

Fremtidens S-bane i København

Alex Landex, DTU Transport, al@transport.dtu.dk

Niels Wellendorf, DSB Planlægning og Trafik, nwellendorf@s-tog.dsb.dk

1. Resumé

Boulevardbanens nærtrafikspor mellem København H og Østerport åbnede for trafik i 1921, men kapaciteten på banen var hurtigt brugt op. Efterfølgende er banen blevet opgraderet flere gange med nye sikringsanlæg og nye elektriske S-tog, så der i dag kører ca. 10 gange så mange tog som i 1921. I dag er der fortsat kapacitetsproblemer på Boulevardbanen, hvilket påvirker hele S-banesystemet i København, men på grund af den tætte togfølge er der efterhånden ikke flere muligheder for kapacitetsudvidelser på banen. Derfor beskriver denne artikel muligheden for at udvide kapaciteten ved at bygge en ny S-baneforbindelse gennem København.

Den foreslåede S-baneforbindelse gennem København vil muliggøre at køre flere og hurtigere S-tog på hele S-banenettet og dermed fungere som en hurtig og effektiv fødelinje til både den eksisterende metro og den kommende ringmetro. Endvidere vil den foreslåede S-bane S-togsbetjene nye hidtil ikke S-banebetjente områder i København. På denne måde kan der sikres en mere attraktiv kollektiv trafikbetjening i såvel det centrale København som i hel S-banens opland.

Kombineres den foreslåede S-bane gennem København med overhalingsspor på S-banefingrene mod Hillerød, Frederikssund og Køge vil der kunne sikres en endnu hurtigere og mere effektiv S-banebetjening af de større Købstæder i Hovedstadsområdet.

Keywords: Jernbane, S-bane, Kapacitetsudvidelse, Overhalingsspor, Oplandsanalyse, Tunnelbane

2. Baggrund og historik

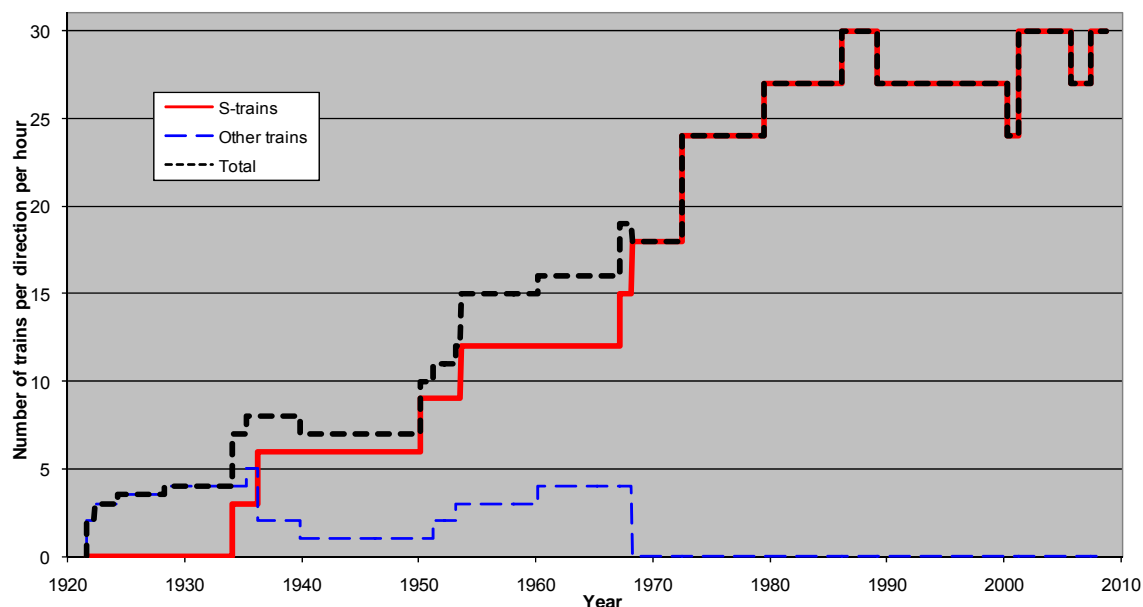
I 1901 blev det, på baggrund af planer fra 1885, besluttet at forbedre de dengang kaotiske forhold jernbanen i København med manglende kapacitet. Det blev besluttet at opføre en ny hovedbanegård (den nuværende) og bygge en ny underjordisk baneforbindelse (Boulevardbanen ofte kaldet "Røret") mellem den ny hovedbanegård og Østerport, så det nordlige og det sydlige jernbanesystem blev bundet sammen under jorden. Den nye hovedbanegård stod færdig i 1911, de to første spor (fjerntrafiksporene) åbnede i 1917, men først i 1921 åbnede nærtrafiksporene (de nuværende S-banespor).

Allerede i 1920'erne opstod der kapacitetsproblemer på Boulevardbanens nærtrafikspor [Poulsen 1997]. Fra bl.a. professorer på Polyteknisk Lærestanstalt foresloges en elektrificering.

Dette var DSB dog modstander af, da ”bybanetrafik” måtte være en kommunal opgave, som ikke skulle belaste DSB’s baner. En forudsætning måtte i givet fald være en udbygning af flere strækninger, bl.a. til Klampenborg til 4 spor, så nærtrafik og fjertrafik kunne adskilles. En kommission blev nedsat i 1926, og fremkom i 1929 med en betænkning, hvorefter det i Rigsdagen i 1930 besluttes, at løse problemerne ved at elektrificere nærbanesporene samt at indsætte nye tog med automatisk dørlukning og bedre accelerationsegenskaber. På denne måde åbnede den første S-banelinje gennem Boulevardbanen den 15. maj 1934, kort efter den allerførste S-banestrækning fra Frederiksberg til Klampenborg var åbnet den 3. april 1934. S-banen blev hurtigt en succes, hvorfor S-banesystemet blev udvidet. Kapaciteten blev løbende udvidet ved indsættelse af flere linjer samt åbning og forlængelse af flere baner:

1934 S-bane til Valby	1977 S-bane til Farum
1936 S-bane til Holte	1979 S-banen forlænget til Solrød Strand
1941 S-bane til Vanløse	1983 S-banen forlænget til Køge
1949 S-bane til Ballerup	1986 S-banen forlænget til Høje Taastrup
1953 S-bane til Glostrup	1989 S-bane til Frederikssund
1963 S-banen forlænget til Taastrup	2002 Dobbeltspor på S-banen til Frederikssund
1968 S-banen forlænget til Hillerød	2005 S-banen forlænget til Ny Ellebjerg
1972 S-bane til Vallensbæk	

Senere kapacitetsproblemer er løst ved at ensarte driften, så der fra 1968 kun har kørt S-tog på Boulevardbanens nærtrafikspor samt ved at modernisere signalanlæggene, så der kunne afvikles flere tog på banen. I 1972 introduceredes et nyt og moderne sikkerhedssystem – HKT (HastighedsKontrol og Togstop) – som øgede kapaciteten på S-banen væsentligt (se figur 1).



Figur 1: Udvikling i togantallet på Boulevardbanens nærtrafikspor i myldretiden [Landex 2009].

For at kunne køre flere S-tog på såvel Boulevardbanen som hele den centrale strækning mellem Dybbølsbro og Svanemøllen, er togdriften i de senere år blevet gjort homogen – alle S-tog standser ved alle stationer i det centrale København, hvorved der ikke ”spildes” kapacitet ved at gennemkørende S-tog indhenter S-tog der standser ved alle stationer¹. I årene 1986-1989 kørte der for første gang 30 S-tog pr. retning i myldretiden på Boulevardbanen, men ved køreplansskiftet i 1989 blev dette reduceret til 27 tog pr. retning i myldretiden. I år 2000 og 2001 var det nødvendigt at reducere togantallet yderligere til 24 tog pr. retning pga. etablering af gangtunnel til metroen.

