

Togdrift i Nordjylland

En ekstra togforbindelse over Limfjorden





AALBORG UNIVERSITET
STUDENTERRAPPORT

Veje og Trafik

Institut for Byggeri og Anlæg
Sofiendalsvej 11
9000 Aalborg
Telefon: 99 40 83 75
<http://www.trafik.aau.dk/>

Kandidatspeciale:
Togdrift i Nordjylland -
En ekstra togforbindelse
over Limfjorden

Master's Thesis:
Train Operation in
Nordjylland-An ekstra
rail connection over Lim-
fjorden

Projektperiode:
Forårssemesteret 2016

Forfatter:
Danny Troest Petersen

Vejleder:
Niels Melchior
Svend Tøfting

Oplagstal: 4

Sidetal: 121

Appendiks: 5

Afsluttet:
08-06-2016

Synopsis:

I nærværende kandidatspeciale er inddelt i to dele. Første del omhandler hvilke tiltag og visioner, der har indflydelse for jernbanen i Nordjylland, fra 2000 og frem. Af tiltag og visioner er bl.a. nyt signalsystem, opgraderet hastighed, jernbaneforbindelse til Aalborg Lufthavn, elektrificering og ny køreplan med regional fokus. Det er vurderet at elektrificering kan vente til 2030 da Nordjyske Jernbaner har indkøbt nye dieseltog. Planen for elektrificering i Nordjylland er mangelfuld og bør inkludere Skagensbanen og Hirtshalsbanen hvis Nordjyske Jernbaner skal forsætte ned til Skørping.

Den anden del omhandler de problemstillinger, der er ved en jernbaneforbindelse til Aalborg Lufthavn. Det er undersøgt om en udvidelse af Jernbanebroen over Limfjorden er en god idé. Det er vurderet at det ikke vil være nødvendigt for togtrafikken, da den nuværende kapacitet er tilstrækkelig. Det vil kunne lade sig gøre med k13 køreplanen at tilpasse tog til Aalborg Lufthavn, med to tog til Lufthavnen og to tog til Vendsyssel. Behovet for passagere i fremtiden er undersøgt. Tre tog vil være optimalt. Tre tog i Vendsyssel vil dog ikke kunne lade sig gøre med den nuværende infrastruktur, da krydsninger nord for Lindholm ikke passer til en 20 min drift. Løsninger kan være en opgradering til 200 km/t. Eller ny krydsning mellem Brønderslev og Vrå og forlængelse af dobbeltsnor ved Sulsted.

Forord

Projektet er udarbejdet af Danny Troest Petersen på Veje- og Trafikuddannelsens 10. semester på Aalborg Universitet i foråret 2016. Projektet består af en hovedrapport med appendiks efter litteraturlisten. Projektet's formål er at klarlægge, hvordan jernbane trafikken kan se ud i 2025 i Nordjylland. Der undersøges om en dobbeltsporet jernbaneforbindelse over Limfjorden kan afviklingen jernbane bedre i Vendsyssel efter en forbindelsen til Aalborg Lufthavn er gennemført.

Læsevejledning

Kildehenvisninger er udarbejdet ud fra Harvardmetoden, hvor kilden angives som passiv eller aktiv. En passiv kilde angives ved (Efternavn, år), mens en aktiv kilde angives ved Efternavn (år). Benyttes kilden til én sætning, er kilden placeret før punktum, mens den er placeret til sidst i et afsnit, hvis kilden benyttes til hele afsnittet. Litteraturlisten er listet sidst i projektet med yderligere information om kilderne.

Henvisning til tabeller og figurer er placeret i billedteksten og angives eksempelvis i teksten som Tabel 2.1, hvilket betyder, at tabellen er nummer 1 i kapitel 2. Forklaring til tabellerne er over tabellen og for figure er den under figuren.

Bagest i Rapporten forefindes appendiks og bilag. Adgang til excelfiler der er benyttet til beregningerne, kan findes via digitaleksamen.aau.dk.

Danny Troest Petersen

Abstract

This thesis is divided into two parts. The first part deals with the policy plans and visions that have an affect the railroad in North Jutland, from 2000 onwards. The initiatives and visions include new signaling system, increased speed, railconnection to Aalborg Airport, electrification, and new timetable focusing in the regional railines. The first part of the project will also look at constraints of North Jutland, including:

- Rail blocksections
- Signaling system
- The railtrack
- Rolling stock
- Electrification
- The rail bridge over Limfjorden
- Operating speed.

It is estimated that electrification can wait until 2030, as Nordjyske Railways purchased new dieseltrains in 2005 and 2017. Furtermore, it is estimated that the trains have a lifespan between 20 – 30 years. The plan for the electrification of North Jutland is not sufficient and should include Skagensbanen and Hirtshals, if Nordjyske Jernbaner is wanted to continue to operate the railway down to Skørping after 2030.

The second part of the project deals with the issues associated with a rail connection to Aalborg Airport. The project has investigated the need for a doublerailway track over Limfjorden instead of a singlerailway track. It is concluded that there is no need for expansion of the railway bridge over the Limfjorden, because the current capacity is sufficient now and in the future. It will be possible with K13 timetable to align two trains to Aalborg Airport and two trains to Vendsyssel. It is calculated that atleast three trains is needed in 2025, in order to obtain a sufficient amounts of seats for all passengers. However, it is not possible to operater with three trains in Vendsyssel with the current infrastructure. The reason is the current infrastructure north of Lindholm dosen't fit a 20 min operation schedule. The solution can either be an upgrade to 200 km/h or build new crossings between Brønderselv and Vrå and extend the double track at Sulsted.

Indholdsfortegnelse

1.	Indledning	1
2.	Initierende problemstilling	3
3.	Metode.....	5
4.	Jernbaneplaner.....	7
4.1	Nordjyske jernbaner	7
4.2	Stats politiske aftaler.....	9
4.3	Regionale planer og udvikling	13
5.	Køreplansforudsætninger.....	19
5.1	Blokafsnit	19
5.2	Signalsystemer	19
5.3	Tracé.....	22
5.4	Rullende materiel.....	28
5.5	Elektrificering	30
5.6	Limfjordsbroen	36
5.7	Betjeningshastighed.....	38
6.	Nuværende forhold.....	44
6.1	Rejsemønstre	44
6.2	Nuværende køreplaner	49
6.3	Fremtidige køreplaner	49
6.4	Vurdering af køreplaner.....	51
7.	Optimerings muligheder	56
8.	Problemformulering.....	59
8.1	Problemafgræsning.....	59
9.	Indfrastuktur ændringer	61
9.1	Aalborg Lufthavn	61
9.2	Thistedvej.....	63
10.	Fremtidige rejsemønstre	69
10.1	Generel udvikling.....	69
10.2	Nordjyske Jernbaner overtager	73
10.3	Aalborg Lufthavn	74
10.4	Fremskrivning.....	78
10.5	Spidstime.....	79

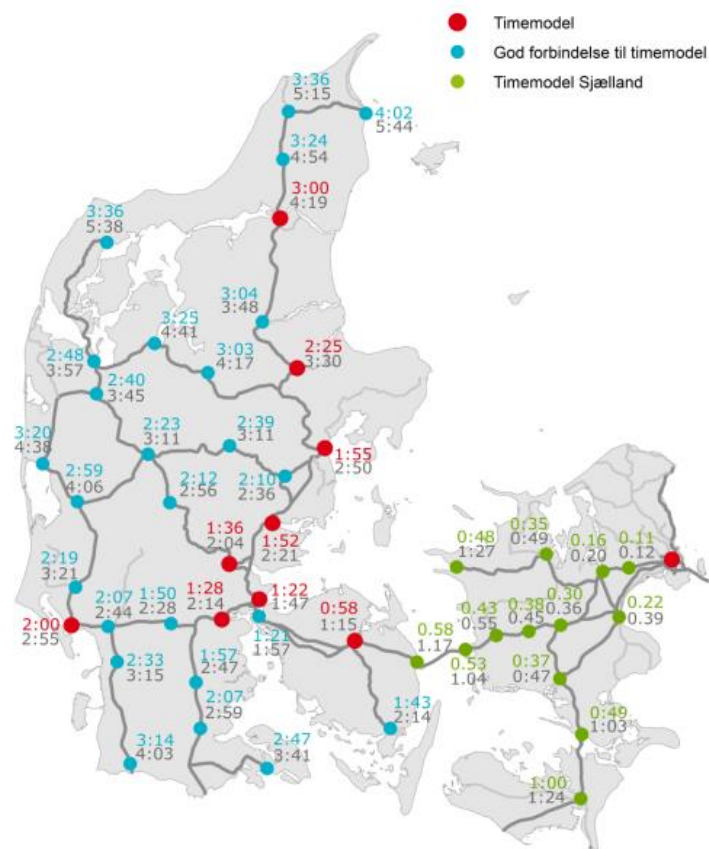
10.6	Resultater	82
10.7	Analyse af resultater	87
11.	Køreplaner.....	89
11.1	To tog til Vendsyssel og to tog til Aalborg Lufthavn.....	89
11.2	Tre tog til Vendsyssel og to tog til Aalborg Lufthavn	90
12.	Diskussion	93
13.	Konklusion	95
14.	Ordliste.....	97
15.	Litteraturliste	99
16.	Appendix	105
16.1	Kapacitet på jernbanebroen	105
16.2	Rå køretidsberegning	107
16.3	Kapacitetsberegning på Thistedvej	109
17.	Bilag.....	111

1. Indledning

Der har i mange år været en tendens til at nedprioritere jernbanen i Danmark, hvilket har resulteret i at jernbanen taber terræn til bil. Prioritering har sat Danmark bagud i forhold til de omkring liggende lande, men hensyn til kapacitet, rejsehastighed og gods på jernbanen.

I de seneste år er der sket en ændring i prioritering og jernbanen er igen kommet mere i fokus fra politisk side. Der har været lavet store puljer som infrastruktur puljen på 94 mia. hvor af størstedelen bruges på jernbane. I infrastrukturpuljen er der bl.a. afsat 24 mia. til et nyt signalsystem. Sidenhen er Togfonden oprettet med en pulje på 28,5 mia., hvor indtægter for Nordsøolie skal finansiere fonden. Togfonden skal bl.a. bruges til at etablere nye togforbindelser, opgradere jernbaneinfrastrukturen, muliggøre Timemodellen og elektrificere resten af hovednettet.

Timemodellen er et forsøg på at få flere til at vælge kollektiv trafik både på lands og regionalplan. På Figur 1.1 er vist hvordan rejsetiden mellem til og fra København kan se ud efter implementeringen af Timemodellen og opgradering af regionale strækninger i forhold til eksisterende.



Figur 1.1: Kortet viser eksisterende rejsetider pr. 2013 til og fra København i grå. Det grønne er transport tid på Sjælland til København, de røde er timeplanen med udgangspunkt i København og de blå er regionale forbedringer. (Trafikstyrelsen & Banedanmark 2013)

Ønsket om at elektrificere strækningerne skyldes det er blevet standard i flere lande, og derved findes der et større udvalg af tog. Elektriske tog er generelt hurtigere, billigere i drift og indkøb. Politisk er der også ønske om at DSB skifter de skandale ramte IC4 tog ud efter der i flere år har været repareret på dem uden det er lykket at få dem til at køre optimalt.

Af mere lokale tiltag, er der i kollektiv trafik, blevet valgt at satse på bl.a. letbaner i Aarhus, Odense og København og nye jernbane forbindelser til Aalborg Lufthavn og Billund Lufthavn. Letbanen i Aalborg har også været undersøgt, men de lovede penge fra staten blev trukket tilbage, grundet den negative samfundsøkonomisk i projektet. Sidenhen er det fra kommunen valgt at satse på et bus rapid transportsystem i stedet for letbane, som er et billigere alternativ til letbaner.

I Nordjylland er det planen at Nordjyske Jernbaner skal overtage den regionale drift i 2017, da det forventes de kan gøre det bedre end DSB gør på nuværende tidspunkt. Den tidligere Transportminister Magnus Heunicke udtaler om overdragelsen:

Befolkningen i Vendsyssel og Himmerland kan se frem til nye og markant flere togforbindelser fra udgangen af 2016. Tog og busser får de allerbedste muligheder for en god koordination. Hvis passagererne ønsker togdriften justeret, skal man ikke henvende sig i København, og det er en lokal afgørelse hvordan man får mest ud af pengene. - Magnus Heunicke (Transport-og Bygningsministeriet 2014)

I Nordjylland er det sammetidige planlagt at elektrificere til Frederikshavn og indsætte det nye signalsystem, der kan erstatte de forældede systemer der eksistere nu. I forbindelse med overtagelsen er det fra politisk side valgt at oprette en jernbaneforbindelse til Aalborg Lufthavn.

2. Initierende problemstilling

Når Nordjyske jernbaner overtager den regionale drift fra DSB vil der ske ændringer. Før en evt. analyse af hvordan fremtiden ser ud er det nødvendigt at se på hvordan udvikling har været og hvad der er besluttet for fremtiden. Af de problemstillinger der ses på er følgende:

- Hvorfor ser den regionale togdrift i Nordjylland ud som nu?
- Hvilke tiltag er vedtaget for at forbedre togdriften?
- Hvordan kan jernbanen betjeningen se ud efter overtagelsen?
- Hvilke muligheder er der for at optimere togdrift og infrastruktur i Nordjylland i fremtiden?

Der afgrænses fra at se på overgangsperioden, hvor Nordjyske Jernbaner overtager driften fra DSB. Det er valgt primært at fokusere på politiske visioner og planer fra 2000 og opefter.

3. Metode

I dette kapitel vil metoder og litteratur der bruges igennem rapporten nævnes. Første del af rapporten er primært litteraturstudie, hvis formål er at klarlægge de nuværende og fremtiden forhold er. I afslutningen af første del er en konklusion på den initierende problemstilling.

Del to er der er en analyse omhandlede fremtiden, hvor Aalborg Lufthavn og en dobbeltsporet over Limfjorden undersøges i forhold til, hvilken påvirkning det har på rejsemønstrene i Nordjylland.

Kapitlet jernbanerplaner er baseret på litteratur fra Nordjyske Jernbaner, politiske aftaler fra Staten og Region Nordjylland, visioner fra Staten og Region Nordjylland og rapporter, der har effekt på jernbanen i Nordjylland. Litteraturen der er anvendt er fundet primært via Nordjyske jernbaners-, trafikstyrrelsens- og regionen hjemmeside. Derudover er der anvendt rapportere og notater, der omhandler afvikling opgradering eller visioner for togtrafikken. Det er valgt at fokusere på litteratur fra 2000.

Køreplansforudsætninger omhandler blokafsnit, signalsystemer, tracé opbygning, rullende materiel, elektrificering, Limfjordsbroen og betjeningshastighed med togtyper. Kapitlet er primært baseret på litteratur fra Banedanmark, og Nordjyske Jernbaner, DSB og EU. I kapitlet er der benyttet beregninger for kapacitet på jernbanebroen og rå køretidsberegninger, der kan findes i Appendix.

De nuværende forhold indeholder køreplaner der er fra DSB og den fremtidige udleveret fra Region Nordjylland. De data der ligger til grund for vurdering er passager tal udleveret af Region Nordjylland og rapport fra Nordjyllands Trafikselskab omhandlede fremtidig. Rejsetiderne er baseret på data fra Google, hvor de er sammenholdt DSB køreplan og køreplan fra Nordjyske Jernbaner.

Infrasturkur ændringer er fokuseret på hvilke forhold omkring Aalborg Lufthavn, herunder bustransport og den planlagte linjeføring. Der er benyttet data fra Banedanmark og Nordjyllands Trafikselskab for at beskrive det. Thisted vej er det undersøgt hvordan flere tog vil påvirke bilisme og tidsbesparelser ved niveaufriskæring. For at beskrive belastningen er det valgt at se på belastningsgraden på strækningen. Trafikdataene er der er benyttet er fra Vejman.dk.

De fremtidige rejsemønstre er baseret på data fra Region Nordjylland, Vesttællinger, Rapporter om jernbaneforbindelse til Aalborg Lufthavn, Nordjyllands Trafikselskab og Transportvaneundersøgelsen. Det er valgt at sætte fokus på den mest belastede strækning i Vendsyssel og forbindelsen mellem Lindholm og Aalborg Lufthavn. For at finde behovet for mængden af tog, er det undersøgt, hvilke spidstimer der er gældende. Derefter er der lavet beregninger for hver spidstime ud fra den estimeret fremskrivning, for de kan sammenlignes og det kan ses hvilke konsekvenser der er for hver fremskrivning. Det er valgt at fokusere på sædebelægning og totalbelægning. Køreplanerne er baseret på henholdsvis k13 og den råkøretid beregnet i 16.2. Køreplanen med to tog til Vendsyssel og to tog til Aalborg Lufthavn er baseret på k13.

De to køreplaner med tre tog til Vendsyssel og to tog til Aalborg Lufthavn er baseret på den råkøretid med den anbefalende køretidstillæg fra Banedanmark.

4. Jernbaneplaner

I dette kapitel vil baggrunden for overtagelsen af den regionale jernbanedrift i Nordjylland af Nordjyske Jernbane belyses. Ydermere vil de statslige og regionale politiske aftaler og visioner fra 2000 til 2016 undersøges.

4.1 Nordjyske jernbaner

Nordjyske Jernbaner er et privat jernbaneselskab ejet af Nordjyllands Trafikselskab, der blev dannet ved sammenlægning af de to privatbaner, Hirtshalsbanen og Skagensbanen.

Hirtshalsbanen blev indviet i 1925 efter flere års pres fra regionen. Baneforbindelsen fik betydning for især godstrafik, da der blev oprettet en færgeforbindelse mellem Hirtshals og Kristiansand, Norge, i 1927. Færgeforbindelsen kunne transportere biler og to jernbanevogne. Hirtshalsbanen blev en del af Hjørring Privatbaner, der blev oprettet i 1939. Hjørring Privatbaner bestod af fire jernbaner, som udover Hirtshalsbanen bestod af Hjørring – Hørby, Hjørring – Løkken – Aabybro og Vodskov – Østervraa. Hirtshalsbanen blev bevaret, mens de andre jernbaner i Hjørring Privatbaner blev lukket ned mellem 1950–1963, da godstrafik og passagertallet var faldet for meget til, det var ansvarligt at forsætte driften. (Nordjyllands Jernbaner 2016)

Skagensbanen blev anlagt i 1890 som en smalsporet bane. Skagensbanen blev anlagt grundet behovet for at kunne transportere især fisk til Tyskland, da den svenske handel var faldende. I 1924 blev Skagensbanen på ny indviet, da jernbanen blev genlagt med normalspor i stedet for smalspor grundet det voksene behov for transport. (Nordjyllands Jernbaner 2016)

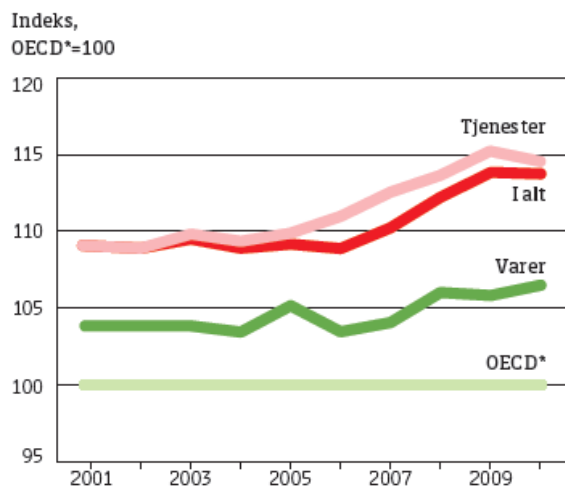


Figur 4.1: Billede af Hirtshalsbanen (tv.) og Skagensbanen (th.) (Tøfting 2015).

Nordjyske Jernbaner A/S blev stiftet 1. januar 2001 ved at sammenlægge Skagensbanen og Hirtshalsbanen. Nordjyllands Amt overtog aktier og dermed ansvaret for drift og infrastrukturen. Nordjyske Jernbaner bestyrer selv spor, stationer og kørsel på de to strækninger. Siden fusionen har Nordjyske Jernbaner moderniseret spor, indkøbt nye tog og installeret nye tekniske anlæg. De nye spor, der blev anlagt i 2003,

erstattede de gamle fra 1924 på Skagensbanen og øgede hastigheden fra 75 km/t til 100 km/t og 120 km/t på en del af strækningen. I 2005 blev der indsat nye Desiro tog på Skagensbanen, og samtidig stoppede busdriften på strækningen grundet for få passagerer. (Nordjyske Jernbaner 2016a).

I Oktober 2012 blev udspillet "Styrket konkurrence til gavn for Danmark" udgivet. Målet med rapporten var at effektivisere det offentlige. Dette skyldes, at Danmark generelt set får for lidt for pengene i forhold til andre OECD lande ifølge EU og OECD, se Figur 4.2.



Figur 4.2: Velstandskorrigerede nettopriser i Danmark, i forhold til OECD med indeks 100. (Erhvervs- og Vækstministeriet 2012a)

For at styrke konkurrencen er der sat fokus på tre områder:

- I. Styrket konkurrencelovgivning
- II. Øget konkurrence i hjemmemarkedsorienterede erhverv
- III. Effektiv konkurrence og nemmere samarbejde om løsningen af de offentlige opgaver

Regeringen forslår, at der på lokale banestrækninger er andre operatører end DSB. Nordjyllands Trafikselskab får muligheden for at overtage lokal togtrafik i en forsøgsperiode. (Erhvervs- og Vækstministeriet 2012b)

I august 2014 trådte loven i kraft, hvilket betyder, at Region Nordjylland overtager togdriften mellem Skørping og Frederikshavn.

1. I § 5 indsættes som stk. 10:

»Stk. 10. Region Nordjylland kan efter aftale med transportministeren overtage trafikkøberansvaret for togtrafikbetjeningen på statens jernbanestrækning mellem Skørping og Frederikshavn. Regionen kan overdrage trafikkøberansvaret til trafikselskabet.« - (Retsinformation 2014)

I praktisk betyder det, at Nordjyske Jernbaner overtager driften. Ifølge Transport-og Bygningsministeriet (2014) skal driften af Skørping – Frederikshavn overtages af Nordjyske Jernbaner i december 2016. For at kunne betjene strækningen har Nordjyske Jernbaner indkøbt 13 Coradia Lint 41, som er klar til levering i 2017. Overtagelsen af driften er blevet udskudt fra starten af 2016 til medio 2017 (Transport-og Bygningsministeriet 2016).

4.2 Stats politiske aftaler

Der vil i dette afsnit gennemgås de stats politiske aftaler fra 2003 og frem, der har indflydelse på jernbanen i Nordjylland.

Det blev i 2003 besluttet af regeringen at forsætte med at liberalisere jernbanesektoren frem mod 2014. Målet var at udbyde mindst halvdelen af den statslige jernbanetrafik udenfor fjern- og S-togtrafikken igennem ”Ny rammeaftale for jernbaneområdet” (Banestyrelsen 2014). Desuden var formålet at skabe mere regularitet i togdriften og forkorte rejsetiderne.

Senere på året 2003 blev der bevilliget 9,2 mia. kr. til udvidelse af togtrafikken og markant forbedring af jernbanenettet via ”Aftale om Trafikpakken” fra 2003. I den pulje blev opgradering af jernbanen mellem Hobro og Aalborg fastlagt til at skulle have beslutningsgrundlaget udarbejdet i 2006. Aftalen bestod af den daværende regering Venstre og De Konservative, som havde støtte fra Dansk Folkeparti, De Radikale Venstre og Kristendemokraterne.(Finansministeriet et al. 2003)

”Aftale om trafik 2007” er en videreførelse af trafikpakken fra 2003, som indeholder yderligere 4,7 mia. kr. til baneområdet i perioden 2007–2014. I aftalen er målet at øge regulariteten på fjernbanen fra 91,7 % i 2006 til 95,5 % i 2014 via fornyelse og vedligeholdelse af sporene. Det er i aftalen nævnt, at signalanlæggene skal udskiftes, og analysearbejdet skal starte i perioden 2007–2008. Signalsystemet, der skal analyseres, er ERTMS både på niveau 1 og 2, hvilket er beskrevet i afsnit 5.2. Det er planen, at signalanlæggene skal være udskiftet i 2018 (Finansministeriet et al. 2006). Som tillæg til ”Aftale om trafik 2007” blev der året efter bevilliget 92 mio. kr. ekstra til bedre trafikinformation til passagererne i perioden 2008–2010 (Finansministeriet et al. 2008). ”Aftale om trafik 2007” blev vedtaget af samme partier som aftalen fra 2003, dog uden tilslutning fra Kristendemokraterne.

I 2009 blev ”En grøn transportpolitik” vedtaget af alle partier i folketinget med undtagelse af Enhedslisten. Her er fokus på kollektiv transport, da det er meningen, at fremtidens vækst i trafikken skal ske via kollektiv trafik.

”Den kollektive transport skal løfte det meste af fremtidens vækst i trafikken. Jernbanen skal være pålidelig, sikker og topmoderne” - (Socialdemokraterne et al. 2009)

I forbindelse med aftalen er der afsat 94 mia. kr. til infrastrukturpuljen, der skal stå for finansieringen af projekterne. Til signalsystemet ERTMS 2 er der afsat 21,7 mia. kr., der forventes at være udskiftet i 2021, hvilket er tre år senere end aftalen fra 2007. I aftalen er Timemodellen for fjerntogtrafikken inkluderet. Det er besluttet at afsætte penge til

undersøgelse af de tre etaper København – Odense, Odense – Århus og Århus – Aalborg. Timemodellen har til formål at etablere 1 time mellem de fire store byer for at overflytte trafik fra vej til jernbane. I aftalen er der i forbindelse med Timemodellen planen at elektrificere jernbanen mellem de store byer. Der er i aftalen lagt fokus på at styrke godstrafikken på jernbanen mellem jernbane og havn. I puljen har Hirtshals Havn fået et tilskud på 10 mio. kr. til etablering af et nyt rangerområde og spor ved Hirtshals Havn. (Socialdemokraterne et al. 2009)

Aftalen er meget bred, hvilket også kan ses i de beslutninger, der er vedtaget. Selvom der står, at kollektiv transport skal bære det meste, er det ikke helt i tråd med de vedtagne projekter. Dette skyldes, at alle transportformer tilgodeses i aftalen, hvilket sandsynligvis er grunden til den store tilslutning.

I aftalen ” En ny Storstrømsbro, Holstebromotorvejen” er partierne blevet enige om at afsætte 276 mio. kr. til at etablere en jernbaneforbindelse til Aalborg Lufthavn. I forbindelse med aftalen er det vedtaget at flytte togserviceanlægget fra Lindholm station til Lufthavnen. Togserviceanlægget flyttes for at reducere støjgenerne for beboerne tæt ved Lindholm Station. Der er i forbindelse med opgradering af hastigheden på strækningen Hobro – Aalborg er det besluttet at bygge broer/tunneler ved vej/jernbane skæringer ved Skørping, Ellidshøj og Svenstrup. (Socialdemokraterne et al. 2013)

”En ny Stormstrømsbro, Holstebromotorvejen” er vedtaget af et bredt flertal af de samme partier, der vedtog ”En grøn transportpolitik” og bygger videre på aftalen.

I 2013 blev Togfonden DK etableret via aftale om harmonisering af beskatning i Nordsøen, der blev vurderet til 28,5 mia. kr.. I aftalen er der afsat 23,3 mia. kr., mens de sidste 5,2 mia. kr. er reserveret til et senere tidspunkt. Ved elektrificeringen af det danske jernbanenet er det valgt, at strækningen Fredericia–Aalborg elektrificeres i perioden 2021–2023 og Aalborg–Frederikshavn 2023–2025. Udrulningen af elektrificering for resten af landet kan ses på Figur 4.3. (Socialdemokraterne et al. 2014a)



Figur 4.3: Kort over planlagt udrulning af elektrificering af jernbanenettet, røde er ikke på begyndt, grøn elektrificeret, gul og orange er undevejs.(Socialdemokraterne et al. 2014b).

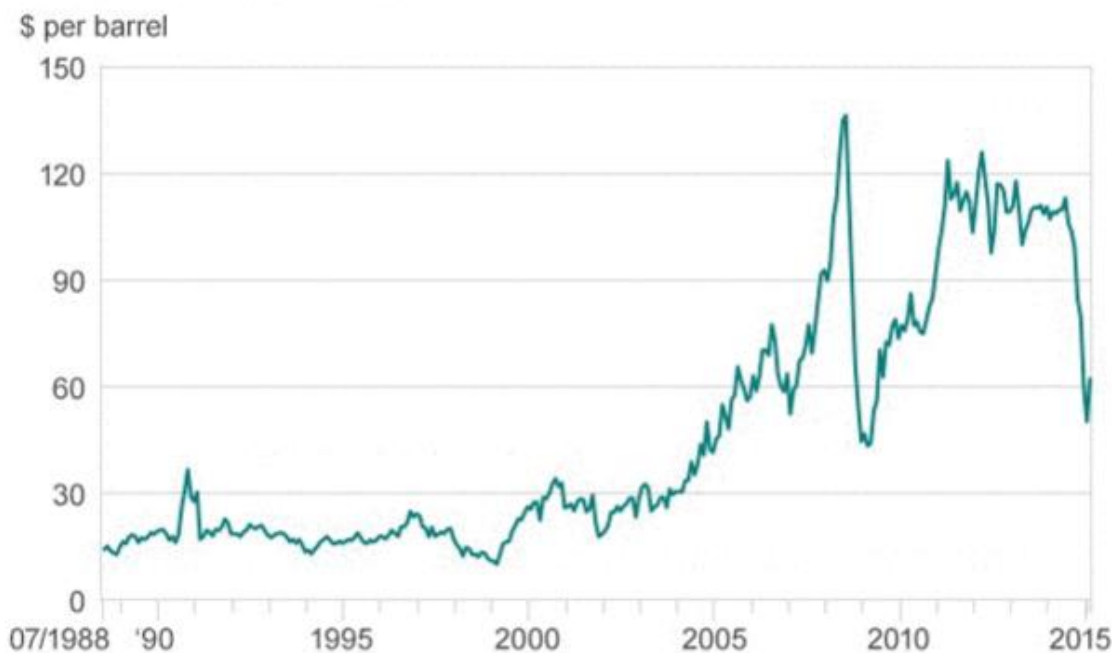
I Togfonden DK er der afsat 14,8 mia. kr. til realisering af timemodellen til Superlyn, som skal køre mellem København, Odense, Esbjerg, Aarhus og Aalborg. Det er planen at sikre korte omstigningstider mellem superlyn og IC/regionaltog. På strækningen Aalborg–Hobro er det besluttet at øge fra den oprindelige planlagte hastighed fra 160 km/t til 200 km/t ved at tilføre yderligere 108 mio. kr.. Der er afsat 1,24 mia. kr. til at forbedre rejsetiderne på regionale jernbanestrækninger, hvor strækningen Aalborg–Frederikshavn er inkluderet. Rejsetiden vil reduceres med 16 minutter på strækningen. I forbindelse med, at Nordjyske Jernbaner overtager den regionale togdrift i Nordjylland, er der afsat 110 mio. kr.. Pengene skal bruges til at sikre en bedre afvikling af trafikken både med henblik på passagerer og godstransport på

strækningerne Aalborg–Hjørring og Hirtshalsbanen. Hirtshals Havn har som opfølgning fra ”En grøn transportpolitik 2009” fået de resterende 23 mio. kr. til at færdiggøre kombiterminalen.

Aftalen om Togfonden DK er vedtaget med regeringen bestående af Socialdemokraterne, Socialistisk Folkeparti og Det Radikale Venstre og støttepartierne Dansk Folkeparti og Enhedslisten. Aftalen er derved tynd, da Venstre flere gange undervejs har udtrykt bekymring omkring finansieringen. Nu da Venstre har regeringsmagten, er det kun Dansk Folkeparti, der sammen med rød blok sikre aftalen om Togfonden.

Finansieringen af Togfonden DK er bl.a. bestemt via kommende indtægter fra olie fra Nordsøen. Prisen, der blev benyttet til beregningen, var 134 dollar pr. tønde olie som et forventet gennemsnit i perioden 2015–2020. Som det fremgår af Figur 4.4, har der været en tendens til, olieprisen er faldende og med et stort fald mod 2015. Med en pris på under 60 dollar pr. tønde olie i 2015 er der ikke nok penge til alle projekterne, der lægges op til via Togfonden. Ifølge Thina Margrethe Saltvedt fra Nordea anslås det, at 100–110 dollar pr. tønde er realistisk udtalt i 2013 (Mortensen 2013). To år senere anslår Jens Nærvéd Pedersen fra Danske Bank, at værdien til 100–120 dollar pr. tønde er ren ønsketænkning (Kolborg & Laursen 2015). Af Jens Hauch fra Tænk tanken Kraka er det vurderet, at der mangler tæt på 18 mia. kr. i Togfonden DK (Kolborg & Laursen 2015). Det ses på Figur 4.4, at oliepriserne ikke ville stige som forventet ved stiftelsen af Togfonden i 2013, men derimod at være stagnerede. Hen mod 2015 faldt priserne og havde en pris på 48 dollar pr. tønde, hvilket er langt under det forventede.

Brent crude oil price, 1988-2015



Figur 4.4: Olie priser pr tønde i dollars 1988–2015. (BBC 2015)

Hirtshalsbanen er en del af Transeuropæiske Transportnetværk og skal elektrificeres inden udgangen af 2030, der er dog ikke bevilliget nogen penge til dette på nuværende tidspunkt (Banedanmark 2014c). I Tabel 4.1 er det opsummeret de projekter, der er med i aftalen for region Nordjylland. (Socialdemokraterne et al. 2014a)

Tabel 4.1: De projekter der har direkte indflydelse for togdriften i fra Hobro og nord på (Socialdemokraterne et al. 2014a).

Projekter	År
Opgradering Hobro – Aalborg	Efter 2018 ¹
Jernbanegods på Hirtshals Havn	2016
Elektrificering Fredericia – Aalborg	2021 – 2023
Elektrificering Aalborg – Frederikshavn	2023 – 2025
Forbedring af gods- og persontogkapacitet i Nordjylland	Efter 2018 ²
Regional hastighedsopgradering Aalborg – Frederikshavn	

Fire måneder efter aftalen om Togfonden DK blev det besluttet at fremrykke nogle af investeringerne til før 2020. De to projekter, der har betydning for Nordjylland, kan findes i Tabel 4.2. (Socialdemokraterne et al. 2014c)

Tabel 4.2: Fremrykkede investeringer i Nordjylland efter aftalen om fremrykningen (Socialdemokraterne et al. 2014c).

Projekt	Før fremrykning	Efter fremrykning
Hastighed og forberedelse til elektrificering Langå – Aalborg	2020 – 2024	2018 – 2019
Overkørsler på regionale hastighedsopgraderinger	2020 – 2024	2016 – 2020

4.3 Regionale planer og udvikling

På baggrund af den politiske aftale ”En grøn transport politik” fra 2009 se afsnit 4.2, udgav Region Nordjylland i 2010 ”Jernbaneinfrastrukturen nord for Århus – en foreløbig undersøgelse”. Afhandlingen fokuserer på strækningen Århus–Aalborg og elektrificering med hensyn til kørestrøm, udskiftning af kørende materialer.

På strækningen Århus–Randers er der lavet beregninger for kurveudrettelse og en ny fjernbane på strækningen Århus–Hobro. På Århus–Hobro strækningen kan der spares 12 minutter ved kurveudrettelse og 18 minutter ved en ny fjernbane. (Atkins & Region Nordjylland 2010)

Med beregningerne er det vurderet, at ved ”En grøn transport politik” kan tiden på Aalborg–Århus nedbringes til ca. 70 minutter. Med Timemodellen nedbringes det til ca. 66 minutter, og hvis der fjernes overkørsler mellem Randers og Århus, kan der

¹ Færdiggøres efter signalprogrammet

²Efter signalprogrammet

sparer yderligere et par minutter. Med de tiltag er en time på strækningen Aalborg–Århus næsten en realitet uden ekstra tiltag på Århus–Randers strækningen.(Atkins & Region Nordjylland 2010)

Elektrificeringen af de nordjyske baner er i 2010 planlagt til efter 2025, hvilket er en lang tidshorisont, da det er vurderet, at der skal skiftes tog inden 2020. Der bliver kraftigt opfordret til, at Nordjylland skal presse på for at være de første til at få elektrificeret jernbanenettet. Det foreslås, at elektrificeringen og signalanlæg skal være færdige omkring 2017-2018. Hvis det ikke bliver rykket, men gøres sammen med resten af landet, er det vurderet til 2027 – 2028 med elektrificering og signalanlæg. Det er i forslået at elektrificere både Hirtshalsbanen og Skagensbanen for at få et homogent jernbanenet og for at optimere jernbanenettet i Nordjylland. Det er vurderet fra Atkins, at i værste tilfælde kan elektrificeringen først komme i 2040. DSB skal udskifte deres materiale ved 2020, mens Nordjyske Jernbaner først skal skifte i 2035. (Atkins & Region Nordjylland 2010)

En af grundene til, at der ikke er planer om at elektrificere Hirtshalsbanen og Skagensbanen, kan være, fordi Nordjyske Jernbaner i 2005 indkøbte nye diesel tog. En evt. udskiftning af disse togsæt vil være i 2035 ifølge Atkins & Region Nordjylland, (2010). Elektrificeringen vil først kunne udnyttes efter udskiftning omkring 2035 medmindre el togsæt indkøbes, inden Desiro er færdig udtjent. Ifølge Atkins (2013) har et diesellokomotiv en kørelevetid på mellem 50.000–100.000 timer, svarende til ca. 20 år. I det tilfælde, at Nordjyske Jernbaner forsætter med at betjene den regionale togtrafik, bør der arbejdes på at få elektrificeret Skagensbanen og Hirtshalsbanen inden indkøb af nye tog.

Der er i Atkinsrapporten kort introduceret for muligheden for at åbne stationer nord for Aalborg f.eks. Vestbjerg, Sulsted, Tylstrup og Hjørring Syd. I de fremtidige køreplaner er det ikke nævnt, at Nordjyske Jernbaner kunne overtage regionaltrafikken med undtagelse af en evt. strækning mellem Hjørring og Frederikshavn. (Atkins & Region Nordjylland 2010)

I ”Jernbaneinfrastrukturen nord for Århus” fra 2010 er der udarbejdet løsningsforslag for, hvordan den regionale togtrafik kan arrangeres. Køreplanerne er gældende efter etablering af fjernkontrol, hastighedsopgraderinger og signalanlæg i Nordjylland.

