

## Undersøgelser af en ny højhastighedsbane København - Rødby

af Akademiingeniør Ole Kien, projektleder RAMBØLL Transport og anlæg, Bredevej 2, 2830 Virum

### Indledning

Udbygningen af jernbaneforbindelsen mellem Tyskland og Skandinavien har været genstand for adskillige planlægningstiltag og undersøgelser som led i en forbedring af jernbanens konkurrenceevne for passager- og godstrafik. Forbindelsen er en af de vigtige korridorer i EU's planer for udbygningen af et europæisk net for højhastighedstog.

I et samarbejde mellem de tyske, svenske og danske jernbaneselskaber blev der i 1992 udarbejdet en fælles strategi med overordnede planer for forbindelsen mellem Skandinavien og Kontinentet. Heri medtoges udbygningen af både forbindelsen over Sønderjylland - Fyn og forbindelsen over Femern - Lolland - Falster. I omtalen af sidstnævnte blev der skitseret planer for en ny og mere direkte bane fra Rødby via Køge til København. Desuden forudsattes en fast forbindelse mellem Femern og Lolland til erstatning af den nuværende færgefart.

I 1995 blev der udarbejdet en vision og tilhørende planer for udbygningen af et net for højhastighedstog i de skandinaviske lande med forbindelse til det tyske højhastighedsnet. Arbejdet blev udført af en arbejdsgruppe med deltagelse fra de tyske, svenske, norske og danske jernbaner som led i UIC's (den internationale jernbaneorganisation's) arbejde med højhastighedstog. Heri medtages en delvis ny højhastighedsbane mellem Rødby og København med afgrening til Ringsted samt en fast forbindelse over Femerbælt.

Ønsket om en ny bane skyldtes ikke alene behovet for en hurtigere forbindelse til Tyskland/Kontinentet, men også et påtrængende behov for en aflastning af den eksisterende bane København - Roskilde - Ringsted. Denne aflastning opnåedes gennem afgreningen fra ca. Køge til Ringsted.

### Forundersøgelser

En nærmere undersøgelse af en ny jernbaneforbindelse mellem København og Rødby blev indledt i 1992, hvor DSB undersøgte to hovedmuligheder:

1. En udbygning af den eksisterende bane over Ringsted til højere hastighed og kapacitet
2. En helt eller delvis ny bane i en mere direkte linieføring forbi Køge samt herfra med en afgrening til Ringsted

og som omfattede linieføring, bro- og tunnelanlæg, tekniske og driftsmæssige anlæg, miljøforhold samt prisoverslag.

DSB supplerede denne undersøgelse med en undersøgelse i 1993 af forskellige linieføringer mellem København og Ringsted delvis over Køge delvis med udbygning af den eksisterende bane. Desuden foretog DSB i 1995 supplerende undersøgelser af alternativer for en højhastighedsbane på Lolland-Falster i tilknytning til en fast forbindelse over Femerbelt.

Som et led i Baneplanudvalgets foretog DSB i 1996 bl.a. en opdatering af en ny bane på delstrækningen København - Ringsted tillige med en udbygning af den eksisterende bane over Roskilde.

RAMBØLL fik i 1996 af Trafikministeriet til opgave i samarbejde med SYSTRA Group i Frankrig at revurdere en ny højhastighedsbane København - Rødby med en sidegren til Ringsted med udgangspunkt i DSB's tidligere undersøgelser. Ved revurderingen skulle de nyeste udenlandske erfaringer med højhastighedsbaner tages i betragtning. Gennemgangen i det følgende refererer sig hovedsagelig til denne undersøgelse.

Planerne om en ny højhastighedsbane København - Rødby forudsætter naturligt nok etableringen af en fast forbindelse over Femerbelt. I forundersøgelserne er det forudsat, at en sådan forbindelse etableres senest ved åbningen af banen. Derimod er selve forbindelsen ikke medtaget, men er genstand for en særlig undersøgelse.

