



Trafikal analyse

- Fagnotat

Ny bane til Billund

banedanmark



Trafikal analyse

Version

Rasmus Vedel Friis
Analytiker

Rapportskabelon 1.0

Revideret
DD-MM-ÅÅÅÅ

Trafik
Trafikplanlægning -
kapacitetsudvikling
Carsten Niebuhrsgade 49
1577 København V

Revideret af
Initialer

Telefon
8234 0000

Direkte
8234 0000

Godkendt
DD-MM-ÅÅÅÅ

rvfi@bane.dk
banedanmark.dk

Godkendt af
Initialer

Trafikal analyse

Indhold		Side
1	Indledning	5
1.1	Baggrund	5
1.2	Linjeføringsoverblik	5
1.3	Modelområde	6
2	Forudsætninger	8
2.1	Infrastruktur	8
2.1.1	Hastighed	8
2.1.2	Sporlayout	8
2.1.3	Nye stationer	9
2.1.4	Signalsystem	10
2.2	Køreplan	10
2.2.1	Køreplanmodel 1	10
2.2.2	Køreplanmodel 2	12
2.2.3	Køretidstillæg	14
2.2.4	Frekvens	15
2.2.5	Vendetider	15
2.2.6	Materiel	16
2.3	Simulering	16
2.3.1	Indstillinger	16
2.3.2	Forsinkelsesfordelinger	16
2.3.3	Simuleringsvarianter	16
2.3.4	Antal simulerede køreplaner	17
3	Køreplan for linjeføringerne	18
3.1	Sydlig og nordlig Jellingløsning	18
3.2	Gadbjergløsning	19
3.3	Farreløsning	20
3.4	Sammenligning af køreplanerne	22
4	Simuleringer	26
4.1	Resultater	26
4.1.1	Robusthedsoptimeret køreplan for Jellingløsningerne	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.
4.1.2	Sammenligning mellem Jellingløsninger og Gadbjergløsning	27
4.1.3	Vurdering af sammenkobling med landstrafik	30
4.1.4	Gadbjergløsningen med forlænget dobbeltspor	32
5	Konklusioner	36
5.1	Køreplanmuligheder	36
5.2	Rejsetider	36
5.3	Kapacitet og punktlighed i Jellingløsningerne	37
5.4	Dobbeltspor i Gadbjergløsningen	37

6	Bilag	39
6.1	Bilag 1 – Hastighedsprofiler for ny bane	39
6.2	Bilag 2 – Simuleringsindstillinger	41
6.3	Bilag 3 – Forsinkelsesfordelinger	43

1 Indledning

1.1 Baggrund

Banedanmark har gennemført en trafikale analyse af en ny bane til Billund. Analyserne omfatter udarbejdelse af køreplansoplæg, som skal belyse mulige køreplanmodeller og køretider, for følgende fire linjeføringsalternativer:

- Sydlig Jellingløsning
- Nordlig Jellingløsning
- Gadbjergløsning
- Farreløsning

Køreplansoplæggene er udarbejdet og færdiggjort december 2016. Der er foretaget enkelte tilretninger i 1. halvår af 2017.

Der er endvidere gennemført simuleringer af trafikafviklingen for Jellingløsningerne samt for Gadbjergløsningen.