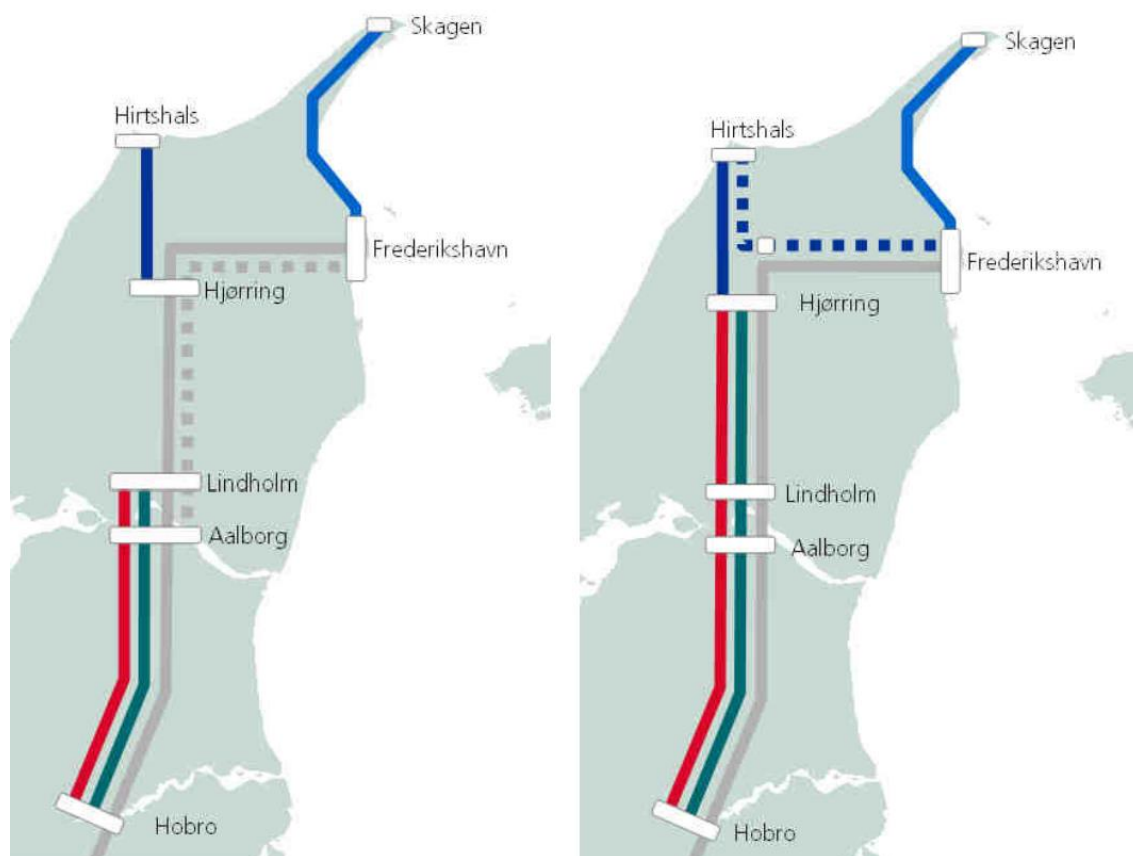
Af forudsætninger for forslagene er følgende:

- Strækningshastighed på 180 km/t Hobro – Aalborg og 140 km/t på Aalborg – Hjørring – Frederikshavn
- Trafikkapacitet på 6 tog/time/pr./retning på Hobro – Aalborg – Lindholm
- Trafikkapacitet på 3 tog/time/pr./retning på Lindholm – Hjørring – Frederikshavn
- Nyt signalanlæg og fjernstyring på strækningerne

Der er i rapporten gennemgået tre forskellige løsninger til hvordan det fremtidige system kan se ud, og fælles for alle tre løsninger er, at de er på skitseniveau. (Atkins & Region Nordjylland 2010)

Ved forlængelsen til Hobro er det forventet at kunne opretholde en fast halvtimesdrift på strækningen Lindholm–Aalborg–Hobro, hvor det i weekenden vil være timedrift. Til gengæld vil denne model betyde, at fjerntog ikke har stop på strækningen, som er en del af Aalborg Nærbane. Det vil dog være muligt at indsætte et stop for at sikre toget ikke er overfyldt, men det er ikke beskrevet, hvordan det løses. Driften i Vendsyssel vil ikke ændres ved denne plan. Løsningen er illustreret på Figur 4.5 (tv.). (Atkins & Region Nordjylland 2010)

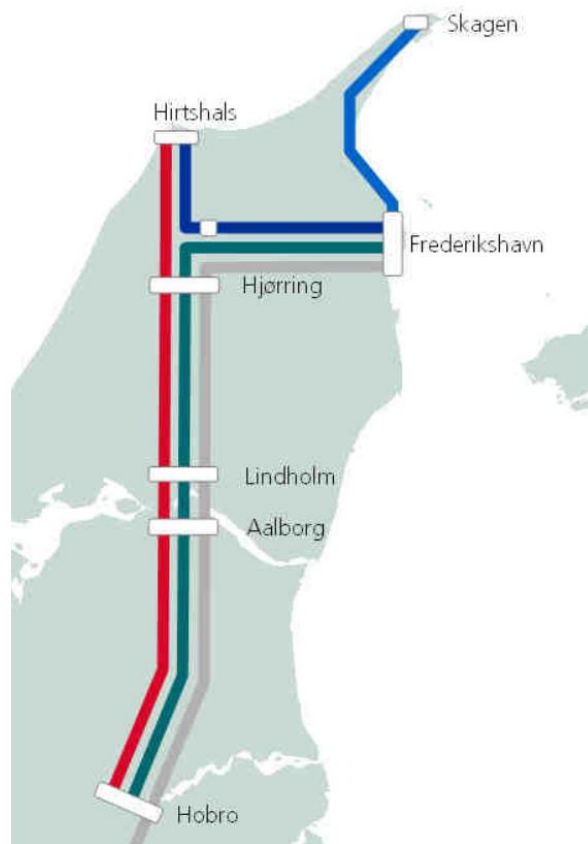
Med løsning to vil Nærbanen mod Hobro fungere med samme system som ved den første løsning med halvtimesdrift. Det er vurderet, at det vil tage mellem 90–100 minutter at køre strækningen Hjørring–Hobro. Der vil i planen stadig køre fjerntog i Vendsyssel. Fjerntogene vil skal stoppe i Brønderslev mod Hjørring, således at de fungerer som et hurtigtog. Løsningen er illustreret på Figur 4.5 (th.). (Atkins & Region Nordjylland 2010)



Figur 4.5: (Tv.) ses løsning et med forlængelse af nærbanen til Hobro. (Th.) ses løsning to, hvor der forlænges til Hjørring og en Hirtshals - Frederikshavns plan. Blå er Nordjyske Jernbaner, mens den røde og grønne er Aalborg Nærbane. Den grå er Lyntog, og den stiplede grå er regionaltog. (Atkins & Region Nordjylland 2010)

Løsning tre er samme som løsning to på strækningen Hobro–Hjørring. Forskellen er, at systemet er udvidet til Frederikshavn, hvor der engang i timen er et nærbanetog, der fra Hjørring forsætter til Hirtshals og Frederikshavn. Således er der halvtime drift til Hjørring og timedrift til Hirtshals og Frederikshavn med Nærbanen. Yderligere er det planen at der skal være et tog der kører Hirtshals–Frederikshavn strækningen, hvor det skal være muligt at skifte i Frederikshavn mod Skagen. Med denne model har Atkins

vurderet, at antallet af togsæt skal øges med 15–20 stk. Fjerntog vil kun stoppe i Brønderslev, Hjørring og Frederikshavn nord for Aalborg. Løsningen er illustreret på Figur 4.6. (Atkins & Region Nordjylland 2010)



Figur 4.6: Løsning tre med en videreførelse af Aalborg Nærbane til Hirtshals og Frederikshavn. En udvidelse af Hirtshalsbanen til Frederikshavn. Blå er Nordjyske Jernbaner, mens den røde og grønne er Aalborg Nærbane. Den grå er Lyntog, og den stiplede grå er regionaltog. (Atkins & Region Nordjylland 2010)

I ”Trafikplan for den statslige jernbane 2012 – 2027” nævnes en sammentænkning, hvor togtrafikken på Aalborg Nærbane, Hirtshalsbanen, Skagensbanen og strækningen Aalborg–Frederikshavn sammenkobles under et selskab. (Trafikstyrelsen 2013)

Som nævnt i afsnit 4.1 Nordjyske Jernbaner er overtagelsen af jernbanebetjeningen vedtaget i 2014 ved lov. I regionens udviklingsplan fra 2012 er det nævnt, at der skal være et større fokus på togkøreplanerne. (Region Nordjylland 2012)

Togkøreplanerne skal tilpasses landsdelstrafikken, hvilket ikke nødvendigvis harmonisere med et godt regionalt togsystem. Det betyder, at hvis der sker en forsinkelse på et tog på Sjælland, har det betydning for rettidigheden i Nordjylland, hvilket kan få konsekvenser for omstigninger. Hvis der ikke er forsinkelser på togene fra Sjælland, vil toget holde på perronen i f.eks. Aalborg, hvilket er spild af material.

”Mobilitet i Nordjylland – de regionale prioriteter fra 2012” er i tråd med den regionale udviklingsplan fra 2012. For jernbanen er der enighed om at prioritere en forbedring af jernbanenettet Aarhus–Frederikshavn. Regionen bakker op om den nationale målsætning om 100 procent flere passagerkilometer med tog i 2030. Det nævnes, at

togbetjeningen fra Hobro mod Nordjylland kan suppleres med regionaltog, der kører til Hirtshals og/eller Skagen. Regionen vil gerne have etableret Kattegatforbindelsen, der vil være med til at reducere rejsetiden mellem København og Aalborg til ca. 2 timer med tog. Det fremgår også, at Regionen har fokus på at etablere en god infrastruktur til havnene herunder Skagen, Frederikshavn og Hirtshals, hvor der er en fordel i at etablere gode muligheder for at transportere gods via jernbanen fra havnene. Der er på daværende tidspunkt ikke tale om en jernbaneforbindelse til Aalborg Lufthavn, men det nævnes, at ruten Aalborg–København har mere end en million passagerer om året. (Region Nordjylland & KKR Nordjylland 2012)

I 2013 udgav Atkins et teknisk notat om, hvordan jernbanebetjeningen i Nordjylland kan udnyttes. Det fremgår, at det samlede antal togkilometer vil stige fra 1,05 mio. togkilometer til 1,4 mio. togkilometersvarende til ca. 30 %. Antallet af ugentlige afgangene vil være på 347 i 2016 fra de 320 i 2013 på Frederikshavn–Hjørring. På Aalborg–Hjørring strækningen er der i 2013 320 ugentlige afgangene, mens der i 2016 skal være 420 ugentlige afgangene. Mængden af togvogne revideres, hvor Nordjyske Jernbaner forudsætter, at 8 Desiro-sæt og 9 LINT-sæt er nok for omløbsplanen fra 2013. Det konkluderes, at det ikke er sikkert, at mængden er nok til at betjene omløbsplanen. (Atkins 2013)

Siden Atkins rapporten fra 2013 er mængden af togkilometer planlagt at blive øget med 60-80 % frem for de ca. 30 %. Den samlede mængde togkilometer pr. år vil være 2,2 på hovedbanen, fra de 1,05 mio togkilometer (Region Nordjylland 2014). I forhold til Atkins rapport er der yderligere indkøbt 4 tog mere end omløbsplanen fra 2013 med en total på 13 togsæt.

Ifølge Banedanmarks vurdering er det en samfundsøkonomisk en god ide at opgradere Aalborg- Frederikshavn fra 120 til 160 km/t med en intern rente på 20 %. Samtidig med opgradering muliggøres det, at rejsetiden nedsættes fra de nuværende 40 min til 30 min. Med i beregningerne er ikke ønsket om Nordjyske Jernbaner overtager driften og kun har tog med en hastighed på 140 km/t se afsnit 5.4. Det vurderes, at med hastighedsopgradering til 140 km/t vil Aalborg–Hjørring kunne have 20 minutters drift og hente et halvt til to minutter afhængig af togtype. Til gengæld bliver køreplanen mere robust. På strækningen Hjørring–Frederikshavn er det vurderet, at køreplanen bliver mere robust og giver mulighed for at åbne standsningsstedet Hjørring Øst, dog skal der etableres en kilometer dobbeltspor, før det er muligt, hvilket vil give en 20/40 min drift. Både strækningen Hirtshalsbanen og Skagensbanen er vurderet til, at en opgradering ikke er hensigtsmæssig. For den kommende jernbane til Aalborg Lufthavn er der set på, hvorledes en drift kan se ud i forhold til kapacitet. Er det muligt at oprette 20 minutters drift til Aalborg Lufthavn med vekselspordrift og opretholde tre gange 12 minutter til at åbne Limfjordsbroen til skibstrafik. (Atkins 2013)

”Mobilitet i Nordjylland – de regionale prioriteter 2015” er de statslige aftaler som overtagelsen af regional togtrafik, Hirtshals Havn, Aalborg Lufthavn og elektrificering nævnt. Regionen nævner, at de vil arbejde for at få skabt lovgrundlag for at kunne inddrage Hobro – Arden strækningen til den regionale drift. Der arbejdes også på at etablere en ny station ved Hjørring Øst. Tæt ved Hjørring Øst er der uddannelsesinstitutioner og et sygehus. Der arbejdes stadig på at få etableret

Kattegatforbindelsen, da det forventes, at den vil give økonomisk vækst i Nordjylland. (Region Nordjylland & KKR Nordjylland 2015)

Ligeledes i 2015 blev der udarbejdet en rapport om de eksisterende stationer på strækningen Frederikshavn – Skørping. Formålet var at karakterisere stationer i forhold til bl.a. adgangsforhold, byudvikling i nærområdet, omstigningsmuligheder, ventefaciliteter og perronhøjder. Dette blev gjort for at planlægge de fremtidige rammer for Nordjyske Jernbaners anvendelse af stationer. (COWI & Nordjyske Trafikselskab 2015)

Som det fremgår af Region Nordjyllands planer og rapporter, har de været konsekvente i deres ønsker om at forbedre den lokale jernbaneforbindelse. Målet var først og fremmest at få en bedre togdrift i Nordjylland fra Hobro og nordpå. Dette mål er blevet indfriet, da Nordjyske Jernbaner overtager driften og vil øge antallet af togkilometer markant samt udarbejde en drift, der er indstillet efter regionaltrafik og i mindre grad landstrafik. Ønsket om at udvide Aalborg Nærbane til Hobro er ikke indfriet, da overtagelsen er gældende fra Skørping. Regionen arbejder dog videre på at kunne overtage den sidste strækning Arden–Hobro. Om det vil kunne lade sig gøre, er afhængig af, hvordan prøveperioden af Nordjylland Jernbaner vil fungere, og sandsynligvis hvem der har regeringsmagten i Folketinget.

Etableringen af en Jernbaneforbindelse til Aalborg Lufthavn er ikke nævnt i ”Mobilitet i Nordjylland – de regionale prioriteret 2012” og den ”regionens udviklingsplan fra 2012”. På baggrund af det virker det som et tiltag, der kommer fra statslig side og regional politisk. Dette stemmer også overens med at en jernbaneforbindelse til Lufthavnen i højere grad vil gavne rejsende ude fra regionen end indenfor (Petersen 2015).

Kattegatforbindelsen støtter regionen op om, hvilket vil kunne muliggøre en jernbaneforbindelse til København på to timer fra Aalborg. En sådan forbindelse vil sandsynligvis betyde, at forbindelsen til Aalborg Lufthavn vil tabe samfundsværdi, da flypassagerer fra Aarhus vil kunne rejse til København på en time. Med samme rejsetid og generelt billigere flybilletter i København vil banen til Aalborg Lufthavn sandsynligvis tabe i kampen om kunder fra Aarhus.

5. Køreplansforudsætninger

For at kunne beskrive køreplanerne er det nødvendigt at kende til blokafsnit, signalprogrammer, tracéet og Limfjordsbroen i Nordjylland. Der er inden for de sidste 10 år besluttet at udbygge på jernbanenettet i Nordjylland, ved f.eks. Hirtshals kombiterminal og fremtidig jernbane til Aalborg Lufthavn. De to projekter giver nye udfordringer for togdriften til Vendsyssel.

5.1 Blokafsnit

Blokafsnit er en metode der benyttes inden for jernbaner, og har til formål at sikre, at to tog ikke har muligheden for at køre på samme blokafsnit. Jernbanen er inddelt i blokafsnit i varierende størrelse fra 100 m og op til flere km. Blokafsnittenes inddeling har betydning for bl.a. strækningshastigheden og kapaciteten.

”Når et tog kører ind i et fast blokafsnit, registreres dette af signalsystemet, og hele blokafsnittet lukkes for andre tog. Dette signaleres til bagvedkørende tog med et signal der viser rødt. Hvis lokomotivføreren ser et grønt signal, betyder det at blokafsnittet foran ham er frit, mens to grønne lamper betyder, at de næste to blokafsnit er fri. Længden af et blokafsnit varierer. Blokafsnittene tættest på stationerne kan være helt ned til 100m, mens blokafsnittene på frie strækninger mellem to stationer kan være op til flere kilometer lange.” – (Banedanmark 2008a)

På Figur 5.1 er det vist, hvordan blokafsnit er med til at give signaler til lokoføreren. Med det nyere ETSM system vil det være muligt at fjerne de eksterne signaler, da det vil komme direkte ind i førerhuset, der er beskrevet i afsnit 5.2.

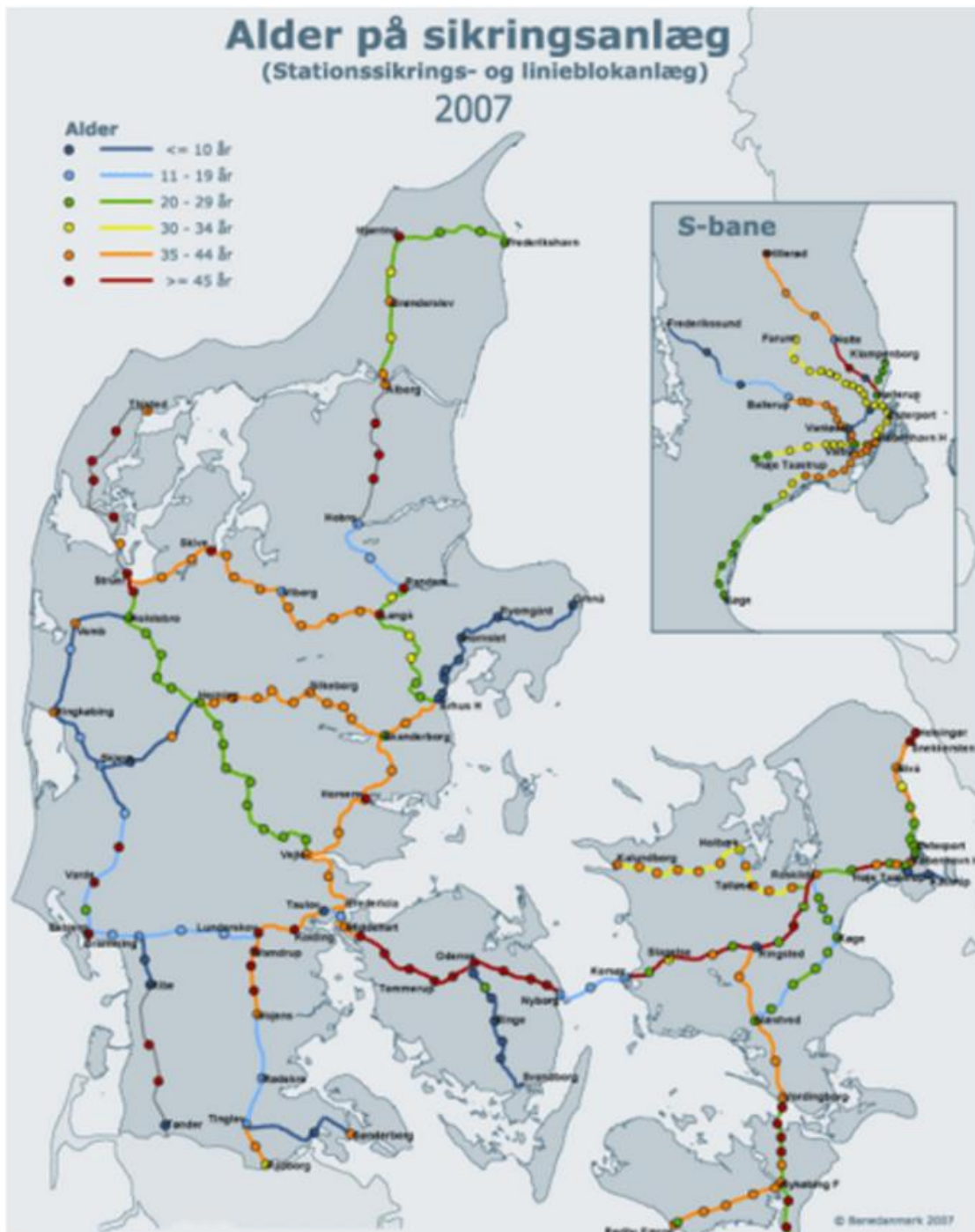


Figur 5.1: Illustration af blokafsnit og signalanlæg (Banedanmark 2008a).

Selve detekteringen foregår ved, at hvert blokafsnit har et strømførende relæ, så når et tog kører ind på et blokafsnittet, kortsluttes relæet, og der skiftes til rød.

5.2 Signalsystemer

De signalanlæg, der findes i Danmark, er anlagt fra 1950'erne og frem. Eksempelvis har Ellidshøj først for nylig fået etableret AM-signaler, således at Ellidshøj ikke behøver at være bemanded (Banedanmark 2012). På Figur 5.2 er alderen på sikringsanlæg som de var i 2007 illustreret (Banedanmark 2008c).



Figur 5.2: Alder på sikringsanlæg fra 2007. (Banedanmark 2008c)

For at kunne øge hastigheden på skinnerne, uden at gå på kompromis med sikkerheden, er der udviklet sikkerhedssystemer som ATC, HKT og ETCS.

ATC, *Automatic Train Control*, har til formål at sikre, at hvis en lokofører ikke kan nå at se skiltningen, bremser toget, hvis det er nødvendigt. ATC systemet har været med til at øge hastigheden på strækninger op til 200 km/t.

HKT, *Hastighedskontrol og Automatisk Togstop*, findes på s-togene og er i princippet det samme som ATC.

ETCS, *European Train Control System*, er et fælles projekt i Europa og kan ses som en videreudvikling af det danske ATC system. ERTMS, *European Railway Traffic Management System*, er det nyeste system for signaler og kontrol med togdriften. ERTMS består af to dele, ETCS, som kontrol- og kommandodelen, og GSM-R, der er data- og radio kommunikationsdelen.

ERTMS er inddelt i 3 niveauer, hvor niveau 1 er stort set svarende til det eksisterende danske ATC system, da de eksterne signaler bevares. Alle tog sender automatisk position og retningen til en central med forudbestemte intervaller. GSM-R systemet sender hastighedsinformationer og togvejsinformationer til toget. Der anlægges elektroniske kilometersten, *Eurobalise*, der vil give toget hurtigere information om, hvorvidt signalet har ændret sig.

Niveau 2 fjernes signaler langs skinnenettet, da lokoføreren får alt info direkte ind i førerrummet. Eurobaliserne vil i niveau 2 anvendes til referencepunkter og som kontrol af hastighed af toget. Systemet vil give mulighed for at spærre meget kortere sporstykker ad gangen, end det er ved ATC systemet ved sporspærring. Niveau 2 er stadig baseret på faste blokafsnit, dog kan blokkene gøres kortere og optimeres på en anden måde end i dag. Selve kørslen tilnærmer sig mere en flydende blok, hvilket vil kunne øge kapaciteten på sporene.

Niveau 3 er styret via radio, og normale sikringsrelæg er ikke længere nødvendige. Det overflødiggør blokafsnit, og derved kan togene pakkes yderligere, således at afstanden i teorien kun behøver at være bremseafstanden. Niveau 3 er stadig ikke færdigudviklet, men testes på Västerdalsbanen i Sverige, hvilket er grunden til, det ikke bliver implementeret i Danmark.

Fordelen ved ERTMS er, at det erstatter flere forskellige signalsystemer og derved gør det nemmere at transportere tog på tværs af landegrænserne. I Tabel 5.1 er det illustreret forskellen mellem ATC og ERTMS niveau 1 – 3.

Tabel 5.1: Forskellen mellem ATC og ERTMS på niveau 1 – 3 (Banedanmark 2008b).

	Nuværende system	ERTMS		
		Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Togkontrol	ATC på visse strækninger	ETCS	ETCS	ETCS
Signaler	Ydre signaler samt førerrumssignaler på ATC strækninger	Ydre signaler samt førerrumssignaler.	Førerrumssignaler	Førerrumssignaler
Udstyr i sporene	Meget	Meget	Lidt	Meget lidt
Blokafsnit	Faste	Faste	Faste	Flydende
Togdetektering	Sporisolationer	Akseltællere el. lign.	Akseltællere el. lign.	Ingen
Radiosystem	Analog togradio	GSM-R Voice	GSM-R Voice og Data	GSM-R Voice og Data
Håndtering af sporspærring og hastighedsnedsættelser	Fysisk skiltning, sendere i sporet og procedurer	Fysisk skiltning, sendere i sporet og procedurer	Fjernopdatering fra radioblokcenter og håndterminale	Fjernopdatering fra radioblokcenter og håndterminale

I Danmark er det vedtaget, at ERTMS niveau 2 skal indsættes på fjernbanerne og dermed en total udskiftning af ATC-systemet, signalanlæg, togradio osv. Det vil frigøre mere kapacitet på jernbanenettet og derved mulighed for flere tog (Socialdemokraterne et al. 2009). I Nordjylland er det første sted strækningen Langå–Frederikshavn, hvor der etableres det nye ERTMS system, grundet det nuværende signalanlægs alder. Strækningen forventes at være primo 2018, mens resten af landet er færdig i 2021.

5.3 Tracé

Det nuværende tracé fra Aalborg Vest by Station og nordpå er enkeltsporet, mens den sydpå er dobbeltsporet. Enkeltsporet nedsætter kapaciteten på strækningerne, da toget kører på samme spor i begge retninger. For at togene kan køre forbi hinanden er der udover ved stationerne bygget krydsningsspor. Krydsningsmuligheder for på strækningen Aalborg–Frederikshavn er angivet i Tabel 5.2, Hobro–Aalborg er angivet i

Tabel 5.3, Hjørring–Hirtshals er angivet i Tabel 5.4 og Frederikshavn–Skagen er angivet i Tabel 5.4.

Enkeltsporet jernbaner har den fordel, at de er billigere at anlægge i forhold til dobbeltsporet, til gengæld er kapaciteten lavere. Ifølge Trafikstyrelsen (2013) er den typiske kapacitet på 2-3 tog i timen pr. retning. Kapaciteten er dog afhængig af inddeling af blokafsnit.

Tabel 5.2: Inddeling af blokafsnit og krydsningsmuligheder på delstrækningen Aalborg - Frederikshavn. Ifølge Banedanmark (2016) gældende fra 1/2 – 2016.

Blokafsnit	Start [km]	Slut [km]	Længde [km]	Type og placering	Krydsning
Aalborg (Ab)	248,4	249,6	1,2	Station 248,4	Ja
Aalborg Vestby (Abv)	249,6	250,2	0,6	Station 249,6	Ja
Jernbanebroen (Lfm)	250,2	250,6	0,4	Blokafsnit	Nej
Lindholm (Lih)	250,6	251,9	1,3	Station 251,0	Ja
Linjeblok	251,9	262,9	11,0	Blokafsnit	Nej
Sulsted (Su)	262,9	264,5	2,6	Nedlagt Station	Ja
Linjeblok	264,5	274,4	9,9	Blokafsnit	Nej
Brønderslev (Bl)	274,4	276,1	1,7	Station 274,8	Ja
Linjeblok	276,1	284,1	8	Blokafsnit	Nej
Vrå (Vr)	284,1	285,8	1,7	Station 284,7	Ja
Linjeblok	285,8	295,8	10	Blokafsnit	Nej
Hjørring (Hj)	295,8	297,5	1,7	Station 296,6	Ja
Linjeblok	297,5	309,2	11,7	Blokafsnit	Nej
Sindal (Sa)	309,2	310,7	1,5	Station 310,2	ja
Tolne (To)	310,7	323,0	12,3	Station 317,4	Nej
Kvissel (Kv)	323,0	324,6	1,6	Station 323,8	Ja
Linjeblok	324,6	332,0	7,4	Blokafsnit	Nej
Frederikshavn (Fh)	332,0	333,3	1,3	Station 333,3	Ja

Strækningshastigheden for Aalborg–Frederikshavn er på nuværende tidspunkt 120 km/t. Ved sporskifter er indkørselshastigheden afhængig af, om toget skal skifte spor eller ej. De fleste sporskifter, hvor toget skifter, er hastigheden på 60 km/t, men hvis toget forsætter i samme spor gennem sporskiftet er hastigheden 120 km/t. I Tabel 5.2 er blokafsnittene defineret for Aalborg-Frederikshavn. (Banedanmark 2016b)

Tabel 5.3: Inddeling af blokafsnit og krydsningsmuligheder på den dobbeltsporede delstrækning Hobro - Aalborg. Ifølge Banedanmark (2016) gældende fra 1/2 - 2016.

Blokafsnit	Start [km]	Slut [km]	Længde [km]	Type og placering	Overhaling
Hobro (Hb)	198,1	199,6	1,5	Station 199,0	Ja
Arden (Ad)	199,6	221,4	21,8	Station 214,5	Nej
Skørping (Sø)	221,4	223,3	1,9	Station 222,1	Ja
Støvring (Sr)	223,3	233,1	9,8	Station 229,5	Nej
Ellidshøj (Eh)	233,1	234,7	1,6	Nedlagt Station	Nej
Svenstrup (Sn)	234,7	239,4	4,7	Station 239,2	Nej
Skalborg (Og)	239,4	245,6	6,2	Station 244,1	Nej
Aalborg Station (Ab)	245,6	248,4	2,8	Station 248,4	Nej

Delstrækningshastigheden Hobro–Aalborg er 120 km/t og er dobbeltsporet, hvilket betyder, der ikke er krydsningsmuligheder andre steder end Hobro, Skørping og Aalborg jævnfør

Tabel 5.3. Der er på nuværende tidspunkt planlagt at opgradere Hobro – Aalborg strækningen i forbindelse med Timemodellen til 200 km/t. I projektet nedlægges overkørsler, etablering af erstatningsanlæg i Svenstrup, Skørping og Ellidshøj, og udskiftning af spor og broer. Samtidigt med projektet installeres et nyt signalanlæg, hvor strækningen forventes at være færdig efter 2018 (Nordjyske 2015).

Tabel 5.4: Inddeling af blokafsnit og krydsningsmuligheder på delstrækning Hjørring – Hirtshals (Nordjyske Jernbaner 2016b).

Blokafsnit	Start [km]	Længde [km]	Type	Krydsning	Hastighed [km/t]
Hjørring	0,0	0,5	Station		100
Kvægtovet	0,5	1,1	Station		100
Teglårdsvej	1,6	1,6	Station		100
Herregårdsparken	3,2	0,8	Station		100
Vellingshøj	4,0	2,9	Station		100
Vidstrup	6,9	2,5	Station		100
Sønderby	9,4	1	Station		100
Tornby	10,4	3,2	Station	Ja	75
Horne	13,6	1,5	Station		75
Emmerbæk	15,1	1,5	Station		75
Lilleheden	16,6	1,2	Station		75
Hirtshals	17,8	-	Station	Ja	75

Hirtshalsbanen, er enkeltsporet med en længde på 17,8 km. Den maksimale hastighed er 100 km/t på delstrækningen Hjørring–Tornby og 75 km/t på delstrækningen Tornby–Hirtshals, se Tabel 5.4. (Nordjyske Jernbaner 2016b)

Tabel 5.5: Inddeling af blokafsnit og krydsningsmuligheder på delstrækning Frederikshavn – Skagen (Nordjyske Jernbaner 2016b).

Blokafsnit	Start [km]	Længde [km]	Type	Krydsning	Hastighed [km/t]
Frederikshavn	0,0	6,3	Station	Ja	100
Strandby	6,3	3,2	Station	Ja	100
Rimmen	9,5	3,5	Station		100
Jerup	13,0	2,6	Station		100
Napstjært	15,6	4,2	Station		100
Aalbæk	19,8	4,7	Station	Ja	100
Bunken	24,5	3,5	Station		100
Hulsig	28,0	10	Station	Ja	120
Frederikshavnsvej	38,0	0,8	Station		120
Skagen	38,8	-	Station		120

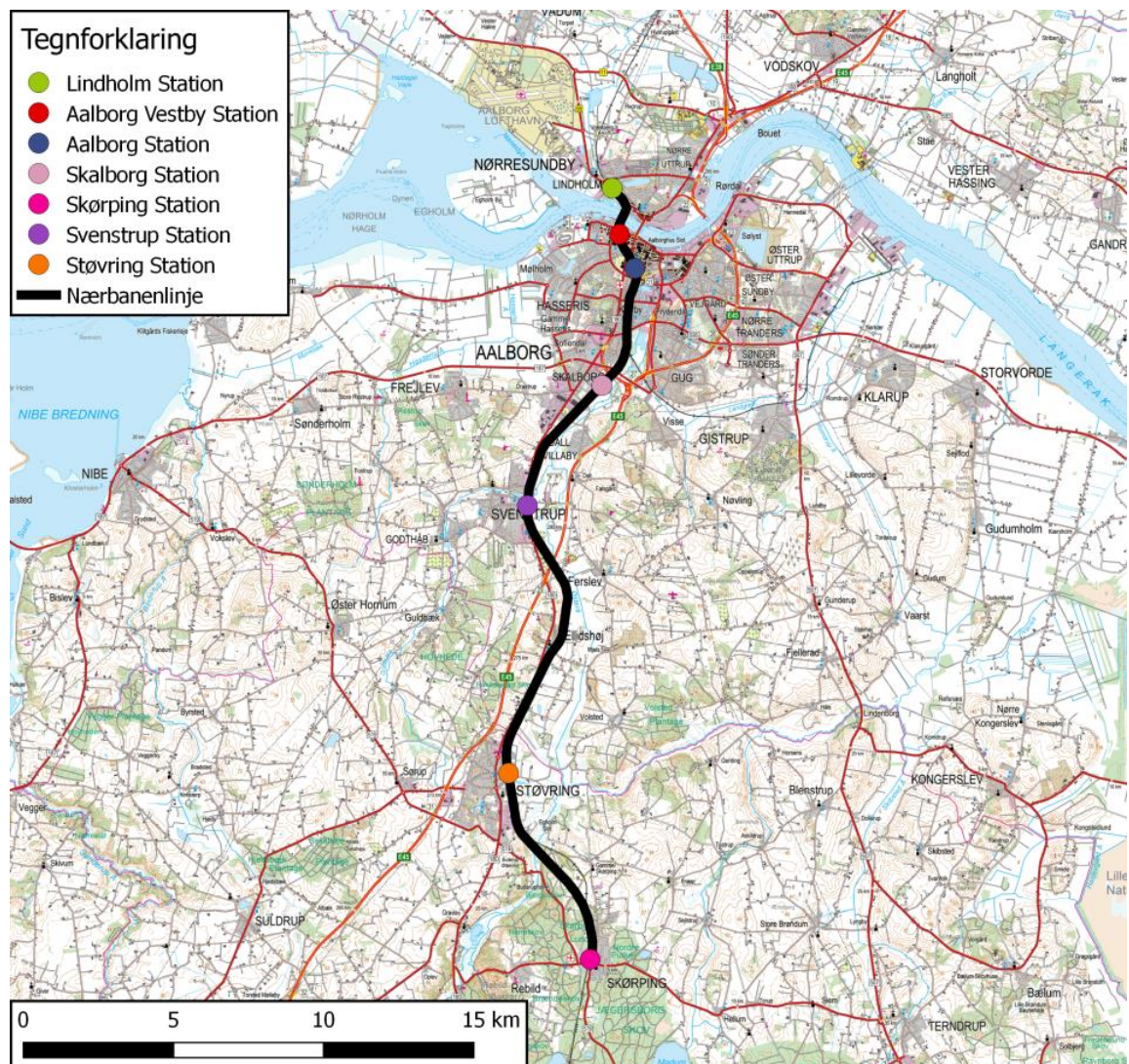
Skagensbanen, er enkeltsporet med en længde på 38,8 km. Hastigheden for delstrækningen Frederikshavn–Hulsig er på 100 km/t, mens der på delstrækningen Hulsig–Skagen er hastigheden på 120 km/t. Se

Tabel 5.5. (Nordjyske Jernbaner 2016b)

5.3.1 Nærbanen

Strækningen Lindholm–Skørping er også kendt som Aalborg Nærbane. Nærbanen blev etableret for at sikre en bedre forbindelse i kommunerne Aalborg og Støvring. I Finansloven om trafik fra 1999 blev der afsat 250 mio. kr. til nærbaneprojekterne fordelt mellem Aarhus og Aalborg. I Aalborg blev der i alt investeret ca. 85 mio. kr., hvor Aalborg Kommune gav ca. 23 mio. kr., Støvring kommune ca. 7 mio. kr. og staten bevilligede resten. For at kunne oprette Aalborg Nærbane blev stationerne Nørresundby nu Lindholm, Skalborg, Svenstrup og Støvring genåbnet. Aalborg Nærbane blev åbnet i slutningen af 2003 og blev bestyret af DSB. (Melchior 2015; Annette & Numelin 2004)

Aalborg Nærbane er 29 km lang og betjenes med to tog i timen i hverdage af henholdsvis et regionalt tog og et IC tog som standser på alle stationerne. Konsekvenserne ved oprettelsen er rejsetiden syd fra Aalborg med IC tog blev forlænget med flere minutter. På Figur 5.3 er Aalborg Nærbane illustreret.



Figur 5.3: Aalborg Nærbane, med tilhørende stationer.

Det var forventet, at passagermængden vil være på ca. 4000 på de nye stationer, hvor den reelt to måneder senere viser sig at være ca. 2490 passagerer. Især Skalborg har haft en lav tilslutning på 166 mod de forventede 1200 passagerer. Aalborg Vestby er den eneste station, der fik flere passagerer end prognosen.

Sidenhen er der ikke lavet undersøgelser på effekten af Aalborg Nærbane. Med togpassagerer tælling fra 2013 med ugedag omregnet til hverdag er det muligt at se udviklingen. På Tabel 5.6 ses udviklingen på de genåbnede stationer i Aalborg Nærbane. Den samlede passageremængde fra 2004 til 2013 er faldet 5 %, hvilket betyder, at der reelt ikke er sket nogen udvikling, grundet usikkerhed om antallet af tællinger. Den samlede afvigelse for både 2004 og 2013, passer godt ind i det samlede billede med at overestimere mængden af jernbanepassagerer. Ifølge Bent Flybjergs undersøgelser fra 2006 af 27 jernbane var afvigelsen gennemsnitligt på -40 % på med en standardafvigelse på 52 % (Nicolaisen & Driscoll 2014).

Tabel 5.6: Overblik over passagerer mængden på Aalborg Nærbane. Tallene er fra prognosen, 2004 og omregnet fra uge til hverdag 2013 (Annette & Numelin 2004; Melchior 2015; Region Nordjylland 2013).

Station	Prognose	2004	Prognoseafvigelse 2004 [%]	2013	Prognoseafvigelse 2013 [%]
Lindholm	800	579	28	655	18
Aalborg Vestby	600	870	-45	600	0
Skalborg	1200	166	86	127	89
Svenstru p	600	382	36	330	45
Støvring	800	493	38	627	22
Total	4000	2490	37	2339	42

5.4 Rullende materiel

Nordjyske Jernbaner har på nuværende tidspunkt otte Desiro tog, der betjener Skagensbanen og Hirtshalsbanen, som blev taget i drift 2005. I forbindelse med at Nordjyske Jernbaner overtager togdriften i Nordjylland, er der indkøbt ekstra tog. De indkøbte tog er 13 stk. Coradia Lint 41, som forventes leveret i løbet af 2017. Specifikationer for de to dieseltog kan aflæses i Tabel 5.7.