## **Overordnede krav til en ny bane**

I DSB's og RAMBØLL's forundersøgelser af en ny bane indgik detaljerede analyser af, hvilke driftsmæssige, tekniske og miljømæssige krav, der skulle stilles til banen. I det følgende refereres kun de overordnede krav.

### Driftsoplæg

Tidligere trafikprognoser for en ny forbindelse København - Hamburg peger på 4,5 mio. passagerer pr år imod ca 1 mio i dag. Trafikken på banen ventes at bestå af internationale tog, som nu trafikerer i samme korridor samt ny trafik generet af åbningen af den faste forbindelse over Øresund samt af den nye bane og den faste forbindelse i sig selv. Desuden vil strækningen København - (Køge) - Ringsted blive trafikeret af nationale fjerntog til aflastning af banen over Roskilde.

Undersøgelserne baserer sig på et driftsomfang, som er beskrevet i "Driftsoplæg år 2010 for 10 mulige udbygningsalternativer", dateret 1993-04-02 udarbejdet af DSB. Heri er forudsat, at internationale passagertog afgår hver time i hver retning i 16 af døgnets timer og at der er 2 internationale godstog pr time i hver retning.

Trafikomfanget er summeret i tabellen på følgende side:

Afsnit	Antal tog pr døgn (begge retninger)		i alt
	Passager tog	Godstog	
København - Køge	96	96	192
Køge - Rødby	32	96	128
Køge - Ringsted	64	0	64

I ovennævnte strategi fra 1992 er sat et mål for rejsetiden mellem København og Hamburg på 2 timer og en maksimal hastighed mellem 200 og 350 km/t. I de følgende undersøgelser er der regnet med en maksimal hastighed på 250 hhv 300 km/t.

I både DSB's og RAMBØLL's undersøgelser indgik 2 hovedalternativer:

- A: En ny bane alene for højhastigheds passagertog, maks. hastighed 300 km/t
- B: En ny bane for både højhastigheds og konventionelle passagertog samt godstog, maks. hastighed 250 km/t.

### Interoperabilitet

Forbindelsen København - Hamburg er defineret som en af de 15 vigtigste korridorer i det Trans - Europæiske Højhastigheds Net for jernbaner. Dette net er fastlagt i den såkaldte "High-Level Group" nedsat af EU kommissionen. I Maastricht traktaten er der bl a medtaget bestemmelser om etableringen af et Trans-Europæisk net og skridt til at sikre interoperabilitet gennem teknisk standardisering.

Der er nu i EU Kommissionen vedtaget et direktiv (96/48/EC) vedrørende interoperabilitet på det europæiske højhastigheds bane net. Dette direktiv fastlægger 6 områder, hvorpå der gennem særlige tekniske specifikationer skal opnås interoperabilitet på tværs af grænser og nationale baneanlæg. Af disse 6 områder er følgende relevante for undersøgelsen:

- Infrastruktur
- Energi
- Togstyring og overvågning
- Miljø

Foreløbigt sigtes på at opnå interoperabilitet regionalt f eks i regionen Nordtyskland - Skandinavien. For en ny højhastighedsbane København - Rødby betyder det, at banen inklusiv afgreningen til Ringsted teknisk skal indrettes, så den kan benyttes af tog, der befarer hele korridoren Hamburg - København - Stockholm.

### Forbindelse til øvrige jernbanenet i Danmark

Et væsentligt formål med den nye bane er at skabe en ny og hurtigere forbindelse til Fyn og Jylland, som samtidigt kan aflaste den fuldt udnyttede eksisterende bane København - Roskilde - Ringsted. Den nye bane vil dermed blive en del af et fremtidigt nationalt højhastigheds banenet.

Banen skal derfor forbindes med det eksisterende net i København og Ringsted på en måde, som tillader fleksibel anvendelse af banen i forhold til den eksisterende bane over Roskilde og den nye bane til Sverige over Øresund både for passager- og godstog.