I 2001 til 2006 kørte der igen 30 tog pr. retning i myldretiden, men pga. overgangen til ny fjernstyring af S-banen var det igen nødvendigt at reducere togantallet til 27 tog pr. retning i myldretiderne. I forbindelse med den nye S-togskøreplan (S07) blev HKT-systemet mellem København H og Østerport optimeret, og fra september 2007 var det igen muligt at køre 30 tog pr. time i myldretiden. Togantallet pr. retning i spidstimen fremgår af figur 2.



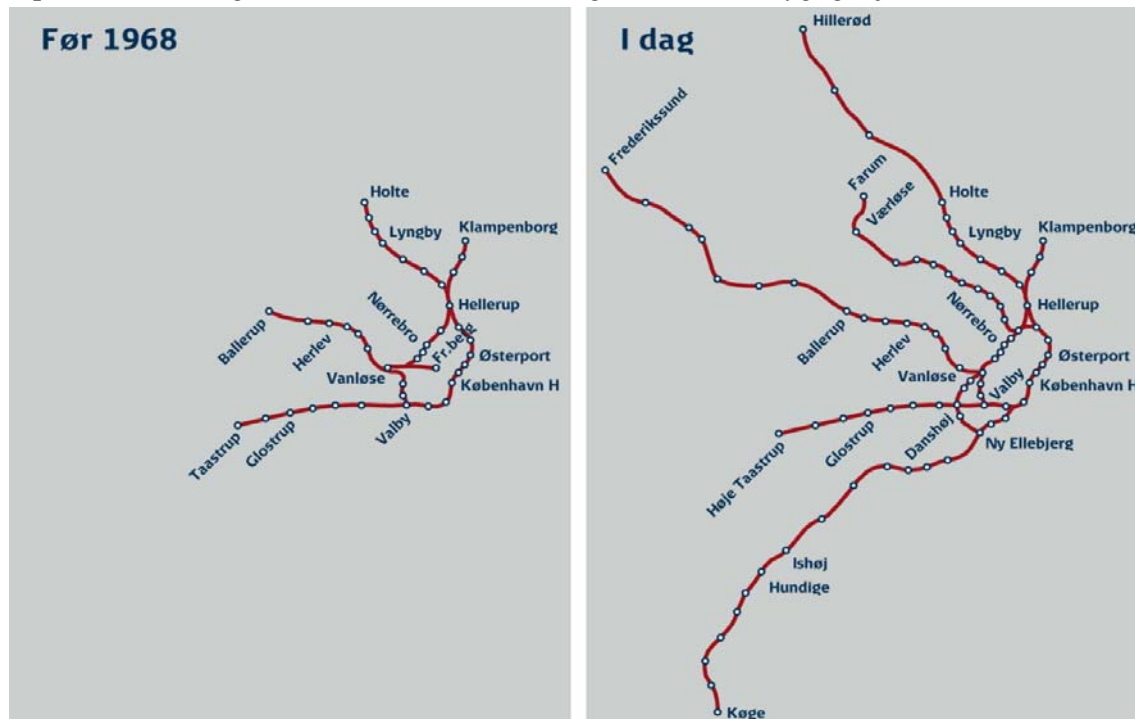
Figur 2: Togantal pr. retning i spidstimen i 2008.

Boulevardbanen håndterer i dag ca. 10 gange så mange tog pr. myldretidstime end da der første gang blev konstateret kapacitetsproblemer på banen. At det i dag er muligt at køre så mange flere tog skyldes den teknologiske udvikling for både signaler og tog. Boulevardbanen

¹ At alle S-tog standser ved alle stationer i det centrale København er en serviceforringelse for de passagerer der ikke benytter de ”nye” stop, men er til gengæld en serviceforbedring for de passagerer der opnår nye direkte forbindelser.

har gennem årene udviklet sig til at være den centrale bane i det Københavnske S-banesystem hvor flere og længere radiale baner mødes og betjener København (se figur 3).

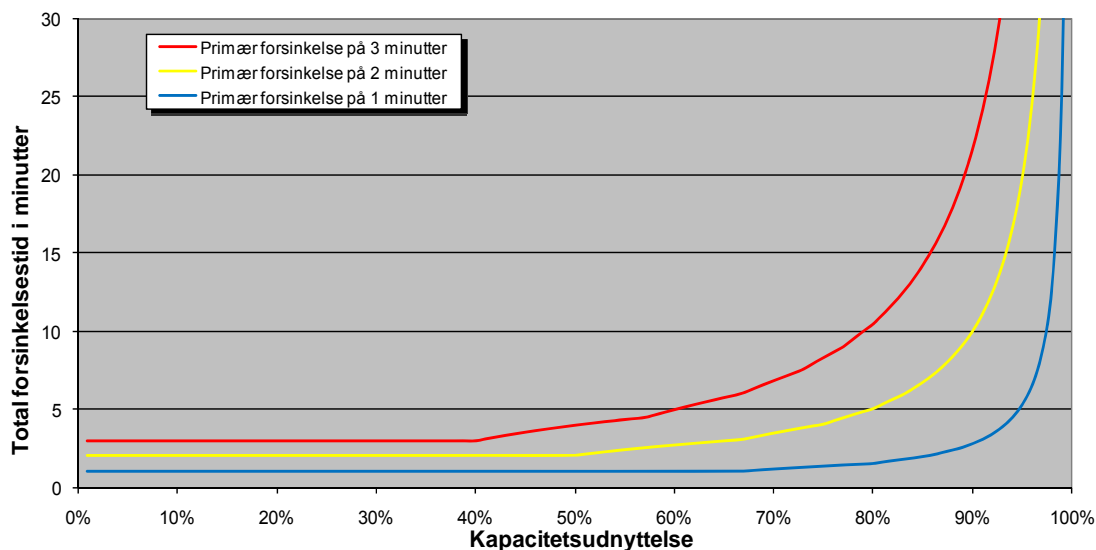
Det har således pga. de nye lange ”regionale” strækninger til købstadsringen (Hillerød, Frederikssund og Køge) måttet indsættes nye, særlige hurtige linjer. Dels af hensyn til kapaciteten, men også for at sikre en tilstrækkelig, konkurrencedygtig rejsetid.



Figur 3: S-banens udvikling fra 1968 til 2008.

I dag udnyttes ca. 90 % af kapaciteten på Boulevardbanen², hvilket er over Den Internationale Jernbaneunions (UIC's) anbefaling på maksimalt 85 % kapacitetsudnyttelse i myldretiden og 70 % i dagtimerne [UIC 2004]. Den høje kapacitetsudnyttelse betyder at risikoen for at ét tog forsinkes andre tog er høj, da selv en lille forsinkelse på ét tog vil forplante sig til de efterfølgende tog, se figur 4.

² Kapacitetsudnyttelsen på Boulevardbanen er lidt over 90% i myldretiden, mens den er lidt under 90% i dagtimerne.



Figur 4: Total forsinkelsestid som følge af en forsinkelse på ét tog. Baseret på [Landex 2009].

Den høje kapacitetsbelastning af Boulevardbanen gør det svært/umuligt at køre flere S-tog, da selv en lille forøgelse i kapacitetsbelastningen vil resultere i en væsentlig større risiko for følgeforsinkelser. Det er heller ikke muligt at forlænge S-togene, da de mest belastede S-togsafgange allerede udnytter hele perronens længde. Samtidig vil længere S-tog betyde højere kapacitetsudnyttelse, da de optager blokafsnittene i længere tid hvorved risikoen for følgeforsinkelser vil stige. Den høje kapacitetsbelastning betyder at det ofte er nødvendigt at aflyse togsafgange eller hele linjer i tilfælde af forsinkelser for at forsinkelserne ikke skal spredes til hele S-banesystemet. En eventuel fremtidig kapacitetsforbedring på Boulevardbanen kan derfor udnyttes til at opnå en bedre regularitet på S-banen og sikre at færre tog behøves at aflyses i tilfælde af forsinkelser³.