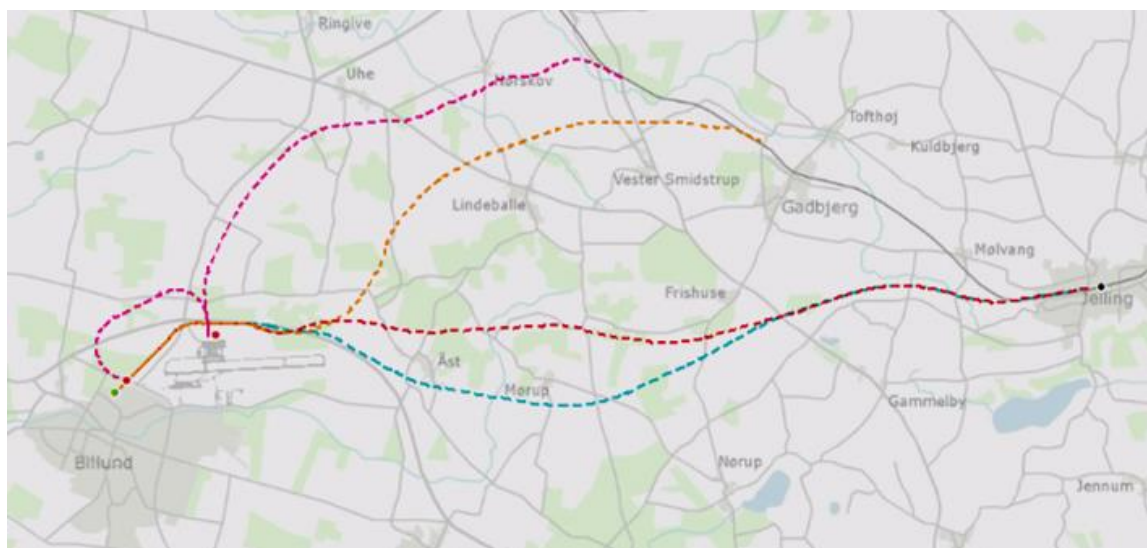
Simuleringerne giver en vurdering af de trafikale konsekvenser, når køreplanerne påvirkes af forsinkelser. Formålet med simuleringerne har været at belyse, om trafikken kan afvikles tilfredsstillende både til Billund og på den eksisterende bane til Herning, herunder om dette kræver adskillelse af Herning-tog fra landstrafikken. Desuden belyses, hvor vidt der er behov dobbeltspor i Gadbjergløsningen.

Resultaterne af simuleringerne er færdiggjort juli 2017.

Udarbejdelse af køreplaner og simuleringer er foretaget i it-værktøjet RailSys.

1.2 Linjeføringsoverblik

De fire undersøgte linjeføringer er optegnet på nedenstående kort, henholdsvis Sydlig Jellingløsning (lyseblå), Nordlig Jellingløsning (rød), Gadbjergløsning (orange) og Farreløsning (violet).



Figur 1 Undersøgte linjeføringer

Nedenstående Tabel 1 viser afstandene mellem stationerne.

	Vejle – afgrening mod Billund	Afgrening – Billund Lufthavn	Billund Lufthavn – Legoland	Vejle – Legoland (total længde)
Sydlig Jellingløsning	14,3 km	17,5 km	2,6 km	34,4 km
Nordlig Jellingløsning	14,3 km	17,0 km	2,6 km	33,9 km
Gadbjergløsning	21,6 km	12,2 km	2,6 km	36,4 km
Farreløsning	24,6 km	10,9 km	4,4 km	39,9 km

Tabel 1 Linjeføringslængder

1.3 Modelområde

I den trafikale analyse er modelområdet afgrænset, så det er muligt at se, hvordan togene på de omkringliggende strækninger og stationer påvirker modellen. Det vil sige, hvordan hovedstrækningen mellem Fredericia og Skanderborg påvirker trafikken på strækningen mellem Vejle og Holstebro (TIB 33), og hvilken betydning Arriva togene har i Herning og Holstebro. Nedenfor ses modelområdet for de to infrastrukturløsninger.

2 Forudsætninger

Forud for udarbejdelse af køreplansoplæg og gennemførelse af simuleringer er infrastruktur- og køreplansforudsætninger defineret. Forudsætningerne bliver gennemgået i dette afsnit.

2.1 Infrastruktur

2.1.1 Hastighed

For eksisterende infrastruktur er den gældende TIB-hastighed anvendt. Det gælder strækningerne Fredericia–Vejle–Herning–Holstebro, Fredericia–Skanderborg, Ikast–Herning og Vemb–Holstebro.