### Tekniske specifikationer

Følgende tekniske specifikationer blev valgt som grundlag for banen:

Maksimal hastighed for forskellige togtyper:

Passagertog	300/250 km/t
Lette godstog	160 km/t
Tunge godstog	100/120 km/t

Profiler mm.

	Bredde	Højde
Fri bane	min. 8,0 m	min. 7,4 m, under broer 6,5
Tunneler	min. 6,0 m	min. 5,92 m
På broer	2 spor min. 9,7 m	min. 5,92

Linieføring:

Standard: UIC 703

Horisontal radius nominel 6000 m, minimum 4000 m.

Vertikal radius anbefalet 25000 m, normalt 16000 m, minimum 14000 m.

Maksimal gradient: 25 ‰ for passagertog og 15 ‰ for godstog.

Spor:

Standarder: UIC 700, 711, 714, Dansk Standard og DSB normer.

Sporvidde: standard 1435 mm.

Skinnetype: UIC 60, grade 900A, fuldsvejset.

Betonsveller i stenballast.

Sporskifter:

Standard: UIC 711

Hastighed i afvigende gren normalt 170 km/t, på fri bane op til 230 km/t (afgrening Køge).

Signalsystem:

Banen udstyres med et ATC system til overvågning af hastighed og sikring af togveje.

Systemet skal samtidig kunne opfylde interoperabilitet på hele korridoren Hamburg - Stockholm.

Elektrificering:

Der regnes med elektrisk drift på banen.

Standarder: EN 50 119-1, EN50 122, EN 50 149, EN 50 163.

Der forudsættes standardsystemet 25 kV, 50 Hz som på øvrige danske strækninger. Dette konflikter med kravet om interoperabilitet eftersom både Sverige og Tyskland har et andet system 15 kV, 16 2/3 Hz. Imidlertid er det efterhånden praksis og teknologisk ukompliceret at løse interoperabilitets opgaven ved at indrette det rullende materiel til flere systemer. Der forudsættes anvendt det danske mekaniske system for køreledningsophæng mv.

### Miljøforhold

Ved planlægning af banen skal der tages hensyn til miljøpåvirkningen. Ved den indledende undersøgelse er det især påvirkningen på følgende områder, der har været med i overvejelserne om linieføring og udformning:

- Støj fra banen
- Påvirkning af naturen og naturbeskyttelses arealer
- Visuelt miljø
- Barriere effekt

### **Løsningsforslag**

Forundersøgelserne omfatter begge ovennævnte hovedalternativer A og B. Det viser sig, at der ikke bliver stor forskel på løsningsforslagene for A og B således, at de kan beskrives under et.

### Linieføringer

Da der er tale om en ny, selvstændig bane uden planlagte stop undervejs, er der valgt en direkte linieføring, som i vid udstrækning forløber langs den eksisterende sydmotorvej i en transportkorridor. Herved begrænses de miljømæssige skadevirkninger mest muligt, hvad angår den samlede støjpåvirkning fra vej og bane samt barriereeffekten overfor lokaltrafik og fauna. Den overordnede omtrentlige linieføring kan ses på det bilagte kort. Med kravene til minimum kurveradier er det ikke muligt at følge motorvejen helt tæt.

Med henblik på at opnå størst mulig kapacitet og aflastning af de nuværende baner, er banen foreslået ført helt ind til Københavns Hovedbanegård. Der er undersøgt mange forskellige forslag til linieføring på det sidste tæt bebyggede og vanskelige område ind mod København, som dels udnytter tunnelling under gade dels åben banegrav samt delvis langs eksisterende bane. De to mest interessante linieføringer er:

1. Forløb fra motorvejen ved Folehaven til den eksisterende godsbane og langs denne ind til København. Denne løsning er den billigste, men vil få lave hastighedsbegrænsninger på grund af skarpe kurver. Desuden vil den give anledning til støjforøgelser i boligområdet.
2. Forløb fra Motorvejen ved Folehaven til en ca 2,2 km tunnel under Vigerslev Alle endende ved Enghave S-station og derfra videre mod København H langs den eksisterende vestbane.