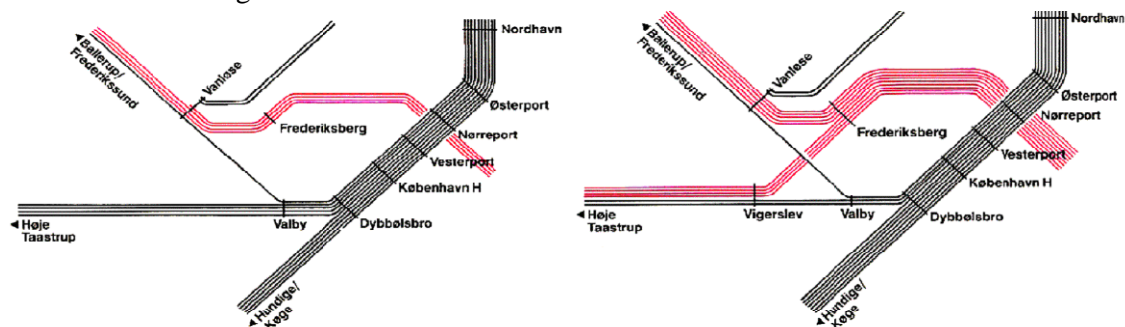
Eftersom kapacitetsproblemerne på S-banen ikke er nye, har der gennem tiden været forskellige forslag til at løse det ved at etablere en ny S-bane i København for aflastning af Boulevardbanen. I 1940'erne og igen i 1960'erne planlagde både DSB og Københavns kommune nye tunnelforbindelser (se figur 5), bl.a. fra Københavns Hovedbanegård via Kongens Nytorv og Østerport til Svanemøllen station. Planerne med denne forbindelse var så langt fremme at der i 1969 blev foretaget en prøvestøbning ved Københavns Hovedbanegård under Reventlowsgade [Poulsen 1997]. Der var også planer om direkte indføringer af Frederikssundbanen via Frederiksberg og Farumbanen via Nørrebro, begge ind til denne "Citybane", og med to afgrening til Amager. Planerne blev imidlertid skrinlagt da bilen – og for den kollektive bytrafiks vedkommende bussen – på daværende tidspunkt blev anset for fremtidens transportmiddel, samtidig med at ny signalteknologi gjorde det muligt at køre flere tog på Boulevardbanen.

³ En kapacitetsforøgelse kan også bruges til at køre flere tog, men dette vil kræve en væsentlig kapacitetsforøgelse.



Figur 5: Eksempler på tunnelplaner fra 1940 og 1965 [Poulsen et al 1984].

Efter at DSB i starten af 1980'erne havde udsendt flere planer for letbaner som alternativ til de tidligere T-baneplaner, lancerede DSB i 1988 strategiplanen "Plan2000" [DSB 1988], hvor kapacitetsproblemet på Boulevardbanen igen blev søgt løst ved udbygning af S-banenettet i København. Denne gang foreslog DSB at forlænge Frederiksbergbanen fra Frederiksberg til Amager via Nørreport og i en senere fase at genetablere banen mellem Vigerslev/Danshøj og Frederiksberg (se figur 6). På denne måde kunne rejsende fra Frederikssundsbanen få en mere direkte forbindelse til København samtidig med at det sydlige S-banesystem ville blive aflastet, så der kunne køres flere S-tog⁴. På sigt kunne tog fra det nordlige S-banesystem også indføres til København af den nye bane ved at genetablere baneforbindelsen mellem Grøndal og Lindevang stationer. Denne S-baneløsning er i dag etableret, men som metro, hvorved det ikke har været muligt at aflaste Boulevardbanen.



Figur 6: DSB's plan til bedre banebetjening af København [DSB 1988].

Med etablering af Metrocityringen og eventuel etablering af roadpricing i København vil der være et øget behov for at transportere flere passagerer til/fra København med S-tog, hvilket vil resultere i en øget kapacitetsbelastning på Boulevardbanen. For at sikre et velfungerende

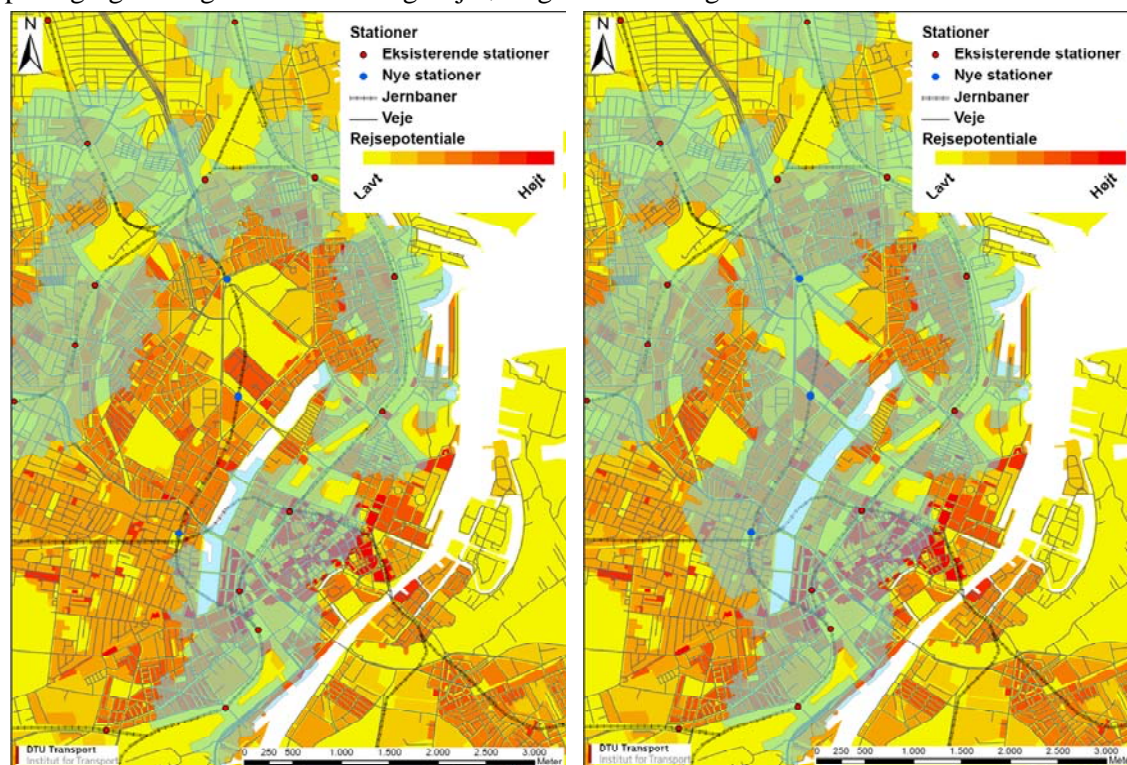
⁴ Det sydlige S-banesystem (banerne mod Køge, Høje Taastrup og Frederikssund) er der hvor der er flest passagerer.

og sammenhængende kollektivt transportsystem i hovedstadsområdet, hvor S-banen vil fungere som fødelinje til Metrocityringen, og samtidig forbedre og fremtidssikre S-banen vil artiklen beskrive en ny S-baneforbindelse gennem København og muligheden for hurtigere rejser på S-banens fingre.