Tabel 5.7: Specifikationer for Nordjyske Jernbaners dieseltogsæt Desiro og nyindkøbte dieseltog Coradia Lint 41 (Nordjyske Jernbaner 2016b; Alstom 2015).

Togtype	Antal	Maks. Hastighed [km/t]	Antal Sæder	Stående
Desiro	8	120	112	90
Coradia Lint 41	13	140	125	135

DSB har flere forskellige tog i forhold til Nordjyske Jernbaner, hvilket skyldes det større driftområde. DSB står på nuværende tidspunkt for den regionale togdrift i Nordjylland. De togtyper, der oftest anvendes, er IC3, IC4 og Litra MR. Fælles for dem

er de, at alle er dieseldrevet og har en hastighed på over 130 km/t. Specifikationerne for DSB's tog kan aflæses i Tabel 5.8.

Tabel 5.8: Specifikationer for DSB tog der kører i Nordjylland under normal drift.

Togtype	Maks. Hastighed [km/t]	Antal Sæder
Litra MF/IC3	180	145 – 151
Litra MR	130	131
IC4	200	204

5.5 Elektrificering

Det er planen at elektrificere det meste af det danske jernbanenet, som kan ses på Figur 5.4. Der er flere grundet til, hvorfor det er valgt at elektrificere, af disse er:

- Accelerationsevne
- Hastighed
- Hyldevare³
- CO₂ neutralt
- TEN-Tnettet

5.5.1 Historie

I dag er der ca. 25–30 % af jernbanenettet, der er elektrificeret (Atkins & Region Nordjylland 2010). Det skete i løbet af slut 80'erne og ti år frem. På Figur 5.4 er det angivet, hvilke strækninger, der er elektrificeret, og hvilke det er besluttet at elektrificere. Det vil stige fra de eksisterende 1.756 km til 3.118 km køreledningsanlæg inkl. S-banen ifølge Banedanmark, (2014a), hvilket svarer til en stigning på 56 %.

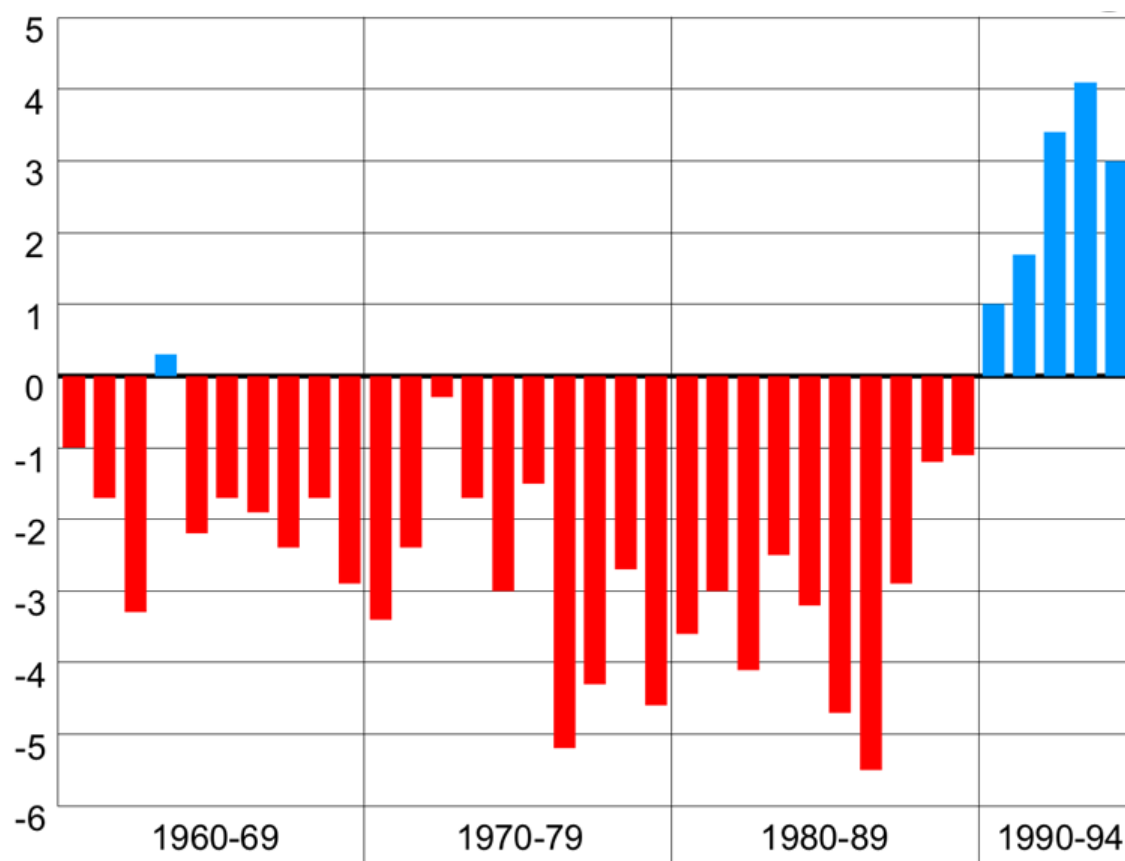


Figur 5.4: Overblik over elektrificerede strækninger og fremtidige strækninger der skal elektrificeres (Banedanmark 2014b).

³I almindelig tale hyldevare selvom togsættene først produceres efter ordren er godkendt

Elektrificeringen af det danske jernbanenet startede med en anlægslov i 1979 omhandlende elektrificering af hovedjernbanenettet. Planen var at elektrificere de samme strækninger, som der ses på Figur 5.4, med undtagelse af strækningen Vejle–Struer. Som det fremgår, blev projektet stoppet undervejs, hvilket resulterede i, at det kun blev Kystbanen og København–Padborg, der blev elektrificeret. Kystbanen blev færdig i 1986, Vestbanen 1989, Fyn 1995, Sønderjylland 1997, Storebælt 1997 og Øresundsbanen 2000. I 1988 blev de dieseldrevne IC3 leveret som et lavpristogsæt med kort levetid, da det var forventet, at elektrificeringen af tognettet muliggjorde indkøb af nye eltog til hovedjernbanenettet var muligt i 2000 – 2005. I 1998 blev projektet "Gode tog til Alle" startet, hvor der blev satset på dieseltog. I 2001 blev elprojektet til Aarhus indstillet, da staten besluttede at indkøbe de italienske udviklede dieseltog IC4.

Der er flere grunde til, at planen om elektrificering dengang blev stoppet. Det kan skyldes, at der i en længere periode har været en negativ betalingsbalance, hvilket tvang staten til at sætte bremserne i se Figur 5.5 (Gyldendal - Den Store Danske 2016).



Figur 5.5: Betalingsbalancen for den danske stat fra 1960 - 1994. (Gyldendal - Den Store Danske 2016)

Det kan også skyldes problemer i DSB, hvor rapporterne "Bernstein", har vist, at der har været store problemer med både økonomi- og projektstyring. Det resulterede i u hensigtsmæssige kontrakter og budgetoverskridelser (Marfelt 1995).

Ved aftalen "En Grøn transportpolitik" blev der igen åbnet om for elektrificering se afsnit 4.2.

5.5.2 Accelerationsevne og hastighed

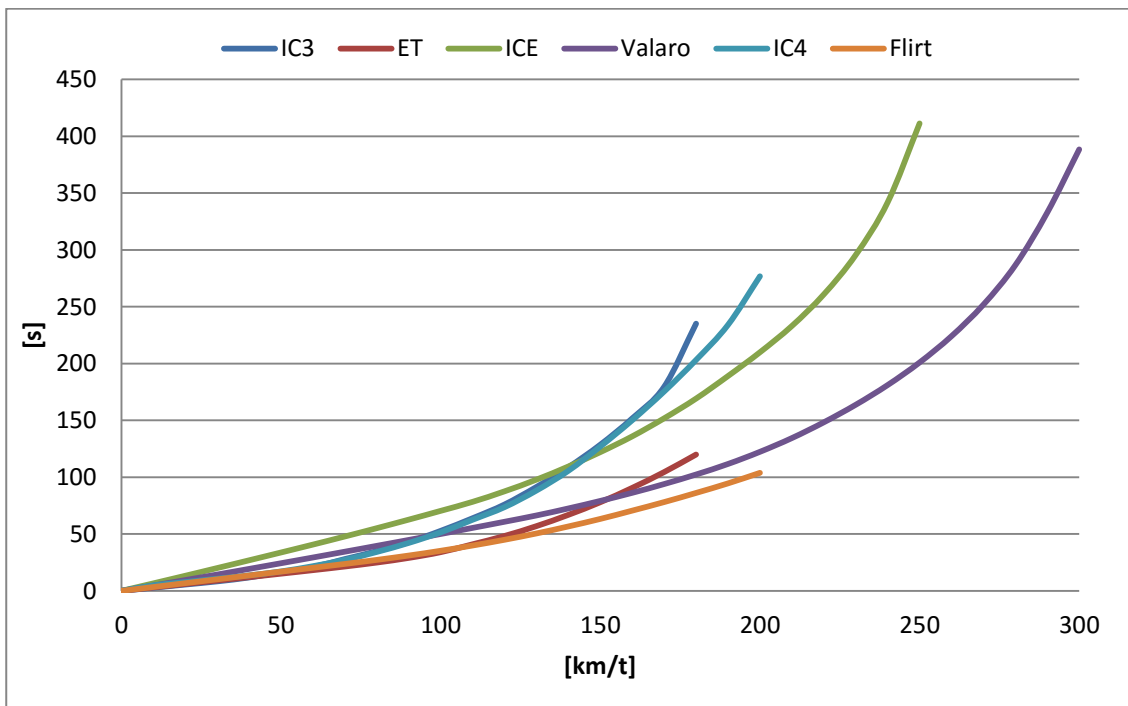
Elektriske tog har generelt en højere accelerationsevne og højere tophastighed i forhold til dieseldrevet tog. Da de elektriske tog får deres energi fra køreledninger over toget, har de elektriske tog i, modsætning til dieseltog ikke behov for at køre med energikilden. Det resulterer i en lavere vægt, hvilket giver de elektriske tog en fordel i forhold til diesel.

Diesel tog fungerer via en dieselmotor, der er koblet sammen med en gearkasse som driver akslerne.

Diesel-elektrisk tog er i princippet det samme som et elektrisk tog, da akslerne drives af elmotorer. Forskellen på elektriske og diesel-elektriske er de diesel-elektriske drives af en dieselmotor, der er sammenkoblet med en elgenerator, som driver akslerne.

Et rent elektrisk tog får sin energi direkte fra elnettet og drives af en elmotor, der driver akslerne.

Trafikstyrelsen har screenet nogle udvalgte tog heraf tre nuværende danske tog og tre tog med mulighed for at benyttes i fremtiden. Togene var enten diesel eller elektriske tog, af diesel er IC3 og IC4, mens elektriske er ET, ICE, Valaro og Flirt (Trafikstyrelsen & Banedanmark 2013). Via en omregning kan det på Figur 5.6, ses, hvor lang tid det vil tage for de forskellige tog om at opnå maksimal hastighed.



Figur 5.6: Forhold mellem tid og hastighed baseret på udvalgte tog screenet af Trafikstyrelsen.

De to tog der skal drifte Nordjylland i fremtiden er Desiro og Lint. Deres startaccelerationsevne er høj i forhold til de tog screenet af Trafikstyrelsen. I Tabel 5.9 er startaccelerationen mellem de screenede tog fra Trafikstyrelsen og Nordjyske Jernbaners tog.

Table 5.9: Forhold mellem screenet tog af trafikstyrelsen og Nordjyske Jernbaners tog.

Tog	Drift kraft	Startacceleration [m/s²]	Max hastighed [km/t]
IC3	Diesel	1	180
ET	El	0,4	180
ICE	El	0,4	250
Valaro	El	0,6	300
IC4	Diesel	0,6	200
Flirt	El	0,8	200
Desiro	Diesel	1,1	120
Lint	Diesel	1,1	140

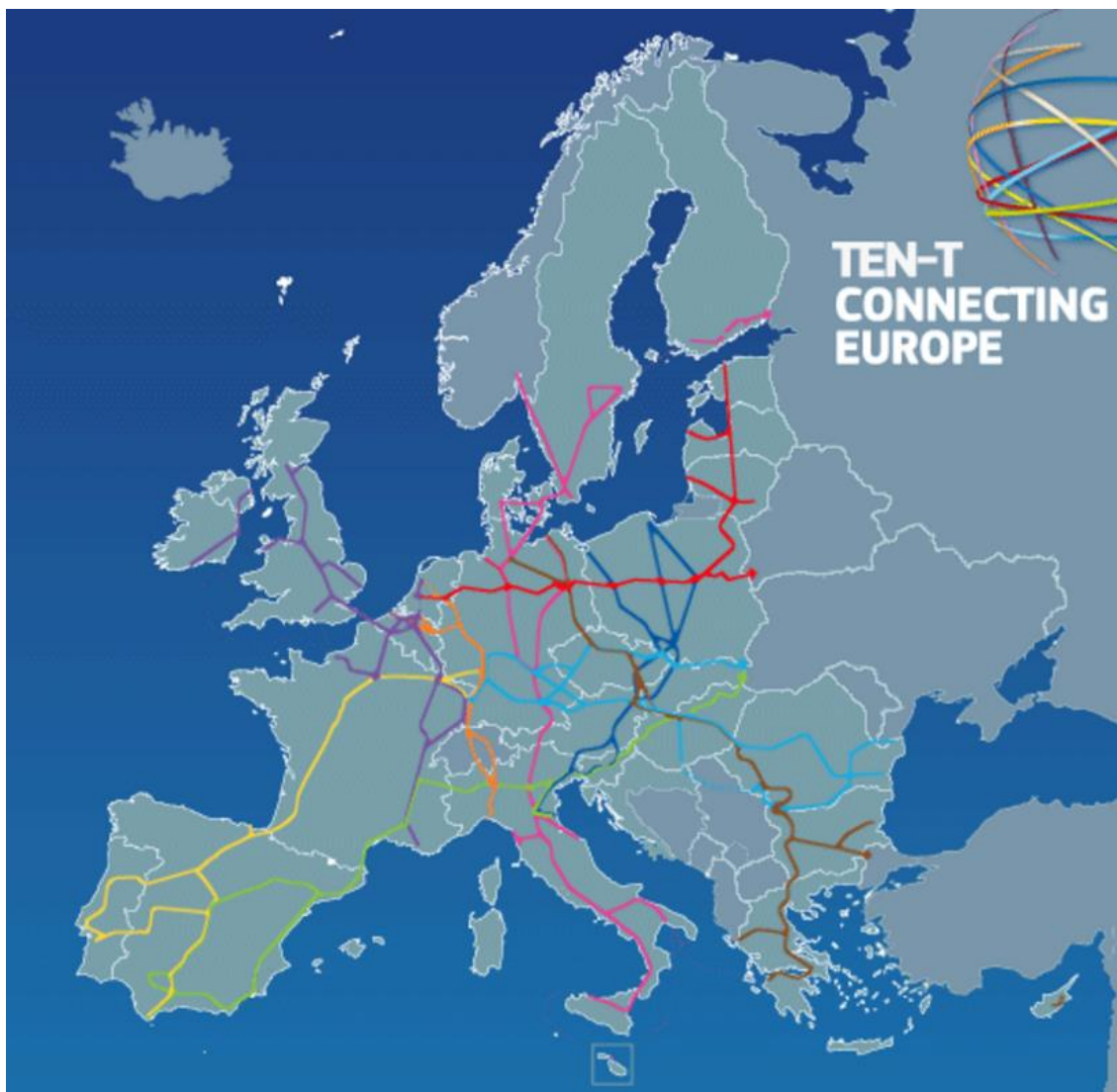
Tiden det tager for det screenet tog fra 0 – 120 km/t varierer fra 45 – 75 sekunder. Da det ikke har været muligt at kende acceleration for Desiro og Lint ved forskellige hastigheder må det formodes ud fra startaccelerationen at de ligger et sted mellem 40 – 50 sekunder, hvilket er ca. 25 sekunder hurtigere end IC3 og IC4.

Accelerationen og maksimal hastighed er et vigtigt element i udvælgelsen af togtyper. F.eks. har et regionalt tog behov for en høj accelerationsevne i forhold til maksimal hastighed, mens det er omvendt for et tog, der kører mellem de større byer med få stop. Acceleration og maksimal hastighed skal selvfølgelig vejes op i mod andre faktorer, før et endelig tog kan udvælgelse.

5.5.3 Europæisk samarbejde

I Europa er der oprettet ”mobility and transport” under EU, hvis formål er at effektivisere EU infrastruktur og transport. I denne afdeling er der oprettet et netværk kaldet TEN-T, hvis formål er at etablere hovedstrækninger på igennem EU. Omfanget af TEN-T nettet er for veje, jernbaner og vandveje, som alle har forskelle krav til standarder. Når en strækning er inkluderet på TEN-T nettet er det muligt at søge midler til projektet. Af projekter, der har fået midler, kan bl.a. nævnes Øresundsforbindelsen.

De 11 største TEN-T projekter Europa kan ses på Figur 5.7, her er strækningen Padborg–København og den kommende Femern–København inkluderet som en del af Scandinavian–Mediterranean Corridor.



Figur 5.7: De 11 største TEN-T projekter på tværs af landegrænser Europa for jernbane (EU 2014).

Foruden de overordnede projekter har Danmark nogle nationale strækninger, der er en del af TEN-T nettet. Det gælder Fredericia–Frederikshavn, Hjørring–Hirtshals, Vejle–Herning, Esbjerg–Lunderskov og den nye bane København–Ringsted. Strækningerne er illustreret på Figur 5.8.



Figur 5.8: De nationale jernbanestrækninger der er en del af TEN-T nettet, hvor den tykke røde er hovednettet (core network) og de tynde er på det samlede net (comprehensive network) (Banedanmark 2014c).

Som en del af TEN-T nettet er der krav om bl.a. elektrificering af jernbanenettet inden 2030 for hovednettet, mens det samlede net først skal være færdiggjort i 2050. Foruden elektrificering er der krav om, at det danske jernbanenet skal følge TSI kravene. Før 2015 var det kun TEN-T nettet, der var krav om skulle følge TSI, men efter er det alle nyanlæg på jernbanen, hvor TSI skal følges.

TSI har til formål at harmonisere tekniske krav på tværs af landegrænser for at understøtte muligheden for tog til at krydse landegrænser. I Danmark er metro- og letbanesystemer, S-tog, veteranbaner og privatejet infrastruktur til ejerens egen godstransport er undtaget fra at benytte TSI'er.

5.6 Limfjordsbroen

Den første jernbanebro over Limfjorden blev anlagt i 1879 og blev erstattet i 1936. De gamle bropiller er endnu ikke fjernet og kan måske benyttes til en ny jernbanebro. Den nuværende bro var opført til Frederikssund til den sjællandske midtbane i 1928. Den blev siden hen nedlagt og broen blev flyttet til Aalborg ca. 30 meter øst for de gamle bropiller. Der har været tre påsejlinger af broen, der har betydet, at togtrafikken over broen har været afbrudt, i 1955, 1956 og i 2012. Ved den seneste påsejling blev broen slået skævt, hvilket gav en betydelig reparationstid på lidt mere end et år (Bjørn Godske 2012). Det gav konsekvenser for togtrafikken i Vendsyssel, da tog ikke kunne køre af andre spor som i før i tiden da togene kunne køre via Fjerritslev og Thybanen.

Der er arbejdet med at etablere en kombineret gang- og cykelbro over Limfjorden, som skal etableres på jernbanebroen. I september 2015 blev de første elementer til kulturbroen sat op, hvor den forventes at være færdig i efteråret 2016 (Kulturbro-Aalborg 2016).

Limfjordsbroen er en flaskehals i det nuværende system, hvilket skyldes den begrænsede mængde af tog, der kan passere. Selve blokafsnittet er angivet Tabel 5.2 til ca. 400 meter. At Limfjordsbroen er en flaskehals er grundet gennemsejling af skibe. Undergennemsejling er broen ikke har været brugbar til togdrift, som er illustreret på Figur 5.9.



Figur 5.9: Jernbanebroen over Limfjorden, her illustreret når et skib skal passere.

Åbningstider for skibe er tidsrummet 05:00–21:00 fra d. 1. maj til d. 30. september og 06:00–19:00 fra d. 1. oktober til d. 30. april (Geodatastyrelsen 2016).

I dag er der en fast periode på ca. 11 min, hvor erhvervsskibe har mulighed for at sejle igennem, ved siden af dette er der mange små åbninger til lystbåde. De små åbninger er nødvendige, da der typisk kommer 10.000 skibe om året. Der har for år tilbage været

265 skibe fordelt på 100 oplukninger på en dag. Det er dog meget varierende hvor mange skibe, der sejler igennem. En broåbning kræver minimum på 4 minutter.

Ifølge Brofogeden (2016) er det en stor opgave at tilpasse tog, skibe og snart fodgængere og cyklister, når kulturbroen er færdig. Et bud på, hvordan fremtidige broåbninger bør være, er:

"Sikre min. 1 slottid hver time, beregnet til større skibe (over 30 m) på min. 10 min. Gerne mere. (vigtig)

Sikre 2 åbningstider på hver side af kl. hel, beregnet til lystbåde. (vigtig)

I praksis åbner vi når det er muligt, særlig når det er Lodsbåd, havnerundfart, Aalborg Havn, bugseringsfartøjer, mv. (vigtig) Min. 4 min." - (Brofogeden 2016)

Det fremgår af, at der minimum skal indlægges 18 minutter, hvor det ikke er muligt for tog at passere pr. time.

Kapaciteten for jernbanebroen over Limfjorden er afhængig af åbningstider for gennemsejling time, bremseafstand, acceleration og maksimal hastighed på strækningen.

De første krydsningsmuligheder er Aalborg Vestby Station og Lindholm Station, hvis afstand er 1400 m og har en maksimal tilladt hastighed på 60 km/t grundet jernbanebroen, og kort inden Lindholm Station en hastighed på 40 km/t (Banedanmark 2016b). Derfor er hastigheden sat til 50 km/t for at simplificere beregningerne.

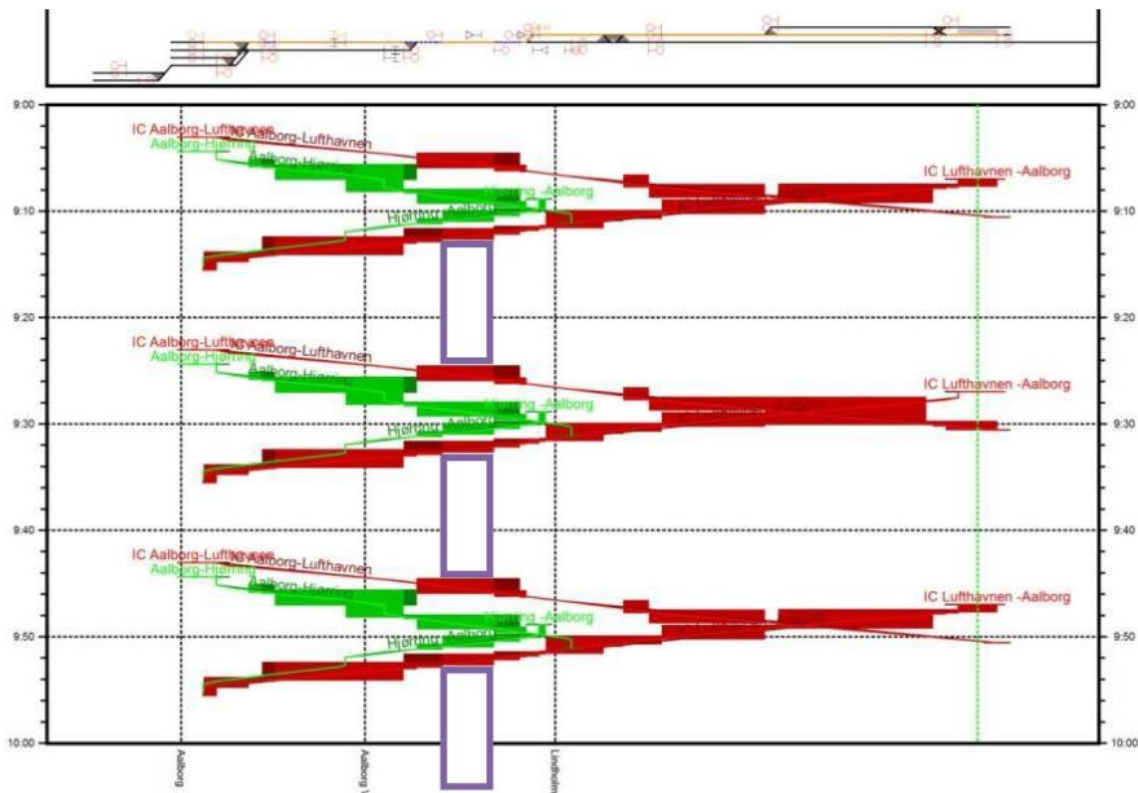
Det beregnes med en acceleration og deceleration på 0,9 m/s², selvom IC4 acceleration er ligger mellem 0,5–1 m/s² på hastigheder mellem 0–60 km/t for at simplificere. Valget på 0,9 m/s² skyldes acceleration accelerationen først er under 0,9 m/s² når hastigheden er over 30 km/t. Længden på toget er 87 meter og sikkerhedsafstanden er 150 meter.

Kapaciteten over Limfjordsbroen er beregnet til samlet 11 tog eller 5/6 tog pr. retning time. Dette stemmer fint overens med den aktuelle køreplan med maksimalt 8 tog pr. time i den nuværende køreplan. Beregningerne for kapaciteten af jernbanebroen over Limfjorden er baseret på rapporten "Railway Operation", for det nuværende signalsystem (Landex et al. 2006).

Det vil være muligt at øge kapaciteten ved at sætte grænsen på 60 % til 75 % i spidstimen, hvilket vil kunne øge kapaciteten på jernbanebroen til samlet til 13 tog pr. time. Køreplanen vil blive mere sårbar over for forsinkelser, hvilket lettere vil kunne forplante sig til resten af jernbanenet.

Beregningerne for kapacitet er et estimat baseret på IC4, men der er flere parametre der kan tages ind i beregningerne, køreplan, krydsningsmuligheder nord og syd for strækningen, stabilitet, heterogenitet og processer. Beregningen har ikke medregnet blokafsnit, da det ikke er muligt at skifte bane før sporskifte. I tilfælde af Konvoj kørsel kan kapaciteten øges, da blokafsnittet kan udnyttes bedre.

Atkins har ligeledes fortaget beregninger på hvordan kapaciteten kan udnyttes til fulde. Her er der plads til 6 tog pr. retning i timen. Denne løsningen er lavet ud fra en forudsætning om 20 minutterdrift for de nordjyske regionaltog og de er dobbeltspor fra Lufthavnenstationen mod Lindholm Station. For at dette skal fungere kræver det konvoj over broen, dvs. først et IC tog og så et regionaltog i retning med Lindholm. Bagefter omvendt med regionaltog mod Aalborg efterfulgt af IC tog. Denne metode vil give mulighed for skibssejls på tre gang i timen på ca. 12 minutter. Løsningen er skitseret på Figur 5.10. (Atkins 2013)



Figur 5.10: Skitse for beregninger af konvoj kørsel over Limfjorden for at frigive plads til Aalborg Lufthavn. Det grønne er regionaltog og de røde er IC lyn, der er desuden indtegnet buffertiden (Atkins 2013).

Problemet med den afvikling af togtrafikken er den er meget afhængig af der ikke opstår forsinkelser undervejs. I tilfælde forsinkelser er det muligt evt at fjerne et IC tog.

5.7 Betjeningshastighed

For at sikre en robust køreplan og mod forplantning af forsinkelser er der indsat luft i køreplanerne. For at kunne vurdere, om der er for meget luft i det nuværende system i Nordjylland, er det nødvendigt at kende definitionerne som forsinkelseskriterier og retlighedsmål, der kan ses i

Tabel 5.10.

Tabel 5.10: Køretidskriteriere og rettighed for fjerntog og godstog (Schittenhelm 2011a).

Togkategori	Forsinkelseskriterie [min:s]	Målemetode	Rettighedsmål [%]
Fjerntog	05:00	Hele togløbet. Ankomst gennemkørsel og afgang	95
Godstog	10:00	Hele togløbet. Ankomst gennemkørsel og afgang	85

Køreplans køretid er defineret ved:

- Mindste køretid mellem lokationer
- Standsningstider
- Tidstillæg (køretid, standsningstid og buffertid mellem to tog)
- Planlagt spildtid

Udover det planlagte kan det tilføjes ekstra køretid også kaldet køretidstillæg, som er:

- Baseret på afstand (min/km)
- Baseret på køretid (%)
- Fast tillæg pr. station/knudepunkt

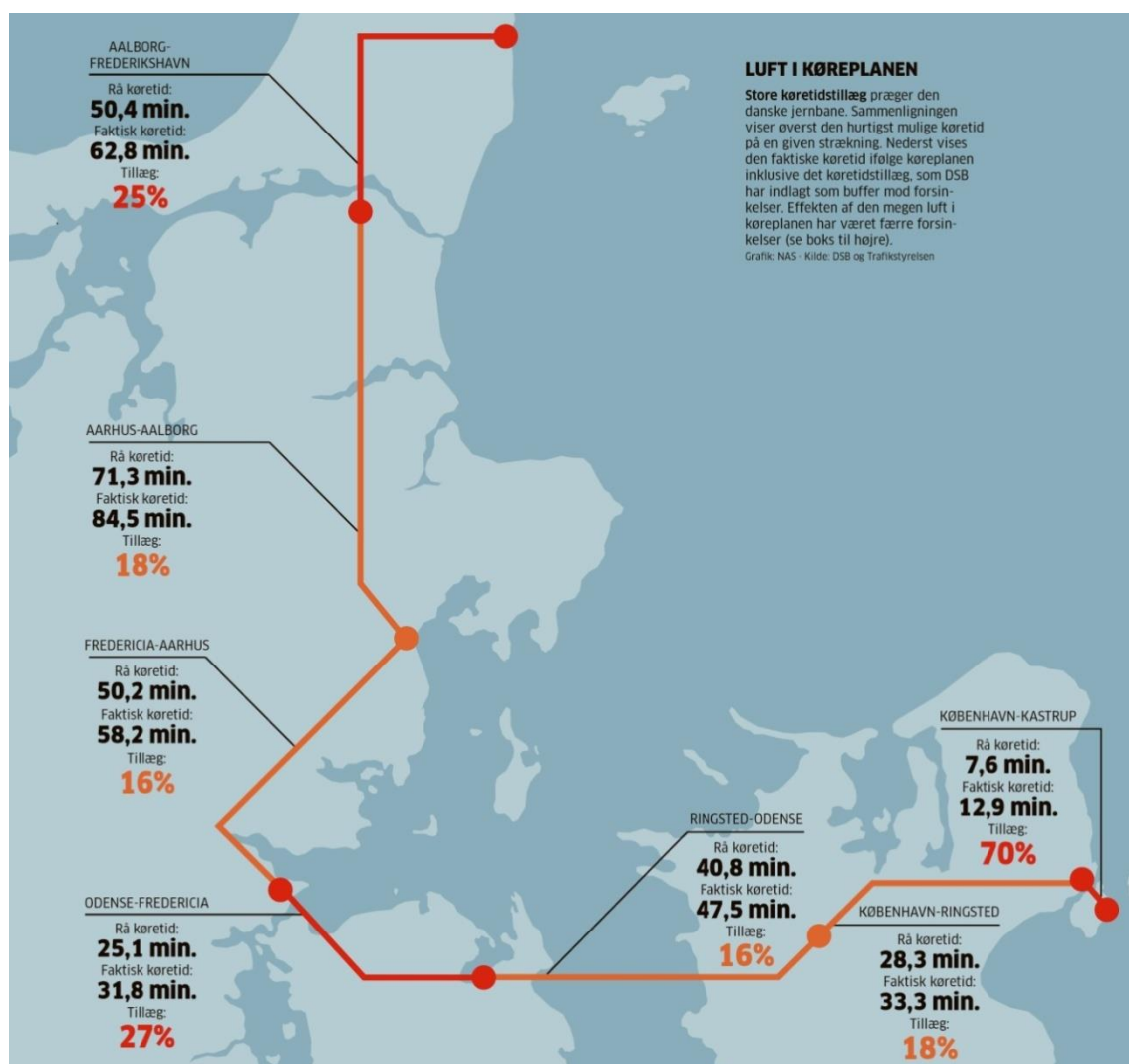
På denne måde bliver den samlede køretid mellem lokationer fastlagt. Størrelsen på køretidstillæg varierer og er afhængig af hastigheden på toget og togtype. På Tabel 5.11 kan det aflæses, hvilket køretidstillæg, der er anbefaldet hos henholdsvis Banedanmark og UIC.

Tabel 5.11: Køretidstillæg anvendt hos Banedanmark og UIC's anbefalinger ved forskellige hastighedsintervaller (Schittenhelm 2011a).

Hastighedsinterval	Køretidstillæg anvendt hos Banedanmark [%]	UIC anbefaling [%]
0 – 75	3	3 (+ fast tillæg: 1 eller 1,5min/100km)
76 – 100	4	3 (+ fast tillæg: 1 eller 1,5min/100km)
101 – 120	5	3 (+ fast tillæg: 1 eller 1,5min/100km)
121 – 140	7	3 (+ fast tillæg: 1 eller 1,5min/100km)
141 – 160	9	4 (+ fast tillæg: 1 eller 1,5min/100km)
161 – 180	11	5 (+ fast tillæg: 1 eller 1,5min/100km)
181 – 200	13	5 (+ fast tillæg: 1 eller 1,5min/100km)
201 – 250	13	6 (+ fast tillæg: 1 eller 1,5min/100km)

Ifølge Schittenhelm (2011) er der på strækningen København–Odense et ekstra køretidstillæg på ca. 60 % mere, end UIC anbefaler, svarende til et køretidstillæg på 16 %. Det skyldes sandsynligvis fokus på punktlighed og usikkerheder på de inputs, der bruges til at beregne køreplanerne.

Der er stadig problemer i 2013 med for meget køretidstillæg, hvor det kan skyldes ønsket om brændstofbesparelser og fremgang i forsinkelsesstatistikken fra politisk side (Østergaard 2013). Det fremgår af Østergaard (2013), at rettigheden på fjernbanen er steget, mens køresplanstillægget også er steget. På Figur 5.11 er det illustreret, hvor stort et køretidstillæg, der er anvendt på hovedstrækningerne. Det fremgår her, at det langt overgår, hvad der bør være standard i forhold til Tabel 5.11.



Figur 5.11: Forskellen i den rå køretid og den faktiske køretid (Østergaard 2013).

Den ekstra køretidstillæg betyder færre tog, men det kan dog ikke ses isoleret, da der er andre faktorer, der har betydning ved udarbejdelse af køreplaner. Det fremgår ikke hvorledes den rå køretid er beregnet i på Figur 5.11, men den stemmer overens med beregningerne for Aalborg – Frederikshavn i afsnit 6.4. Det formodes at der ikke er tillagt bufferkøretid, som anbefales af Banedanmark og UIC se Tabel 5.11.

Fra december 2016 har DSB fremlagt en ny køreplan, hvor rejsetiden skulle være formindsket. På

Tabel 5.12 kan det rejsehastigheden se med data fra Østergaard (2013) rå køretid, faktisk køretid og nuværende køretid fra DSB K16.

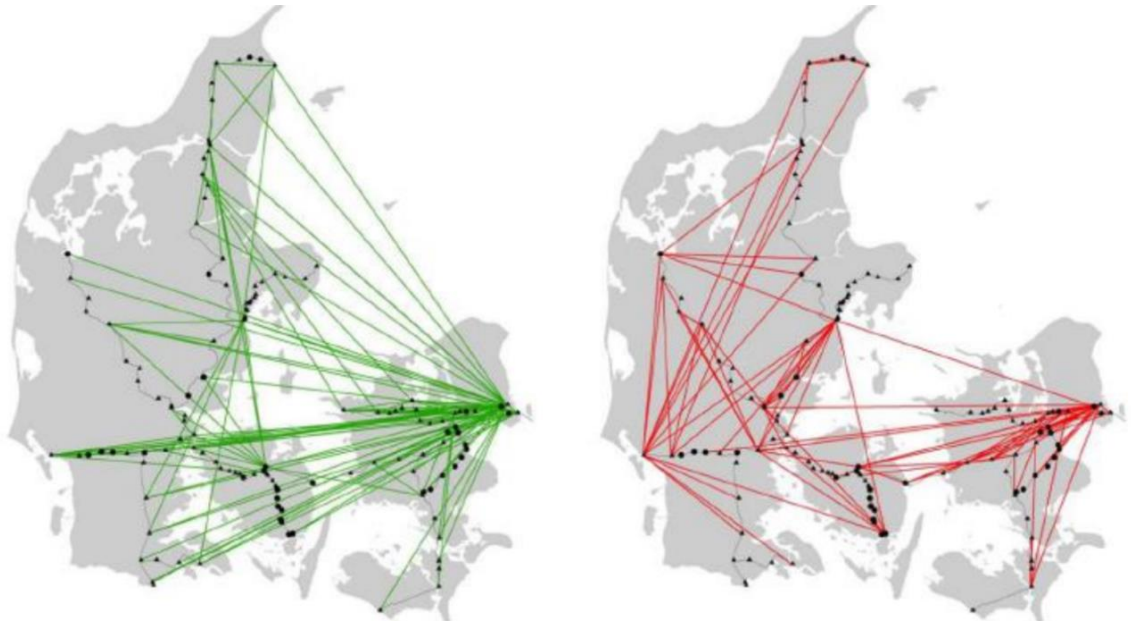
Tabel 5.12: Sammenligning mellem Østergaards data og nuværende køreplan 2016. (Østergaard 2013; Rejseplanen 2016)

Strækning	Rå køretid	Køretid 2013	Køretid 2016
København – Kastrup	7,6	12,9	12
København – Ringsted	28,3	33,3	38
Ringsted – Odense	40,8	47,5	63
Odense – Fredericia	25,1	31,8	30
Fredericia – Aarhus	50,2	58,2	59
Aarhus – Aalborg	71,3	84,5	76
Aalborg - Frederikshavn	50,4	62,8	77

Strækningen Århus – Aalborg har der siden været under opfattende sporarbejde herunder en opgradering af den tilladte hastighed på strækningen. Opgradering forklarer den reducerede rejsetid. Det fremgår af Tabel 5.12, at køretiden er på flere af strækningerne blevet forlænget fra 2013 til 2016. Køreplanen K16 fra DSB har haft det formål at:

- Reducere rejsetider
- Fast systemtime og faste minuttal
- Jævne frekvenser
- Symmetrisk køreplan
- Bedre korrespondancer
- Udtyndingslinjer

Det har dog betydet længere køretid mellem de større byer. På Figur 5.11, er det illustreret, hvordan K16 har indvirkning i forhold til den tidligere køreplan. Rejsetidsreduktionen er på ca. 1,1 mio timer, mens rejsetidsforøgelse er ca. 0,4 mio timer (DSB 2015).