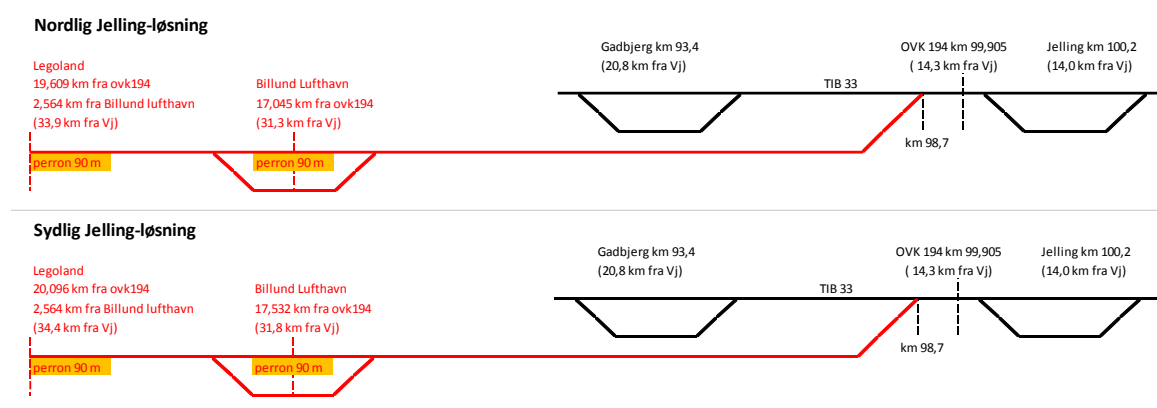
For de nye banestrækninger er anvendt hastighedsprofiler som vist i bilag 1.

2.1.2 Sporlayout

Sporlayoutet er udformet med samme skematik for de to Jellingløsninger, hvor afgreningen er placeret lige efter Jelling. For disse to linjeføringer er Billund lufthavn station udformet som en krydsningsstation med samtidig indkørsel. Sporlayoutet fremgår af Figur 4

Køretiden mellem Jelling og Billund Lufthavn er 11 sekunder længere i sydlig løsning end nordlig løsning. Dette har ikke betydning for køreplanmodellernes struktur eller minuttal.

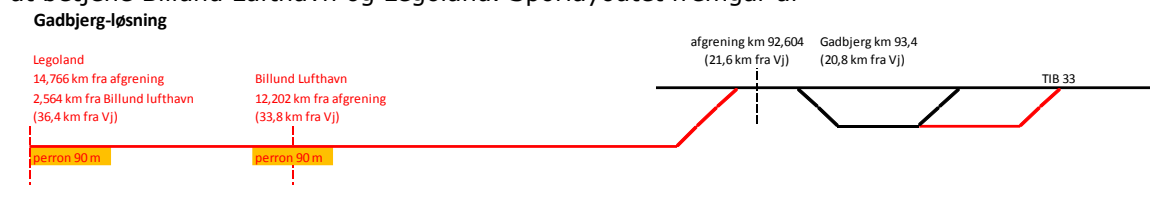
Afgreningen var oprindeligt placeret umiddelbart vest for overkørsel 194, men er efterfølgende flyttet til vestligere placering i km 98,7. Dette har ingen betydning for køretid eller kapacitetsbelastning i de overvejede køreplanmodeller.



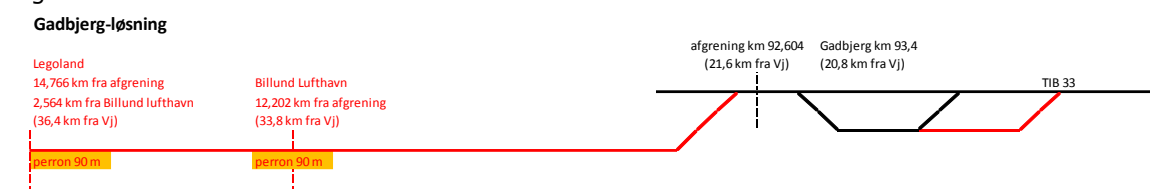
Figur 4 Sporlayout i Jellingløsningerne

I Gadbjergløsningen er det ikke nødvendigt at anlægge en krydsningsstation på stationen i Billund lufthavn, da togene kan nå fra Gadbjerg til Legoland og tilbage igen inden toget skal krydse med modkørende tog. Derfor er sporlayoutet i dette tilfælde blot en enkeltsporet strækning fra udfletningen til Legoland st., med to trinbrætter til