3. Ny S-bane i København

Som nævnt i afsnit 0 har der gennem de seneste mange år været kapacitetsproblemer på den eksisterende jernbanelinie gennem København (Boulevardbanen). Med den planlagte Metrocityring, forventes antallet af påstigere på S-banen at blive forøget med 135.000 [Landex & Nielsen 2007], hvilket vil belaste Boulevardbanen yderligere. For at sikre flere passagerer i S-tog såvel som metroen er det derfor vigtigt at S-banen har en så god drift som muligt.

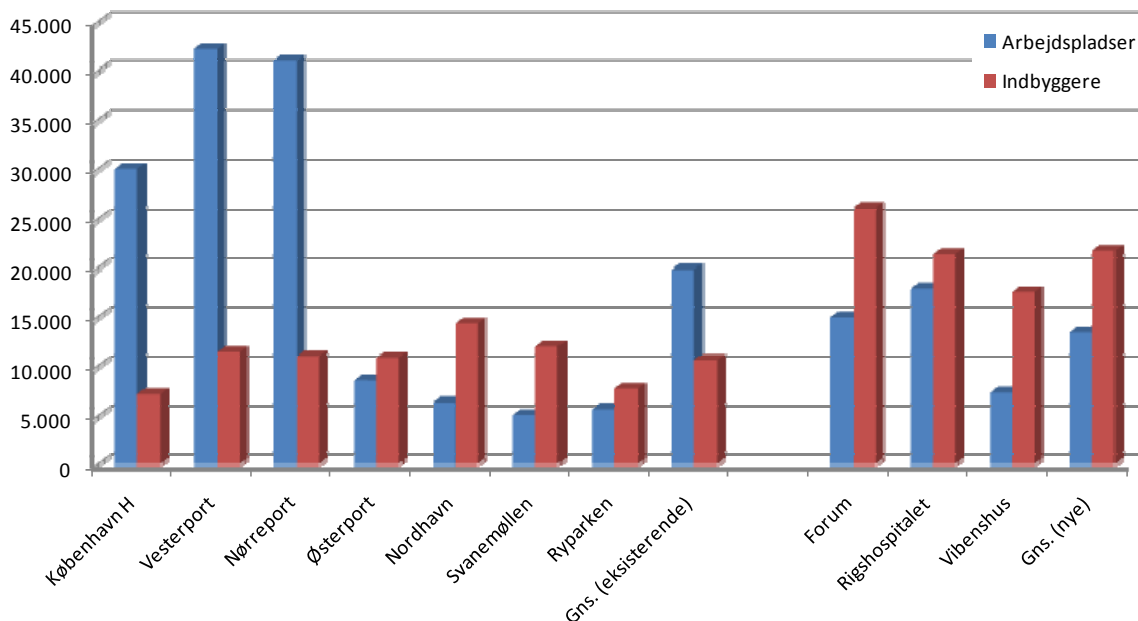
Ligesom der for ca. 100 år siden blev etableret en forbindelse gennem København for at sikre fremtidens jernbanedrift, kan en ny tunnel gennem København sikre et kvalitetsløft for den fremtidige S-bane og metrodrift de kommende mange år. For at sikre den størst mulige succes for S-banen (og metroen) er det essentielt at der vil være gode skiftemuligheder mellem S-tog og metro samt at den nye S-bane forbinder det nordlige og sydlige S-banesystem. Endvidere bør den nye S-bane (om muligt) sikre banebetjening af hidtil udækkede områder med højt passagergrundlag. En sådan mulig linjeføring kan ses af figur 7.



Figur 7: 800 meter opland for den eksisterende S-bane gennem København (venstre) og den foreslåede S-bane (højre) – kun stationer med indflydelse på det nye S-banerør er medtaget⁵.

⁵ Oplandet er bestemt som 800 meters reel gangafstand, hvilket svarer til ca. 600 meters luftlinieafstand.

Linjeføringen i figur 7 sikrer forbindelse fra alle banelinier i det sydlige S-banesystem til samtlige banelinier i det nordlige S-banesystem. Endvidere sikres gode skiftemuligheder til andre baner på Københavns hovedbanegård (regionaltog, IC-tog og Metrocityringen), Forum (den eksisterende metro), Vibenshus (Metrocityringen), og Ryparken (Ringbanen). Med den nye, ca. 7 km lange strækning betjenes nye hidtil ikke-banebetjente områder omkring Rigshospitalet, Panum og Universitetsparken samtidigt med at der opnås gode skiftemuligheder til det øvrige net. Banen betjener også mange nye ikke S-banebetjente områder med stort rejsepotentiale (jf. figur 7 og figur 8), samt fritidsområder som Fælledparken og Assistens Kirkegård.⁶



Figur 8: Antallet af arbejdspladser og indbyggere indenfor 800 meters gangafstand fra stationer⁷.

Oplandsanalysen i figur 8 viser at de nye stationer på den nye bane alle betjener flere indbyggere end stationerne på den eksisterende bane – i snit mere end dobbelt så mange indbyggere pr. station. Derudover betjener de nye stationer mange arbejdspladser, hvor de nye stationer kun overgås af de centrale citystationer København H, Vesterport og Nørreport. Samlet set har de nye stationer et bedre opland end Østerport, Nordhavn, Svanemøllen og Ryparken på den eksisterende bane, mens kun Danmarks tre oplandsmæssigt største stationer (København H, Vesterport og Nørreport) overgår de nye stationer med hensyn til arbejdspladser.

⁶ Se [Jacobsen & Larsen 1999] for beregning af rejsepotentiale.

⁷ Beregningerne er foretaget efter "Service Area metoden" der blev præsenteret i [Landex & Hansen 2006], og som er videreudviklet i [Landex et al 2006] og [Andersen & Landex 2008]. Det er antaget at de nye stationer har adgangsvej i begge ender af perronen, mens de aktuelle adgangsveje for de eksisterende stationer er benyttet.

3.1 Anlægsoverslag

Anlægsøkonomien er en væsentlig beslutningsparameter, hvorfor der i tabel 1 gives et overslag over omkostningerne til etablering af den foreslåede S-bane gennem København.

Tabel 1: Anlægsoverslag for den foreslåede S-bane i 2007-priser uden moms⁸. Enhedspriserne er baseret på [Niras 2002a].

Komponent	Enhedspris	Behov	Prisoverslag
Strækningstunneler	Ca. 350 mio. kr. pr. km	7 km	Ca. 2.450 mio. kr.
Underjordiske stationer	Ca. 830 mio. kr. pr. stk.	5 stk. ⁹	Ca. 4.150 mio. kr.
Øvrige anlægsarbejder	Ca. 22 mio. kr. pr. km	7 km	Ca. 154 mio. kr.
Banetekniske anlæg	Ca. 75 mio. kr. pr. km	7 km	Ca. 525 mio. kr.
Supplerende arbejder			Ca. 400 mio. kr.
I alt			Ca. 7.679 mio. kr.

Med en pris på ca. 7,7 mia. kr. kommer den foreslåede S-bane gennem København således til at koste knap halvdelen af Metrocityringen, hvilket giver en kilometerpris der er højere end metroens. Dette skyldes længere perroner, større tunneldiameter og flere adgangsveje. De bedste løsninger for projektet er lagt til grund i den ovenfor beskrevne opgørelse af den forventede anlægsøkonomi, men ved at gå på kompromis med kvaliteten af anlægget vil det være muligt at etablere et den foreslåede bane billigere, se tabel 2.

Tabel 2: Mulige besparelser i forbindelse med etablering af den foreslåede bane i 2007-priser uden moms¹⁰. Besparelserne er baseret på [Niras 2002a].

