvendelse af en teknologi i sammenhænge, hvor man tidligere ikke kunne forestille sig det, f.eks. anvendelse af batterier i telefoner, computere, plæneklippere og faktisk også i biler, hvor batteriernes pris så til gengæld er problemet.

Et kvantespring

Man kan gøre sig det tankeeksperiment, at man installerede et 20 tons Li-Ion-batteri i en af de gamle elektriske motorvogne. Den ville så i stedet for at kunne køre 500 km på en opladning kunne køre fem gange så langt, dvs. 2500 km. Det svarer til tre dobbeltture København-Aalborg eller en enkelttur til Rom uden opladning. Der ville kort sagt være et meget stort energioverskud, som også ville kunne anvendes til at trække et antal ekstra vogne. Dermed ville de elektriske motorvogne potentielt kunne blive til lokomotiver. Altså et kvantespring til en anden funktion. Fra at være selvkørende til at være trækraft.

Når et 20 tons blysyre-batteri kunne trække 50 tons over 500 km, så kunne man umiddelbart tro, at et Li-Ion batteri med fem gange så meget energi kunne trække 250 tons over den samme strækning, men helt så enkelt er det ikke. Energiforbruget er nemlig ikke alene knyttet til transportarbejdet, men også til acceleration, hastighed, vindmodstand mv. At energiforbruget er knyttet til vindmodstanden, betyder alt andet lige, at jo længere tog er, jo mindre energi anvender de pr. vogn. Dermed er de 250 tons i praksis en undervurdering.

Vore beregninger viste, at energiforbruget pr. vogn, når togene bliver lange, dvs. er på godt 10 vogne, konvergerer mod 60% af forbruget i en selvkørende motorvogn givet almindeligt kørselsmønster. Er togene lange, vil batterier således kunne trække $1 \frac{2}{3}$ af den nævnte vægt på 250

tons, svarende til 417 tons, dvs. sig selv (50 tons) plus 367 tons svarende til 12 vogne à 30 tons over en strækning på 500 km. Altså et helt tog. (Vi ser bort her fra, at de tyske motorvogne naturligvis ikke havde motor-kraft og vægt til at trække et så tungt tog), da de ikke var bygget til det.

Dermed tegner anvendelsen af Li-Ion batterier som drivmiddel i tog et billede af lokomotivets genfødsel som batterilokomotiv. Man kan jo som tankeeksperiment forestille sig, at man ombyggede en af de tyske batterimotorvogne til lokomotiv og anbragte ikke ét, men i alt fire 20 tons Li-Ion batterier i vognen, så ville energimængden blive firedobbelt og man kunne frem for at køre 500 km køre 2000 km med 12 vogne, eller 500 km med i alt ca. 50 vogne à 30 tons (hvis ellers der var motorkraft til det).

Det er dybt tankevækkende tal. Batterilokomotiver vil kunne trække hele godstog over strækninger længere end strækningen gennem Danmark fra Sverige til Tyskland.

Og så har vi endnu ikke diskuteret muligheden for at regenerere bremseenergi. Den mulighed vil ifølge vore beregninger yderligere mindske energiforbruget med 1/6.

Nu kan det naturligvis næppe i praksis lade sig gøre at ombygge de tyske motorvogne til lokomotiver, men det er muligt at ombygge eksisterende dieselelektriske lokomotiver, der i forvejen trækkes af en el-motor. Man behøver blot at tømme dem for indhold, dvs. tage dieselmotoren, el-generatoren og den kontravægt, der er i dem, så de kan trække tunge tog, ud og så erstatte alt dette med batterier. Selve lokomotivets trækmotorer, de såkaldte banemotorer, er elmotorer, der sidder i hjulene, behøver ikke at blive udskiftet. Dermed har man ombygget et dieselelektrisk lokomotiv til et batterielektrisk lokomotiv. Et almindeligt dieselelektrisk lokomotiv vejer 120 tons. Forestiller man sig, at det kan rumme bare 80 tons batterier, så har man en trækraft, som den der blev nævnt ovenfor, der kunne trække ca. 50 vogne à 30 tons over en strækning på 500 km på en opladning.