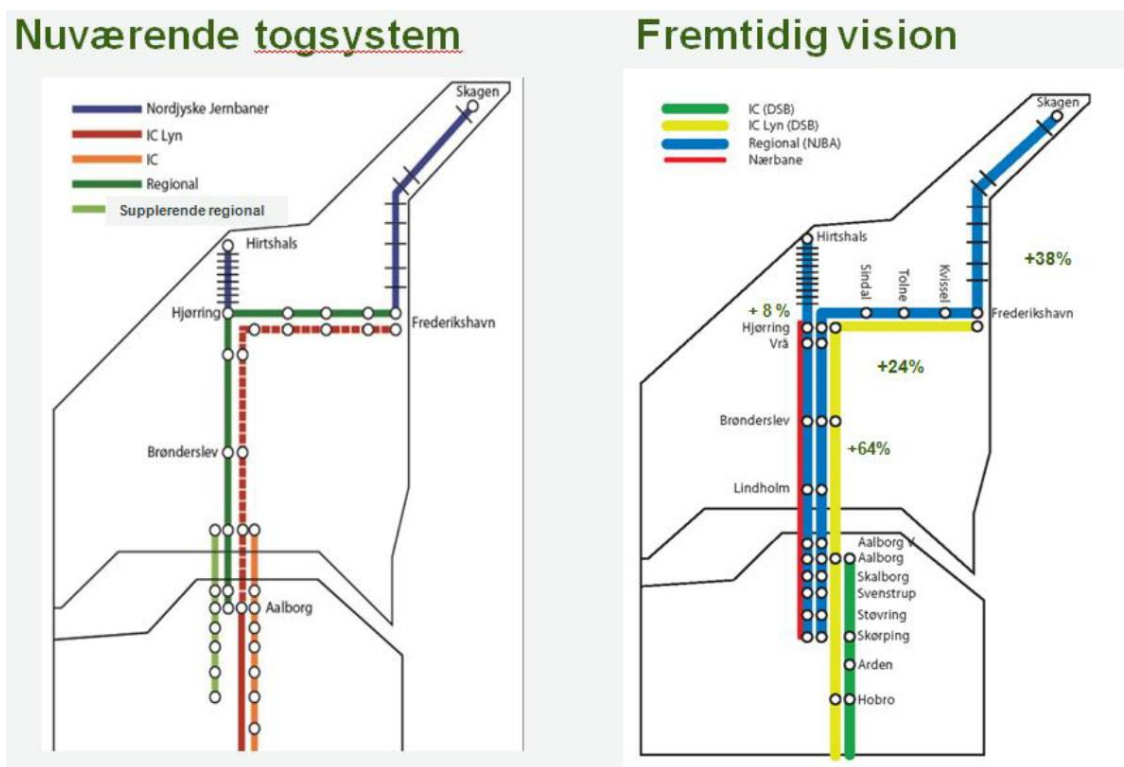


Figur 5.12: Illustration af hvilke påvirkning K16 har på rejsetiderne i Danmark. (tv.) Er de 100 rejserelationer hvor den totale rejsetidsbesparelse i passagerminutter er størst. (th.) De 100 rejserelationer hvor den totale rejsetidsforøgelse i passagerminutter størst. (DSB 2015)

6. Nuværende forhold

De nuværende forhold for de rejsende vil belyses i dette kapitel. Der vil ses på de trafikale rejsemønstre, nuværende køreplaner, fremtidige køreplaner og en vurdering af køreplanerne.

Med overtagelse af jernbanedriften i Nordjylland vil der ske ændringer, der sandsynligvis vil påvirke antallet af passagerer og rejsemønstre. På Figur 1.1 har Region Nordjylland opstillet det nuværende system i forhold til det fremtidige. I denne plan er banen til Aalborg Lufthavn ikke taget med i betragtning.



Figur 6.1: Nuværende og fremtidig vision opstillet i forhold til hinanden. (Region Nordjylland 2014)

6.1 Rejsemønstre

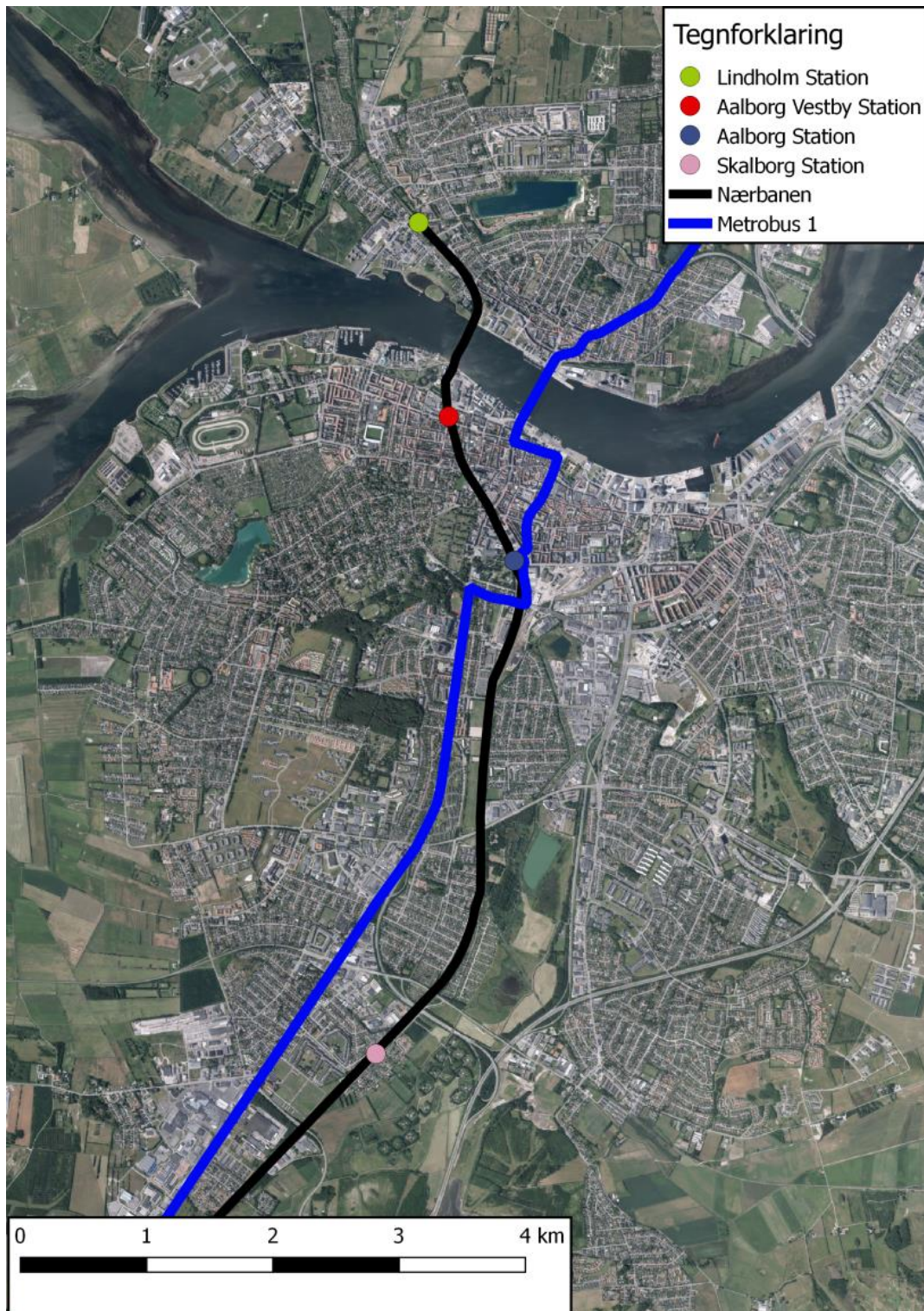
For at undersøge om det nuværende forhold er optimalt, er det nødvendigt at kende til de eksisterende rejsemønstre i Nordjylland. Rejsemønstrene er baseret på en ugestatistik fra 2013 for togpassagerer, der er lavet ud fra, hvilket stationer passagererne rejser fra og til i Nordjylland, se Figur 6.4.

Som det fremgår af OD-matrixen på Figur 6.4, er de største stationer Aalborg, Hjørring, Brønderslev, Hobro og Frederikshavn. Det hænger sammen med, at det er de største byer i Nordjylland. Det forholdsvis lave antal passagerer i Frederikshavn kan skyldes, at det er endestationen på Statsbanen. Strækningerne, Hirtshalsbanen og Skagensbanen, er ikke inkluderet i matrixen. Det skyldes, at passagerne på nuværende tidspunkt er tvunget til at skifte tog ved henholdsvis Hjørring eller Frederikshavn for at forsætte deres rejse på statsnettet, hvor de er medregnet.

Den krydsende fjordtrafik for året 2013 er på ca. 15 % i forhold til den totale trafikmængde baseret på Figur 6.4. Af den samlede mængde rejser har ca. 31 % har skifte, start eller endestation på Aalborg Station. Størstedelen af passagererne, der rejser til Aalborg nordfra, er fra Hjørring og Brønderslev, hvilket må betragtes som de vigtigste linjer for pendlere.

De stationer, der har den laveste mængde af passagerer, er Kvissel og Tolne på under 500 og Skalborg, hvor der er under 1.000 passagerer om ugen. Det fremgår af Figur 6.1 af Tolne ikke fremgår på kortet, hvilket skyldes det vurderes om stationen skal medtages i den nye køreplan. Da Kvissel og Skalborg ligeledes har lave passagerermængder bør de også undersøges i forhold til lukning. Det evt. kan løses ved at implementere busruter til nærmeste station eller behovsstandsning. Fra Kvissel til Frederikshavn og Tolne til Sindal er ca. 10,5 km kørsel med bil og vil evt. kunne løses ved en busrute. Der er på nuværende tidspunkt et til to stop i timen, hvilket ikke er meget for pendlere, der sandsynligvis i forvejen benytter Frederikshavn eller Sindal.

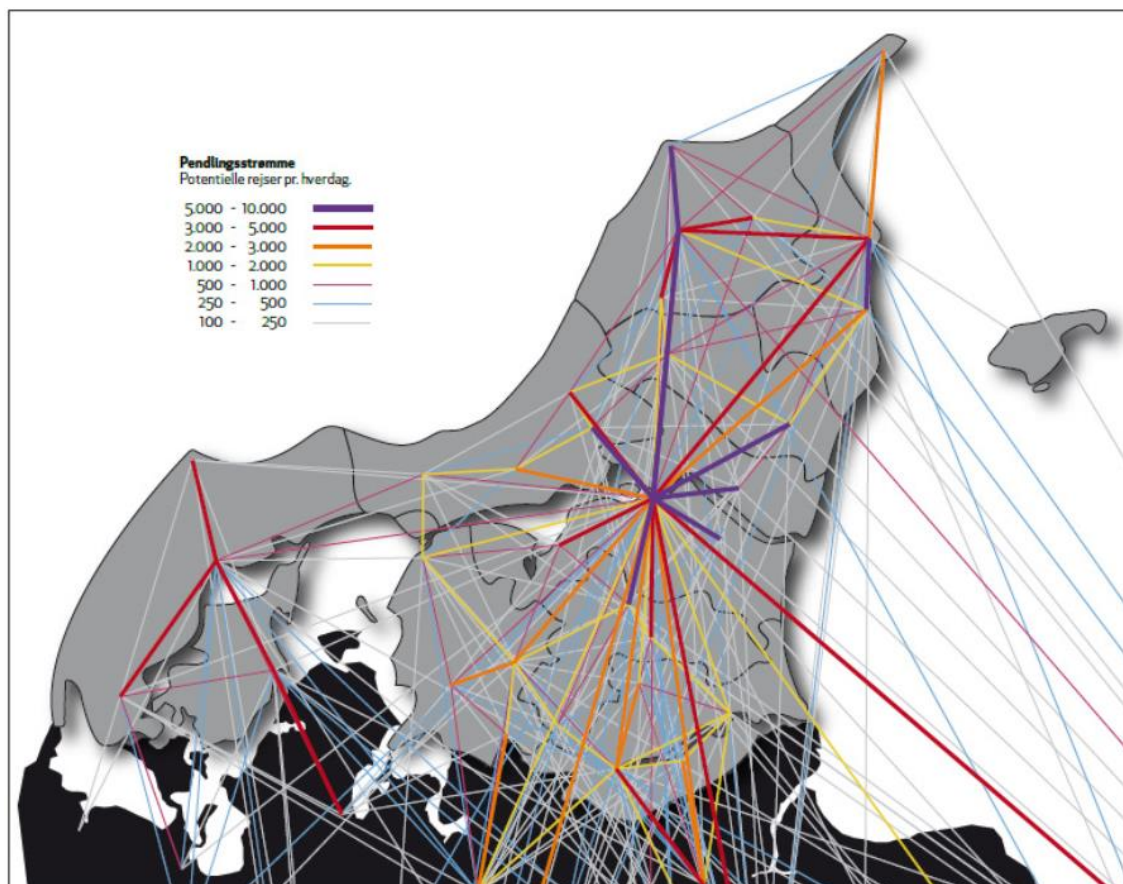
Skalborg Station er i modsætning til Kvissel og Tolne dobbeltsporet og har potentiale for større passagerermængder. Grunden til, at Skalborg ikke har flere passagerer, kan skyldes, at Metrobus 1 kører langs Hobrovej med en høj frekvens, hvilket underminere behovet for stationen. På Figur 6.2 kan ses busruten for Metrobus 1 sammen med jernbanen.



Figur 6.2: Sammenligning mellem Metrobus 1 og jernbanen, mellem City Syd og Aalborg Centrum.

Fælles for de tre stationer er, at de evt. kan lukkes, hvis der samtidig sørges for evt. busruter, hvor frekvensen er højere, for at kompensere for den ekstra rejsetid. Hvis stationerne kan betjenes, uden det har betydning for resten af jernbane trafikken, bør de stadig betjenes. Den sidste løsning kan være behovstop, der er implementeret på Skagensbanen og Hirtshalsbanen.

Nordjyllands trafikkselskab fik i 2011 lavet en pendler analyse omhandlede hvor stort potentielle der er for at hente flere rejserne for kollektiv transport. Der er ikke medtaget intern transport i byerne. På Figur 6.3 er pendler strømmen illustreret, hvor det kan ses hvor der er potentiale for flere passagere (Trankjær 2012).



Figur 6.3: Potentialle rejserstrømme pr. hverdag i Nordjylland. (Trankjær 2012)

Det fremgår af potentiallet rejser pr. hverdag er størst ind mod Aalborg. Hvis der fokuseres på de linjer, hvor der er mulighed for at blive transporteret med tog, er der mulighed for forbedring. Sammenholdes rejsemønstrene fra 2013 se Figur 6.4 med de potentielle rejser pr. hverdag se, er der stor forskel i potentiallet og antallet af passagerer i 2013. Ud fra beregningerne af pendlerstrømme er der mulighed for forbedring. Det skal dog noteres at det sandsynligvis ikke er muligt at få alle over i kollektiv trafik, grundet komfort, rejsetid og rejsetidspunkter.

Fra	Til	Frederikshavn	Kivissel	Tolne	Sindal	Hjørring	Vrå	Brønderslev	Lindholm	Aalborg Vestby	Aalborg	Skalborg	Svenstrup	Støvring	Skørping	Arden	Hobro	Udenfor NT	I alt
Frederikshavn		17	30	194	1478	91	266	65	30	700	1	4	2	3	14	16	851	3761	
Kivissel	68	20	1	34	0	3	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	7	156	
Tolne	52	2	11	71	0	0	0	24	1	180	0	0	0	0	0	0	10	171	
Sindal	246	14	6	534	536	9	31	8	8	2462	4	4	9	6	1	30	614	6680	
Hjørring	1290	8	46	534	629	531	790	231	120	452	0	0	0	1	0	3	54	1784	
Vrå	114	2	3	18	902	220	423	62	23	696	5	1	3	1	2	20	260	4713	
Brønderslev	220	16	17	40	315	52	174	223	90	216	28	36	38	55	39	75	329	2141	
Lindholm	70	4	5	9	422	35	348	158	175	215	35	137	143	203	21	94	197	2239	
Aalborg Vestby	200	1	0	31	2975	336	2596	375	175	157	166	507	1051	1581	706	1571	7427	20832	
Aalborg	1128	51	22	166	2975	336	2596	375	175	157	166	507	1051	1581	706	1571	7427	20832	
Skalborg	1	0	0	0	0	0	2	4	19	157	7	0	18	46	9	9	49	313	
Svenstrup	9	0	0	0	4	0	2	55	76	572	7	21	25	67	20	47	91	974	
Støvring	5	0	3	0	6	0	1	33	164	958	18	21	198	69	148	148	257	1881	
Skørping	34	0	0	2	7	1	2	42	79	1299	49	49	165	198	44	95	305	2172	
Arden	1	0	0	0	2	2	1	9	5	459	14	19	32	74	134	134	203	956	
Hobro	26	0	0	2	57	10	29	57	39	2467	4	39	82	80	123	123	1880	4894	
Udenfor NT	778	5	6	69	636	125	287	318	181	9194	89	115	170	434	156	2054	1880	14618	
I alt	4241	120	157	1077	8072	1411	4953	1639	1224	22554	419	932	1738	2750	1204	4299	12624	69414	
Passagerer på stationen	8002	276	328	2208	14752	3195	9666	3779	3463	43385	732	1906	3619	4922	2160	9193	27242	138828	

Figur 6.4: Rejsemønstre i Nordjylland fra Frederikshavn til Hobro på hverdag. (Region Nordjylland 2013)

6.2 Nuværende køreplaner

Køreplanerne i Nordjylland er betjent af DSB på statsbanerne og af Nordjyske jernbaner på Skagensbanen og Hirtshalsbanen. Køreplanerne kan ses i Bilag. Af de nuværende køreplaner fremgår det, at der er op mod to tog i timen på strækningen Aalborg–Frederikshavn i hver retning. I køreplanen fremgår det, at Kvissel og Tolne har stop en gang i timen i hver retning, hvilket kan være en faktor i det lave passagerantal, se Figur 6.4. Aalborg har den vigtigste station set ud fra antallet af rejsende, hvilket også understreges i de mange afgang fra stationen. Udfordringen ved at optimere køreplanen er, at strækningen er enkeltsporet, og forbikørsel eller krydsningsmuligheder kan ske ved stationer eller ved steder med dobbeltspor, se Tabel 5.2. I tilfælde med for mange tog på en enkeltsporet strækning forekommer muligheden for deadlock-situationer, hvor togene ikke kan fortsætte fremad. Disse situationer vil kunne opstå, hvis der sker driftforstyrrelser på en højt kapacitetsudnyttet enkeltsporet bane. Ved hjælp af en simulering i køreplansprogrammer vil det være muligt at undersøge, hvor stor sandsynligheden for dette forekommer.

Tabel 6.1: Tid og passagerer fra 2013 på udvalgte strækninger i Nordjylland.

Strækning	Tid [min]	Passagerer 2013 [stk. hverdag]
Frederikshavn – Skørping	100	37
Frederikshavn – Hjørring	29	2768
Frederikshavn – Aalborg	78	1828
Hjørring – Aalborg	49	5438
Brønderslev – Aalborg	26	5291
Aalborg – Hobro	38	4037

I Tabel 6.1, er de strækninger, der er udvalgt dem med den største passagermængde. Derudover er strækningen Frederikshavn–Skørping udvalgt, da det er den sidste station, som Nordjyske Jernbaner vil overtage driften af kørsel af i 2017.

Skagensbanen og Hirtshalsbanen anvender det, der kaldes behovsstandsninger ved de mindre stationer for at sikre, at togene kommer hurtigere frem. Behovsstandsninger er, når passagerne aktivt skal trykke på en stopknap i toget eller et passagersignal på perronen for at give besked til toget om, at det skal standse. Skagensbanen og Hirtshalsbanen er homogent, da der kun er en togtype på strækningerne. Hirtshalsbanen har dog i fremtiden godstog, der skal indarbejdes i køreplanen, hvilket ikke forventes at ville give problemer med daglig drift.

6.3 Fremtidige køreplaner

I dette afsnit gennemgås k13 køreplanen, der er den seneste køreplan, der er lavet. K13 køreplanen er på nuværende tidspunkt ikke lavet som en fast køreplan for den fremtidige drift af Nordjylland. Samtidig er Aalborg Lufthavn ikke inkluderet i k13 køreplanen, hvilket kan være et problem, hvis den bliver oprettet.

Det er planen at udvide driften nord for Skørping uafhængigt af fjerntogsnettet. Der indføres halvtimesdrift på strækningen Skørping – Hjørring og fast timedrift på strækningerne Hjørring - Hirtshals, Hjørring – Frederikshavn/Skagen og ekstra

supplering i myldretiden. Foruden dette vil DSB stadig køre 6 lyntog på strækningen Frederikshavn – København. I forbindelse med overtagelsen vil kørselsomfanget udvides med 60-80 %. (Region Nordjylland 2014)

Med den nye køreplan reduceres antallet af tog til Frederikshavn fra to til et tog i timen, hvilket kan skade den togtrafikken mellem Hjørring og Frederikshavn.

På Tabel 6.2 er det muligt at se rejsetiden på udvalgte strækninger for den fremtidige køreplan baseret på udkastet se Figur 17.7.

Tabel 6.2: Tid og passagerer fra 2013 på udvalgte strækninger i Nordjylland baseret på udkastet for den fremtidige køreplan k13.

Strækning	Tid [min]	Passagerer 2013 [stk. hverdag]
Frederikshavn – Skørping	82	37
Frederikshavn – Hjørring	24	2768
Frederikshavn – Aalborg	60	1828
Hjørring – Aalborg	36	5438
Brønderslev – Aalborg	20	5291

På Figur 6.1 er Tolne ikke inkluderet, hvilket også gælder i k13 køreplanen. Det skyldes det lave antal passagere på stationen. Det er en mulighed at oprette behovstop på Tolne og Kvissel station, men dette er som resten af køreplanen ikke endelig fastlagt. Hjørring Øst er derimod inkluderet i k13 køreplanen.

I 2008 og 2014 er der fra trafikstyrelsen lavet analyse omhandlede åbning eller lukning af stationer ud fra et samfundsøkonomisk perspektiv. Af undersøgte stationer på strækningen Frederikshavn – Hobro fra 2008:

- Frederikshavn V
- Tolne
- Kvissel
- Hjørring Øst
- Hjørring Syd
- Tylstrup
- Sulsted
- Vestbjerg
- Kærby
- Ellidshøj
- Øster Doense

Af stationerne er Hjørring Øst den eneste af de undersøgte der har en positiv samfund økonomisk resultat, selv ved et pessemistisk vurdering. Frederikshavn V kommer også ud med et positivt resultat dog kun ved en optimistisk vurdering(Trafikstyrelsen 2008).

Både Kvissel og Tolne station kommer ud med et negativt samfundsøkonomisk resultat (Trafikstyrelsen 2008), hvilket kan forklare at Tolne f.eks. ikke er inkl. i k13 køreplanen for Nordjylland.

Fra rapporten 2008 til 2014 er der ikke sket ændring i overordnede anbefalinger fra Trafikstyrelsen (Trafikstyrelsen 2008; Trafikstyrelsen 2014). Det vurderes at dog at Hjørring Øst ikke kan er at anbefale af flere grunde ifølge Trafikstyrelsen (2014), herunder:

- Baggrund af passagerer ca. 250 pr. hverdag
- Busbetjening
- Banens kapacitetsudnyttelse
- Ingen udviklingsplaner nær stationen
- Tæt ved Hjørring station

Trafikstyrelsen har dårlige erfaringer med forstadsstationer, hvilket bl.a. kan ses på Skalborg som eksempel.

Året senere i 2015 udgiver Hjørring Kommune en plan om Hjørring Øst, hvor det fremhæves antallet af af elver på EUC på 3.000-4.000, UCN (University College Nordjylland) på ca. 1.500, 10-klasse, SOSU Nød og sygehus Vendsyssel med 1.400 fuldtidsansatte. Derudover er der 16.000 indlæggelser og 125.000 ambulante besøg på sygehuset. (Hansen 2015)

Rapporten har dog ikke medtaget hvor mange af de studerende, der i forvejen bor i Hjørring, og hvilke rejsemønstre der er til området omkring Hjørring Øst. Det er vurderet at med et antal passagerer på ca. 250 pr. hverdag, bør det kunne løses via busdrift. En bus har en kapacitet på mellem 35-44 eller 70-94 medregnet ståpladser jævnfør Melchior (2008). Med den kapacitet og med de forventede passagerer bør det kunne klares med 3 busser morgen og eftermiddag. Det skal selvfølgelig tilpasses med eksisterende bussystem og tog ankomster på Hjørring Station.

6.4 Vurdering af køreplaner

For at lave en vurdering af den nuværende og fremtidige køreplan er der foretaget beregninger ved den rå køretid, Banedanmark anbefalinger baseret på rå køretid, UIC anbefalinger baseret på rå køretid, nuværende køreplan og fremtidig køreplan.

Udvælgelsen af strækninger er baseret på rejsemønstre og antallet af passagerer i 2013. I Tabel 6.3 fremgår det, hvor lang tid et tog er om at køre de udvalgte strækninger. Beregningerne er beskrevet i afsnit 16.2.

Tabel 6.3: Oversigt over forskellen mellem, råkøretid, Banedanmark's anbefalinger, UIC's anbefalinger, nuværende køreplan og fremtidig køreplan.

Strækning	Råkøretid [min]	Banedanmark [min]	UIC [min]	Nuværende [min]	Fremtidig [min]
Frederikshavn – Skørping	70,1	70,7	83,5	100	82
Frederikshavn – Hjørring	22,2	22,4	26,3	29	24
Frederikshavn – Aalborg	50,6	51,0	59,8	78	60
Hjørring – Aalborg	28,4	28,6	33,6	49	36
Brønderslev – Aalborg	16,0	16,1	19,1	26	20
Aalborg – Hobro	34,3	34,6	40,5	38	

Det fremgår af

Tabel 6.3, at der er stor forskel på de anbefalede køretider fra Banedanmark og UIC i forhold til de nuværende. Dette kan skyldes de skiftende regeringers fokus på at sikre bedre rettighed i stedet for at sikre hurtigere tog.

Et problem med den nye køreplan er, at passagererne i Svenstrup og Skalborg ikke får mulighed for at tage et tog direkte ud af NT området. I Tabel 6.4 **Error! Not a valid bookmark self-reference.** er det angivet, hvor mange passagerer, der påvirkes af den nye køreplan. Samlet set er antallet af passagerer, det påvirker, under 1 % af det samlede antal passagerer i den nye køreplan.

Tabel 6.4: Passagere fra Skalborg og Svenstrup til strækningen, der kræver omstigning i fremtiden.

Strækning i begge retninger	Antal passagerer [stk. hverdag]
Skalborg – Arden	23
Skalborg – Hobro	13
Skalborg – Udenfor NT	139
Svenstrup – Arden	39
Svenstrup Hobro	86
Svenstrup – Udenfor NT	206

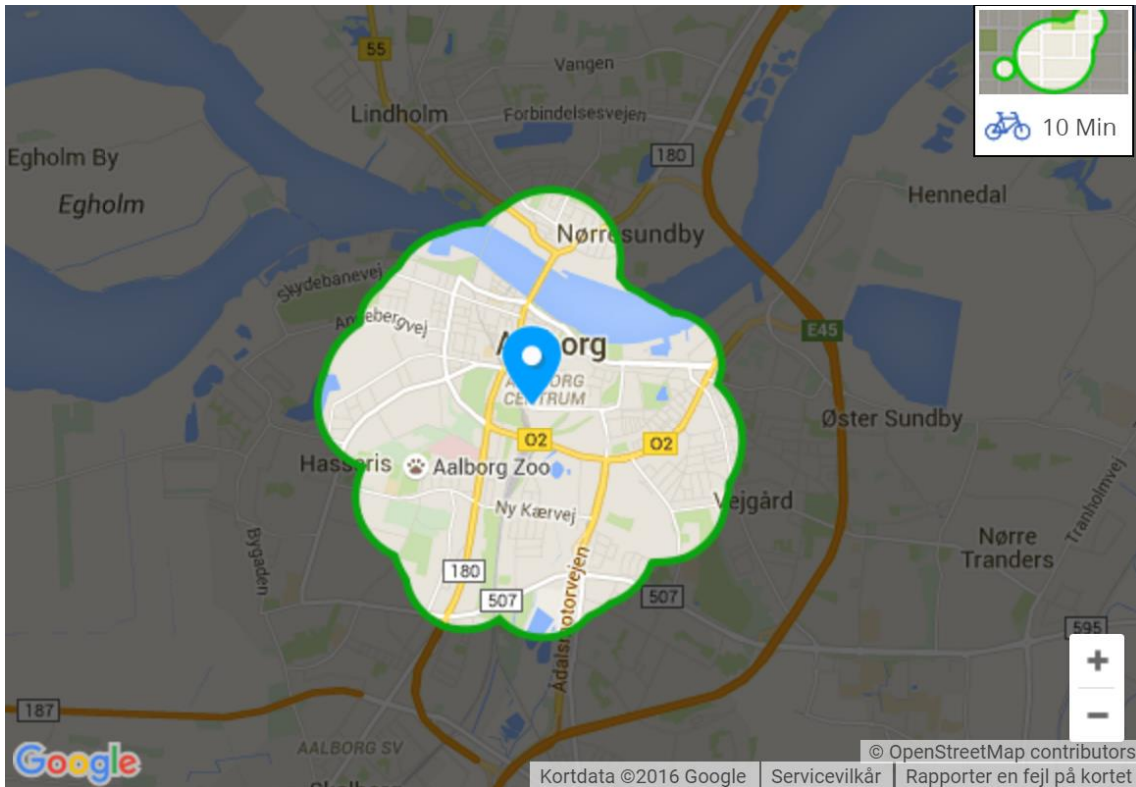
Foruden Svenstrup og Skalborgs færre IC stop er Kvissel og Tolne station også nedprioriteret. Det er vurderet til at være en fornuftig beslutning, så længe det er en nødvendighed for at sikre, at køreplanen holder. Kvissel og Tolne med en behovstandsning kan være en løsning eller bustransport til Frederikshavn eller Sindal.

Er den forbedrede rejsetid nok til at tiltrække den ekstra mængde passagere er svær at vurdere, da der flere faktorer har indvirkning, som bl.a. komfort og frekvens. I det nuværende rejsemønstre er der flest passagerer på Aalborg – Hjørring, Frederikshavn – Hjørring og Aalborg – Brønderslev.

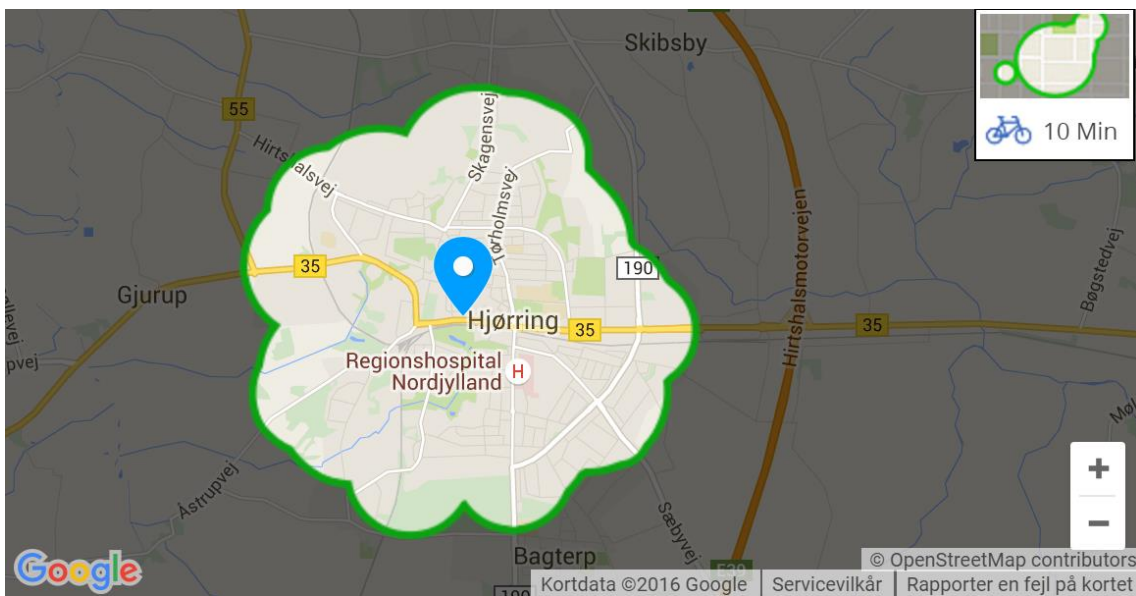
Den fremtidige drift til Aalborg fra Hjørring og Brønderslev vil i tog have en rejsetid på 36 min og 20 min, hvilket er hurtigere end bil i spidstimen, grundet belastningen i Limfjordstunnellen og Limfjordsbroen. Køretiden fra Hjørring og Brønderslev til Aalborg uden for myldretiden er henholdsvis ca. 40 min og 30 min (Google 2016a). Rejsetiden i myldretid vil fra Hjørring være ca. 35-50 min og Brønderslev ca. 35 min (Google 2016a). Her er toget konkurrence dygtigt, hvis der udelukkende ses på rejsetid mellem stationerne. Med i rejsetiden bør inklusiv rejsetid fra bosted til station, station til arbejdsplads og omstigningstid. Hvis det antages der er 5 min cykling til station fra bosted, 5 min fra stationen til arbejdspladsen og 5 min omstigning, så skal der tillægges 15 min ekstra.

Når de 15 min tillægges rejsetiden for den kollektive transport vil rejsetiden være henholdsvis med tog være 51 min og 35 min, hvilket ligger tæt op af samme tur med bil.

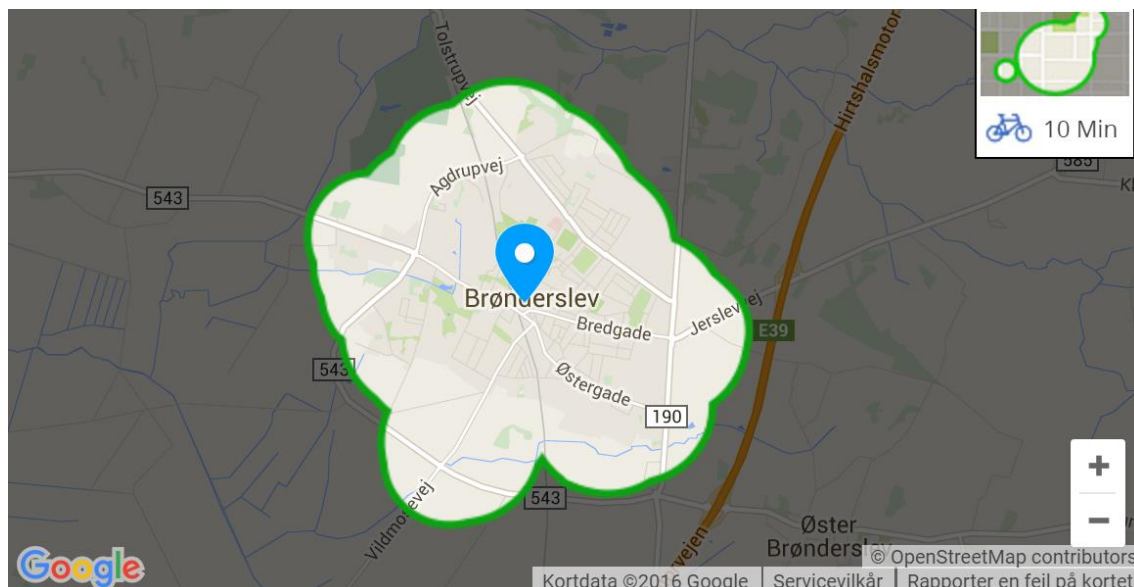
På Figur 6.5, Figur 6.6, Figur 6.7 og Figur 6.8 er det illustreret, hvor lang en rejse der kan fortages på cykel på 10 min ifølge Walk Score (2016). Hastigheden, der anvendes til cyklister kendes ikke, det er vurderet at dataene for Aalborg passer nogenlunde, hvilket det forventes det også gør med Hjørring, Brønderslev og Frederikshavn.



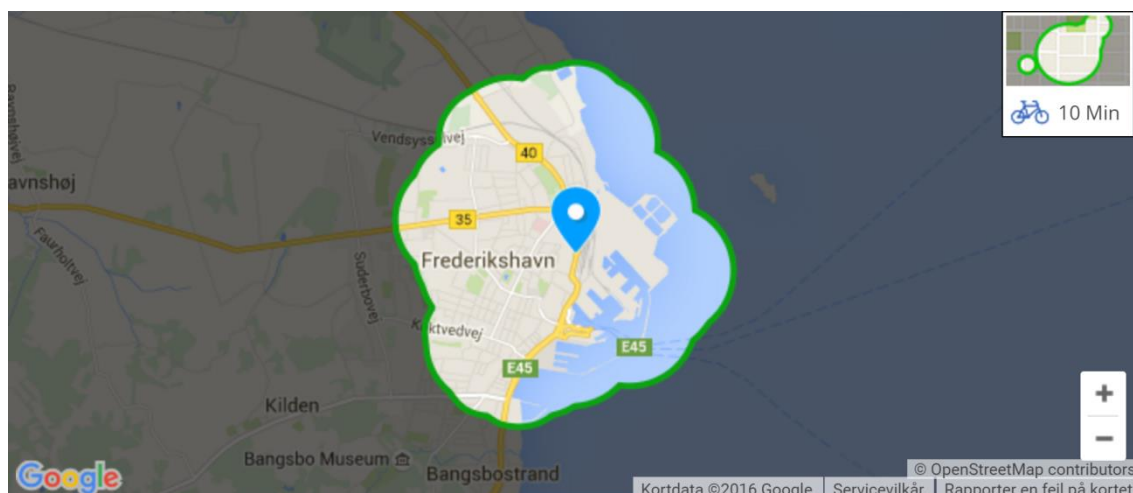
Figur 6.5: Figur der illustrer hvor langt der kan cykles på 10 min fra Aalborg Station. (Walk Score 2016)



Figur 6.6: Illustration af hvor langt der kan cykles på 10min fra Hjørring Station. (Walk Score 2016)



Figur 6.7. Illustration af hvor langt der kan cykles på 10min fra Brønderselv Station. (Walk Score 2016)



Figur 6.8 Illustration af hvor langt der kan cykles på 10min fra Frederikshavn Station. (Walk Score 2016)

Strækningen Frederikshavn – Hjørring vil have reduceret antallet af tog med den nye køreplan, hvilket kan skade den eksisterende togtrafik i myldretiden. Der vil på strækningen ikke ske ændringer i forhold til den eksisterende rejsetid på 29 min. En tur en bil vil have en rejsetid på ca. 40 min i myldretiden og 35 min normalt. Hvilket gør strækningen konkurrencedygtigt i forhold til bil. Det skyldes at der imodsætning til strækningen Hjørring – Aalborg ikke er motorvej mellem Frederikshavn og Hjørring.

Forholdet mellem den fremtidig og nuværende rejsetid mellem tog og bil, med tillæg for rejse til og fra station kan ses i Tabel 6.5.