Alternativ	Besparelse pr. enhed	Besparelse
Kortere stationer (90meter, svarende til 1 SA eller 2 SE-togsæt)	Ca. 165 mio. kr.	Ca. 825 mio. kr.
Kun en adgang i den ene ende af stationen	Ca. 110 mio. kr.	Ca. 550 mio. kr.
Dybere stationer (etablering af stationer i åben tunneleringsteknik)	Ca. 110 mio. kr.	Ca. 110 mio. kr. ¹¹
Mulig besparelse i alt		Ca. 1.485 mio. kr.

De mulige besparelser på ca. 1,5 mia. kr. vil have konsekvenser for attraktiviteten af den nye bane. Ved dybere stationer vil passagererne skulle bruge længere til- og frabringertid til stationen ligesom der må forventes længere skiftetid til eksempelvis bus. Hvis der kun etableres adgangsvej i den ene ende af stationen vil stationens opland reduceres med cirka 20 % hvorved det må forventes at færre passagerer vil benytte den foreslåede bane¹². Ved at

⁸ Opregnet fra 2002 priser

⁹ Det er forudsat at København, Forum, Rigshospitalet, Vibenshus og Ryparken anlægges som underjordiske stationer. Afhængig af linjeføringen kan Ryparken etableres som en overfladestation.

¹⁰ Opregnet fra 2002 priser

¹¹ Det er forudsat at kun Rigshospitalet station kan etableres dybere da dybden af de øvrige stationer afhænger af metrostationerne.

¹² Forudsat cirkulære oplande med en radius på 600 meter [DSB S-tog 1995].

reducere perronlængden vil stationsoplandet (hvis der er adgangsvej i begge ender) også reduceres med færre passagerer til følge, men derudover vil det heller ikke være muligt at transportere så mange passagerer på den nye bane ligesom det i tilfælde af problemer i driften ikke vil være muligt at køre lange tog ad den foreslåede bane i stedet for Boulevardbanen, hvilket vil betyde færre muligheder for at begrænse generne når der er problemer i driften – og derved risiko for færre passagerer¹³.

Den foreslåede S-bane gennem København giver mulighed for en bedre service på S-banen ved at køre flere tog på S-banens fingre samtidig med at der betjenes 3 nye S-bane stationer i København. I princippet kan der køre op mod dobbelt så mange tog på S-banen, se figur 9.



Figur 9: Nuværende og fremtidigt rutekort ved fordobling af S-togslinierne.

Den foreslåede S-bane gennem København muliggør flere S-tog i både København og på S-banens fingre. Det betyder at togantallet i København kan fordobles, og at siddepladskapaciteten gennem København kan øges fra de nuværende 14.000 pr. time pr. retning til 38.000, jf. tabel 3.

Den foreslåede S-bane giver tre nye S-togsstationer i det centrale København (Forum, Rigshospitalet og Vibenshus), hvor der på to af stationerne vil være skiftemulighed til metroen. Derved øges stationerne med skiftemulighed mellem S-tog og Metro fra 6 til 8, hvorved der opnås en bedre sammenhæng i den kollektive trafik i København.

¹³ Mulighederne for at køre ad en alternativ bane og derved reducere konsekvenserne i tilfælde af problemer i driften findes ikke i dag, hvorfor dette vil være en forbedring uanset perronernes længde.

I tilfælde af driftsproblemer på S-banen (fx sporarbejder i det centrale København) vil den foreslåede S-bane give mulighed for fortsat at køre S-tog gennem København ad den anden bane. Det vil betyde at S-togsdriften vil være mindre påvirket af sporarbejdet end tilfældet er i dag, hvor det ofte er nødvendigt at aflyse tog både i det centrale København og på S-banens fingre.

Tabel 3: Sammenligning mellem den nuværende og den foreslåede S-bane.

	Nuværende S-bane	Foreslået S-bane
Maksimalt togantal på Boulevardbanen	30 tog pr. retning pr. time	30 tog pr. retning pr. time
Maksimalt togantal på ny bane	–	30 tog pr. retning pr. time
Maksimalt totalt togantal gennem København	30 tog pr. retning pr. time	60 tog pr. retning pr. time
Maksimal siddepladskapacitet i spidstimen pr. retning på Boulevardbanen	19.000 ¹⁴	19.000
Siddepladskapacitet i spidstimen pr. retning på ny bane	–	19.000
Total siddepladskapacitet i spidstimen pr. retning i København		38.000
Nye S-togsstationer	–	3
Skiftemuligheder mellem S-tog og Metro	6	8
Mulighed for alternativ rute	Nej	Ja

Etablering af nye baneforbindelser gennem større byer for at løse kapacitetsproblemer og skabe bedre trafikforbindelser er ikke nogen ny ide, og har da også været baggrunden for etableringen af Boulevardforbindelsen for ca. 100 år siden. Af nyere eksempler kan nævnes Citybanen i Stockholm og den nye S-banelinieføring i München, men også Citytunneln i Malmö og nye baner på tværs af London og Paris.

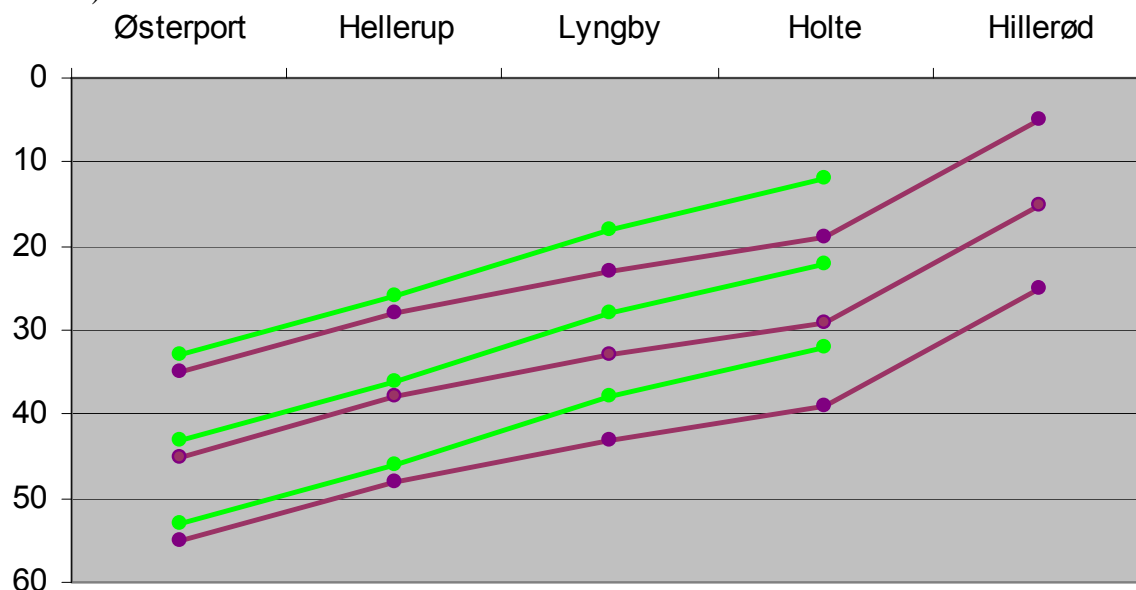
4. Overhalingsspor

Den københavnske S-bane adskiller sig fra (de fleste) andre S-baner ved at have lange S-banegrene, hvor der både kører S-tog der standser ved samtlige stationer og hurtigere S-tog der springer de mindre stationer over. Denne blanding af hurtige og standsende S-tog giver kortere rejsetider for passagererne, men optager også kapacitet på de enkelte S-baner, eksemplificeret med Nordbanen mellem Østerport og Hillerød i figur 10. I Holte kan linje B (grøn linje) først afgang 3 minutter efter linje E (lilla linje) har forladt stationen¹⁵. Mellem Hellerup og Holte standser linje E kun på Lyngby station mens linje B endvidere standser ved Bernstorffsvej, Gentofte, Jægersborg, Sorgenfri og Virum. Derved er linje E's gennemsnitshastighed højere end linje B's, hvorved linje E indhenter linje B, og ankommer to

¹⁴ Ved anskaffelse af flere togsæt er det muligt at opformere alle tog, hvorved siddepladskapaciteten kan hæves fra de nuværende 14.000 til 19.000.