Men man kan jo også koble to batterilokomotiver sammen eller koble en eller flere godsvogne med batterier på toget, så man flerdobler energimængden. Så har man virkelig meget energi.

Derfor vil batteridrevne tog være fremtiden, hvis blot de økonomiske

interesser i at opretholde (og udvikle ??!) et forældet system får modstand fra politisk hold. Sagen er nemlig, at der tjenes rigtigt mange penge på den reelt forældede og meget dyre kabelelektrificering, mens statskassen er taberen.

Her er altså løsningen på den sjællandske regionaltrafiks problemer. Man kan sagtens ombygge ME-lokomotiverne. Og så har man støjsvage og ikke forurenende lokomotiver.

Der mest fascinerende er, at trækraften er så stor, at man kan anvende batterielektriske lokomotiver som trækraft for godstog. Selv de svenske transitgodstransporter gennem Danmark nødvendiggør derfor ikke elektrificering med ledninger.

Og ikke kun det: Energioverskuddet er så stort, at batterier kan anvendes til højhastighedsdrift. Faktisk kan man forestille sig batteridrevne højhastighedstog. De europæiske højhastighedstog vejer alle mindst 50 tons pr. vogn, mens moderne japanske shinkansen højhastighedstog af aluminium kun vejer 30 tons pr. vogn, så man kan sagtens lave højhastighedstog drevet af Li-Ion-batterier.

Økonomien

Tilbage er økonomien.

Forskellen på batteritog og batteribiler er, at alternativet til batteribiler er billige benzinbiler, mens alternativet til batteritog er en dyr elektrificering med ledninger, dvs. store infrastrukturudgifter.

Samtidig er alternativet til *drift* med batteritog ledningsdrift, der vil påføre banerne og samfundet voldsomme *vedligeholdelsesudgifter* til ledningsnettet. Ved at studere BaneDanmarks regnskab kom vi frem til at udgifterne til drift og vedligeholdelse (dvs. løbende udskiftning) af en batteribestand i de danske baner ville være mindre end udgifterne til drift og vedligeholdelse af et tilsvarende ledningselektrificeret banesystem. Sat på spidsen kan det altså betale sig at pille allerede ophængte køreledninger ned og indføre batteridrift! Og oven i denne beregning skal så lægges, at strøm om natten er næsten gratis.

Hertil kommer udgifterne til investeringerne, som selvsagt er den alt overskyggende udgift.

Hvor dyr elektrificering er, kan illustreres af, at elektrificeringen af strækningen Esbjerg-Lunderskov, en dobbeltsporet strækning på 56 km, anslås at koste 1,2 mia. kr. Det er et meget stort – nærmest ufatteligt stort – beløb, set i forhold til, hvad man får for pengene.

Ser man strækningen som ”et lukket system”, ligesom den samlede, potentielt ledningselektrificerede danske jernbane vil være et lukket system, så udgør det en miniudgave af hele det danske jernbanesystem. Spørgsmålet er, hvor stor driften i sådan et lille lukket jernbanesystem, som Esbjerg-Lunderskov er? Antages det, at tog tilbagelægger strækningen med en gennemsnitshastighed på 112 km/t svarer det til, at de 56 km tilbagelægges på en halv time. Hvis det samtidig antages, at der køres med halvtimes drift, vil der altså permanent være to tog i drift på strækningen. Da Vestjylland er tyndt befolket, må det antages at være små tog, f.eks. et IR4 togsæt. Der er altså permanent i dette lukkede togsystem otte togvogne i drift.

Elektrificeringen af disse otte togvogne koster 1,2 milliarder kr. svarende til 150 mio. kr. pr. vogn. Hvis vi siger, at et bilbatteri koster 75.000 kr., ville man alternativt kunne få hele 2000 bilbatterier pr. togvogn for det, det koster at elektrificere strækningen og samtidig spare udgifterne til vedligeholdelse af ledningerne.