Tabel 6.5: Opsummering af rejsetid til og fra Aalborg, med bil og tog. Tog tiderne er inklusiv ekstra rejsetid på 15 min, hvor af 5 min er omstigning, 10 min er rejsetid fra station til destination.

Rejsetid	Bil Myldretid	Bil Normal	Tog Nuværende	Tog Fremtidig
----------	---------------	------------	---------------	---------------

Hjørring Aalborg	- 40-55	40	64	51
Brønderslev Aalborg	- 30-45	30	45	35
Hjørring Frederikshavn	- 40	35	44	44

Ud fra den opgradering af rejsetid vil det sandsynliggøre der kan komme flere pendlere til toget fra bilen, set på togtiderne. Især Brønderslev, da det vil tage kortere tid med tog og cykel ud fra det beregner end med tog.

For at rejsetiden mellem Hjørring og Aalborg skal bringes ned på omkring 40 min samlet vil hastigheden skulle op omkring 200 km/t på strækningen, ud fra de forudsætninger et IC 3 tog har. Bedre materiale med højere acceleration vil nedbringe den krævede hastighed.

Hjørring – Frederikshavn strækningen vil ikke opleve ændringer i rejsetid, men vil få færre tog i myldretiden.

7. Optimerings muligheder

Den regionale togdrift ser sandsynligvis ud, som den gør nu grundet fokus på rettidighed frem for at lavere køretider. De fleste af de tog, der på nuværende tidspunkt køres af DSB, har meget ekstra køretidstillæg. Det ekstra køretidstillæg kan være indlagt, da togene kører fra København og har af det lange stræk mulighed for at få flere forsinkelser undervejs.

Den nuværende infrastruktur har ikke været mærkbart ændret de seneste 40 år. Grunden til, at Skagensbanen og Hirtshalsbanen stadig eksisterer og ikke blev fjernet som de resterende skinner, formodes at skyldes godstransporten fra Skagens Havn og Hirtshals Havn. En anden grund kan være det udvidede totalbalanceprincip, hvor der bl.a. udgives penge efter mængden af privatbane, hvor Nordjylland modtager 11,2 mio. om året i tilskud (Finansieringsudvalget 2010).

Ifølge de planer, der er lavet, er der en del forslag til forbedring, hvor der også er afsat midler til flere af projekterne. Herunder skiftet fra DSB til Nordjyske Jernbaner, et nyt togstyresystem ERTMS, bane til Aalborg Lufthavn, elektrificering og opgradering af hastighederne.

Togbetjeningen i Nordjylland er endnu ikke fastlagt efter overtagelsen af Nordjyske Jernbaner fra DSB. Det tyder på, at der vil køre væsentligt flere tog på strækningerne og rejsehastigheden vil øges i forhold til det nuværende system. Dette kan gøres ved at skære ned på køretidstillægget. K13 planen skærer ned i køretid, således at den fremtidige køretid ligger mellem det anbefalede af Banedanmark og UIC. Det er skønnet, at passagemængden af pendlere vil stige nord for fjorden, grundet de lavere rejsetider og flere afgang.

Banen til Aalborg Lufthavn er ikke medtaget i f.eks. k13 og kan blive et stort problem for driften i Nordjylland. På nuværende tidspunkt er jernbanen til Aalborg Lufthavn ikke inkluderet i nogen køreplaner på trods af, at der er afsat penge af til etableringen.

De mange planer for togdriften i Nordjylland er nødvendigvis ikke optimale i forhold til den fremtids drift set frem mod 2030. Nordjyske Jernbaner har i 2017 flere nye diesel tog, der skal betjene Skørping–Frederikshavn, Hirtshalsbanen og Skagensbanen. Med disse indkøb er det sværere at argumentere for elektrificering på strækningen nord for Lindholm, da der kun kommer til at køre få tog fra DSB. Elektrificering af Hirtshalsbanen vil gøre det nemmere for Hirtshals Havn at tiltrække godstrafik via jernbanen, men den strækning er der ikke afsat penge til endnu. En elektrificering af Nordjylland bør inkludere Skagensbanen, Hirtshalsbanen og ned til Hobro, hvis det er forventningen, at Nordjyske Jernbaner skal forsætte med driften efter 2030. Fordelen ved at elektrificere alle strækningerne er, at Nordjyske Jernbaner vil nøjes med at indkøbe et enkelt togsæt, når de nye tog er udtjent. En enkel togtype vil gøre driften billigere, da det bl.a. ikke kræver så meget specialviden og reservedele. Foruden det er hastigheden og accelerationen bedre, hvor især accelerationen kan udnyttes på strækningerne, da det er forholdsvis korte strækninger.

En elektrificering, som det nu er planen, er ikke den mest optimale løsning og er spild af offentlige resurser. I planerne er der få DSB tog nord for Aalborg, der kunne blive betjent af Nordjyske Jernbanes dieseltog, således at elektrificeringen ikke bliver en nødvendighed. Elektrificering til Hirtshals, hvor Hjørring-Frederikshavn ikke elektrificeres, er vurderet til ikke at være en god idé. Det skyldes, at antallet af godstog fra Hirtshals er vurderet til, at det ikke er rentabelt at elektrificere. Der er ikke afsat penge til Hirtshalsbanen endnu, selvom den skal elektrificeres inden 2030 grundet TEN-T.

Dette giver to scenarier for optimal elektrificering:

- Elektrificere alle baner nord for Aalborg inden 2030, således at der kan indkøbes el-tog, når de eksisterende dieseltog er slidt ned.
- Ingen elektrificering nord for Lindholm eller Aalborg afhængig af bane forbindelse til Aalborg Lufthavn.

Der er fra EU krav om den planlagte skal elektrificeres inden 2030. Kravet betyder, at der sandsynligvis vil være en elektrificering af det hele, da det vil være den bedste løsning politisk. Det er måske i fremtiden ikke muligt at få EU støtte til at elektrificere det. Prisen for at elektrificere Hirtshalsbanen og Skagensbanen vil ifølge Poulsen (2011) vil koste henholdsvis 140. mio. kr. og ca. 160 mio. kr. samlet udgift er ca. 300 mio. kr.. Med i prisen er køreledninger og strømforsyning til drift, 30 % uforudset omkostninger ved anlægsbudgettering og om- og nybygning af broer over banen. Immunisering af tele og signalanlæg er ikke inkluderet.

Den planlagte opgradering af hastigheden fra 120 km/t til 160 km/t vil ikke kunne udnyttes tilfulde før et skift af togtyper. Nordjyske Jernbaners nyindkøbte 13 tog har en max hastighed på 140 km/t og de eksisterende 8 tog på 120 km/t. Opgraderingen vil sandsynligvis ikke betyde forbedringer i form af rejsetid, da det ikke vil give en

homogen køreplan. Fordelen ved opgraderingen er i tilfælde af forsinkelser vil de nye tog have mulighed for at kunne indhente noget af det tabte, inden det forplantes. En ren hastighedsopgradering vil nødvendigvis ikke alene kunne forbedre køreplanen, da der er enkeltsporet nord for Aalborg Vestby. Ved en opgradering kan det blive nødvendigt at oprette nye krydsningstationer.

Overordnet indeholder de nuværende planer gode tiltag, men der er indgået for mange kompromi for at få et optimalt resultat. Spørgsmålet er, om der er politisk tilslutning til at opgradere strækningerne totalt istedet for at ende på en mellemløsning. Det vil være muligt at satse kun på en elektrificering eller en opgradering af hastighed for at spare på budgettet, mens hvis det hele skal gøres, kræver det flere penge til jernbanen i Nordjylland. En sidste løsning kan være at hente penge fra Aalborg Lufthavn.

8. Problemformulering

Hvilken påvirkning vil en jernbane til Aalborg Lufthavn have på køreplaner og passagere i Nordjylland i 2025, og vil et dobbeltspor over Limfjorden kunne løse det?

8.1 Problemafgræsning

Der vil i projektet ikke beskæftiges med kørsel syd for Aalborg Station. Der vil ikke udarbejdes en køreplan simulering grundet mangel på resurser, men udelukkende ses på hvordan en kørsel med for kapaciteten der er beregnet. Til beregningerne af køreplanerne er benyttet råkøretid tillagt Banedanmark anbefalinger.

For at simplificere og grundet manglende tid og resurser er det valgt at se på bilisme, der kører parallelt med togforbindelser i Nordjylland. Det er sandsynligt at elasticiteten mellem bil og tog bliver påvirket i retning mod at flere benytter tog, når rejsetiden og frekvensen øges. Mens en tredje Limfjordsforbindelse for bilister i samme omgang vil reducere rejsetiden for bilisterne. Det skyldes at bilister, der skal rejse på tværs af fjorden får flere muligheder for at krydse limfjorden, hvilket vil kunne reducere belastningen på Limfjordsbroen og Limfjordstunnellen.

Der tages udgangspunkt i køreplan k13, hvor ændringer i infrastruktur, rejsemønstre og køreplaner, vil knytte sig til den.

9. Indfrastuktur ændringer

De ændringer der er taget med i betragtning for 2025 er en jernbane forbindelse til Aalborg Lufthavn og dobbeltspor over Limfjorden. I hvert afsnit beskrives, hvordan de kan etableres og hvad det har af konsekvenser for det omkring liggende infrastruktur, og hvilke trafikale forhold der er.

9.1 Aalborg Lufthavn

Der er afsat penge af til etablering af den nye jernbaneforbindelse. Forbindelsen til Aalborg Lufthavn vil udføres som en stikløsning, hvor den vil tilsluttes Lindholm station. For vejtrafikken vil det betyde en lukning af Lervej, mens Thistedvej vil krydses niveaufrit (Banedanmark 2015a). På Figur 9.1 kan ses hvordan jernbaneforbindelsen forløbig er planlagt.



Figur 9.1: Illustration af hvordan den kommende jernbaneforbindelse mellem Lindholm og Aalborg Lufthavn. (Banedanmark 2015b)

Lufthavnen er placeret 6 km fra Aalborg, og det er muligt at komme dertil via henholdsvis bil eller bus. Af busser er det muligt at benytte:

- 200 Blokhus
- 70 Thisted
- 71 Hjørring
- Metrobuslinjer 2A, 2B og 2M

Af buslinjerne er metrobus 2 den der primært benyttes og har en andel på 70-80 % af de passagere, der rejser til lufthavnen (Nordjyske Trafikselskab 2015d). Selve rejsetiden fra Aalborg Station til Aalborg Lufthavn er ca. 20 minutter. Frekvensen for buslinje metrobus 2 og regionalbusserne i løbet af dagen fordelt i tidsrum er vist i henholdsvis Tabel 9.1 og Tabel 9.2.

Tabel 9.1: Frekvens for bustransport til Aalborg Lufthavn fra Aalborg Station med metrobus 2 (Nordjyske Trafikselskab 2014).

Tidspunkt	Frekvens [Bus pr. time]
Hverdage	
6:00 – 7:00	3
7:00 – 22:00	2
22:00 – 24:00	1
Lørdag	
9:00 – 22:00	2
22:00 – 24:00	1
Søndag og helligdage	
10:00 – 22:00	2
22:00 – 24:00	1

Tabel 9.2: Frekvens for bustransport til Aalborg Lufthavn fra Aalborg Station med regionalbusserne 70, 71, 200 (Nordjyske Trafikselskab 2015b; Nordjyske Trafikselskab 2015a; Nordjyske Trafikselskab 2015c).

Tidspunkt	Frekvens [Bus pr. time]
Hverdage	
5:00 – 6:00	1
6:00 – 18:00	3
19:00 – 24:00	1,5
Lørdage/søn- og helligedage	
7:00 – 24:00	1,5

Med frekvenserne er det muligt at rejse til Aalborg Lufthavn via bus i hverdagen flyafgange 4-5 gange i timen i tidsrummet 7:00 – 18:00. Regionalbusserne varierer mere i frekvens end metrobusser, hvilket kan skyldes at der skal tilpasses buskøreplaner regionalt.

Bilisme er den største konkurrent til busser og evt. jernbane for rejsen til Aalborg Lufthavn. Siden 2014 er der etableret mere end 4.000 gratis parkeringspladser ved

Aalborg Lufthavn. Med den mængde gratis parkeringspladser er det attraktivt at parkere bilen, i stedet for at tage bussen. Fra Aalborg station er det næsten 10 minutter hurtigere i bil end bus, det varierer dog i løbet af dagen i forhold til trafikken.

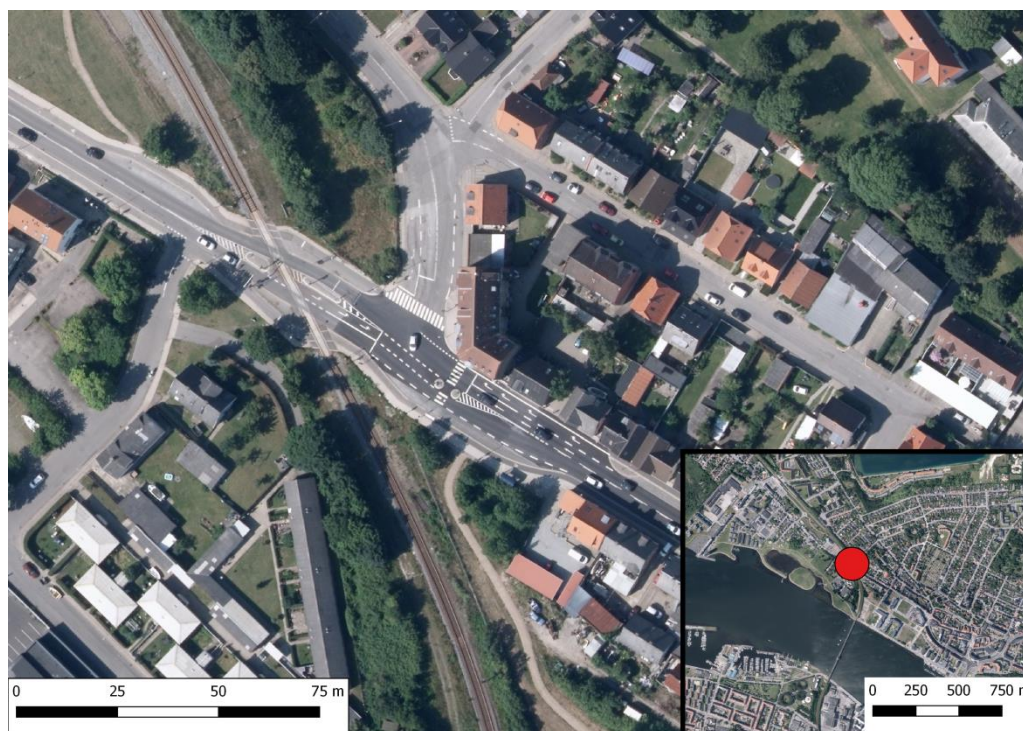
Passagere, der ikke kommer direkte fra hovedlinjen igennem Aalborg formodes at benytte bil evt. taxi, da kollektiv transport ikke er konkurrence dygtig. Lufthavn er tæt ved Thistedvej, som er hovedvejen til Aabybro og videre mod Løkken og Thisted, hvilket gør bilisme mere attraktivt.

I fremtiden vil bilisterne få endnu bedre forhold, da den 3. Limfjordsforbindelse vil gå over Egeholmholm, hvilket er tæt på Lufthavnen. Dette vil have en påvirkning på forholdet mellem kollektiv trafik og bilisme.

9.2 Thistedvej

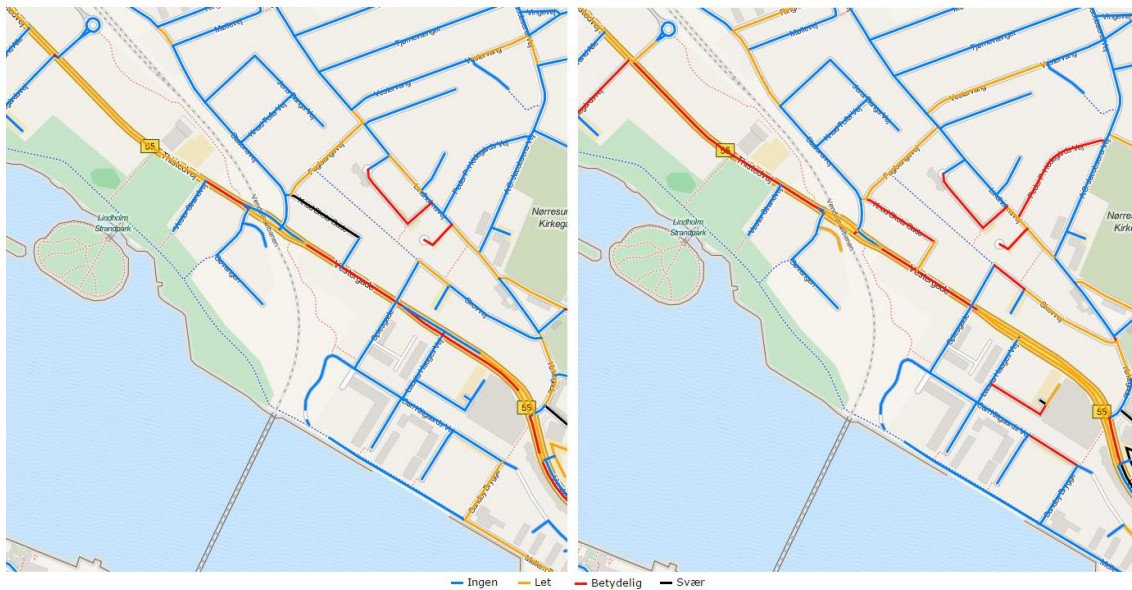
Kapaciteten over jernbanebroen på et enkeltspor ligger på 5/6 tog pr. retning med normal kapacitets beregning og 6 tog pr. retning via Atkins beregninger se afsnit **Error! Reference source not found.** En dobbeltsporet forbindelse vil give mere luft i køreplanen og ikke være afhængig af rettidighed i samme grad.

Problemet med dobbeltspor over Limfjorden vil foruden omkostningerne, være ved Thistedvej/Vestergade, hvor et ekstra togspor vil øge presset på trafikafviklingen på Thistedvej/Vestergade, se Figur 9.2.

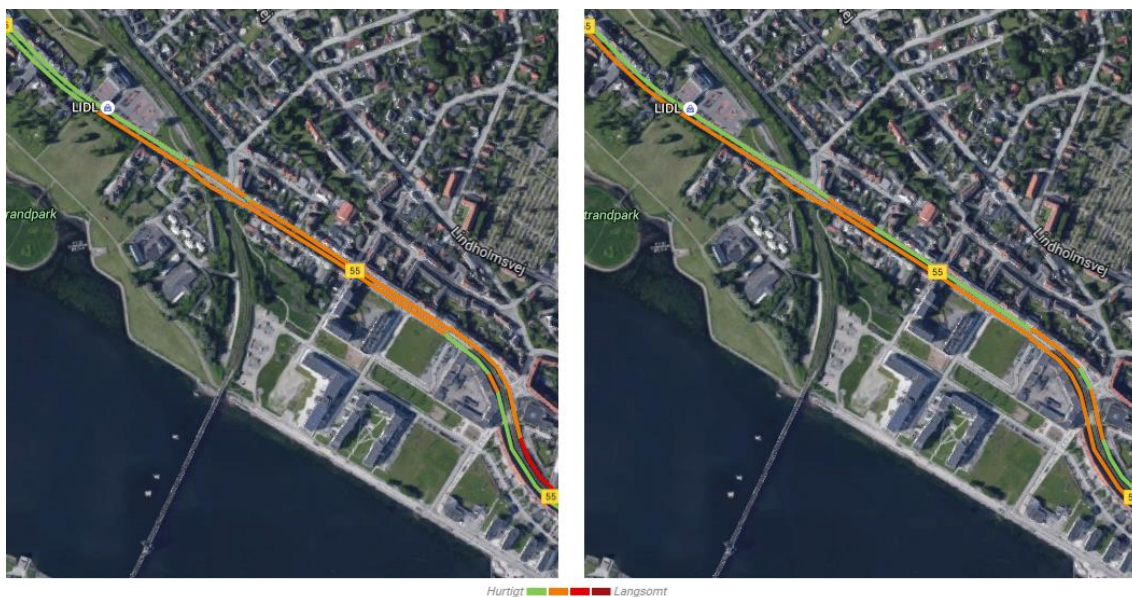


Figur 9.2: Krydsning mellem jernbanen og Thistedvej/Vestergade.

Trafikken på Thistedvej er angivet til en ÅDT på 12.500 i 2014, via en aperiodisk tællestation. Mens ÅDT på Vestergade er angivet til 11.000 via en opregning fra tælling i 2010 (Vejman 2014). Trængslen på strækningen kan ses på Figur 9.3 fra Daisy og på Figur 9.4 data fra google klokken 8:00 og 16:00



Figur 9.3: Trængselskort via Daisy for henholdsvis morgen (tv.) og eftermiddag (th.). (Universitet 2016)



Figur 9.4: Trængsels kort lavet af google for henholdsvis morgen klokken 8:00 (tv.) og eftermiddag klokken 16:00 (th.). (Google 2016b)

Trafikken på Thistedvej/Vestergade er vurderet til at være bolig – arbejdssted trafik, og den 30. største time og 100. største time er beregnet i Tabel 9.3. Kapaciteten på vejstrækningen er bestemt ud fra grundlæggende kapacitet, fri sidebredde, køresporsbredde og forhold mellem køretøjer på over eller under 12,5 m. Vejstrækningernes kapacitet og belastningsgrad er beregnet i Tabel 9.3. Beregningerne er baseret på vejreglen ”Kapacitet og serviceniveau” (Vejdirektoratet 2015) og er beskrevet i afsnit 16.3.

Tabel 9.3: Spidstime, kapacitet og belastningsgrad for Thistedvej og Vestergade, beregnet ud fra det er bolig-arbejdssted trafik.

Vej	Thistedvej	Vestergade
ÅDT	12497	10949
30. største time	1537	1347
100. største time	1450	1270
Kapacitet pr. time	1411	1315
Belastningsgrad 30. største time	1,05	1,02
Belastningsgrad 100. største time	1,03	0,97

Det fremgår af beregningerne og figurene at selve strækningen på begge sider af jernbane overskæringen er hårdt belastet, og flere tog vil sandsynligvis forværre situationen. For at undersøge hvordan trafikken kan optimeres er det nødvendigt at lave en simulering ved f.eks. VISSIM. DanKap kan i dette tilfælde ikke anvendes, da belastningsgraden er for høj i spidstimen til det vil give brugbare resultater. Før sådan en løsning kan laves kræver det retningsfordeling i de omkring liggende kryds.

Ved at lave en dobbeltsporet linjeføring mellem Aalborg Vestby og Lindholm vil Thistedvej påvirkes med ekstra togafgange, og derved mindre vejkapacitet på strækningen. En løsning kan være en niveaufri skæring med Thistedvej, hvor vejbanen føres under jernbanen. Vejen bør underføres grundet krav om frihøjde på 6,79 meter ved broer ved hastighed over 200 km/t eller 5,78 meter under 200 km/t (Banedanmark 2014a). Af konsekvenser for denne løsning vil være en evt. lukning af tilkørsel til Stationsvej og Søvangen. Søvangen kan evt. tilsluttes Vester Strandvej for at sikre adgang til området.

Ifølge fritrumsprofilet kræver det minimum tre meter fra profiletsmidte, hvilket betyder et minimum på seks meter på hver side ved en dobbeltsporet jernbane midte (Banedanmark 2014a). På Figur 9.5 er det illustreret hvad det vil få af betydning for de omkring liggende omgivelser.



Figur 9.5: Billede der illustrerer, hvilke konsekvenser en dobbeltsporet forbindelse mellem Aalborg Vestby og Lindholm ved en bufferzone på seks meter fra profilmidten.

Det fremgår af Figur 9.5 at konsekvensen ved en dobbeltsporet forbindelse ikke vil påvirke det omkringliggende område nord for Limfjorden.

I forbindelse med en niveufriskæring med Thistedvej er det undersøgt hvor meget jernbanen kan hæves. Til disse beregninger er det beregnet ud fra Baneregler fra 1987, ved ønskelige, normal og undtagelsesbestemmelser for stigningsforhold. Da der på strækningen både er gods- og passagertrafik, er disse anvendt. I Tabel 9.4 er bestemmelserne for stigningsforhold opstillet samt beregninger for nordligretning og sydligretning. Afstanden fra den nordlige retning er målt fra broen til vejen på 340 m, hvor den sydligeretning er målt fra dobbeltspor til vejen 230 m.

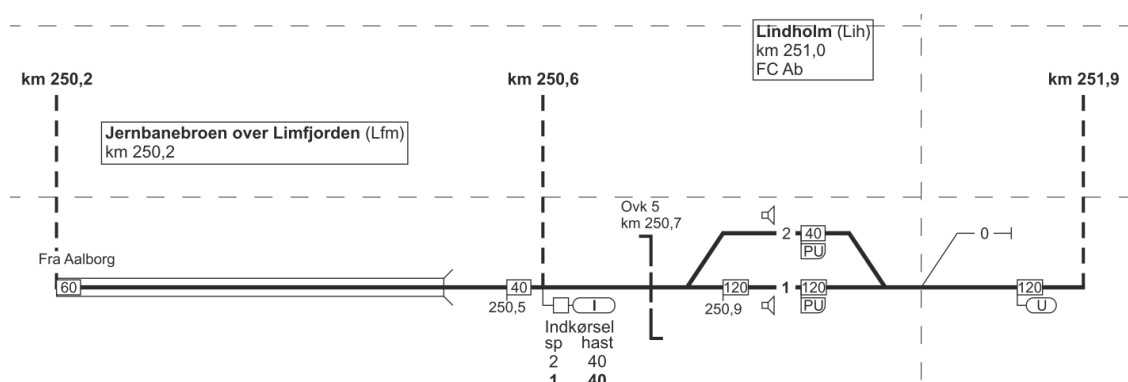
Tabel 9.4: Beregninger af hvor højt jernbanen kan hæves over Thistedvej. Målt med 340 m fra nordligretning og 230 for sydligretning.

Bestemmelse	Stigningsforhold [%]	Højde over vejen (Nordligretning) [m]	Højde over vejen (Sydligretning) [m]
Ønskelige	8,0	2,7	1,8
Normal	12,5	4,2	2,8
Undtagelse <3 km	15,6	5,3	3,6
Undtagelse <0,5 km	25,0	8,5	5,7

Som det fremgår af Tabel 9.4 er det muligt at få konstruere en højde over den eksisterende vej på 5,7 m, forudsat at sporet er plant ved undtagelses bestemmelser under 0,5 km. Af de 5,7 m skal der indlægges en højde fra selve broen og banetracéet. Følges banenormerne er det for et tværsnit med hastighed på fra 0 - 250 km/t krav om en ballasttykkelse på 0,35 m for en bro (Banedanmark 2016a). Det skyldes, at der ved en brokonstruktion ikke er krav om underballast, som ved et normalt spor. Brokonstruktionen har også en tykkelse der skal tages højde for. Et køretøj må ifølge Retsinformation (2011) ikke overstige en højde på 4 m, hvilket giver 1,35 m til brokonstruktionen ved undtagelses bestemmelser på under 0,5 km.

Det kunne lade sig gøre at etablere en niveufriskæring, uden det er nødvendig at sænke vejaksen i forudsat at sporet er plant. Der er i beregningen er det ikke medtaget plads til cirkelbuer i enderne. Det bør undersøges yderligere, hvordan en brokonstruktion skal konstrueres både i forhold, hvordan den hænger sammen med Limfjordsbroen, dybden og prisoverslag.

En niveaufriskæring vil resultere i en reduceret rejsetid mellem Lindholm og jernbanebroen over Limfjorden. På Figur 9.6 ses det nuværende system, hvor det er muligt at køre 120 km/t fra Lindholm på hovedsporet indtil overkørslen, hvor hastigheden er 40 km/t.



Figur 9.6: Overblik over strækningen fra Lindholm til Jernbanebroen. (Banedanmark 2016b)

En forbedring på rejsetiden vil for tog, der stopper i Lindholm være minimal, da afstanden mellem Lindholm og Jernbanebroen er ca. 500 m. Den reducerede rejsetid vil være under et minut og vil være meget afhængig af togtypes acceleration og deacceleration. Det vil kræve de præcise data fra acceleration på de forskellige togtyper, før den reale tidsbesparelse kan estimeres

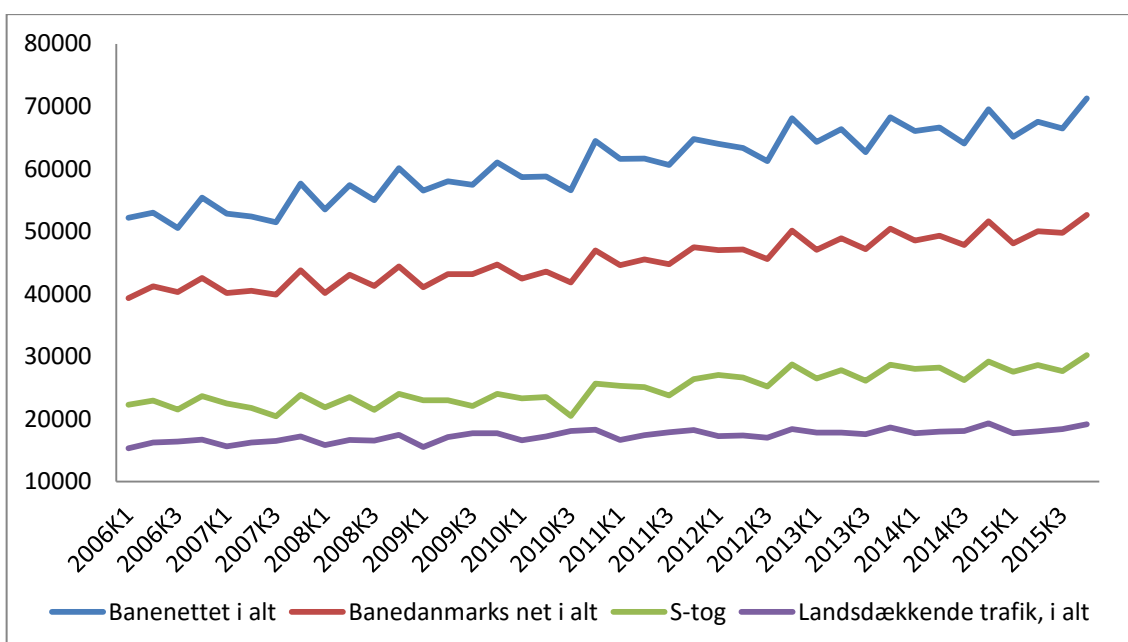
En niveaufriskæring, vil primært være en fortjeneste for bilisterne, da de ikke skal holde for bommene. Med 8 tog i timen, der krydser vil der være en endnu større gevinst for bilisterne. Tidsbesparelserne for toget er lave og er vurderet til ikke at betyde noget for køreplanerne.

10. Fremtidige rejsemønstre

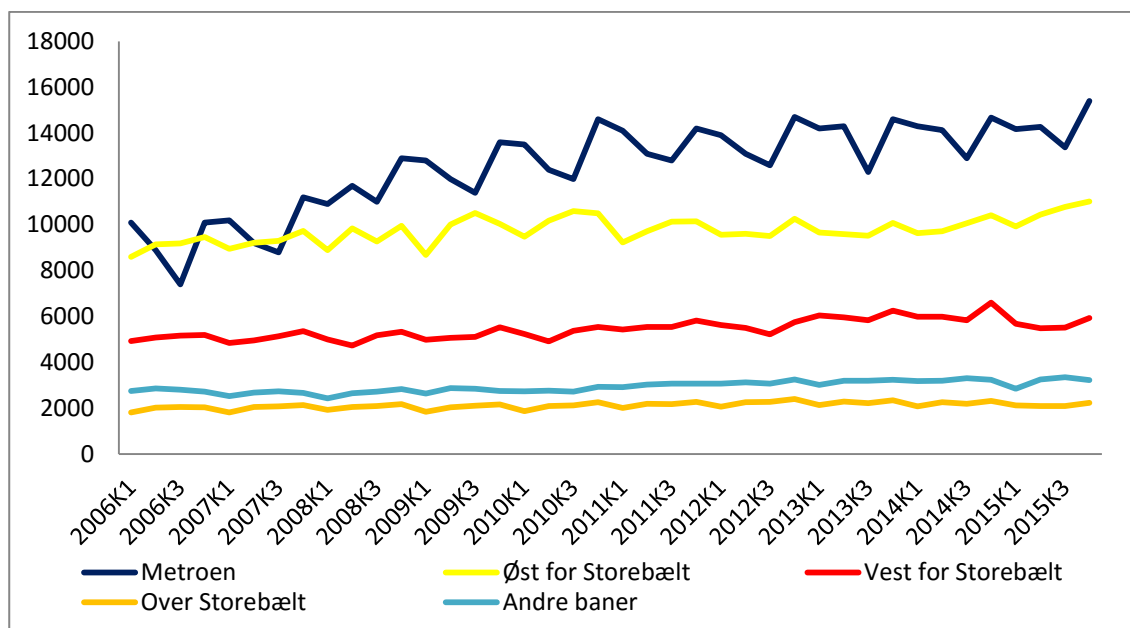
I kapitlet beskrives, hvordan passagereudviklingen for togtrafik har været. Herefter beskrives den forventede udvikling af passagere for Aalborg Lufthavn. Som basis for beregningerne er ugetællingen fra 2013, trafikale udvikling for jernbane, data fra Aalborg Lufthavn, Samfundsøkonomisk rapport fra Banedanmark og data fra Nordjyllands Trafikselskab.

10.1 Generel udvikling

Udviklingen for antallet af passagere har været let stigende i perioden 1995 – 2010, hvor tog og busser udgør 12 % af det samlede persontransportarbejde, hvor den i 1995 var 11 % (Trafikstyrelsen 2013). Danmarks statistik, har data fra perioden 2006 – 2015, hvor der er fremgang i mængden af passagerer der benytter tog, se Figur 10.1 og Figur 10.2.

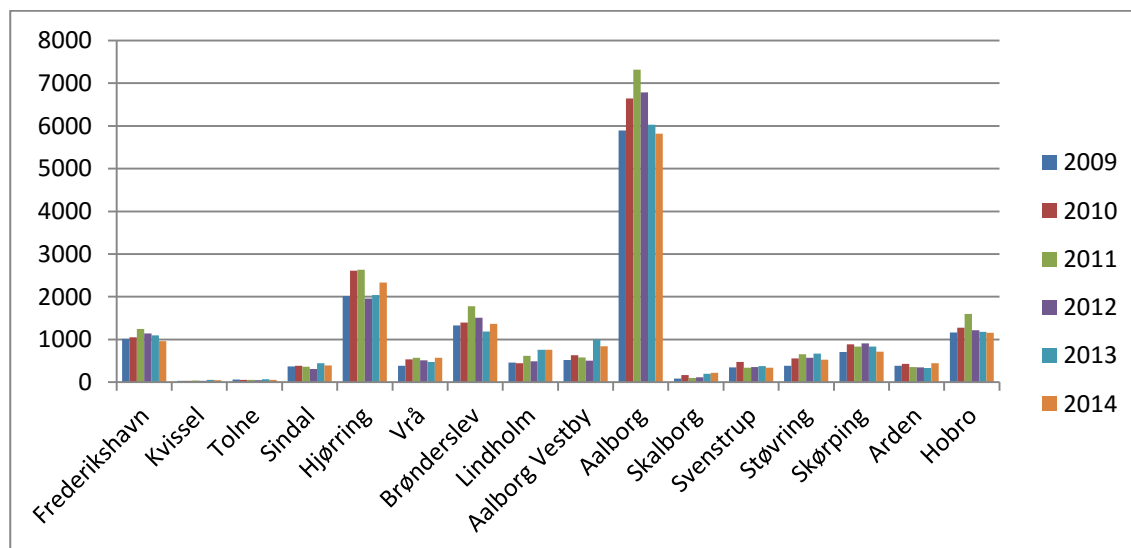


Figur 10.1: Graf der viser udviklingen for banenettet, Banedanmarks net, S-tog og landsdækkende trafik målt i 1000 passagerer (Danmarks Statistik 2015).



Figur 10.2: Graf der viser udviklingen for metro, øst for Storebælt, vest for Storebælt, over Storebælt trafik og andre baner målt i 1000 passagerer (Danmarks Statistik 2015).

Ses på vesttællingerne udelukket, har der ikke været en stigning på stationerne fra Hobro til Frederikshavn. Det er vurderet at det skyldes at jernbanebroen blev påsejlet i 2012 og det først var et år senere i 2013 at broklappen fungerede optimalt igen. På Figur 10.3 er udviklingen for hver station fra 2009 – 2014 illustreret.



Figur 10.3: Grafen viser mængden af passagerer der fra 2009 - 2014 i DSB vesttællinger (COWI 2010; COWI 2011; COWI 2012; COWI 2013; COWI 2015a; COWI 2015b).

Den procentmæssige udvikling fra pr. år i perioden 2006 – 2015 er beregnet i Tabel 10.1. Det fremgår af beregningerne af den øgede passageremængde primært kommer fra Metroen og S-tog, der trækker landsgennemsnittet op, da det er her der er størst stigning og passagerer. Det vurderes at S-tog og Metro ikke har mærkbar indflydelse på indflydelsen i Nordjylland, men giver et indblik i den generelle udvikling.

Tabel 10.1: Procent stigning pr år målt fra forskellige toget i Danmark fra 2006-2015 målt i første kvartal.

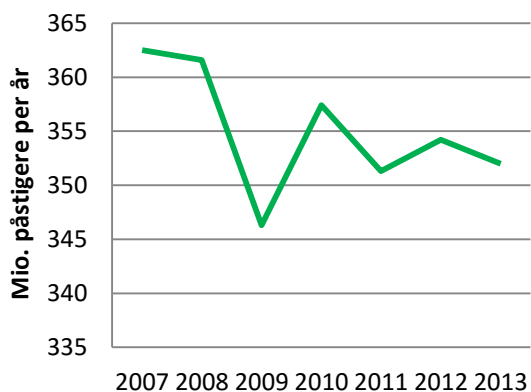
Tog net	Procent stigning pr. år [%]
Banenettet i alt	2,8
Banedanmarks net	2,5
S-tog	2,6
Landsdækkende trafik	1,7
Metroen	4,5
Øst for Storebælt	1,7
Vest for Storebælt	1,7
Over Storebælt	1,9
Andre baner	0,4

For kollektiv trafik er det også nødvendigt at se på bustrafikken, idet den er en vigtig faktor for transport til stationer, rejse mellem byer og den krydsende trafik over Limfjorden. Bustrafikken er den primære transportform i Nordjylland, hvilket kan ses på Tabel 10.2. Busnettet i Region Nordjylland består af X-busser, regionalruter, lokalruter, bybuslinjer og flexbusser. X-busserne er et samarbejde i Jylland der kører med få stop og på tværs af regioner. Regionalruterne går på tværs af kommunegrænserne, og hvis primære formål er at forbinde byer på tværs af kommuner i regionen. Regionalbusserne har i modsætning til X-busserne flere stop.