¹⁵ Togfølgen er begrænset af sikringsanlægget og behovet for buffertid mellem togene for at sikre den nødvendige regularitet.

minutter efter linje B på Hellerup station (hvilket er den togfølgetid som sikringsanlægget tillader).



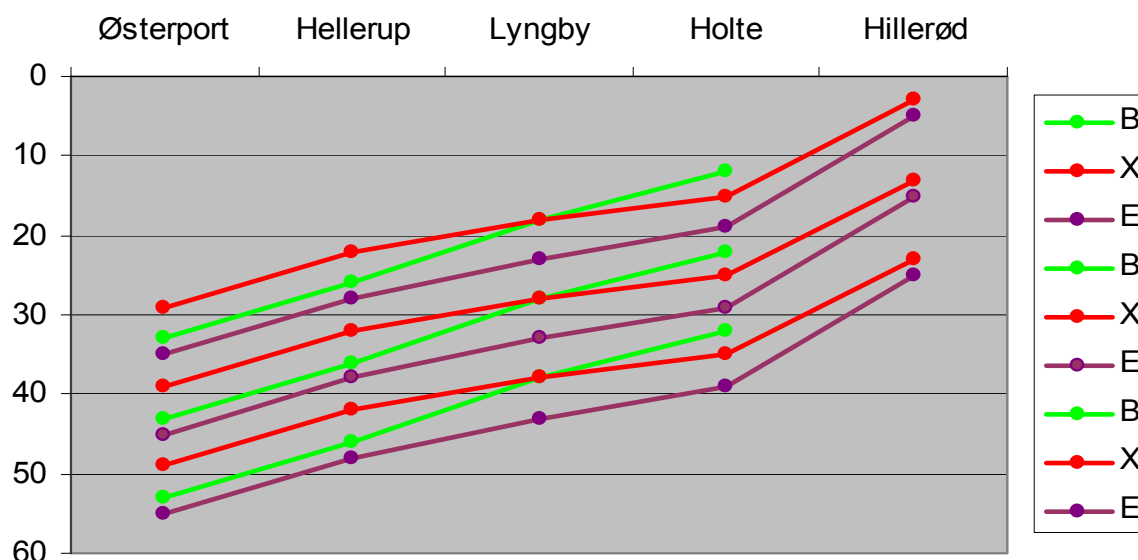
Figur 10: Kapacitetsbegrænsning som følge af et mix af hurtige og standsende tog.

Selvom linje E undlader at standse på Lyngby station vil passagerer til Hellerup ikke ankomme tidligere, da det ikke er muligt for togene at køre tættere ved hverken Holte eller Hellerup station. Eneste mulighed for at kunne køre flere og samtidigt hurtigere tog på Nordbanen (og andre strækninger) er ved at togene kan overhale hinanden¹⁶.

Ved at muliggøre flere S-tog gennem København ved anlæg af en ny S-bane gennem København vil det være muligt at køre flere og hurtigere S-tog på de enkelte S-banefingre, og der vil være potentiale for at køre hurtigere S-tog til bl.a. Hillerød¹⁷ og Frederikssund. Begrænsningen for hurtigere S-togslinier er imidlertid at togene indhenter hinanden. For at kunne køre flere og hurtigere tog er det derfor nødvendigt at have overhalingsspor, og derved mulighed for at overhale de standsende tog, som eksemplificeret for Nordbanen mellem København og Hillerød i figur 11.

¹⁶ Alternativt kan de standsende tog gøres hurtigere ved ikke at betjene alle stationer.

¹⁷ Ved at forlænge linje H fra Østerport og ændre linje Bx til at køre fra Høje Tåstrup til Hillerød vil det være muligt med Boulevardbanen at etablere en hurtig linje til Hillerød (linje X i figur 11).



Figur 11: Hurtigt X-tog overhaler et langsommere (standsende) B-tog ved Lyngby station.

Længden af overhalingsporet afhænger af hastighedsforskellen på toget der overhales og af det overhalende tog. Generelt set skal køretidsdifferencen på de to tog (på S-banen) være mindst 5 minutter – 2 minutters togfølge i hver ende og ét minuts ”buffertid”. Denne køretidsforskel svarer (alt afhængigt af kørselsmønsteret) til at det standsende tog skal holde ved minimum 3-5 stationer mere end det gennemkørende tog svarende til ca. 10 kilometer på S-banen. Overhalingsspor skal som udgangspunkt etableres i begge retninger, således at der i alt bliver 4 spor på de pågældende strækninger.

Tabel 4: Køretidsbesparelser med overhalingsspor (uden ny S-bane gennem København).

Strækning	Køretid i 2008	Køretid med overhalingsspor ¹⁸	Tidsbesparelse
København H – Hillerød	40 min.	34 min.	6 min./10%
København H – Frederikssund	43 min.	38 min.	5 min./12%
København H – Køge	38 min.	34 min.	4 min./11%

Køretiderne vil kunne reduceres med yderligere et par minutter ved S-tog der kan køre 140 km/t mod de nuværende S-togs maksimalt 120 km/t. De hurtigere forbindelser vil betyde mere attraktive rejsetider for passagererne, hvorved det vil være muligt at tiltrække flere passagerer. Samtidig vil de hurtigere tog potentielt være billigere i drift end tilsvarende langsommere tog da der er behov for færre tog til at udføre det samme trafikarbejde. Prisen for at etablere overhalingsspor på S-banen fremgår af tabel 5, og er generelt set ca. 150 mio. kr. pr. kilometer enkeltspor. For Nordbanen er der dog i 1950’erne og 1960’erne allerede udført en lang række tracé og broarbejder, hvorfor prisen her kun er ca. 90 mio. kr. pr. km enkeltspor.

¹⁸ En del af tidsbesparelsen opnås ved at de hurtige gennemkørende tog har mulighed for at springe flere mindre stationer over.

Tabel 5: Overslag over anlægsomkostninger i 2007 priser ekskl moms for overhalingsspor på S-banen. Baseret på [Atkins 2006]¹⁹.

Strækning	Længde	Pris
Nordbanen (Bernstorffsvej – Holte)	8 km	1.480 mio. kr.
Frederikssundsbanen (Jyllingevej - Ballerup)	10 km	3.160 mio. kr.
Køgebugtbanen (Åmarken – Hundige)	12,5 km	3.980 mio. kr.
I alt	30,5 km	8.620 mio. kr.

Overhalingssporene på Frederikssundsbanen og Køgebugtbanen kan muligvis etableres på en kortere strækning og derved billiggøres. Afhængig af de endelige køreplansoplæg, kan det vurderes om delstrækninger kan nøjes med overhalingsspor i én retning, hvilket også kan billiggøre etableringen.

5. Ny S-bane og overhalingsspor

Ved en kombination af en ny S-bane gennem København og etablering af overhalingsspor vil det det være muligt med helt nye driftsoplæg, hvor der både kører flere tog og hurtigere tog – også hurtigere end ved overhalingsspor uden en ny S-bane. Et sådan eksempel på et driftsoplæg fremgår af figur 12.



Figur 12: Muligt driftsoplæg for ny S-bane gennem København og overhalingsspor.