at betjene Billund Lufthavn og Legoland. Sporlayoutet fremgår af



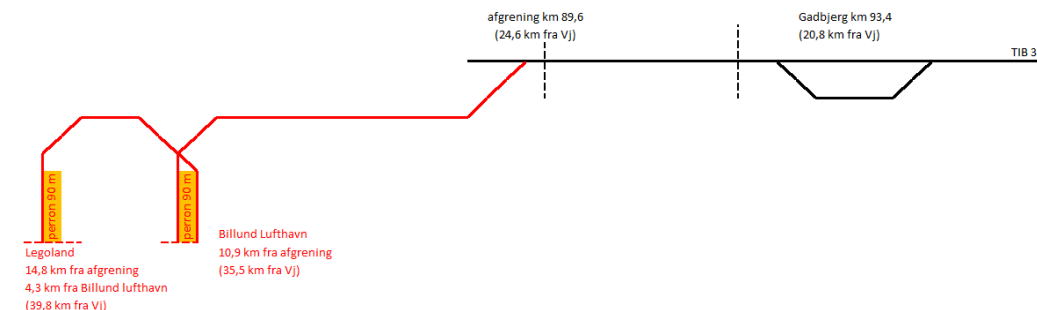
Figur 5.



Figur 5 Sporlayout i Gadbjergløsningen

Gadbjergløsningen er også undersøgt i en udvidet udgave, hvor det er vurderet, hvor mange kilometer dobbeltspor, som er nødvendigt mellem Gadbjerg og Jelling, for at løfte punktligheden til et niveau svarende til Jellingløsningerne. Denne udvidede Gadbjergløsning indeholder dobbeltspor mellem afgræningen og Gadbjerg st. samt fra Gadbjerg st. og 3 km mod Jelling.

Af Figur 6 fremgår sporlayoutet for Farreløsningen. Ved denne linjeføring er det nødvendigt at anlægge stationen på Billund Lufthavn som en sækstation, dvs. hvor togene skal skifte køreretning og kører ind og ud af samme ende af stationen. Dette betyder, at togene ikke kan køre ind eller ud af Billund Lufthavn station samtidig, og at køretiden forøges som følge af, at toget skal skifte køreretning på stationen i lufthavnen.



Figur 6 Sporlayout i Farreløsningen

2.1.3 Nye stationer

I forbindelse med byggeriet af det ny regionssygehus ved Herning anlægges en ny station Gødstrup til betjening af sygehuset. Denne station indgår i de trafikale analyser af de fire linjeføringer. Stationen anlægges som et trinbræt, dvs. uden krydsningsmuligheder.

Nye stationer på den nye bane til Billund bliver anlagt som beskrevet i afsnit 2.1.2.

2.1.4 Signalsystem

Ibrugtagning af den nye bane til Billund sker ifølge Anlægsplanen først efter Signalprogrammets udrulning på strækningen mellem Vejle og Struer. Derfor forudsættes installeret ERTMS niveau 2 både på den eksisterende infrastruktur og på den nye bane til Billund.

Med afsæt i tegninger fra "Early deployment" strækningen (Lindholm – Frederikshavn) i Vestdanmark er det vurderet, at der mellem markerboards i samme køreretning er mellem 2500 m til 3500 m. Omkring stationerne afviger afstanden dog og bliver væsentlig kortere.

I denne vurdering er der ikke taget højde for sikring af overkørsler på strækningerne. For at sikre en overkørsel skal der være et markerboard på hver side af overkørslen, hvilket i praksis betyder at afstanden mellem hver markerboard i samme køreretning kan blive kortere end de 2500 m til 3500 m. Dermed vil det være muligt at opnå en kortere togfølge i praksis, som for alle løsninger vil forbedre driftmulighederne.