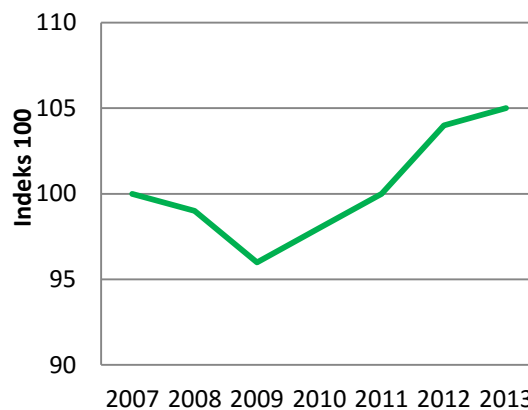
Tabel 10.2: Andel af passagere, der benytter bus og tog i Nordjylland. (Trankjær 2012)

Transporttype	2007	2008	2009	2010
Bus	27,9	27,5	26,7	27,4
Tog	4,7	4,4	4,1	4,5
Bus og tog i alt	32,6	31,9	30,8	31,9

Udviklingen i antal påstigere på landsplan har været faldende fra 2007 til 2013, hvilket er vist på Figur 10.4 og Figur 10.5. For NT området har der været en stigning i udviklingen i perioden 2007-2013 og giver en stigning på 5 %. Over de seneste seks år, svarende til en stigning på ca. 0,8 % per år. Hvis der tages højde for faldet fra 2007 til 2009 er stigningen i antal påstigere større.

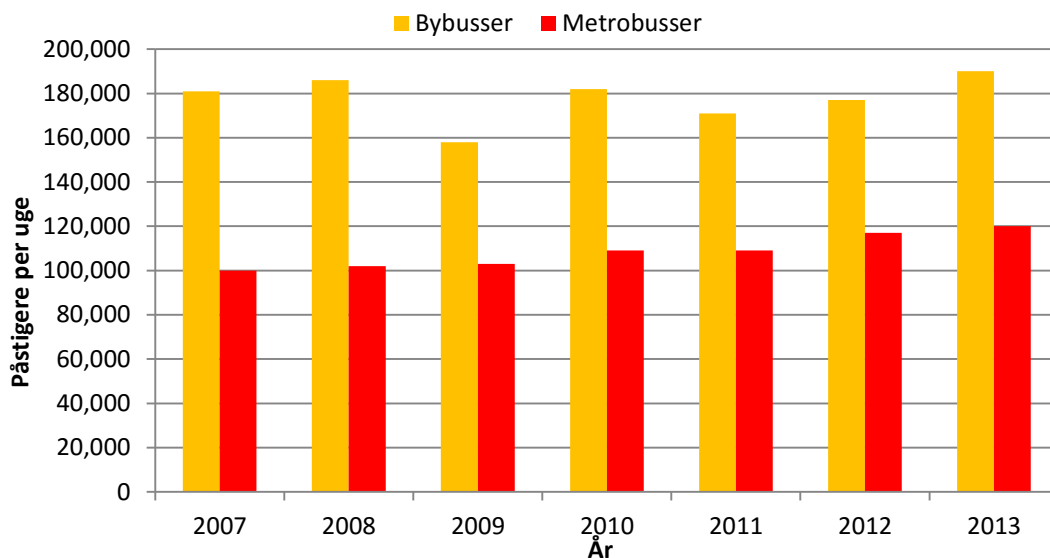


Figur 10.4: Graf der viser udviklingen for antallet af påstignere i bus pr år. (Nordjyske Trafikselskab 2016)



Figur 10.5: Graf over udvikling i NT området for buspassagere pr. år. Tallene er indekseret fra fra 2007. (Nordjyske Trafikselskab 2016)

Metro- og bybusserne i Aalborg har haft en stigning, hvor især Metrobusserne står for den største stigning. Denne tendens stemmer godt overens med tog trafikken i byområder f.eks. S-tog og Metroen i København. Udviklingen har ligget på ca. 1,8 % pr. år og kan ses på Figur 10.6.



Figur 10.6: Metro- og bybusser og dens udvikling i Aalborg fra 2007-2013. (NT 2014)

På landsplan er der en negativ udvikling på -0,5 % pr. år, mens der er en årlig stigning på 0,8 % i NT området. I metro- og bybusserne i Aalborg er der en stigning på 1,8 % per år. Udviklingen for busser er opsamlet i Tabel 10.3.

Tabel 10.3: Udvikling af bustrafikken på landsplan, regionalplan og i Aalborg metro- og bybusser.

Bustrafikken	Udvikling per år
Landsplan	-0,5 %
NT	0,8 %
By- og metrobusser	1,8 %

10.2 Nordjyske Jernbaner overtager

Med Nordjyske Jernbaners overtagelse er der indarbejdet større frekvens og en højere hastighed mellem byerne end på nuværende tidspunkt. Det vurderes til at have en indvirkning på mængden af passagere.

Med en forøgelse af antallet af togkilometer på omkring 60 %, er det vurderet at det vil øge antallet af passagere med en procentmæssigt forøgelse, der indtræder inden for et til to år, hvorefter det vil stabilisere sig med en konstant vækst. Dette er den sværeste af parametrene at bestemme, da der ikke er nogen tidligere tilfælde i Nordjylland, der kan sammenlignes med. Arriva har siden 2003 været fungerende togoperatør i Danmark og drifter Vestjylland. Ifølge Vestællinger 2005 – 2013 har Arriva siden været den operatør, der har haft den bedste udvikling i antallet af togpassagere i regionaltog hvilket fremgår i Tabel 10.4.

Tabel 10.4: Udvikling i Regional tog fra 2005 - 2013. Lokalbaner er ikke inkluderet i opgørelsen. (COWI 2007; COWI 2015a)

Regional tog	2005 [Påstigere]	2013 [Påstigere]	Udvikling [%]	Udvikling pr år [%]
Jylland-Fyn (Arriva)	20.100	27.000	34,5	4,3
Jylland-Fyn (DSB)	24.400	27.100	11,2	1,4
Sjælland (DSB)	27.500	27.300	-0,7	-0,1

I internationalt perspektiv har Sverige og Storbritannien liberaliseret togmarkedet og har bl.a. derved opnået en stor fremgang i passagerer i forhold til andre lande, hvilket fremgår af Figur 10.7

	1990	2012	Growth 1990-2012, %
UK	583	957	64
Sweden	771	1.239	61
Germany	768	1.099	43
Belgium	656	926	41
Netherlands	740	1.020	38
Switzerland	1.888	2.409	28
Norway	496	622	25
France	1.091	1.356	24
Denmark	983	1.208	23
Spain	398	481	21
Austria	1.161	1.343	16
Finland	668	745	12
Italy	788	749	-5

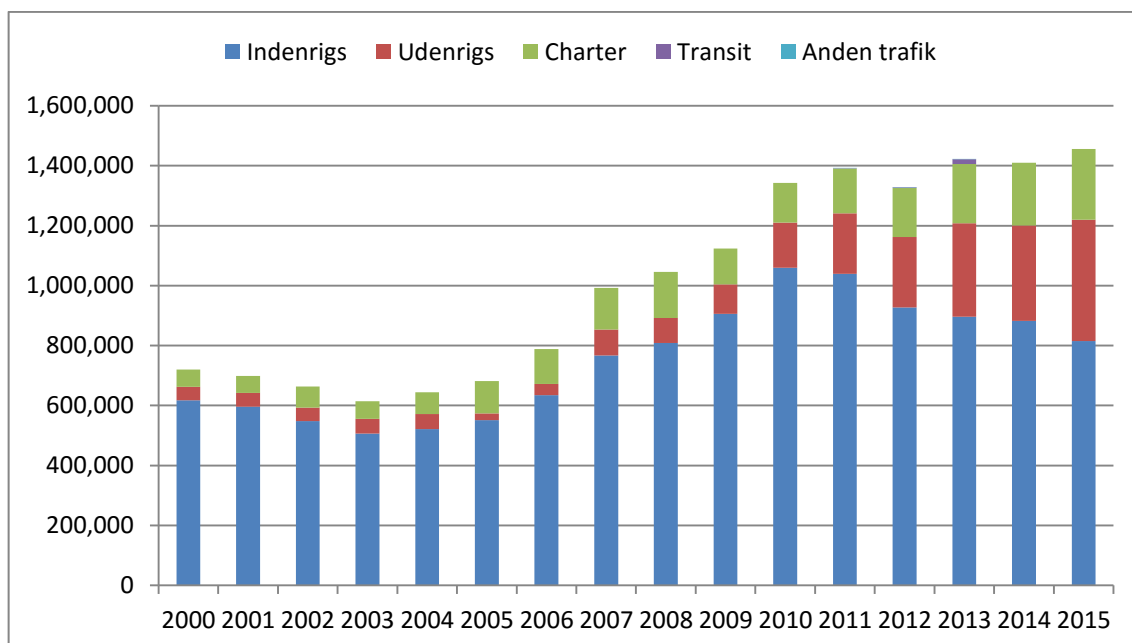
Figur 10.7: Passagerer km pr indbygger, hvor Storbritannien og Sverige er førende og er de eneste lande med fuld liberaliseret togmarked. (Rosendahl 2016)

Den større konkurrence har resulteret i bedre service på passagerene, og er en af grundene til fremgangen for Storbritannien og Sverige.

10.3 Aalborg Lufthavn

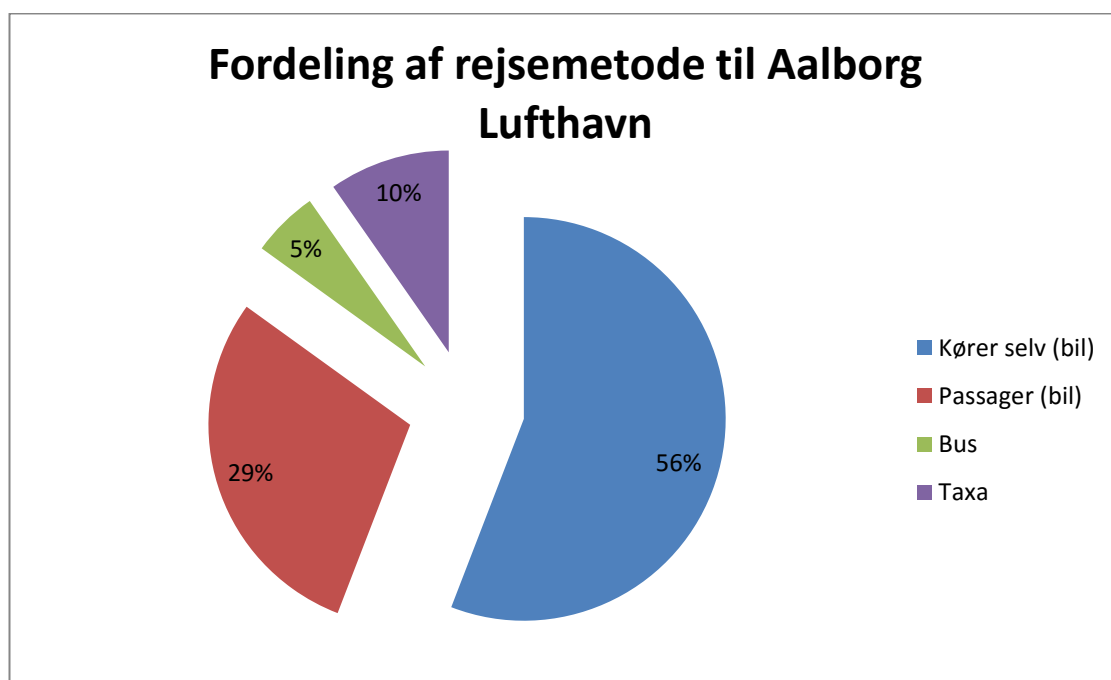
En jernbane forbindelse til Aalborg Lufthavn er afhængig af antallet af passagerer for at være rentabel. Aalborg Lufthavn har haft en stigende mængde af flypassagerer og har haft udvidet lufthavnen og antallet af p-pladser for forsat at kunne øge mængden af flypassagerer. Udviklingen af antallet af flypassagerer har været stigende siden 2003, se Figur 10.8.

Der er flest indenrigsrejser i Aalborg Lufthavn, andelen er reduceret med ca 200.000 passagerer i perioden 2010 – 2015. Den procentmæssige andel af indrigs udgør ca. 60 %, dog med en faldende tendens. Indenrigsrejserne er primært ruten Aalborg – København, hvilket skyldes at fly på nuværende tidspunkt er en god konkurrent til både tog og bus, da rejsetiden fra Aalborg station til København banegård er ca. 2,5 – 3 time inklusiv kontrol, fly rejse og transport til centrum. Tog trafikken bruger mere end 4 timer på samme rejse.



Figur 10.8: Udviklingen og fordelingen af flypassagere fra 2000-2015. (Aalborg Lufthavn 2016)

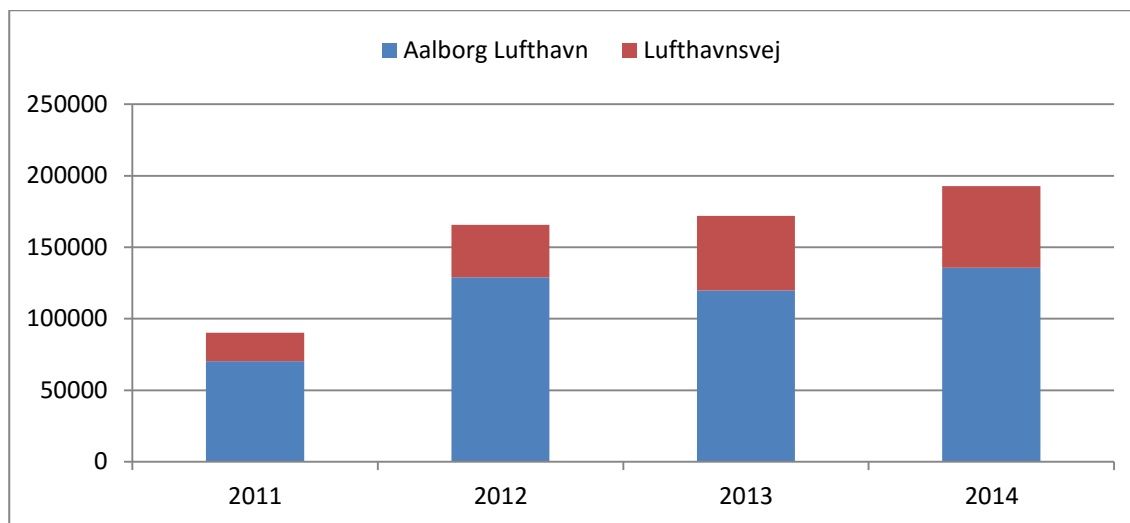
Antallet af passagere der benytter bus som transportmiddel til Aalborg Lufthavn i 2010 var ca. 5 % (Jensen et al. 2010), den resterende fordeling kan ses på Figur 10.9.



Figur 10.9: Fordeling af rejsemetode til Aalborg Lufthavn baseret på interviews 2010. (Jensen et al. 2010)

Siden undersøgelsen er antallet af p-pladserne øget og regionalbusser er endvidere begyndt at stoppe ved Lufthavnen, hvilket har givet en stigning af rejsende der benytter kollektiv transport. Ifølge Petersen (2015) vil der i 2014 være omkring 14 %, da der er flere passagerer i kollektivtrafik og antallet af flypassagerer er stagneret. Udviklingen

for bustransport har siden regionalbussen kører til Lufthavnen oplevet en stigning se Figur 10.10.



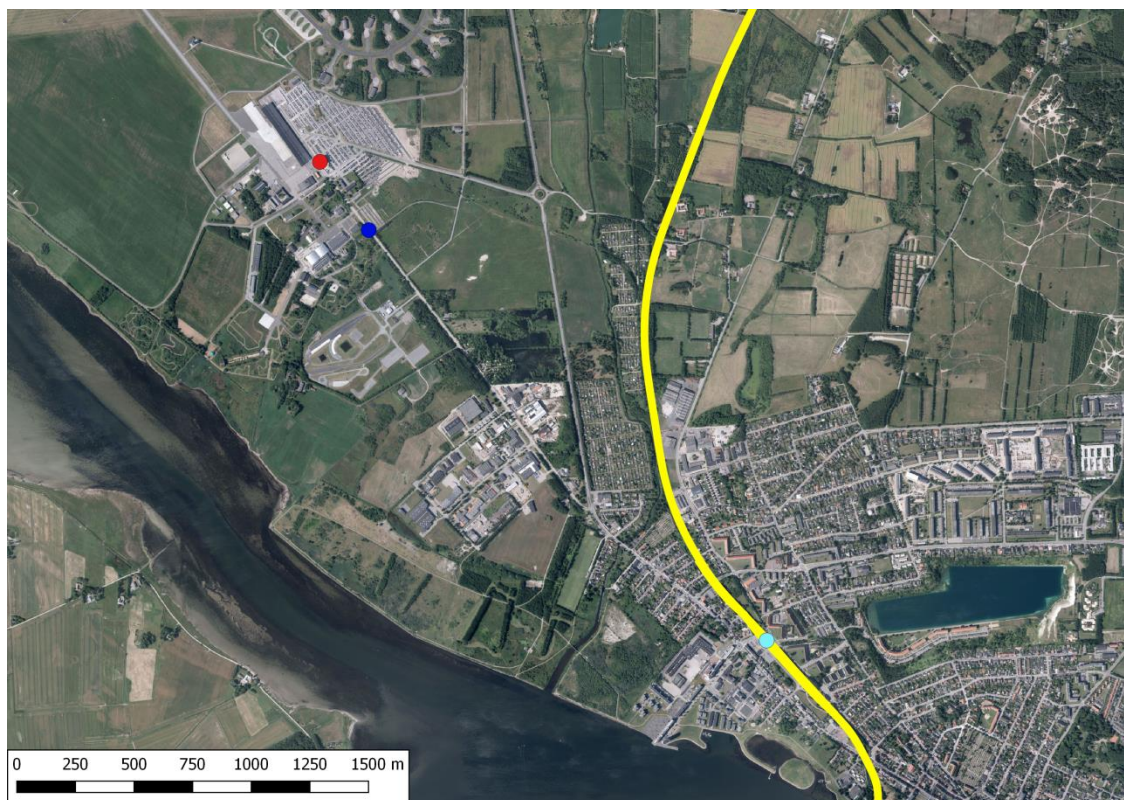
Figur 10.10: Stigningen i antallet af buspassagere siden regionalbusser er begyndt at kører til Lufthavnen. (Nordjyske Trafikselskab 2015d)

Udviklingen i andel personer der bruger kollektiv trafik til Aalborg Lufthavn og Lufthavnsvej er beregnet ved at sammenholde Figur 10.8 og Figur 10.9, se Tabel 10.5.

Tabel 10.5: Udvikling for andel af kollektiv til Aalborg Lufthavn, beregnet via antallet af flypassagerer og buspassagerer i årene 2011- 2014.

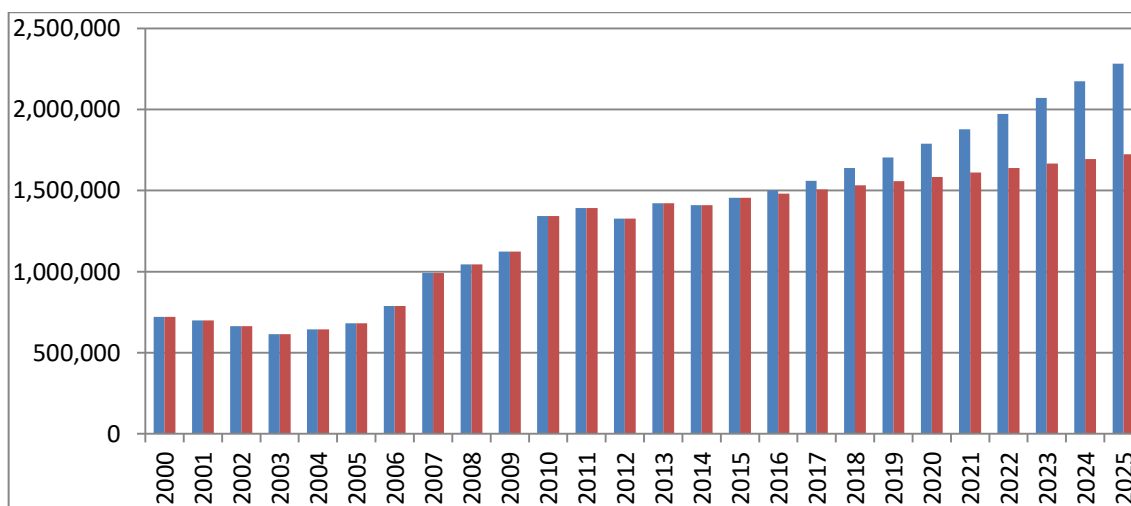
År	Flypassagerer	Buspassagerer	Procentandel
2011	1.392.000	90.000	6
2012	1.328.000	166.000	12
2013	1.422.000	172.000	12
2014	1.410.000	193.000	14

På Figur 10.10 fremgår det at både stoppestederne Aalborg Lufthavn og Lufthavnsvej er inkluderet. Det skyldes at afstanden mellem de to stoppesteder er på ca. 350 meter, hvilket vurderes til at passagerer fra tog vil gå afstanden i fremtiden. På Figur 10.11 er afstanden mellem Aalborg Lufthavn og Lufthavnsvej illustreret.



Figur 10.11: Afstanden mellem stoppestederne Aalborg Lufthavn og Lufthavsvej, rød er Aalborg Lufthavn, Blå er Lufthavsvej og Turkis er Lindholm Station.

I Banedanmark (2015c) redegørelse for samfundsøkonomi, har de antaget en gennemsnitlig årlig vækst på ca. 4,3 % frem mod 2024. Den gennemsnitlige vækst i Aalborg Lufthavn har siden 2000 været på ca. 6 % om året. De seneste 5 år har udviklingen stagneret og har været på ca. 1,7 % om året. De to fremskrivninger kan ses på Figur 10.12.



Figur 10.12: Fremskrivning af flypassagere på årligbasis med henholdsvis Aalborg Lufthavns prognose og prognose baseret på de seneste 5 år.

En fremskrivning på 4,3 % er vurderet til at være meget optimistisk, da det forudsætter at der i 2025 vil være ca. 2,4 mio. flypassagerer fra Aalborg Lufthavn, mens en fremskrivning på 1,6 % giver 1,7 mio. flypassagerer. Fordelingen mellem indenrigs og udenrigs er en vigtig faktor, i det tilfælde af timemodellen træder i kraft, da en tog tur på 3 timer mellem Aalborg og København vil sandsynligvis tage noget af indenrigs rejserne.

Med en jernbane til Aalborg Lufthavn forventes det at der stadig vil være bus kørsel til Lufthavnen. Selve fordelingen er afhængig af hvor flypassagererne er fra, hvor især passagerer syd for Aalborg må forventes at benytte jernbanen, mens indbyggerer i Aalborg og tæt på byen vil benytte det der er hurtigst og med en høj frekvens.

10.4 Fremskrivning

Til fremskrivning er der flere faktorer. Der er valgt at fokusere på følgende:

- Generel udvikling
- Betydning af Nordjyske Jernbaners overtagelse
- Fremskrivning Aalborg Lufthavn
- Kollektivtrafikandel til Aalborg Lufthavn
- Fordeling mellem bus og tog Aalborg Lufthavn

Tallene der fremskrives fra er OD matrixen fra 2013 udleveret af Region Nordjylland.

For den generelle udvikling er det valgt at benytte to fremskrivningssatser for den generelle fremskrivning mod 2025 i den kollektive trafik i Nordjylland. Den høje sats er sat til 2 %, mens den lave sats er sat til 1,5 %.

Betydningen af Nordjyske Jernbaners overtagelse, er sat til en forøgelse på 20 % og 40 %. Det skyldes forskellen mellem Arriva og DSB i Jylland – Fyn set over en længere periode er på omkring 20 %. De internationale erfaringer tyder på, at det gavner passagerer væksten ved at gå over til privat selskab. Nordjyske Jernbaner er dog ikke et privat selskab, da det ejes af Nordjyllands trafikselskab, det antages dog at stigningen vil ske da det skaber konkurrence. Den øgede konkurrence har i Sverige og Storbritanien givet en vækst i forhold til Danmark på ca. 40 %. Sammenholdes det med lande som Tyskland der også har liberaliseret på regionale linjer er væksten ca. 20 % mere end danske forhold. Det er vurderet at den samlede stigning kan være alt mellem 20 – 40 %, som derfor er indsat som et høj- og lavvækst scenarie.

I fremskrivningen for Aalborg Lufthavn er det valgt at arbejde med Aalborgs prognose, som er sat på 4,3 % og 1,6 % baseret på de seneste 5 års udvikling.

Den kollektivtrafikandel til Aalborg Lufthavn er den lave andel til 15 %, hvilket den er bestemt til i forhold til 2014, hvis Lufthavsvej medtages. Den høje sats er sat til 30 %, grunden til den ikke er sat højere skyldes at det ikke ses som realistisk at Aalborg Lufthavn fjerner deres gratis p-pladser, da det er en del af deres brand. En direkte forbindelse til Aarhus vurderes til ikke at have større indvirkning.

Det forventes at fordelingen af bus og tog vil være på mellem 25 - 50 % til tog, da bussen har den høje frekvens og størstedelen af de rejsende vil komme fra Aalborg. Fremskrivningerne kan ses i Tabel 10.6.

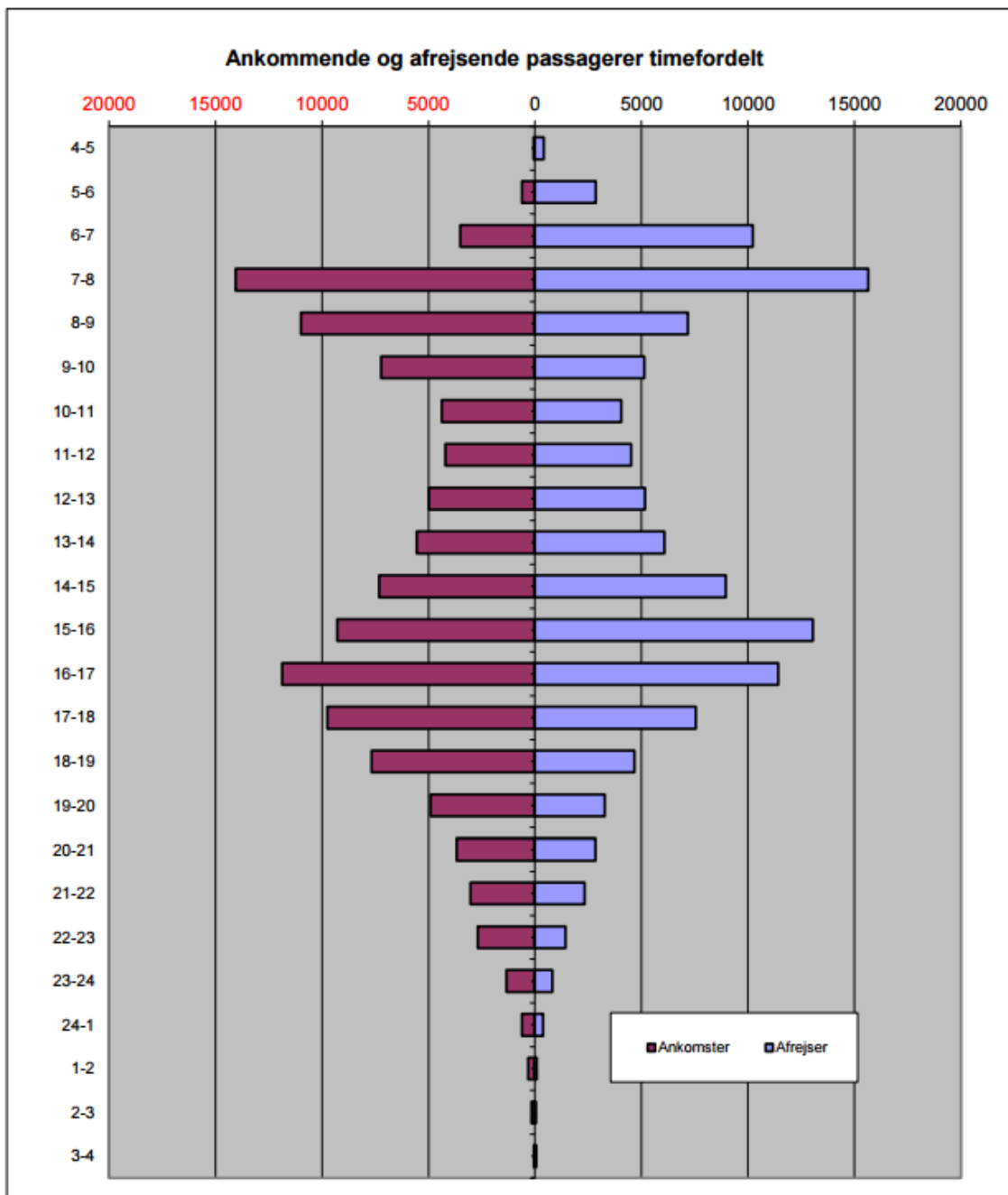
Tabel 10.6: Fremskrivning mod 2025 med forskellige procentsatser der bruges til analysen.

Fremskrivningstype	Lav sats [%]	Høj sats [%]
Genereludvikling	1,5	2,0
Nordjyske jernbaners overtagelse	20	40
Aalborg Lufthavn fremskrivning	1,6	4,3
Kollektivtrafik andel	15	30
Fordeling	25	50

10.5 Spidstime

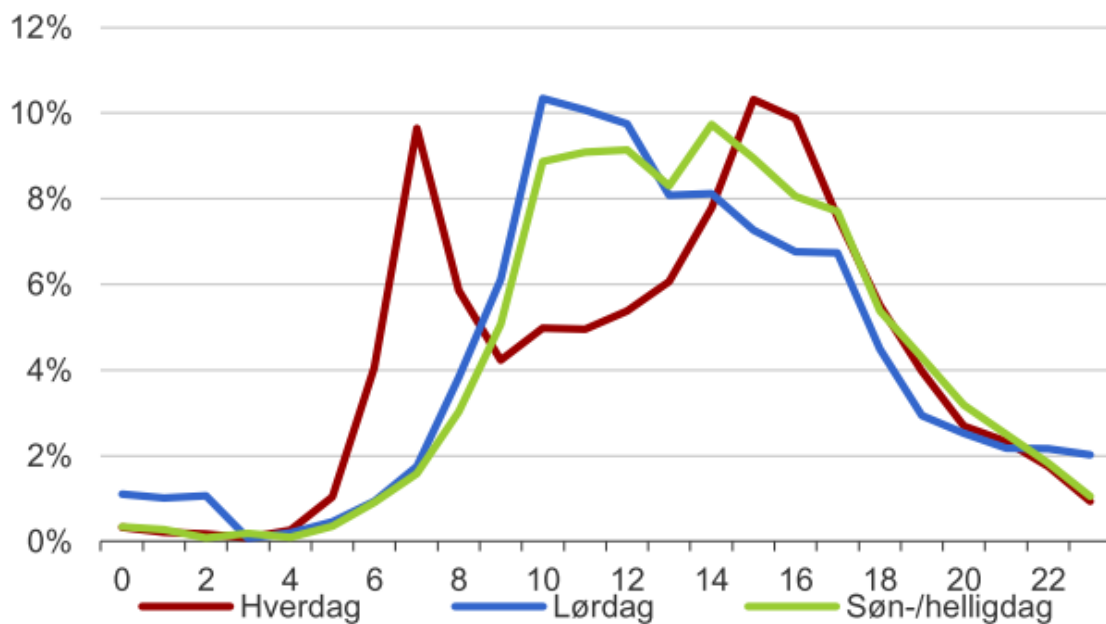
For at analysere togtrafikken i Nordjylland benyttes fremskrivningerne til at finde antallet af passagerer i 2025. Af scenarier der er analyseret er et enkeltspor og et dobbeltspor over Jernbanebroen, inkl. hvilken indflydelse det kan have. Til de to scenarier er kapaciteten på broen bestemt til henholdsvis 5/6 tog pr. retning i afsnit **Error! Reference source not found.** og ved dobbeltspor med 10/12 tog pr. retning.

Tidszonen, der er valgt at se på er mellem 7-8, da det er spidsbelastningstidspunktet i antallet af passagerer fordelt over ankommende og afrejsende på landsplan illustreret på Figur 10.13 (COWI 2015b). Det er herfra vurderet, at det er i denne periode, at kapaciteten på tognettet er mest belastet.

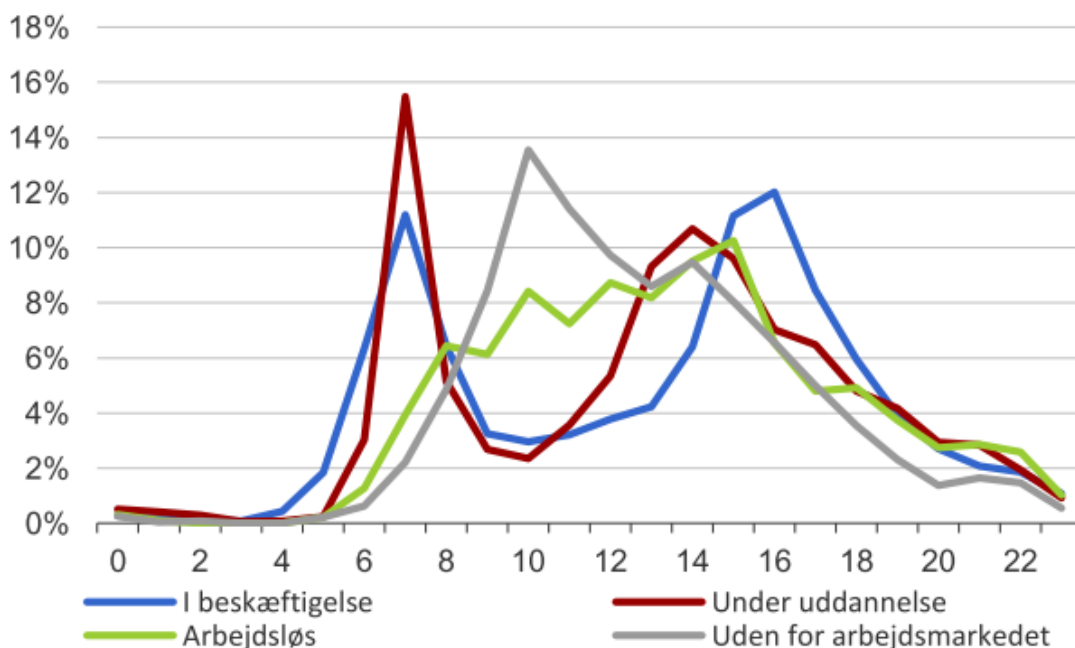


Figur 10.13: Timefordeling af passagerer i ankomster og afrejser, hvor det fremgår af 7-8 og 15-17 er det tidspunkter med flest rejser. (COWI 2015b)

Samme billede findes fra TU data, hvor peaket er i hverdagen mellem 6–8. For at kunne vurdere om antallet af tog er passende i fremtiden og hvor mange tog der er nødvendig i forhold til stå/siddepladser er spidstimen bestemt ud fra Figur 10.14 og Figur 10.15. Det fremgår af graferne at spidstimen ligger generelt mellem 10 – 16 %. For Aalborg Lufthavn må det forventes at spidstimen er mere fordelt end resten af landet.



Figur 10.14: Ture fordelt på afgangstidspunkt og dagtype fra 2011-2013. (DTU Transport 2013)



Figur 10.15: Andel af dagens ture fordel på afgangstidspunkt og beskæftigelse, hverdage 2011-2013. (DTU Transport 2013)

Det er valgt at benytte en spidstime på 10 %, 15 % og 20 %, da der formodes der kan være dage hvor afgangstidspunktet kan overstige de gennemsnitlige 10 %. Det forventes dog at Aalborg Lufthavn har en mere jævn fordeling af passagere over dagen.

10.6 Resultater

Resultaterne er baseret på fremskrivningerne af passagereantallet fra 2013, og beregnet frem til 2025. Forholdet mellem år, uge og hverdag er, en uge er 1/52 af et år og hverdag er 1/300 af et år. Valget på 1/300 del skyldes at en hverdag har generelt højere andel af passagere end weekender, hvilket også afspejles i antal afgange i hverdagen kontra weekend og helligdage.

Det er valgt at fremhæve stationerne med de højeste antal passagerer, se Tabel 10.7. Det kan ses at frem mod 2025 vil antallet af passagerer øges i bedste fald i forhold til forudsætningerne fra ca. 24.000 – 40.000, hvilket svarer til en stigning på ca. 66 %. Det kan også ses at faktoren i at når Nordjyske Jernbaner overtager jernbane nettet har en stor betydning for det samlede antal passagerer.

Tabel 10.7: Angivelse af antallet af passagerer for hverdag ved forskellige fremskrivninger i 2025.

Hverdag	Total	Aalborg	Frederikshavn	Hjørring	Brønderselv	Hobro
Nuværende	24.064	7.520	1.387	2.557	1.676	1.593
Fremskrivning 1,5%	28.771	9.348	1.758	3.346	2.053	1.782
Fremskrivning 2%	30.518	9.916	1.865	3.549	2.178	1.890
Fremskrivning 1,5% + 20%	33.584	10.912	2.052	3.906	2.396	2.080
Fremskrivning 2% + 20%	35.331	11.480	2.159	4.109	2.521	2.188
Fremskrivning 1,5% + 40%	38.396	12.475	2.346	4.465	2.740	2.378
Fremskrivning 2% + 40%	40.144	13.043	2.453	4.668	2.865	2.486

Det er valgt at fokusere på spidstime belastningen, da det er den mest interessante i forhold til passagermængden og behovet for material i fremtiden. Det er valgt at benytte tre forskellige spidstimebelastninger på henholdsvis 10 %, 15 % og 20 %. Det må forventes at 10 % er en gennemsnitlig dag, mens 15 % er mere sjælden og de 20 % kan ske nogle få gange om året. Resultaterne for togdriften i Nordjylland for den hårdest belastede strækning i forskellige spidstimer med fremskrivning kan ses på Tabel 10.8.

Tabel 10.8: Hårdste belastede strækning mellem Brønderslev – Lindholm, med forskellige spidstimebelastninger med antal passagerer i 2025.

Spidstimebelastning	10 %	15 %	20 %
Nuværende	163	245	326
Fremskrivning 1,5%	195	293	390
Fremskrivning 2%	207	310	414
Fremskrivning 1,5% + 20%	228	342	456
Fremskrivning 2% + 20%	240	359	479
Fremskrivning 1,5% + 40%	260	391	521
Fremskrivning 2% + 40%	272	408	544

Det er ligeledes interessant at se, hvilken belastningsgrad passagererne vil have både med sædebelægning og totalbelægning. Det er beregnet med to tog i timen som den fremtidige køreplan er med og tre tog for at se ud i fremtiden. Det er valgt at benytte Coradia Lint 41 data, der har 125 sæder og 132 stå pladser med en total mængde på 257, som er angivet i afsnit 5.4. Resultaterne for belægningsgraden på sæder kan ses i Tabel 10.9 og Tabel 10.10. Resultatet for den totale belastning er beregnet i Tabel 10.11.

Tabel 10.9: Belægning med udgangspunkt i antallet af sæder ved forskellige fremskrivninger i spidsbelastningen med to tog i timen i 2025.