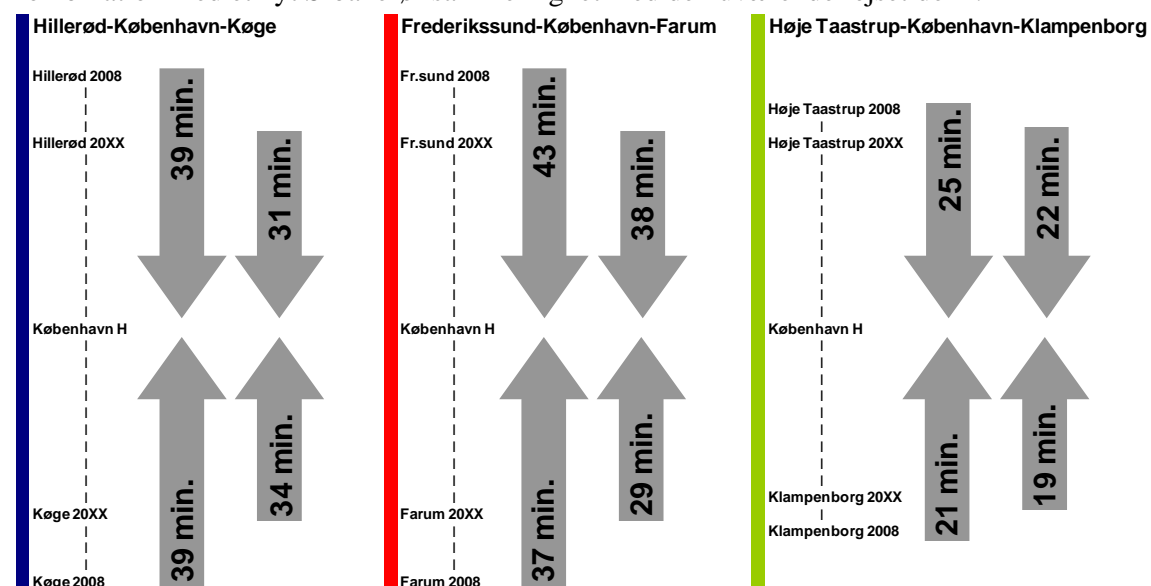
¹⁹ A anlægsoverslaget er opregnet fra 2006-niveau. Anlægsoverslaget fra [Atkins 2006]¹ er for ét ekstra spor, men anlægsoverslaget er her opdateret til at omfatte det forudsatte ekstra dobbeltspor.

Sammenlignet med dagens køreplan for Nordbanen er muligt at køre både flere og hurtigere S-tog. På Nordbanen kan der eksempelvis køres dobbelt så mange tog og turen fra Hillerød til København H kan tilbagelægges på 31 minutter (jf. figur 13) mod 39²⁰ minutter i dag.. Det vil være muligt at reducere køretiden yderligere hvis der på nogle afgangelinjer springes flere stationer over – herved spares der ca. 1 minut pr. station, der springes over.

E X Hillerød												B Y Holte																									
04	12	14	22	24	32	34	42	44	52	54	02	Hillerød	41	43	51	53	01	03	11	13	21	23	31	33	Holte	24	29	34	39	44	49	54	59	04	09	14	19
08	19	21	29	31	39	41	49	51	59	01	03	Allerød	36	38	46	48	56	04	12	14	22	24	32	34	Virum	22	27	32	37	42	47	52	57	02	07	12	17
13	23	25	33	35	43	45	53	55	03	05	07	Birkerød	31	33	41	43	51	01	09	11	19	21	29	31	Sorgenfri	20	25	30	35	40	45	50	55	00	05	10	15
18	28	30	38	40	48	50	58	00	08	10	12	Holte	27	29	37	39	47	01	07	13	19	25	31	37	Lynby	18	23	28	33	38	43	48	53	58	03	08	13
23	33	35	43	45	53	55	03	05	13	15	17	Virum	22	24	32	34	42	02	08	14	20	26	32	38	Jægersborg	16	21	26	31	36	41	46	51	56	01	06	11
28	38	40	48	50	58	00	08	10	18	20	22	Sorgenfri	17	19	27	29	37	01	07	13	19	25	31	37	Genliffe	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	04	09
33	43	45	53	55	03	05	13	15	23	25	27	Lynby	23	25	33	35	43	03	09	15	21	27	33	39	Bernstorffsvej	12	17	22	27	32	37	42	47	52	57	02	07
38	48	50	58	00	08	10	18	20	28	30	32	Jægersborg	18	20	28	30	38	02	08	14	20	26	32	38	Hellerup	09	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	04
43	53	55	03	05	13	15	23	25	33	35	37	Genliffe	12	14	22	24	32	02	08	14	20	26	32	38	Svanemøllen	07	12	17	22	27	32	37	42	47	52	57	02
48	58	00	08	10	18	20	28	30	38	40	42	Bernstorffsvej	14	16	24	26	34	04	10	16	22	28	34	40	Nordhavn	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	00
53	63	05	13	15	23	25	33	35	43	45	47	Hellerup	17	19	27	29	37	01	07	13	19	25	31	37	Østerport	03	08	13	18	23	28	33	38	43	48	53	58
58	68	10	18	20	28	30	38	40	48	50	52	Svanemøllen	15	17	25	27	35	05	11	17	23	29	35	41	Nørreport	00	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
03	13	15	23	25	33	35	43	45	53	55	57	Nordhavn	13	15	23	25	33	03	09	15	21	27	33	39	Vesterport	58	03	08	13	18	23	28	33	38	43	48	53
08	18	20	28	30	38	40	48	50	58	00	02	Østerport	11	13	21	23	31	01	07	13	19	25	31	37	Nørreport	00	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
13	23	25	33	35	43	45	53	55	03	05	07	Nørreport	08	10	18	20	28	08	14	20	26	32	38	44	Vesterport	58	03	08	13	18	23	28	33	38	43	48	53
18	28	30	38	40	48	50	58	00	08	10	12	Vesterport	06	08	16	18	26	06	12	18	24	30	36	42	Ryparken	12	17	22	27	32	37	42	47	52	57	02	07
23	33	35	43	45	53	55	03	05	13	15	17	Ryparken	20	22	30	32	40	10	16	22	28	34	40	46	Vibenshus	18	23	28	33	38	43	48	53	58	03	08	13
28	38	40	48	50	58	00	08	10	18	20	22	Vibenshus	18	20	28	30	38	08	14	20	26	32	38	44	Rigshospitalet	16	21	26	31	36	41	46	51	56	01	06	11
33	43	45	53	55	03	05	13	15	23	25	27	Rigshospitalet	16	18	26	28	36	06	12	18	24	30	36	42	Forum	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	04	09
38	48	50	58	00	08	10	18	20	28	30	32	Forum	14	16	24	26	34	04	10	16	22	28	34	40	København H	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	00
43	53	55	03	05	13	15	23	25	33	35	37	København H	05	07	15	17	25	05	11	17	23	29	35	41													

Figur 13: Eksempel på fremtidig køreplan for Nordbanen med nyt S-banerør og overhalingsspor mellem Hellerup og Holte.

Andre af S-banens fingre vil ligesom Nordbanen også opleve kortere rejsetider ved en kombination af et nyt S-banerør og overhalingsspor. Figur 14 viser de hurtigste rejsetider i dagtimerne ved nye overhalingsspor på Nordbanen, Køgebugtbanen og Frederikssundsbanen i kombination med et nyt S-banerør sammenlignet med de nuværende rejsetider²¹.



Figur 14: Hurtigste rejsetider på S-banen i dagtimerne med køreplan for 2008 sammenlignet med et fremtidigt driftsoplæg med ny S-baneforbindelse gennem København og overhalingsspor.