Da overkørslerne ikke er registreret i modellen, vil den kortere afstand mellem hver markerboard, som vil forekomme i praksis, kun bidrage positivt til togfølgen. Da det ikke vurderes at have negativ effekt på analysen, er overkørslerne ikke indarbejdet i modellen.

2.2 Køreplan

Der kan opstilles to principielt forskellige køreplanmodeller med en bane til Billund i halvtimesdrift og timesdrift mellem Vejle og Herning, henholdsvis køreplanmodel 1 og køreplanmodel 2. Forskellen mellem de to køreplanmodeller er, hvor krydsningerne på den enkeltsporede strækning mellem Vejle og Jelling foretages.

I køreplanmodel 1 krydser Billund-togene med sig selv i Jelling og med Herning-togene i Grejsdal.

I køreplanmodel 2 krydser Billund-togene med sig selv i Gadbjerg og med Herning-togene i Jelling.

Der er for alle fire linjeføringsalternativer udarbejdet køreplansoplæg med de to forskellige køreplanmodeller.

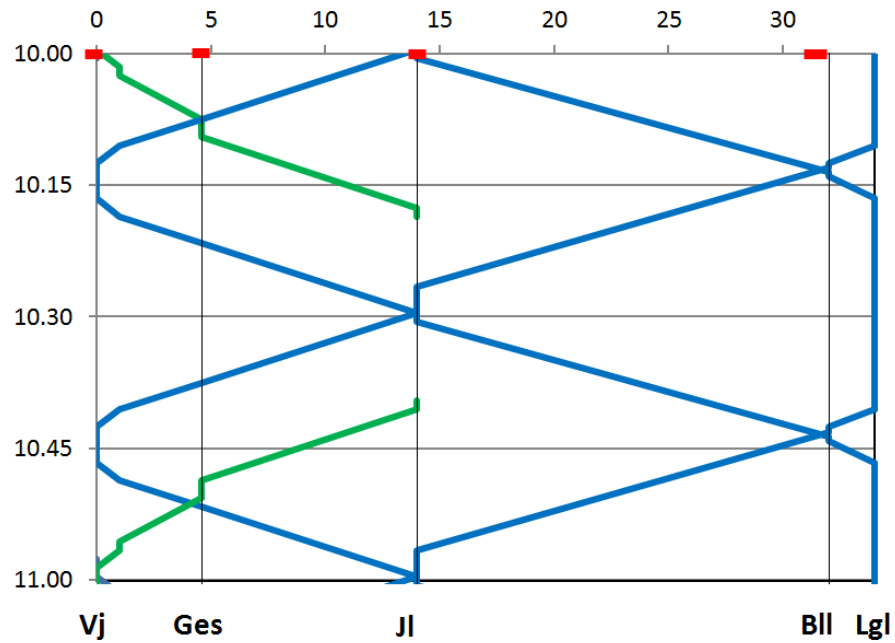
2.2.1 Køreplanmodel 1

Krydsningerne fremgår af nedenstående Tabel 2 . Hvis der i felterne i tabellen findes en skråstreg, betyder det, at nogle tog krydser forskelligt i linjeføringsalternativerne. Forklaringen er, at der er forskel i hvor lang tid regionaltogene mellem Legoland og Vejle kører på den eksisterende banestrækning.