Energiforbruget er ca. 10 gange større for en IR4-togvogn på 30 tons i alm. drift end for en bil på 1 tons. Der er altså kun et behov for 10 bilbatterier pr. vogn, svarende til 80 bilbatterier i alt, hvis togene skal kunne køre så langt som en el-bil, hvilket er mere end en dobbelttur Esbjerg-Lunderskov. Batterificering kan således anslås at koste $80/2000 = 4\%$ af hvad ledningselektrificering koster, og driftsudgifterne er endda mindre.

Driftsudgifterne er som nævnt også mindre, fordi den strøm, der tappes om natten, stort set er gratis, da der er tale om vindstrøm, der produceres, når det blæser, selv om der ikke er behov for den på det tidspunkt. Det var det, der var baggrunden for DONG og Better Places el-bil-projekt.

Hertil kommer imidlertid en meget vigtig yderligere pointe: Man kan kombinere batteridrift med ledningsdrift og lade togene køre under køreledninger samtidigt med de lader op. Det betyder i praksis, at *man kan elektrificere accelerationsstrækninger og accelerere togene på strøm fra køreledninger og vedligeholde hastigheden med strøm fra batterier*. Da tog er tunge bruges meget energi til acceleration og da gnidningsmodstanden på skinner er lille, bruges kun beskedne mængder strøm til at vedligeholde hastigheden. Da bremseenergi samtidig lagres i batterierne kan behovet for batterier i tog på denne måde mindskes til et absolut minimum.

Der er kort sagt umiddelbart besparelser for Danmark på 10-15 milliarder kr. at hente ved **øjeblikkeligt**, at standse ledningselektrificeringen af de danske baner og i stedet at satse på at udvikle batterielektrisk materiel.

Men skal Danmark igen til at eksperimentere med at udvikle nyt jernbanemateriel? Svaret er nej, og det vil blive begrundet i det følgende. Batteriteknologisk materiel vil kunne udvikles hurtigere, end man vil kunne nå at gennemføre den samlede elektrificering af banerne.

Status: Nu sker der noget – bare ikke i Danmark

Siden jeg i 2008-09 arbejdede for DONGenergy er der sket meget på batteritogsfronten, *men ikke i Danmark*. Det sker i Japan - og i Storbritannien, hvor man har man et jernbanesystem, der mht. elektrificering minder om det danske.

Vores analyse var ”en forundersøgelse” af de samfundsmæssige perspektiver. Konklusionen var, at de potentielt var meget store og at man burde gå videre med et teknisk feasibilitystudie og et demonstrationsprojekt, men det kunne vi ikke komme igennem med på grund af konservatismen i DSB og BaneDanmark.

Den 3. februar 2013 kunne man imidlertid læse en interessant artikel i den britiske avis the Guardian, der fortalte, at man nu i Storbritannien ville igangsætte et sådant teknisk feasibilitystudie. Det skulle gennemføres for det britiske *Departement for Transport* af den anerkendte

forskningsinstitution *Transport Research Laboratory* i samarbejde med *Lloyd's Register Rail* og *University of Birmingham*. Da studiets resultater forelå, stod det klart, at batteridrift var teknisk mulig.

Nu var "vi" altså kommet et skridt videre. Næste skridt måtte blive et demonstrationsprojekt. Og et halvt år senere blev det offentliggjort, at briterne ville udvikle en prototype på et batteritog. Mere præcist ville man ombygge et elektrisk togsæt af typen Class 379 (det er de tog, der kører som lufthavnstog mellem Stansted lufthavn og Liverpool Street Station i London), et tog der umiddelbart kan sammenlignes med de danske IR4. Class 379 er bygget af Bombardier, ligesom IR4-togene og Øresundstogene og det var Bombardier, der skulle stå for projektet. Prototypen skulle være færdigudviklet med udgangen af 2014.

Den 13. august 2014 blev det så offentliggjort, at nu indledte man prøve-kørsler i England. De faldt positivt ud og i januar-februar 2015 testedes de i ordinær drift med passagerer.

Forinden var der imidlertid sket noget endnu mere interessant i Japan. Der havde man længe eksperimenteret med forskellige hybridløsninger, hvor man ligesom med hybridbiler kombinerer elektrisk drift og dieseldrift, så man kan regenerere bremseenergi i batterierne og dermed mindske forbruget af brændstof.