Dette er en væsentlig dyrere løsning, som til gengæld vil give en lavere støjpåvirkning og hvor en højere hastighed kan opnås ind mod København.

Over Sjælland, Faster og Lolland er der undersøgt alternative linieføringer ved Køge og i forbindelse med krydsningen af Storstrømmen.

Den planlagte afgrening af banen mod Ringsted er planlagt på højde med Køge. Der er regnet med en krydsning ude af niveau af hensyn til banens kapacitet. Der er undersøgt forskellige placeringer af afgreningen og linieføringen i forbindelse hermed for at komme fri af motorvejsudfletningen på stedet og tage hensyn til naturbeskyttelseområder.

Krydsning af Storstrømmen er undersøgt dels ved udnyttelse af den nuværende jernbane/vej bro dels via en ny bro eller tunnel langs motorvejen over Farø.

Ved linieføringen over den nuværende bro føres banen øst om Vordingborg for at undgå de skarpe kurver ved opkørslen til broen. Det er derfor nødvendigt at føre banen over en ny bro fra Sjælland til Masnedø. Den nuværende Storstrømsbroen har ikke plads til både vej og to jernbanespor. Dersom vejforbindelsen bibeholdes bliver der behov for en supplerende bro parallelt med den gamle bro enten til vej eller et jernbanespor. Desuden skal den gamle bro ombygges og de sidste fag mod Sjælland rettes ud.

For linieføringen over Farø er der undersøgt kombinationsmuligheder af tunnel og bro Sjælland - Farø og Farø - Falster. En tunnel hele vejen vil blive meget lang på grund af stedets topografi. En lavbro Sjælland - Farø kombineret med en højbro Farø - Falster synes at være den bedste løsning. Imidlertid vil gennemsejlingshøjden af højbroen og kravet til maksimal stigning bevirke, at en egentlig lavbro ikke kan anvendes i hovedalternativet med godstog.

Over Falster og Lolland er undersøgt varierende linieføringer i medfør af passagen over Masnedø eller Farø. Af miljømæssige grunde bør Guldborgssund krydses i en tunnel, selv om en bro må forventes at være billigere. Med ramper vil tunnelen blive omkring 4 km lang. Banen er forudsat at slutte til den faste Femerforbindelse ved Rødby.

### Driftsmæssige anlæg

Der er ikke regnet med mellemstationer på banen. Derimod er der behov for overgangsmuligheder mellem højre og venstre spor af hensyn til vedligeholdelse og reparationer. Desuden vil der i hovedalternativet med godstog være behov for overhalingsmulighed.

Følges standarden for øvrige danske baner er der i hovedalternativet med godstog behov for 7 overgangssteder og 4 overhalingsspor på strækningen København - Rødby (ekskl. endestationerne). Dette vil kunne reduceres til 5 overgangsmuligheder og 2 overhalingsspor, dersom antallet tilpasses til driftsomfanget jf ovenfor.

Dersom overhalingsspor udformes lange f eks 4000 m vil de overhalede godstog kunne frigøre banen under fuld hastighed, og overhalingerne vil dermed i mindre grad påvirke kapaciteten af banen.

### Signalsystem og togstyring

Ved valg af løsningsforslag til signalsystem (ATC system) skal der som nævnt tages hensyn til interoperabiliteten samt den nationale trafik. Andre steder i Europa er dette løst ved at installere fuldt udstyr til flere signalsystemer i togene. Dette er imidlertid en nødløsning, fordi det er pladskrævende og kræver kostbar installation af udstyr i hvert tog, der skal befare banen. En ny fælleseuropæisk standard for signalsystem og togkontrol er under udvikling - kaldet European Train Control System (ETCS) og ventes færdig i løbet af et par år.