Sædebelægning i procent	10,00% [%]	15,00% [%]	20,00% [%]
Nuværende	65	98	131
Fremskrivning 1,5%	78	117	156
Fremskrivning 2%	83	124	166
Fremskrivning 1,5% + 20%	91	137	182
Fremskrivning 2% + 20%	96	144	192
Fremskrivning 1,5% + 40%	104	156	208
Fremskrivning 2% + 40%	109	163	218

Tabel 10.10: Belægning med udgangspunkt i antallet af sæder ved forskellige fremskrivninger i spidsbelastningen med tre tog i timen i 2025.

Sædebelægning i procent	10,00% [%]	15,00% [%]	20,00% [%]
Nuværende	44	65	87
Fremskrivning 1,5%	52	78	104
Fremskrivning 2%	55	83	110
Fremskrivning 1,5% + 20%	61	91	121
Fremskrivning 2% + 20%	64	96	128
Fremskrivning 1,5% + 40%	69	104	139
Fremskrivning 2% + 40%	73	109	145

Tabel 10.11: Den totale belægning med stå og sædepladser ved forskellige fremskrivninger i spidsbelastningen med to tog i timen i 2025.

Total belægning i procent	10,00%	15,00%	20,00%
Nuværende	32	48	63
Fremskrivning 1,5%	38	57	76
Fremskrivning 2%	40	60	81
Fremskrivning 1,5% + 20%	44	66	89
Fremskrivning 2% + 20%	47	70	93
Fremskrivning 1,5% + 40%	51	76	101
Fremskrivning 2% + 40%	53	79	106

Som det fremgår af Tabel 10.11 er der ikke problemer i forhold til den totale plads i fremtiden selv med den højeste fremskrivning med to tog på strækningen. I Tabel 10.9 og Tabel 10.10 med sædebelægningen er grænsen for alle sæder er optaget ved 250 passagere. I det nuværende er der allerede nu problemer med sædebelægningen ved en spidstimestbelastning på 15 %, og det ser ikke bedre ud med fremskrivningerne. Med den estimeret fremskrivning kan det ses at den totale belægning ikke er et problem, men derimod antallet af sæder er ikke tilstrækkeligt hvis det er et ønske i fremtiden.

På jernbane forbindelsen til Aalborg Lufthavn er der lavet samme beregninger dog med anden fremskrivning. I Tabel 10.12 er antallet af passagere til Aalborg Lufthavn beregnet. Det fremgår at der i bedste tilfælde vil være ca. 1.150 passagere om dagen ud fra fremskrivning på 4,3 %, mens en mere konservativ fremskrivning på 1,5 % giver ca. 900 passagerer til toget.

Tabel 10.12: Passagemængde på hverdag til Aalborg Lufthavn, med andel og fordeling af kollektivtrafik på togtrafik i 2025.

	Total	Kollektivtrafik andel		Fordeling tog/bus 15 %		Fordeling tog/bus 30 %	
		15 %	30 %	25 %	50 %	25 %	50 %
Nuværende	4.855	728	1.456	182	364	364	728
Fremskrivning 1,6 %	5.746	862	1.724	215	431	431	862
Fremskrivning 4,3 %	7.611	1.142	2.283	285	571	571	1.142

For at beregne belægningen af sædepladser er der taget udgangspunkt i IC3 med 145 sæder se afsnit 5.4. Det er valgt at se bort fra stående, grundet det forholdsvis lave antal passagere. I Tabel 10.13 og Tabel 10.14 er beregningerne for belægningsprocent på sæder for henholdsvis et tog og to tog i timen, med spidstimer på 10 %, 15 % og 20 %.

Tabel 10.13: Belægningprocent for jernbane forbindelse til Aalborg Lufthavn ved forskellige spidstimer i forhold til sæder i IC3 tog, med et tog i timen i 2025.

	Fordeling tog/bus Kollektivtrafikandel15 %		Fordeling tog/bus Kollektivtrafikandel30 %	
	25%	50%	25%	50%
Spidstimer 10 %				
Nuværende	13	25	25	50
Fremskrivning 1,6 %	15	30	30	59
Fremskrivning 4,3%	20	39	39	79
Spidstimer 15 %				
Nuværende	19	38	38	75
Fremskrivning 1,6 %	22	45	45	89
Fremskrivning 4,3%	30	59	59	118
Spidstimer 20 %				
Nuværende	25	50	50	100
Fremskrivning 1,6 %	30	59	59	119
Fremskrivning 4,3%	39	79	79	157

Tabel 10.14: Belægningprocent for jernbane forbindelse til Aalborg Lufthavn ved forskellige spidstimer i forhold til sæder i IC3 tog, med to tog i timen i 2025.

	Fordeling tog/bus Kollektivtrafikandel15 %		Fordeling tog/bus Kollektivtrafikandel30 %	
	25%	50%	25%	50%
Spidstimer 10 %				
Nuværende	6	13	13	25
Fremskrivning 1,6 %	7	15	15	30
Fremskrivning 4,3%	10	20	20	39
Spidstimer 15 %				
Nuværende	9	19	19	38
Fremskrivning 1,6 %	11	22	22	45
Fremskrivning 4,3%	15	30	30	59
Spidstimer 20 %				
Nuværende	13	25	25	50
Fremskrivning 1,6 %	15	30	30	59
Fremskrivning 4,3%	20	39	39	79

For at kunne sammenligne tog og busser, er belægningen her ligeledes undersøgt. Den nuværende frekvens for busser er beskrevet i afsnit 9.1, hvor den samlede frekvens ligger mellem 4-5 busser. Antallet af sæder i en bus sat til 44, da det er standard. I Tabel 10.15 kan belægningsgraden for sæder ses ved forskellige spidstimer, antal busser og fremskrivninger. I Tabel 10.16 er samme beregnings metode her er det 94 antal pladser, da det inkluderet stående.

Tabel 10.15: Belægning for sædepladser med forskelligt antal busser til Aalborg Lufthavn ved forskellige fremskrivninger og spidstimer belastninger i 2025.

Spidstimer		10 %		15 %		20 %	
		15 %	30 %	15 %	30 %	15 %	30 %
3 busser	Nuværende	41	83	62	124	83	166
	Fremskrivning 1,6 %	49	98	73	147	98	196
	Fremskrivning 4,3%	65	130	97	195	130	259
4 busser	Nuværende	41	83	62	124	83	166
	Fremskrivning 1,6 %	49	98	73	147	98	196
	Fremskrivning 4,3%	65	130	97	195	130	259
5 busser	Nuværende	33	66	50	99	66	132
	Fremskrivning 1,6 %	39	78	59	118	78	157
	Fremskrivning 4,3%	52	104	78	156	104	208
6 busser	Nuværende	28	55	41	83	55	110
	Fremskrivning 1,6 %	33	65	49	98	65	131
	Fremskrivning 4,3%	43	86	65	130	86	173

Tabel 10.16: Belægninggrad med maksimale antal passagerer inkl. ståpladser med forskelligt antal busser til Aalborg Lufthavn ved forskellige fremskrivninger og spidstimer belastninger i 2025.

Spidstimer		10 %		15 %		20 %	
		15 %	30 %	15 %	30 %	15 %	30 %
3 busser	Nuværende	19	39	29	58	39	77
	Fremskrivning 1,6 %	23	46	34	69	46	92
	Fremskrivning 4,3%	30	61	46	91	61	121
4 busser	Nuværende	19	39	29	58	39	77
	Fremskrivning 1,6 %	23	46	34	69	46	92
	Fremskrivning 4,3%	30	61	46	91	61	121
5 busser	Nuværende	15	31	23	46	31	62
	Fremskrivning 1,6 %	18	37	28	55	37	73
	Fremskrivning 4,3%	24	49	36	73	49	97
6 busser	Nuværende	13	26	19	39	26	52
	Fremskrivning 1,6 %	15	31	23	46	31	61
	Fremskrivning 4,3%	20	40	30	61	40	81

Det fremgår af Tabel 10.15 og Tabel 10.16 at den nuværende frekvens på 4-5 busser er tilstrækkelig i fremtiden, dog er der ikke plads til siddepladser til alle. Med i beregningerne er det kun trafikken til Aalborg Lufthavn og Lufthavnsvej med kollektiv andel på 15 og 30 %, dvs andre rejsede på strækningen er ikke med medtaget. Belastningen i spidstimen er yderligere belastet inden centrum af Aalborg, hvor busserne kører udfra, og er en faktor der ikke er medtaget i beregningerne, men har en indvirkning.

10.7 Analyse af resultater

Resultaterne for fremskrivning giver et indblik i, hvor nødvendig det er at udbygge infrastrukturen i Nordjylland. I forhold til den fremtidige tog drift i Nordjylland bør der, hvis udviklingen stemmer overens med forudsætningerne, øges mængden af sæder for at kunne tiltrække flere kunder i fremtiden.

I 2025 vil den totale plads i togene være tilstrækkelig til det fremskrevne behov. Samtidig vil en jernbane til Aalborg Lufthavn ikke have betydning for passagere i Nordjylland så fremt der er plads til 4 tog pr. retningen. Køreplanen vil dog være mere stram og vil være mere overfølsom over for forsinkelser, men under normale drift forhold vil det godt kunne lade sig gøre uden det vil påvirke passagere, der rejser nord for Limfjorden i forhold til plads.

Er ønsket at sikre flere sidepladser i myldretiden og sænke belægningen kan det være nødvendigt at have tre togsæt i timen i fremtiden. Det kan løses ved at indsætte ekstra tog på strækningen eller ved en sammekobling af to tog. Med en jernbane forbindelse til Aalborg Lufthavn vil det blive en mere kompakt timeplan, hvor der ikke er plads til køretidstillæg.

Det fremgår af resultaterne at det transportbehov, der er til Aalborg Lufthavn, kan løses med en busløsning selv med den høje fremskrivning på 4,3 % og kollektive trafikandel på 30 %. Det fremgår også af beregningerne at et enkelt tog vil være nok til at klare spidstimen i forhold til sædebelægning.

Et enkelt tog er nok til at klare passageremængden til Aalborg Lufthavn stiller spørgsmål om det er en god idé at oprette en jernbaneforbindelse, da det sagtens kan klares via busdrift.

Jævnfør beregningerne er det klarlagt at behovet for antallet af tog over Limfjordsbroen ligger på mellem tre til fire tog i timen pr. retning i myldretiden. Derfor ses en udvidelse af jernbanebroen ikke som nødvendig forudsat at kapaciteten er på 5/6 tog i timen pr. retning.

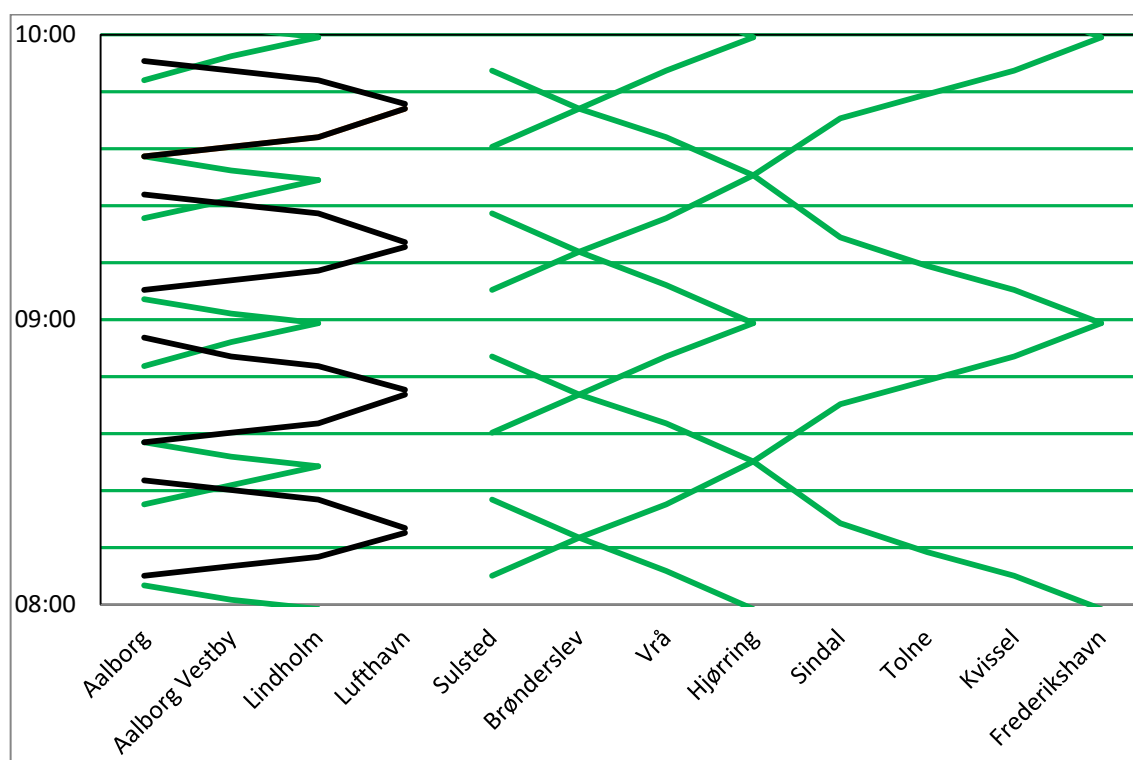
11. Køreplaner

I dette kapitel ses der på hvordan en køreplan kan udformes, med hensyn til at der skal køre tog både til Aalborg Lufthavn og Vendsyssel. Samtidig vil det beskrives hvilke problemstillinger, der er ved hver køreplan, og hvordan det kan løses. Der tages højde for at der er krav om 18 min samlet åbningstid for Jernbanebroen i timen. Det er nødvendigt at ændre den landsdækkende køreplan, derfor er der afgrænset fra det.

Det er valgt at benytte 5 min mellem Aalborg – Aalborg Lufthavn, da det ikke forventes at der skal stoppes mellem, baseret på ”Forundersøgelse af en banebetjening af Aalborg Lufthavn” (Banedanmark 2011).

11.1 To tog til Vendsyssel og to tog til Aalborg Lufthavn

En køreplan med to tog til Vendsyssel og to til Aalborg Lufthavn kan laves symmetrisk, og kan passes ind i køreplan K13. På Figur 11.1 er en grafisk køreplan fra Aalborg – Frederikshavn illustreret. Køreplaner tager udgangspunkt i køreplanen fra K13, hvor der er plads til ekstra tog imellem regionaltogene.



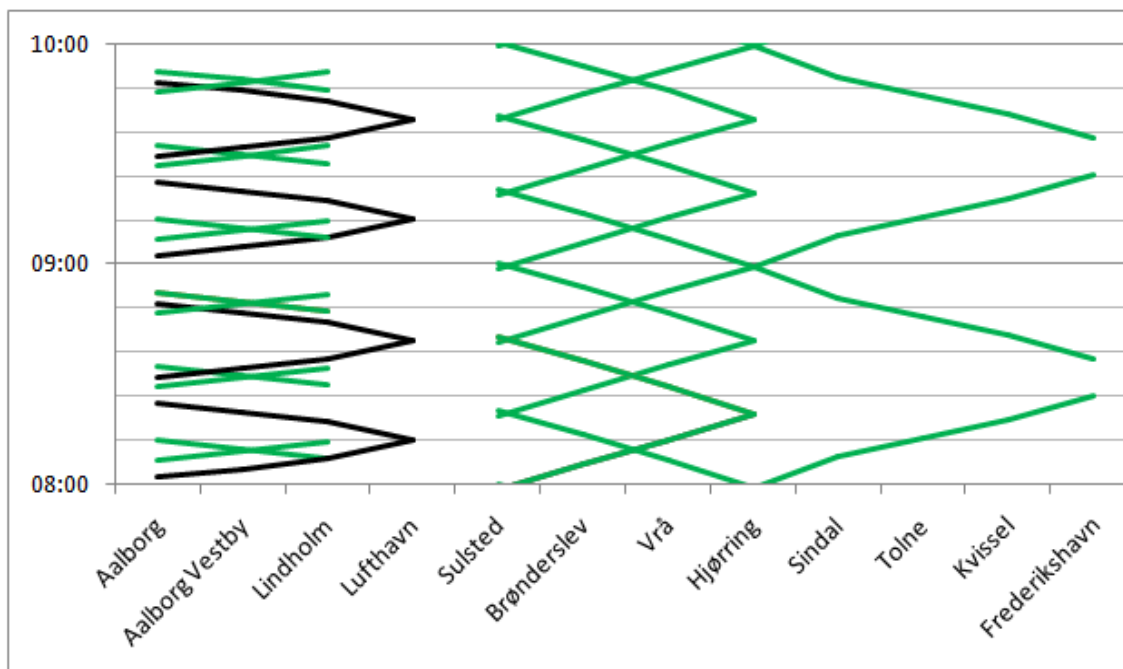
Figur 11.1: Grafisk køreplan, med to tog til Vendsyssel og to tog til Aalborg Lufthavn. Grøn er regionalog, og sort er DSB tog til Lufthavnen.

Der er i køreplanen plads til to passagere for skibstrafik på 12 min. Planen vil give halvtimes drift til Aalborg Lufthavn, dog er det ikke sammenhængene med den eksisterende togtrafik fra DSB, som må formodes at skulle ændres alligevel. I køreplanen er der plads til at rykke toget 8:07 til at køre 7 min tidligere, hvilket vil give længere tid til skibsfart og tid til evt. tankning.

For at gennemteste køreplanen bør den køres igennem et simuleringsværktøj for at teste for konsekvenser ved forsinkelser, for at optimere planen.

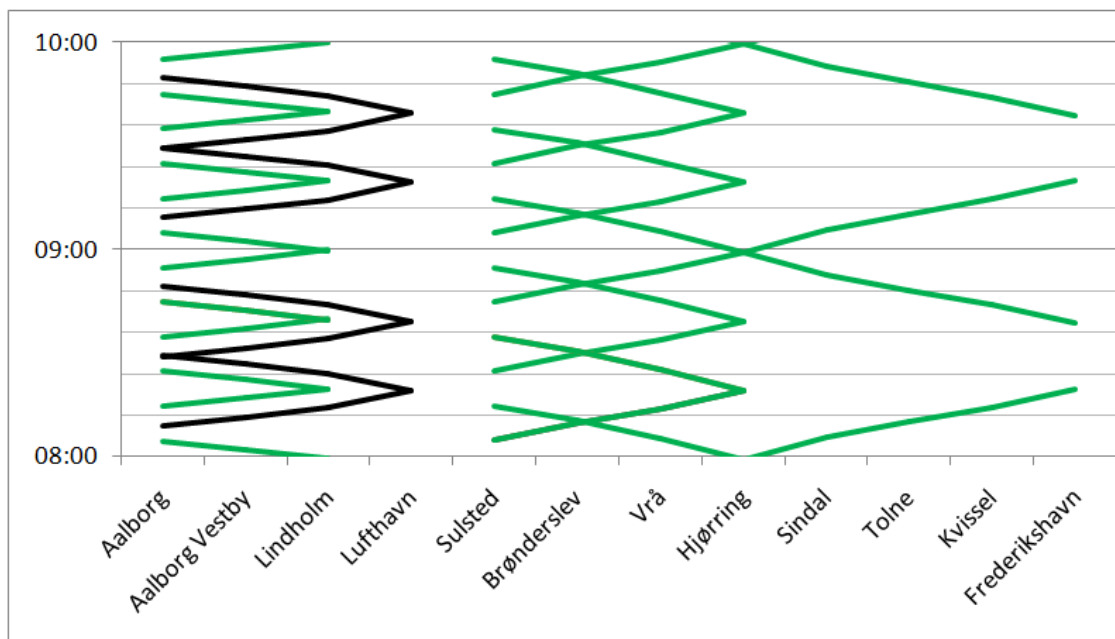
11.2 Tre tog til Vendsyssel og to tog til Aalborg Lufthavn

Der er undersøgt to modeller den eksisterende 120 km/t og hastighedsopgradering på 200 km/t, og hvilke problemstilling det vil give og hvordan det kan løses. Til køreplanerne er det valgt at køre 20 min drift fra Hjørring og timedrift til Frederikshavn. Tiderne der er benyttet mellem, er de rå køretider og ekstra køretidstillæg, der bør påregnes fra Banedanmark.



Figur 11.2: Køreplan med tre tog til Vendsyssel og to til Aalborg Lufthavn. 120 km/t. Grøn er regionalog, og sort er DSB tog til Lufthavnen.

Den nuværende infrastruktur kan ikke bære tre tog i timen nord for Limfjorden, grundet manglede mulighed for krydsninger undervejs, se Figur 11.2. Med tre tog nord for fjorden med den nuværende infrastruktur, vil en sådan løsning kræve ændring i infrastrukturen, på strækningen mellem Brønderslev og Vrå og forlænge krydsningen ved Sulsted.



Figur 11.3: Køreplan med tre tog til Vendsyssel og to tog til Aalborg Lufthavn. 200 km/t. Grøn er regionalog, og sort er DSB tog til Lufthavnen.

Ved en opgradering af hastigheden nord for Lindholm til 200 km/t vil det være muligt at køre 25 min mellem Aalborg og Hjørring. Samtidig vil det ikke være nødvendigt at ændre den nuværende infrastruktur foruden hastighedsopgradering, se Figur 11.3.

Det fremgår af Figur 11.2 og Figur 11.3, at problemet med at have tre tog til Vendsyssel, ikke er Limfjordsforbindelsen, men derimod problemer med den nuværende infrastruktur nord for Limfjorden. Med de to køreplaner vil det vil muligt, at indsætte et ekstra tog mellem Hjørring og Frederikshavn.

12. Diskussion

Det vil diskuteres om der kan investeres klogere og, hvilke yderligere forbedringer der kan ske for den kollektive trafik i fremtiden for Region Nordjylland.

Det er vurderet at de fremskrivninger og spidstimebelastninger, der er brugt er i den maksimale grænse for hvordan det kan udvikle sig fremover. Det har ved tidligere rapporter fra Banedanmark være slået fast, i to omgange, at jernbane forbindelsen til Aalborg Lufthavn ikke ville kunne betale sig samfundsøkonomisk. Det samme resultat er der kommet frem til her. Ifølge Lohmann Hansen (2016) vil der være ca. 100 passagere i timen til Aalborg Lufthavn hver dag, hvilket er ca. 50 % af det der er beregnet i det laveste niveau af kollektivtrafik andel, beregnet i afsnit 10.6. Konklusionen er dog det samme. Alligevel er der politisk støtte til projektet på trods af at det af flere rapporter viser at det samfundsøkonomisk er en dårlig idé. Vedtagelsen til Aalborg Lufthavn kommer ud af næsten ingen ting, da den ikke har været med i nogle af de visioner, der har været udgivet fra Region Nordjylland siden 2000.

I et større prespektiv ville det sandsynligvis være bedre for den danske infrastruktur at etablere en Kattégat forbindelse eller opgradere til timemodellen, i stedet for en jernbaneforbindelse til Aalborg Lufthavn. Det vil sandsynligvis reducere indrigsflyvningerne og Aalborg Lufthavn vil tabe rejsende, da tiden i toget kan bruges til arbejde. Det kan ses på rejsemønstre mellem byer med lufthavne og stationer, hvor rejsehastigheden på jernbanen er opgraderet, at tog vinder andel i passagere. Det lavere antal indenrigsrejser vil påvirke resultatet af togpassagere, hvilket gør projektet mere usikkert.

Afsnit 7, omhandlende optimering, er det vurderet at elektrificering af jernbanen til Hirtshalsbanen og Skagensbanen vil koste ca. 300 mio. kr. En bedre investering i jernbanen kunne være at afsætte de 276 mio. kr., for jernbaneforbindelse til Aalborg Lufthavn, til elektrificering af Hirtshalsbanen og Skagensbanen. På denne måde vil passagere, der benytter togdrift i Nordjylland få bedre driftmuligheder i fremtiden, da Aalborg Lufthavn ikke vil optage kapacitet på jernbanebroen og Vendsyssel fremtidssikres med hensyn til nyindkøb af tog i fremtiden. Det forslag er selvfølgelig afhængig af at der elektrificeres til Frederikshavn. En metode, hvor det kan sikres, er at starte med at elektrificere Skagensbanen, da resten vil være tvunget til at blive elektrificeret, som det blev gjort med Hirtshalsmotorvejen.

Et andet projekt der bør vurderes, er om der bør etableres en niveaufriskæring med Thisted Vej. Det vil ikke give flere passagerer til kollektiv trafik, men det vil sandsynligvis give en samfundsøkonomisk gevinst, grundet den mindskede forsinkelse for bilisterne. Ændringen vil ikke resultere i nogen nævneværdig forbedring af rejsetid, da Limfjordsforbindelsen har en hastighedsgrænse på 60 km/t og at afstanden er under 500 m.

De seneste 10-20 år og de kommende 10 år er der og kommer der til at være en masse forandringer for jernbanen i Nordjylland, hvis alle de planlagte tiltag bliver gennemført. Om der i fremtiden vil komme investere i rejsehastighedsforbedringer i de

næste 10 – 20 år er vurderet til ikke at ske, grundet de nuværende investeringer i jernbanen, både regionalt og på landsplan. Samtidig er der problemer med finansiering af de eksisterende planer grundet de faldende oliepriser.

Det er ifølge køreplansberegningerne ikke muligt at køre tre tog i Vendsyssel med den eksisterende infrastruktur. Hvis der opgraderes til 200 km/t på strækningen Lindholm – Frederikshavn er det muligt at køre tre tog i timen til Hjørring og 2 tog mellem Hjørring og Frederikshavn uden andre ændringer. Ved den nuværende hastighed på 120 km/t er det nødvendigt at lave et krydsningspor mellem Brønderslev og Vrå, hvis tre tog i timen i Vendsyssel skal realliseres, samtidig er det nødvendigt at forlænge krydsningen ved Sulsted i nordlig retning. Med andre togtyper, køreplaner eller forudsætninger kan ændre, hvor eller hvordan infrastrukturen bør indrettes.

13. Konklusion

Det kan konkluderes at etablering af jernbane til Aalborg Lufthavn er en dårlig idé, da passageregrundlaget simpelthen ikke er til stede for en investering i den størrelse. Med en jernbaneforbindelse til Aalborg Lufthavn, kan der køres to tog pr time, med halvtimes drift uden behov for at ændre køreplan k13. Det vil være nødvendigt at ændre de eksisterende køreplaner fra DSB for at få det til at passe. I tilfælde af forsinkelser på mere end 7 min i ankomst til Aalborg Station sydfra, vil der ikke være plads mellem Aalborg vest og Lindholm.

Med en jernbanebro med dobbeltspor vil det kunne lade sig gøre at få flere tog over, men grundet pladsering af krydsninger i Vendsyssel vil det ikke kunne lade sig gøre at udnytte den ekstra kapacitet. En udvidelse af jernbanebroen til dobbeltspor mellem Aalborg Vest By Station og Lindholm Station er vurderet til at være en dårlig idé, både med og uden en jernbaneforbindelse til Aalborg Lufthavn. Skal frekvensen øges til 3 tog i timen, er en løsning at forlænge krydsningen ved Sulsted i nordligretning og oprette en ny mellem krydsning mellem Brønderslev og Vrå. Et andet alternativ er at øge hastigheden til 200 km/t, hvor de eksisterende krydsninger kan benyttes. Med andre forudsætninger kan det ændre, hvor eller hvordan infrastrukturen bør indrettes.

De nye rejsetider er en væsentlig forbedring og vil kunne give mulighed for en forøgelse af passagere, da den samlede rejsetid med tog er tæt på myldretidstrafikken i bil fra Hjørring og Brønderslev. Strækningen Frederikshavn–Hjørring forventes det at passagere antallet ikke vil ændres betydeligt, da ingen ændring i rejsetiden på strækningen, samt. Det vil være muligt at lave halvtimes drift mellem Frederikshavn og Hjørring, hvis der laves et krydsningspor øst for Sindal. En hastighedsopgradering vil ikke afhjælpe medmindre hastigheden opgrades til ca. 200 km/t.

14. Ordliste

Forkortelse	Definition
AM-signaler	Automatisk mellembloksignal, Signalet skifter automatisk til "stop" når et tog passerer
ATC	Automatic Train Control – Sikkerhedssystem for tog. Nuværende system der anvendes i Danmark
BRT	Bus Rapid Transportsystem
ERTMS	European Rail Traffic Management System - Sikkerhedssystem for tog
ETSM	European Train Control System – togkontrollsystem
Eurobalise	Kilometersten elektromagnetisk sender eller transponder, der anvendes til ETSM
GSM-R	Global System for Mobile Communications – Rail. Kommunikationsdelen af ERTMS
HKT	HastighedsKontrol og automatisk Togstop – Sikkerhedssystem for tog. Anvendes bl.a S-banen
NJ	Nordjyske Jernbaner
NT	Nordjyllands Trafikselskab
Sikringsrelæg	
TEN-T	Trans-European Transport Networks
TSI	Tekniske standarder for interoperabilitet.
TU	Transportvaneundersøgelsen
UIC	Den internationale jernbaneorganisation. Udgiver de internationale retningslinjer for jernbanetrafikken.
Vekselspordrift	Mulighed for at tog ville kunne køre i begge retninger på dobbeltspor

15. Litteraturliste

- Alstom, 2015. Alstom to supply 13 Coradia Lint regional trains to Nordjyske Jernbane. Available at: <http://www.alstom.com/press-centre/2015/6/alstom-to-supply-13-coradia-lint-regional-trains-to-nordjyske-jernbane/> [Accessed January 28, 2016].
- Annette, A. & Numelin, A., 2004. *Aalborg Nærbane Stationerne*,
- Atkins, 2013. *Jernbanebetjeningen i Nordjylland En analyse af banens udviklingsmuligheder*,
- Atkins & Region Nordjylland, 2010. *Jernbaneinfrastrukturen nord for Århus*,
- Banedanmark, 2016a. Banenorm BN1-6-6: Tværprofiler for ballasteret spor. , pp.1-38. Available at: http://www.bane.dk/db/filarkiv/20306/BN1-6-6_20160401.pdf.
- Banedanmark, 2008a. Blokafsnit. Available at: <http://www.bane.dk/visArtikel.asp?artikelID=7490> [Accessed February 1, 2016].
- Banedanmark, 2014a. DSB infrastruktur: Fritrumsprofiler. , (01.01.2014), p.23. Available at: <http://www.bane.dk/db/filarkiv/5051/FRITRUMSPROFILER010114.pdf>.
- Banedanmark, 2014b. Elektrificering i Danmark. Available at: <http://www.bane.dk/visArtikel.asp?artikelID=20515> [Accessed March 15, 2016].
- Banedanmark, 2012. Ellidshøj nedlægges som togfølgestation pr. 1. april - Jernbanen.dk forum. Available at: <http://www.jernbanen.dk/forum/index.php?id=40064> [Accessed February 1, 2016].
- Banedanmark, 2008b. ERTMS. Available at: <http://www.bane.dk/visArtikel.asp?artikelID=7484> [Accessed February 2, 2016].
- Banedanmark, 2011. *Forundersøgelse af en banebetjening af Aalborg Lufthavn*,
- Banedanmark, 2015a. *Miljøreddegørelse, Ny bane til Aalborg Lufthavn*,
- Banedanmark, 2015b. Ny bane til Aalborg Lufthavn - Nordlige grundløsning. Available at: <http://banedanmark.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=odb71f6f29b94eb3926c413cd5892612> [Accessed October 14, 2015].
- Banedanmark, 2015c. *Ny bane til Aalborg Lufthavn - Samfundsøkonomi*,
- Banedanmark, 2008c. Sikringsanlæg. Available at: <http://www.bane.dk/visArtikel.asp?artikelID=7487> [Accessed February 2, 2016].
- Banedanmark, 2014c. *TEN-T strækninger i Danmark*,
- Banedanmark, 2016b. TIB-S, Available at: <http://www.bane.dk/visArtikel.asp?artikelID=132>.

- Banestyrelsen, 2014. Regeringen lægger op til ny rammeaftale for jernbaneområdet 2005.
- BBC, 2015. Are low oil prices here to stay? - BBC News. Available at: <http://www.bbc.com/news/business-30814122> [Accessed February 22, 2016].
- Bjørn Godske, 2012. Elendige svejsninger på Limfjords-bro udskyder åbning på ubestemt tid. Available at: <http://ing.dk/artikel/elendige-svejsninger-pa-limfjords-bro-udskyder-abning-pa-ubestemt-tid-134218> [Accessed April 4, 2016].
- Brofogeden, 2016. Mail korrespondance Gert Poulsen.
- COWI, 2007. Vesttælling 2006 Vesttælling 2006. , (August).
- COWI, 2010. Vesttælling 2009 Vesttælling 2009 Hovedrapport. , (September).
- COWI, 2011. Vesttælling 2010 Bus & Tog Vesttælling 2010 Hovedrapport.
- COWI, 2012. Vesttælling 2011 Bus & Tog Vesttælling 2011 Hovedrapport.
- COWI, 2013. Vesttælling 2012. , (August).
- COWI, 2015a. Vesttælling 2013.
- COWI, 2015b. *Vesttælling 2014*,
- COWI & Nordjyske Trafikselskab, 2015. *Registrering af eksisterende stationer Frederikshavn - Skørping*,
- Danmarks Statistik, 2015. Statistikbanken. Available at: <http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1920>.
- DSB, 2015. Nye tider – DSB's køreplan 2016. Available at: http://www.trafikdage.dk/m/article_view.php?id=249 [Accessed April 6, 2016].
- DTU Transport, 2013. Faktaark om transportens tidsfordeling. *Transportvaneundersøgelsen*.
- Erhvervs- og Vækstministeriet, 2012a. *Styrket konkurrence til gavn for Danmark politisk udspil*,
- Erhvervs- og Vækstministeriet, 2012b. Styrket konkurrence til gavn for Danmark politisk udspil.
- EU, 2014. What do we want to achieve ? 2014. Available at: http://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/index_en.htm [Accessed March 17, 2016].
- Finansieringsudvalget, 2010. *Notat om Revision af strukturelle kriterier til fordeling af regionernes bloktilskud på udviklingsområdet*,
- Finansministeriet et al., 2006. *Aftale om trafik 2007*,

- Finansministeriet et al., 2008. Aftale om trafik 2008. Available at: www.fm.dk, August 27, 2015.
- Finansministeriet et al., 2003. *Aftale om trafikpakken 2003*, Available at: www.fm.dk, August 27, 2015.
- Geodatastyrelsen, 2016. Den danske Havnelods. Available at: <http://www.danskehavnelods.dk/#BID=7> [Accessed April 4, 2016].
- Google, 2016a. Google Map. Available at: [Google.dk](http://www.google.dk).
- Google, 2016b. Google Maps. Available at: <https://www.google.dk/maps/@57.0147203,9.9725523,15z> [Accessed April 28, 2016].
- Gyldendal - Den Store Danske, 2016. Betalingsbalance. 2016. Available at: http://denstoredanske.dk/Samfund,_jura_og_politik/Samfund/Samfund_og_statistik/betalingsbalance [Accessed March 15, 2016].
- Hansen, A.R., 2015. Hjørring Kommune. , pp.1–8.
- Jensen, C.K., Bennedsen, I.L. & Jensen, R.G., 2010. *Jernbane til "take-off" - en benefit?*, Aalborg.
- Kolborg, S. & Laursen, A., 2015. Dyk i oliepriser kan bremse storstilet togfond. DR. Available at: <https://www.dr.dk/nyheder/penge/dyk-i-oliepriser-kan-bremse-storstilet-togfond> [Accessed February 22, 2016].
- Kulturbro-Aalborg, 2016. Kulturbroen. Available at: <http://www.kulturbroaalborg.dk/> [Accessed April 4, 2016].
- Landex, A., Kaas, A.H. & Hansen, S., 2006. *Railway Operation*,
- Lohmann Hansen, A., 2016. *Ikke flere unyttige projekter*,
- Marfelt, B., 1995. For dyrt og for dårligt. Available at: <http://ing.dk/artikel/dyrt-og-darligt-12810> [Accessed March 15, 2016].
- Melchior, N.J., 2008. *Kollektiv trafik: forudsætninger, planlægning og eksempler*, Aalborg: Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg Universitet.
- Melchior, N.J., 2015. *Aalborg - kollektiv trafikplan - processen Data Vision Målsætninger Strategier Handlingsplan*,
- Mortensen, H.N., 2013. Nye beregninger: Togfond til 27 milliarder kr. bygger på kunstigt høje oliepriser. Available at: <http://ing.dk/artikel/nye-beregninger-togfond-til-27-milliarder-kr-bygger-paa-kunstigt-hoeje-oliepriser-160208> [Accessed February 22, 2016].
- Nicolaisen, M.S. & Driscoll, P.A., 2014. Ex-Post Evaluations of Demand Forecast Accuracy: A Literature Review. *Transport Reviews*, 34(June 2014), pp.540–557. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/01441647.2014.926428>.