Der har man nu taget skridtet fult ud og droppet dieselmotoren helt, så det er et rent batteritog. Det blev sat i ordinær drift i marts 2014 på Karasuyama-linien 100 km nord for Tokyo. Toget bærer betegnelsen EV-E 301 og markedsføres under navnet Accum. Ser man det, vil man bemærke, at det er et tog af samme type som de, der i forskellige udgaver anvendes som bybanetog overalt i Japan. Batterier kan altså ikke blot tænkes anvendt i relation til "almindelige" tog som danske intercity- og regionaltog, men også i S-tog og metro-tog. Igen henvises til internettet.

Dermed er der atter ren batterielektrisk drift efter knap 20 års pause. Batteritog med moderne Li-Ion batterier og med regenerering af bremseenergi er i dag virkelighed, ikke en fjern fremtid.

Men i Danmark sker intet. Det går nærmest den gale vej. I foråret 2013 kunne statsministeren med Togfonden Danmark således offentliggøre,

at man nu havde afsat de sidste 8,5 milliarder kr. til elektrificering af de danske baner. Forinden havde man besluttet, at investere milliarder i elektrificering af den nye bane mellem København og Ringsted og banen til Femern Bælt fra Ringsted til Rødby, samt Esbjerg-Lunderskov. Samlet investeringer på 10 – 15 milliarder kr., der risikerer at være helt overflødige før de er gennemført.

Det skal i øvrigt nævnes, at i Storbritannien påtænker man nu som følge af de positive eksperimenter med et Class 379 -tog at retrofite gammelt materiel fra 1970erne og 1980erne med batterier, de såkaldte Class 150-tog.

Nu er tiden inde til, at man besinder sig og tænker fremad og *overvejer den grønneste og billigste løsning.*

Henvisninger og links vedrørende batteritog

Vedrørende Palludan Fremtidsforsknings studier

Jensen, Søren og Uffe Palludan: Kan batteridrift i tog helt eller delvist erstatte køreledninger? En forundersøgelse udført af Palludan Fremtidsforskning i samarbejde med DONGenergy. Marts 2009

Palludan, Uffe: Novel concept for battery powered trains, Palludan Fremtidsforskning 2010.

Palludan, Uffe: Billig men overset ulighed. Ingeniørens kronik 23. maj 2013 Ing.dk/artikel/kronik-billig-men-overset-mulighed-158944

De tyske akkumulatormotovogne 1908-1995

Löttgers, Rolf: Die Akkutriebwagen der Deutschen Bundesbahn – ETA 150 und 176. Franks Eisenbahnverlag, Stuttgart 1985. 144 sider.

Rittig, Franz: Akkutriebwagen. 92 sider. Eisenbahn journal – Sonderausgabe 3/2006

de.m.wikipedia.org/wiki/Wittfeld_Akkumulatortriebwagen

de.m.wikipedia.org/wiki/DB-Baureihe_ETA_176

de.m.wikipedia.org/wiki/DB-Baureihe_ETA_150

Det britiske feasibilitystudie

Molyneux J (Lloyd's Register Rail), H Bird, T Rasalingam (TRL) and T Bradbury(TRL): Battery-Powered Trains: Feasibility Study for Battery Energy Storage and Propulsion on Trains. Transport Research Laboratory Published Project Report 551. 60 sider.

The Guardian: Battery-powered intercity trains possible, says government study. February the 3rd. 2013. theguardian.com/uk/2013/feb/03/battery-powered-possible-study

Det britiske prototype tog

Networkrail: We're developing a prototype battery powered train, august 2013. networkrail.co.uk/news/2013/aug/We_are_developing_a_prototype_battery_powered_train/railjournal.com/index.php/rolling-stock/british-group-to-test-battery-powered-emu.html

en.m.wikipedia.org/wiki/British_Rail_Class_379

railway-technology.com/news/newsnetwork-rail-begins-on-track-trials-of-first-battery-powered-train-in-uk-4342842

De japanske tog

en.m.wikimedia.org/wiki/EV-E301_series

commons.m.wikimedia.org/wiki/Category:JR_East_EV-E301#/search

en.m.wikipedia.org/wiki/Karasuyama_Line