På strækningen København - Rødby - Hamburg vil det være hensigtsmæssigt at udnytte denne udvikling ved at indrette tog, der befarer hele strækningen samt til Sverige med det nye ETCS system påsat ligeledes udviklede oversættermoduler til de nationale ATC systemer. Dermed kan de nationale tog stadig befare alle strækninger.

### Rejsetider

Rejsetiderne for strækningen København - Rødby afhænger noget af de omtalte varianter i linieføring. Med et fransk TGV togsæt vil rejsetiderne blive:

Korteste køretider + 5 %	Maksimalhastighed 300 km/t	Maksimalhastighed 250 km/t
Hurtigste variant: Tunnel til København og via Farø	41,25	44,14
Langsomste variant: Langs godsbanen i København og via Masnedø	43,46	47,21

### Miljøvurdering

I forbindelse med forundersøgelserne er der kun foretaget en overordnet miljøvurdering. Generelt vil vurderes de største miljøgener til at være støj og det visuelle indtryk af de nødvendige støjskærme samt køreledningsanlæggene, som rager op over skærmene.

I området nær og i København vil støjproblemet naturligvis være størst på grund af den tætte (bolig)bebyggelse. Udstrakt brug af støjskærme, udgravning og tunnel vil reducere støjproblemet.

Gennem Sjælland, Falster og Lolland vil placering så tæt som muligt til motorvejen være fordelagtig udfra både en støjmæssig og visuel betragtning. Dette kan af tekniske grunde ikke

altid lade sig gøre. Miljøproblemerne på denne strækning vurderes hovedsageligt at være støj, visuelt indtryk og påvirkning af naturområder.

Bidraget til luftforureningen langs banen vil være lille eftersom banen alene vil være elektrisk drevet.

## Prisoverslag

Ud fra de nævnte kriterier er der foretaget et prisoverslag for banen. Dette omfatter anlæg af banen ekskl. anlæg på København H samt i Rødby og Ringsted. I efterfølgende skema er priserne fra RAMBØLL's undersøgelse angivet for de enkelte delstrækninger samt totalt for banen. (prinsniveau 1996) for hovedalternativet med blandet trafik.

Linieføring langs godsbanen i København	Via Vordingborg			Via Farø		
	50 %	70 %	90 %	50 %	70 %	90 %
Sandsynlighed for prisen						
Prisoverslag Mia DKK	14,9	15,3	15,8	15,1	15,5	16,0

## Konklusion

Undersøgelserne peger på, at der hvad angår hovedalternativerne (ren højhastighedsbane hhv med blandet trafik) kun er små forskelle på løsninger og prisen på de to alternativer. Sammenholdt med den relativt beskedne tidsgevinst ved en 300 km/t ren højhastighedsbane forekommer det rimeligt at foretrække en løsning med blandet trafik på banen.

Hvad angår valg af linieføring er forskellen mellem en udbygning omkring den gamle Storstrømsbro og en ny Farøforbindelse beskedne, dersom vejforbindelsen over den gamle bro opretholdes. Dertil kommer en længere rejsetid over den gamle bro samt miljøpåvirkningen som følge af banens forløb gennem udkanten af Vordingborg by. En linieføring over Farø må derfor foretrakkes.

I en videre vurdering af indføring til København må det nærmere afvejes, om miljøfordelene og tidsgevinsten ved en tunnelindføring kan opveje en merpris, som er vurderet til ca 1,9 mia kr.

Generelt kan det konstateres, at prisen for banen jf RAMBØLL's seneste vurdering, som i forhold til de tidligere DSB undersøgelser medtager alternative udenlandske erfaringer og teknologi, hvor det er muligt, alligevel stemmer godt overens med de tidligere DSB's prisoverslag.