- Nordjyllands Jernbaner, 2016. Nordjyllands jernbaner - Hjørring Privatbaner. Available at: http://www.baner-omkring-aalborg.dk/?Hj%F8rring_Privatbaner [Accessed February 9, 2016].
- Nordjyske, 2015. Nyt signalsystem til tog bliver forsinket | Nordjyske.dk. *Søren Wormselv*. Available at: <http://nordjyske.dk/e-avis/nyheder/nyt-signalsystem-til-tog-bliver-forsinket/6c6a9ecc-be50-459c-b702-b8cf8861e8bf/112/1513> [Accessed November 27, 2015].
- Nordjyske Jernbaner, 2016a. Historien bag Nordjyske Jernbaner. Available at: <http://www.njba.dk/historien-bag-nordjyske-jernbaner.aspx> [Accessed February 9, 2016].
- Nordjyske Jernbaner, 2016b. Teknik data NJ. Available at: <http://www.njba.dk/teknik.aspx> [Accessed February 9, 2016].
- Nordjyske Trafikselskab, 2015a. Bus 200. Available at: [https://www.nordjyllandstrafikselskab.dk/custom/mediafiles/Timetables/117/200 efter sommer.pdf?v=z1fy2c](https://www.nordjyllandstrafikselskab.dk/custom/mediafiles/Timetables/117/200%20efter%20sommer.pdf?v=z1fy2c) [Accessed April 27, 2016].
- Nordjyske Trafikselskab, 2015b. Bus 70. Available at: <https://www.nordjyllandstrafikselskab.dk/custom/mediafiles/Timetables/117/70.pdf?v=x4viff> [Accessed April 27, 2016].
- Nordjyske Trafikselskab, 2015c. Bus 71. Available at: <https://www.nordjyllandstrafikselskab.dk/custom/mediafiles/Timetables/117/71.pdf?v=qbkjux> [Accessed April 27, 2016].
- Nordjylland Trafikselskab, 2015d. *Evaluering Regionalbuskørsel via Aalborg Lufthavn*,
- Nordjylland Trafikselskab, 2014. *Aalborg Køreplan 2014*, Available at: <http://ipaper.ipapercms.dk/NordjyllandsTrafikselskab/Kreplaner/AalborgKoreplan2014> [Accessed November 27, 2015].
- Nordjylland Trafikselskab, 2016. Årsberetninger - Nordjyllands Trafikselskab. Available at: <https://www.nordjyllandstrafikselskab.dk/Om-NT/Aarsberetning> [Accessed May 6, 2016].
- NT, 2014. *Køreplan*,
- Petersen, D.T., 2015. *Etablering af jernbane til danske lufthavne*,
- Poulsen, S., 2011. Elektrificering på Sjælland og i Jylland Indhold.
- Region Nordjylland, 2014. *Kort beskrivelse af nyt regionalt togsystem i Nordjylland*,
- Region Nordjylland, 2012. *Region udviklingsplan 2012*,
- Region Nordjylland, 2013. Ugetælling togpassagerer i Nordjylland.
- Region Nordjylland & KKR Nordjylland, 2012. *Mobilitet i Nordjylland - de regionale prioriteter*,

- Region Nordjylland & KKR Nordjylland, 2015. *Mobilitet i nordjylland – de regionale prioriteter*,
- Rejseplanen, 2016. Rejseplanen.
- Retsinformation, 2011. Dimensionsbekendtgørelsen - Bekendtgørelse om køretøjers største bredde, længde, højde, vægt og akseltryk. Available at: <https://www.retsinformation.dk/forms/RO710.aspx?id=137554> [Accessed June 1, 2016].
- Retsinformation, 2014. Forslag til Lov om ændring af lov om trafikkselskaber - Region Nordjyllands overtagelse af statens trafikføberansvar for lokaltogstrafik mellem Skørping og Frederikshavn. , p.1. Available at: <https://www.retsinformation.dk/Forms/RO710.aspx?id=163723> [Accessed March 1, 2016].
- Rosendahl, M., 2016. Passenger Growth - Swedish Experiences. In p. 22.
- Schittenhelm, B., 2011a. Planlægning med køretidstillæg i jernbanekøreplaner Oversigt.
- Schittenhelm, B., 2011b. Planning With Timetable Supplements in Railway Timetables. *Annual Transport Conference at Aalborg University*. Available at: http://www.trafikdage.dk/papers_2011/63_BerndSchittenhelm.pdf.
- Socialdemokraterne et al., 2009. *En grøn transportpolitik*, Available at: <http://www.trm.dk/da/politiske-aftaler/2009/en-groen-transportpolitik>.
- Socialdemokraterne et al., 2014a. En moderne jernbane - Udmøntning af Togfonden DK. , pp.1–15.
- Socialdemokraterne et al., 2014b. *En moderne jernbane - Udmøntning af Togfonden DK - Fakta Ark*,
- Socialdemokraterne et al., 2013. En ny Storstrømsbro, Holstebromotorvejen mv. 21.
- Socialdemokraterne et al., 2014c. *Fremrykning af investeringer mv. i Togfonden DK*,
- Trafikstyrelsen, 2014. *Optimering af stationsstrukturen En helhedsorienteret betragtning*,
- Trafikstyrelsen, 2008. *Stationsstrukturen i Danmark - en screening af det statslige jernbanenet udenfor Hovedstadsområdet*,
- Trafikstyrelsen, 2013. *Trafikplan for den statslige jernbane 2012-2027*,
- Trafikstyrelsen & Banedanmark, 2013. *Togfonden DK – højhastighed og elektrificering på den danske jernbane Forord*,
- Trankjær, C., 2012. Kollektiv trafikplan Nordjylland 2013-2016. , p.13. Available at: http://www.trafikdage.dk/papers_2012/2_ChristianTrankjaer.pdf [Accessed May 6, 2016].

- Transport-og Bygningsministeriet, 2016. Notat Udkast. , p.3.
- Transport-og Bygningsministeriet, 2014. Regionaltogtrafikken i Nordjylland overdrages til nordjyderne - Transportministeriet. 2014. Available at: <http://www.trm.dk/da/nyheder/2014/regionaltogtrafikken-i-nordjylland-overdrages-til-nordjyderne> [Accessed March 1, 2016].
- Tøfting, S., 2015. Regionaltog Nordjylland - Banebranchen 5 maj 2015.
- Universitet, A., 2016. Daisy - ITS. Available at: <http://daisy.aau.dk/its/?page=Congestion&period=afternoon&x=57.06186&y=9.91501&z=16> [Accessed April 28, 2016].
- Vejdirektoratet, 2015. Kapacitet og serviceniveau. Available at: <http://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?q=%c3%85DT&docId=vd-2015-0075-full> [Accessed April 28, 2016].
- Vejman, 2014. Trafiktællinger. Available at: <http://www.vejman.dk/da/Sider/default.aspx> [Accessed April 28, 2016].
- Walk Score, 2016. Walk Score. Available at: <https://www.walkscore.com/> [Accessed May 26, 2016].
- Østergaard, N., 2013. Danmarks jernbaner er europamestre i køreplansluft | Ingeniøren. Available at: <http://ing.dk/artikel/danmarks-jernbaner-er-europamestre-i-koereplansluft-159819> [Accessed April 6, 2016].
- Aalborg Lufthavn, 2016. Passagertal 2000-2015 | Aalborg Lufthavn. Available at: <http://www.aal.dk/om-aalborg-lufthavn/tal-2000-2014/> [Accessed September 30, 2015].

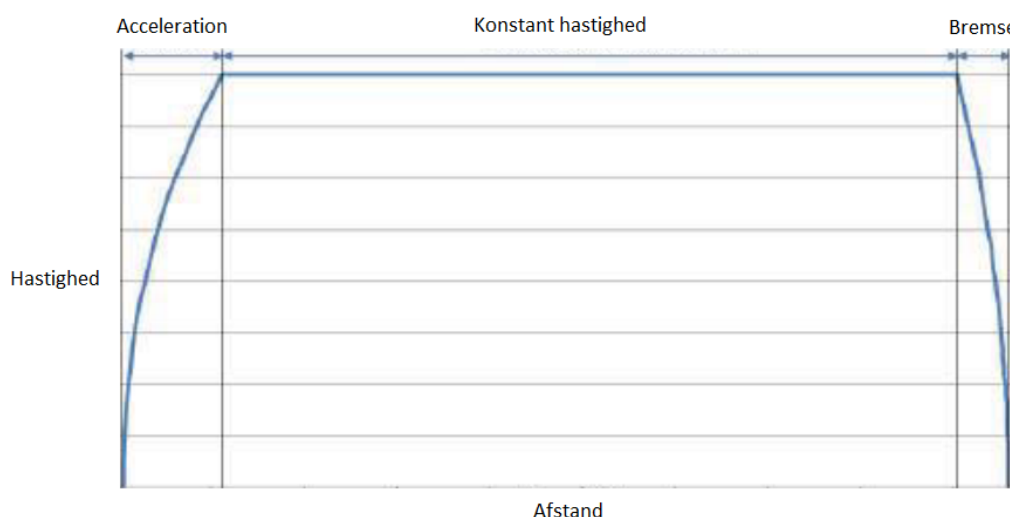
16. Appendix

16.1 Kapacitet på jernbanebroen

Til beregning af jernbanebroens kapacitet er "Railway Operation" anvendt. Bestemmelse af kapaciteten for en strækning har en række faktorer herunder, tekniske begrænsninger, normer og regler til sikkerhedssystemer og signalanlæg. I dag anvendes Automatic Train Control beskrevet i afsnit 5.2, hvilket benyttes til at beregne den nuværende kapacitet på jernbanebroen.

For at kunne beregne kapaciteten er det nødvendigt at kende en række faktorer bl.a. maksimal hastighed, acceleration, deceleration, længde af toget og ydre begrænsninger.

På Figur 16.1 er princippet illustreret for et togs kørsel fra en station til en anden station. Accelerationen er ikke konstant, men varierer efter hastigheden afhængig af togtype. I beregningen er det antaget, at accelerationen er konstant på 1 m/s^2 for at forsimple beregningerne.



Figur 16.1: Principskitse for en togs kørsel fra en station til en anden station.

Foruden hastigheden, så er kapaciteten afhængig af sikkerhedssystemet, der på nuværende tidspunkt benytter blokafsnit, se afsnit 5.1. For at sikre, at togene ikke kører ind på samme blokafsnit, er der følgende sikkerhedsforanstaltninger og processer:

- The time for setting up train route
- The signal realizing time
- The time for braking
- The time in the block section
- The clearing time
- The release of a train route

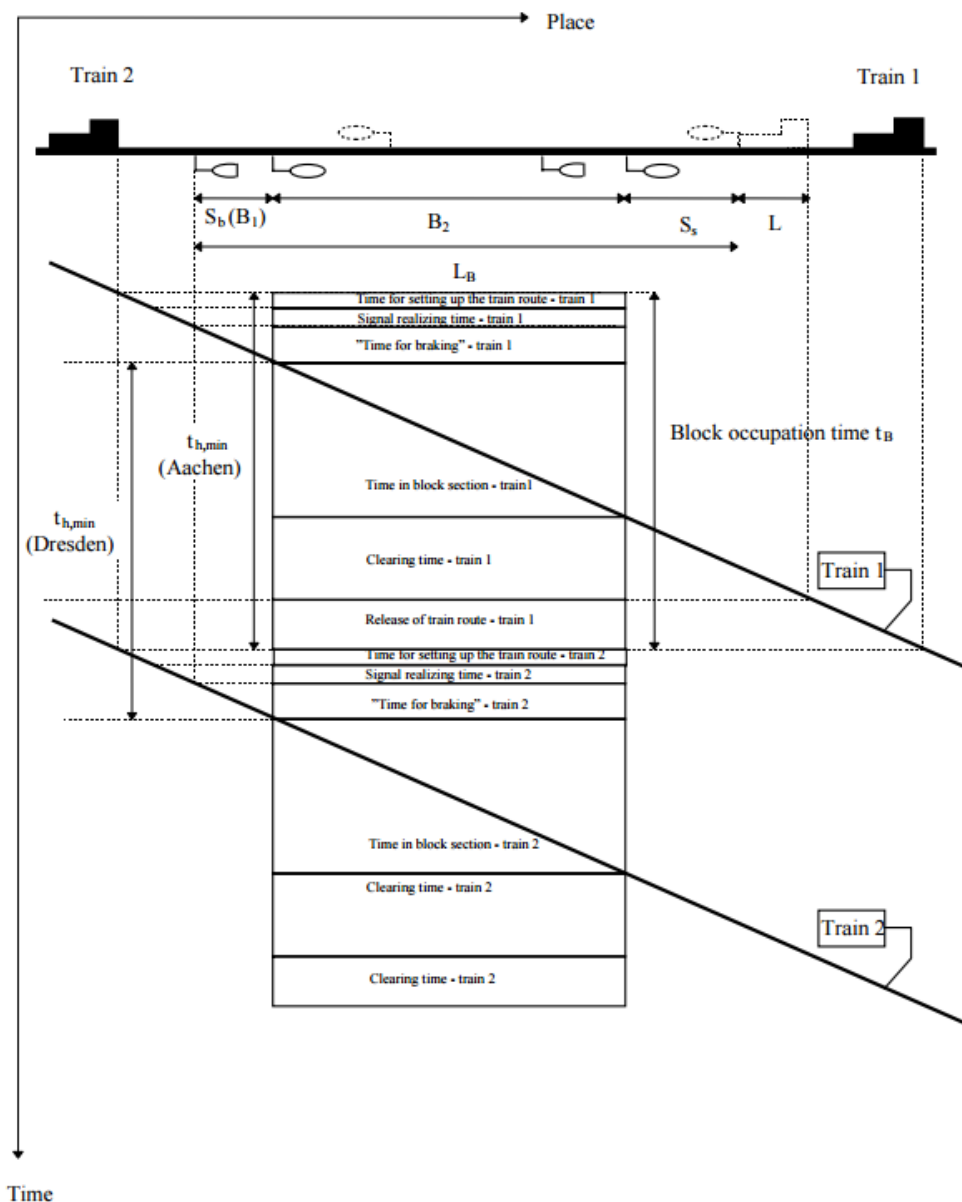
Disseprocesser har forskellige tider, hvilket fremgår af Figur 16.2. Den samlede tid er defineret som block occupation time.

Kapaciteten for togstrækningen er beregnet ved:

$$K_t = u \cdot \frac{\Delta T}{t_h}$$

Hvor:

- K_t : Kapaciteten
- ΔT : Observationsperioden
- t_h : Block occupation time
- u : 60 % maksimal udnyttelse af kapaciteten



Figur 16.2: Eksempel på elementer, der skal tages med i betragtning for kapacitetsberegninger af jernbanestrækninger (Landex et al. 2006).

Beregningerne kan ses i den vedlagte excelfil.

16.2 Rå køretidsberegning

Til beregning af den rå køretid er det valgt at benytte den tilladte hastighed på strækningerne. Distancen mellem stationerne er fra Banedanmark's hjemmeside. Rejsetiden er beregnet via:

$$r_d = \frac{v}{l}$$

Hvor:

- r_d : Rejsehastighen
- v : Tilladt hastighed
- l : Distance mellem stationerne

Denne metode vil underestimere den reale rejsetid mellem stationerne, da der ikke tages hensyn til den ekstra tid det tager at bremse og accelerere op til den tilladte hastighed. For at kompensere for dette er det valgt at benytte Tabel 16.1 fra Trafikstyrelsen (2008), som tillæg ved hver station.

Tabel 16.1: Holdetid indeholder 21 sek til passagerudveksling, 12 sek til afgangprocedure, 12 sek til teknisk tid. Køretid er den forlængede rejsetid grundet acceleration og deceleration baseret på IC3 tog. Tillæg er generelt køreplantillæg til mindre forsinkelser fra 3 – 11 %. (Trafikstyrelsen 2008)

Hastighed [km/t]	Holdetid [min]	Køretid [min]	Tillæg [min]	Ekstra Rejsetid [min]
70	0,75	0,4	0,03	1,2
75	0,75	0,44	0,04	1,2
80	0,75	0,46	0,05	1,3
90	0,75	0,54	0,05	1,3
100	0,75	0,62	0,05	1,4
110	0,75	0,72	0,07	1,5
120	0,75	0,82	0,08	1,6
130	0,75	0,92	0,12	1,8
140	0,75	1,05	0,13	1,9
150	0,75	1,18	0,17	2,1
160	0,75	1,32	0,19	2,3
170	0,75	1,50	0,25	2,5

Den endelig formel der er benyttet for køretidsberegning er:

$$R = r_e + r_d = r_e + \frac{v}{l}$$

Hvor:

- R : Total rejsetid mellem stationerne
- r_e : Tillæg af rejsetid ved standsning ved stationer

Køretidstillæg fra henholdsvis fra Banedanmark og UIC (Den internationale jernbaneorganisation) er procentmæssigt lagt til i forhold til Tabel 5.11. Den fremtidige køreplan er udleveret af Region Nordjylland og den eksisterende køretider er fra rejseplanen.

Beregningerne kan ses i det den vedlagte excelfil.

16.3 Kapacitetsberegning på Thistedvej

Thistedvejs kapacitetsberegninger er baseret på "Kapacitet og serviceniveau" fra udarbejdet af vejdirektoratet. Til beregningerne er benyttet data hentet fra Vejman.dk, og belastningsgraden er beregnet er 30 og 100 største time.

Det er vurderet at Thistedvej er kategoriseret som en Bolig-Arbejdssted, det kunne også havde været Regionaltrafik. Sammenholdes de tog trafiktyper har Bolig-Arbejdssted en højere spidstime belastning end Regionaltrafik.

For at kunne beregne belastningsgraden beregnes først kapaciteten på strækningen, hvorefter belastningsgraden beregnes via den reale kapacitet i forhold til den teoretiske.

Vejen kapacitet er beregnet via:

$$N = n \cdot G \cdot b \cdot s$$

Hvor:

- N : Kapacitet i køretøjerpr tidsenhed
- n : Antal kørespor
- G : Grundlæggende kapacitet, afhængig af vejtype
- s : Korrektionsfaktor, med stigning og storekøretøjer

Korrektionsfaktoren er beregnet via

$$s = \frac{100}{100 + P_a(E_a - 1) + P_b(E_b - 1)}$$

Hvor:

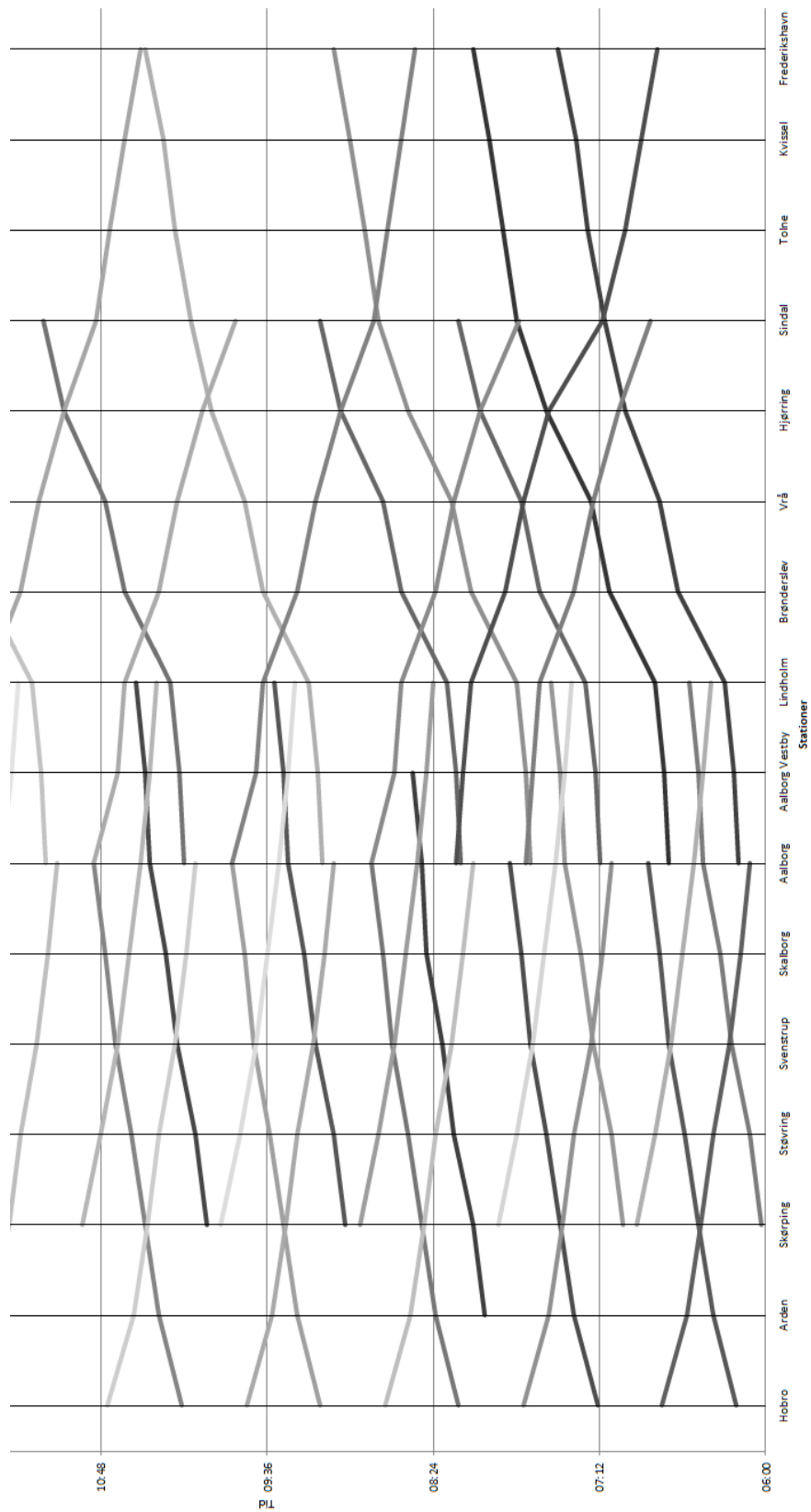
- P_a : procentvis andel af køretøjstype a der er kortere end 12,5 meter
- P_b : procentvis andel af køretøjstype b der er længere end 12,5 meter
- E_a : personbilsækvivalent for køretøjstype a
- E_b : personbilsækvivalent for køretøjstype b

Da der ikke fandtes nogle tal for den procentvise andel af køretøjstyper er det estimeret til henholdsvis 6 % kortere end 12,5 meter og 3 % længere end 12,5 meter. Herefter er ækvivalenten for køretøjstypen fundet ved opslag.

17. Bilag

	Hobro	Alden	Særup	Støvring	Svenstrup	Skaborg	Aalborg	Aalborg Vestby	Ledøholm	Brederslev	Vejl	Hjørring	Sindal	Tolne	Kvistal	Frederikshavn
Re							06:12	06:14	06:18	06:38	06:46	07:01	07:10	07:17	07:22	07:30
Narbane							06:20	06:29	06:33							
IC	06:13	06:23	06:29	06:35	06:42	06:46	06:51									
Re							06:42	06:44	06:48	07:08	07:16	07:35	07:48	07:54	08:00	08:07
ICL							07:12	07:14	07:18	07:38	07:46	08:04	08:13			08:29
Narbane							07:12	07:14	07:18	07:38	07:46	08:04	08:13			
IC	07:13	07:23	07:29	07:35	07:42	07:46	07:51	07:29	07:33							
Re							07:42	07:44	07:48	08:08	08:16	08:35	08:48	08:54	09:00	09:07
ICL							08:29	08:33	08:38	08:58	09:06	09:24	09:33			09:29
IC	08:13	08:23	08:29	08:35	08:42	08:46	08:51	08:33	08:38	08:58	09:06	09:24	09:33			
ICL							09:12	09:14	09:18	09:38	09:46	10:00	10:09	10:16	10:21	10:29
Narbane							09:12	09:14	09:18	09:38	09:46	10:00	10:09	10:16	10:21	10:29
IC	09:13	09:23	09:29	09:35	09:42	09:46	09:51	09:29	09:33							
ICL							10:12	10:14	10:18	10:38	10:46	11:04	11:13			11:29
Narbane							10:12	10:14	10:18	10:38	10:46	11:04	11:13			
IC	10:13	10:23	10:29	10:35	10:42	10:46	10:51	10:29	10:33							
ICL							11:12	11:14	11:18	11:38	11:46	12:00	12:09	12:16	12:21	12:29
Narbane							06:27	06:27	06:24							
IC	06:45	06:34	06:38	06:43	06:41	06:36	06:31	06:27	06:24	07:23	07:15	07:04	06:50			06:35
Narbane							07:44	07:41	07:38	07:53	07:45	07:34	07:11	07:01	06:54	06:47
Re							08:14	08:11	08:08							
IC	07:45	07:34	07:28	07:23	07:16	07:11	07:07	07:27	07:24							
Narbane							08:31	08:31	08:28	08:23	08:15	08:04	07:47			
ICL	09:20	09:16	09:16	09:16	09:16	09:16	09:16	09:16	09:16	09:16	09:15	09:04	08:50	08:44	08:38	08:32
IC	08:45	08:34	08:28	08:23	08:16	08:11	08:07	08:41	08:38	08:23	08:15	08:04	07:47			
Narbane							08:27	08:27	08:24							
ICL	10:20	10:20	10:20	10:20	10:20	10:20	10:20	10:20	10:20	10:20	10:15	10:04	09:50			09:35
IC	09:45	09:34	09:28	09:23	09:16	09:11	09:07	09:41	09:38	09:23	09:15	09:04	08:50	08:44	08:38	08:32
Narbane							09:27	09:27	09:24							
ICL	11:20	11:20	11:20	11:20	11:20	11:20	11:20	11:20	11:20	11:20	11:15	11:04	10:50	10:44	10:38	10:32
IC	10:45	10:34	10:28	10:23	10:16	10:11	10:07	10:41	10:38	10:23	10:15	10:04	09:50			
Narbane							10:27	10:27	10:24							
ICL	11:20	11:20	11:20	11:20	11:20	11:20	11:20	11:20	11:20	11:20	11:15	11:04	10:50	10:44	10:38	10:32
IC	11:45	11:34	11:28	11:23	11:16	11:11	11:07	11:41	11:38	11:23	11:15	11:04	10:50	10:44	10:38	10:32
Narbane							11:31	11:27	11:24							
IC	11:56	11:48	11:41	11:36	11:29	11:26	11:21	11:31	11:24							

Figur 17.1: Nuværende køreplan forstrækningen Hobro - Frederikshavn.



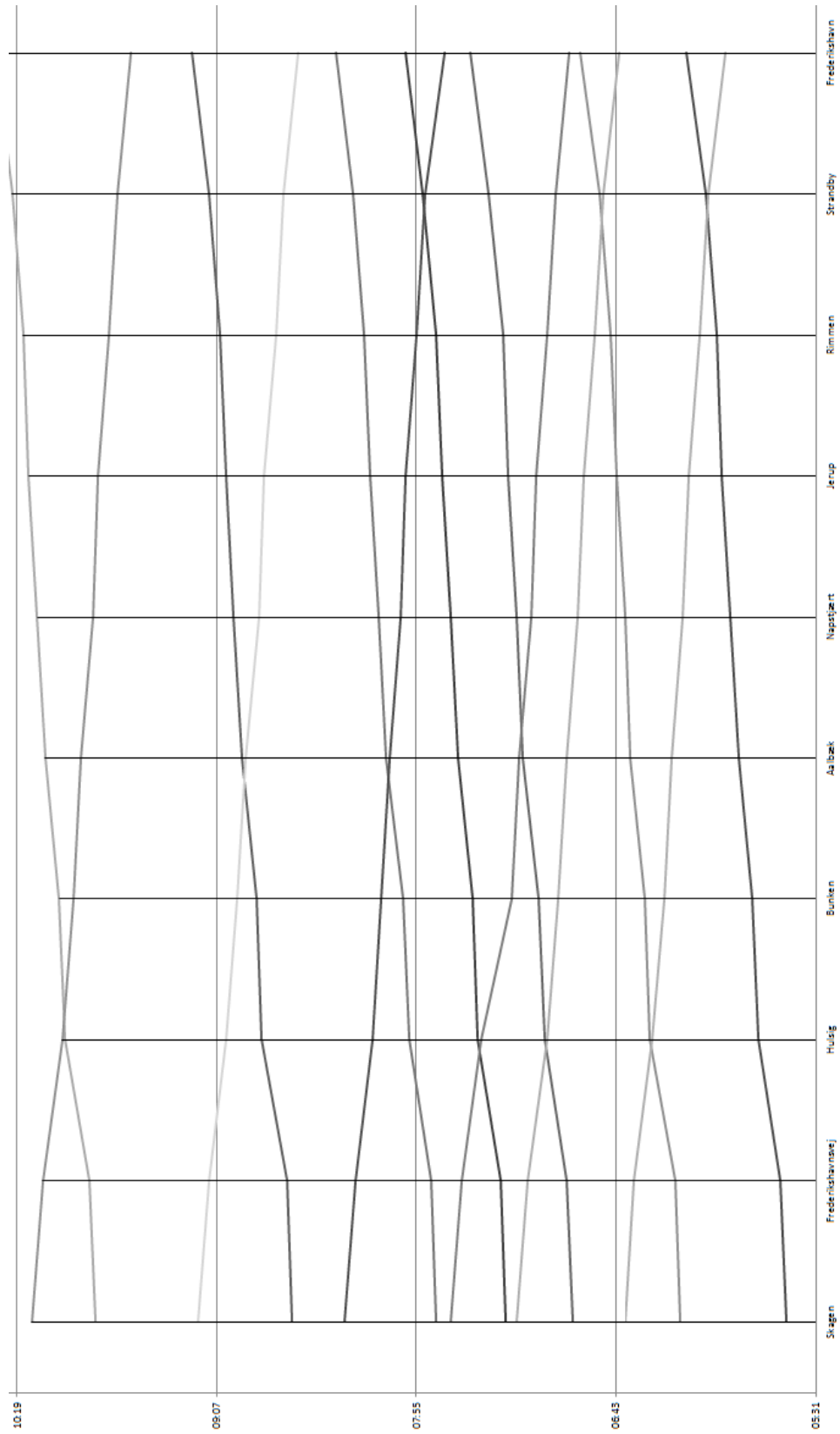
Figur 17.2: Grafisk køreplan for Hobro - Frederikshavn.

Skagen	Frederikshavnvej	Hulsig	Bunken	Aalbæk	Napstjært	Jerup	Rimmen	Strandby	Frederikshavn
05:42	05:44	05:52	05:54	05:59	06:02	06:05	06:07	06:11	06:18
06:20	06:22	06:31	06:33	06:38	06:40	06:43	06:45	06:49	06:56
06:59	07:01	07:09	07:11	07:17	07:19	07:22	07:24	07:29	07:36
07:23	07:25	07:33	07:35	07:40	07:43	07:46	07:48	07:53	07:59
07:48	07:50	07:58	08:00	08:05	08:09	08:12	08:14	08:18	08:24
08:40	08:42	08:51	08:53	08:58	09:01	09:04	09:06	09:10	09:16
09:51	09:53	10:02	10:04	10:09	10:12	10:15	10:17	10:21	10:27
06:40	06:37	06:30	06:26	06:23	06:19	06:17	06:13	06:10	06:04
07:19	07:15	07:08	07:04	07:01	06:57	06:55	06:51	06:48	06:42
07:43	07:39	07:32	07:21	07:18	07:14	07:12	07:08	07:05	07:00
08:21	08:17	08:11	08:08	08:05	08:01	07:59	07:55	07:52	07:45
09:14	09:10	09:04	09:00	08:57	08:52	08:50	08:46	08:43	08:38
10:14	10:10	10:03	09:59	09:56	09:52	09:50	09:46	09:43	09:38

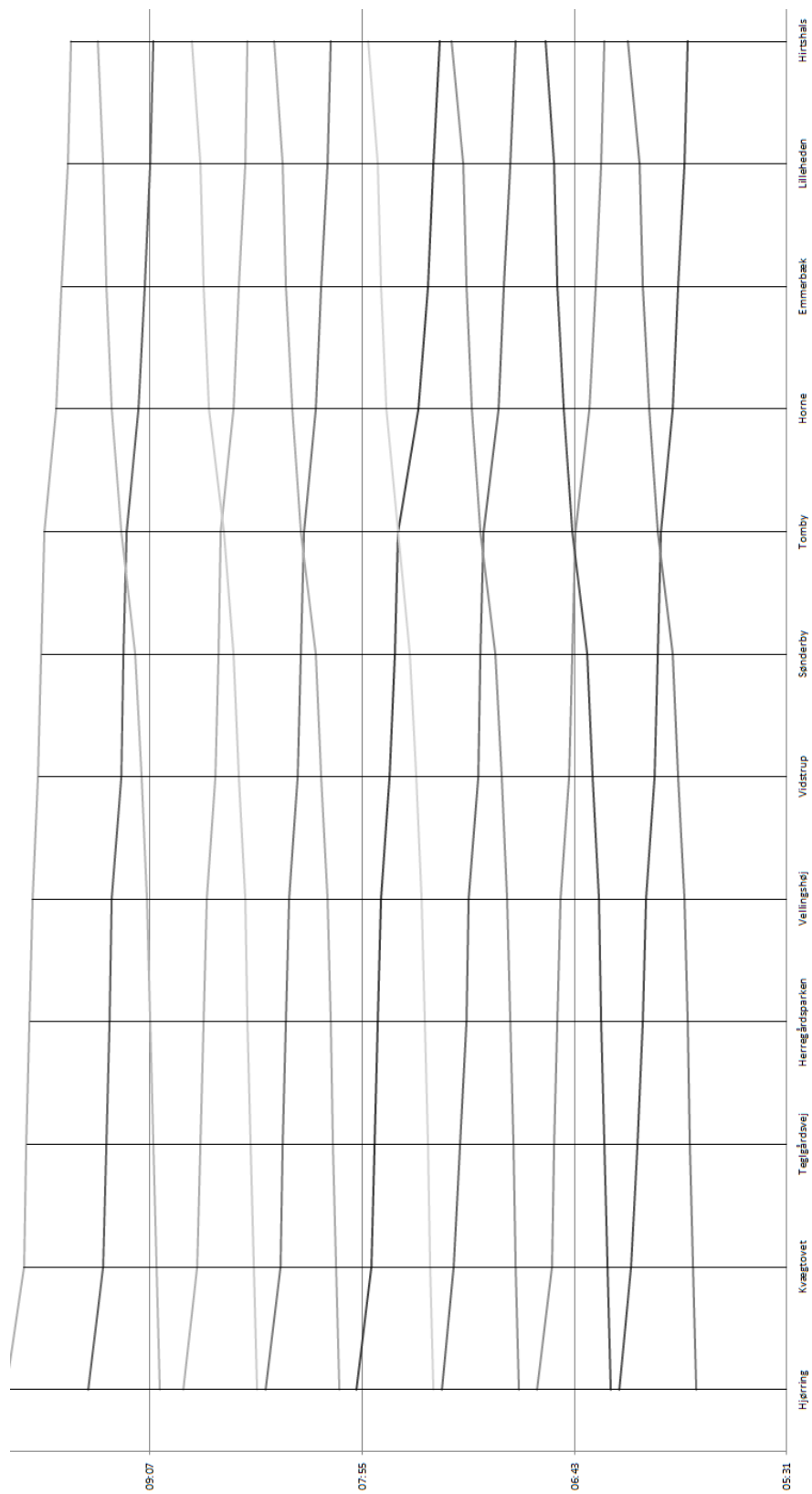
Figur 17.3: Køreplan for Skagensbanen.

Hjerring	Kvægtovet	Teglårdsvej	Herregårdsparcken	Vejlingshøj	Vidstrup	Søndeby	Tomby	Horne	Emmerbæk	Lilleheden	Hirtshals
06:28	06:24	06:22	06:20	06:19	06:16	06:15	06:14	06:10	06:08	06:06	06:05
06:56	06:51	06:50	06:49	06:48	06:45	06:44	06:43	06:38	06:36	06:34	06:33
07:28	07:24	07:22	07:20	07:19	07:16	07:15	07:14	07:09	07:07	07:05	07:03
07:57	07:52	07:51	07:50	07:49	07:46	07:44	07:43	07:36	07:33	07:31	07:29
08:28	08:23	08:22	08:21	08:20	08:17	08:16	08:15	08:11	08:09	08:07	08:06
08:56	08:51	08:50	08:49	08:48	08:45	08:44	08:43	08:39	08:37	08:35	08:34
09:28	09:23	09:22	09:21	09:20	09:17	09:16	09:15	09:11	09:09	09:07	09:06
09:56	09:50	09:49	09:48	09:47	09:45	09:44	09:43	09:39	09:37	09:35	09:34
06:02	06:03	06:04	06:05	06:06	06:08	06:10	06:15	06:18	06:20	06:21	06:25
06:31	06:32	06:33	06:34	06:35	06:37	06:39	06:44	06:47	06:49	06:50	06:53
07:02	07:03	07:04	07:05	07:06	07:08	07:10	07:15	07:18	07:20	07:21	07:25
07:31	07:32	07:33	07:34	07:35	07:37	07:39	07:43	07:47	07:49	07:50	07:53
08:03	08:04	08:05	08:06	08:07	08:09	08:11	08:16	08:19	08:21	08:22	08:25
08:31	08:32	08:33	08:34	08:35	08:37	08:39	08:42	08:47	08:49	08:50	08:53
09:04	09:05	09:06	09:07	09:08	09:10	09:12	09:17	09:20	09:22	09:23	09:25

Figur 17.4: Køreplan for Hirtshalsbanen.



Figur 17.5. Grafikskøreplan for Skagensbanen.



Figur 17.6: Grafik køreplan for Hirtshalsbanen.

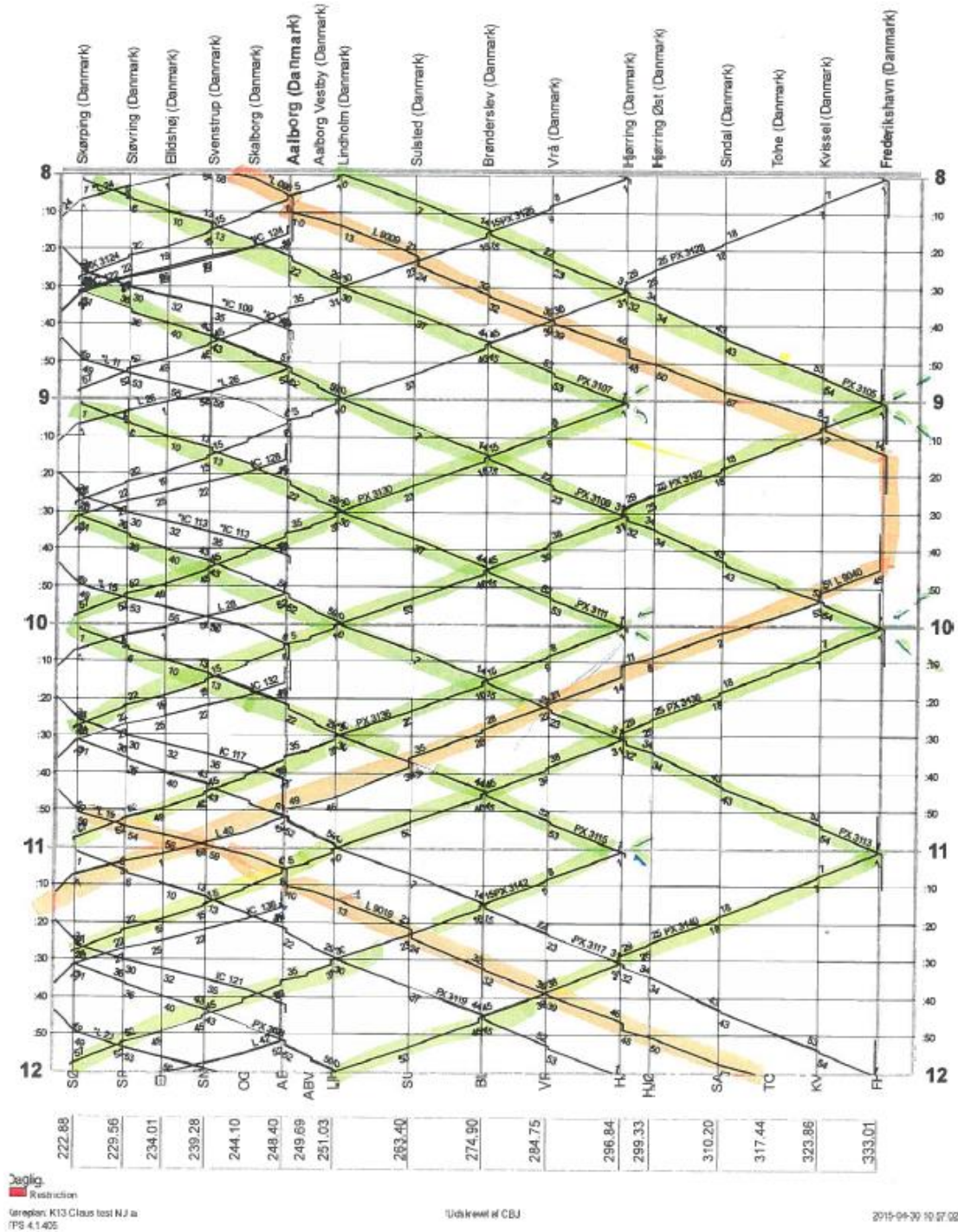
Trafikstyrelsen

2015-03-31 - 2016-03-31

PX 3125

SØ - FH

8:00 - 12:00



Figur 17.7: Udkast til en køreplan for fremtidige kørsel i Nordjylland. De grønne streger er driften af Nordjyske jernbaner, mens den orange er det IC tog der skal køre til Frederikshavn.