Af figur 14 ses det at der kan opnås store tidsbesparelser ved etablering af den foreslåede S-bane gennem København kombineret med overhalingsspor, men figuren viser også at banerne

²⁰ I den modsatte retning er køretiden 40 minutter.

²¹ Driftsoplægget for ny S-bane og overhalingsspor fremgår af figur 12.

mod Farum, Høje Taastrup og Klampenborg kan opnå tidsbesparelser som følge af den foreslåede S-bane (uden overhalingsspor). Dette skyldes at der for det nordlige S-banesystem kan opnås tidsbesparelser ved at benytte den nye foreslåede S-bane i stedet for Boulevardbanen og at det med øget kapacitet i det centrale København er muligt at supplere de eksisterende linjer med hurtigere gennemkørende linjer.

For beslutning af de foreslåede udbygninger af infrastrukturen kræves der yderligere analyser og optimering. Dette arbejde omfatter både optimering af stationernes placering og udformning samt adgangsvejenes placering, så så mange potentielle passagerer som muligt får gavn af den nye S-bane. Endvidere skal selve strækningen optimeres i henhold til udformning samt anlægs- og driftsøkonomi, så der opnås et så billigt anlæg som muligt der lever op til kravene til fremtidens S-banebetjening.

Med udgangspunkt i den optimerede infrastruktur skal den foreslåede linjestruktur optimeres til den nye infrastruktur og passagerernes ønsker. Denne optimering af driftsoplægget har stor betydning for den foreslåede S-banes drifts- og samfundsøkonomi da S-banens attraktivitet – og dermed antallet af passagerer – afhænger af en god køreplan samtidig med at driftsomkostningerne afhænger af det nødvendige tog- og mandskabsbehov. En sådan optimering kunne eksempelvis være at den nye bane ikke betjener Ryparken hvorved der kan opnås yderligere to minutters tidsbesparelse for rejsende mellem Hellerup og København H

For at opnå den bedst mulige køreplan for både passagerer, operatør og samfund er det nødvendigt at undersøge passagerernes præferencer for den foreslåede S-bane, så disse præferencer kan indgå i planlægningen af den nye køreplan. For at vurdere forskellige køreplansalternativer og beregne bl.a. antallet af passagerer og deres tidsbesparelser skal der benyttes trafikmodelberegninger. Optimeringen af infrastrukturen og køreplanen samt vurdering af forskellige alternativer skal sikre en drifts- og samfundsøkonomisk optimal S-bane til glæde for det samlede kollektive transportsystem.

DSB S-tog har i forbindelse med den nye køreplan S2007 bl.a. anvendt det matematiske optimeringsprogram GAMS for at optimere køreplanen. Herved lykkedes det at kunne gennemføre en udvidet drift uden større omkostninger.

6. Flere mulige udbygninger af S-banen

Ud over en udvidelse af kapaciteten af S-banen gennem København og etablering af overhalingsspor er der andre udvidelsesmuligheder. Flere steder i Hovedstadsområdet planlægges der nye byområder langs den eksisterende S-bane. Her er det oplagt at S-banebetjene disse områder ved at bygge nye stationer – det drejer sig om følgende nye stationer:

- Overdrevsvej syd for Hillerød
- Ravnebjergvej ved den kommende Ring5 – forbindelse mellem Hillerød og Allerød
- Store Rørbæk mellem Frederikssund og Ølstykke

- Ølsemagle/Køge Nord ved den kommende bane København – Ringsteds passage af Køge
- Priorparken i Brøndby Kommune mellem Brøndbyøster og Glostrup

Fælles for disse nye stationer er at de kan bygges uden udvidelse af kapaciteten i København og/eller etablering af overhalingsspor. Ved at bygge de nye stationer uden kapacitetsforbedringer i København og overhalingsspor forlænges rejsetiderne til/fra København, hvorved servicen for passagererne der stiger på ved endestationerne forværres. Ved en samtidige kapacitetsforbedringer i København og/eller overhalingsspor vil passagererne fra endestationerne fortsat opleve forbedringer på trods af ekstra stop.

7. Konklusion

Boulevardbanens nærtrafikspor mellem København H og Østerport oplevede første gang kapacitetsproblemer i 1920'erne, men hidtil har kapaciteten kunnet udvides ved hjælp af ny sikringsteknologi og nye S-tog. Mulighederne for kapacitetsudvidelser på banen er ved at være opbrugt, hvorfor der er behov for at bygge en ny S-baneforbindelse gennem København for at løse kapacitetsproblemerne.

Artiklen har beskrevet en ny S-baneforbindelse gennem København, der gør det muligt at køre flere og hurtigere S-tog på hele S-banenettet. Den foreslåede S-bane vil køre fra Københavns Hovedbanegård via tre nye stationer (Forum, Rigshospitalet og Vibenshus) til henholdsvis Ryparken og Emdrup. Banen vil således forbindes med alle S-banens radiale linjer og betjene nye ikke S-togsbetjente områder med mange arbejdspladser og boliger samtidig med at den vil krydse metrolinjerne (ved København H, Forum og Vibenshus). S-banen vil derved blive en hurtig og effektiv fødelinje til både den eksisterende metro og den kommende ringmetro.

Kombineres den foreslåede S-bane gennem København med overhalingsspor på S-banefingrene mod Hillerød, Frederikssund og Køge vil der kunne sikres en endnu hurtigere og mere effektiv S-banebetjening af de større købstæder i Hovedstadsområdet.

Prisen for den foreslåede nye S-bane gennem København vurderes til ca. 7,7 mia. kr. mens overhalingsspor på Nordbanen, Køgebugtbanen og Frederikssundsbanen vurderes til i alt ca. 8,6 mia. kr. Prisen på den foreslåede bane kan reduceres ved at reducere stationernes længde, ændre udformningen af stationerne og etablere færre adgangsveje. Disse besparelser vil dog reducere servicen overfor de rejsende, hvorfor det i de fremtidige beregninger bør undersøges hvordan der opnås det bedst mulige anlæg for færrest mulige ressourcer samtidig med at der sikres gode forhold for de rejsende og der sikres en så god samfundsøkonomi som muligt.

8. Referencer

- Andersen, J.L.E. & Landex, A., Catchment areas for public transport, Urban Transport, 2008
- Atkins, Overhalingsspor Nordbanen, Lyngby – Holte, Teknisk notat, 2006
- DSB, Plan 2000 – Moderne transport på skinner, 1988
- DSB S-tog, 7 Planlægningstemaer for S-tog, 2. reviderede udgave, 1995
- Jacobsen, B. & Larsen, F., Stationsoplands- og trafikmodelberegninger, Trafikdage på Aalborg Universitet, 1999
- Landex, A., Methods to estimate railway capacity and passenger delays, Forventet primo 2009
- Landex, A. & Hansen, S., Examining the Potential Travellers in Catchment Areas for Public Transport, ESRI User Conference, 2006
- Landex, A., Hansen, S. & Andersen, J.L.E., Examination of catchment areas for public transport, Trafikdage på Aalborg Universitet 2006
- Landex, A. & Nielsen, O.A., Fremtidens S-bane – idéoplæg om ny S-togslinje gennem København, 2007
- Niras, Strategiske S-togs-projekter – CITY-TUNNEL, 2002
- Niras, Strategiske S-togs-projekter – OVERHALINGSSPOR, 2002
- Poulsen, J., Byens Baner – Jernbanen i København gennem 150 år, Bane Bøger, 1997
- Poulsen, J., Christensen, J. O., Thomassen, P. & Zeeberg, N. K., Københavns S-bane – 1934-1984, Bane Bøger, 1984
- UIC, UIC leaflet 406 – Capacity, UIC International Union of Railways, Frankrig, 2004