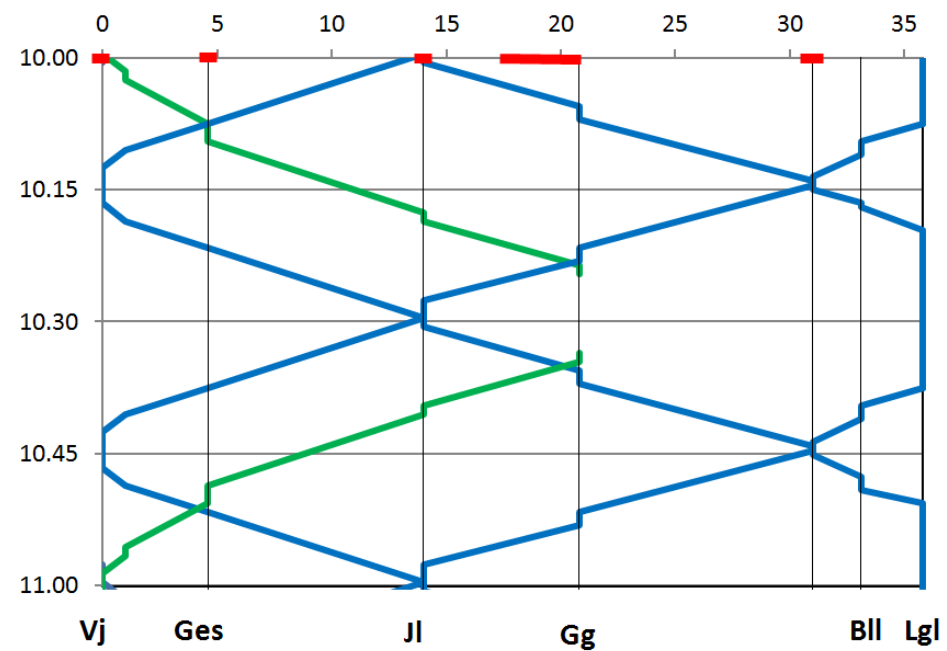
	Regionaltog FA-STR	Regionaltog VJ-LGL	Regionaltog HR-HO
--	--------------------	--------------------	-------------------

Regionaltog FA-STR	VJ, GW, HR, HO	GES /GES, GG	ID, UU/ UU, IB
Regionaltog VJ-LGL		JL / JL, BLL overhaling	Ingen krydsninger
Regionaltog HR-HO			HO, HR / TS

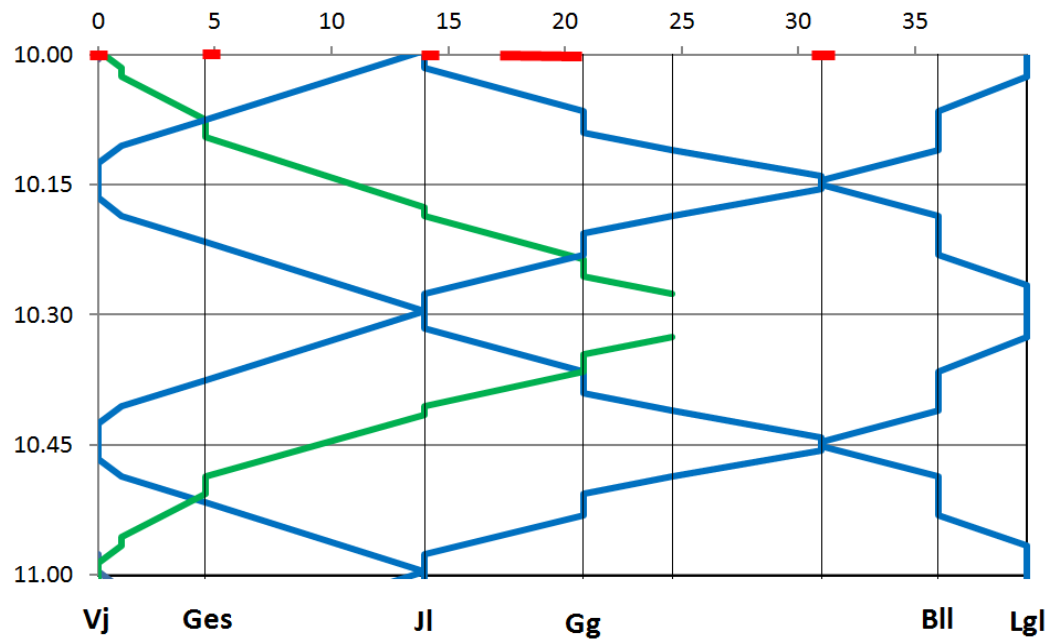
Tabel 2 Anvendte krydsningsstationer for køreplanmodel 1



Figur 7 Køreplanmodel 1 i Jellingløsningserne



Figur 8 Køreplanmodel 1 i Gadbjergløsningserne



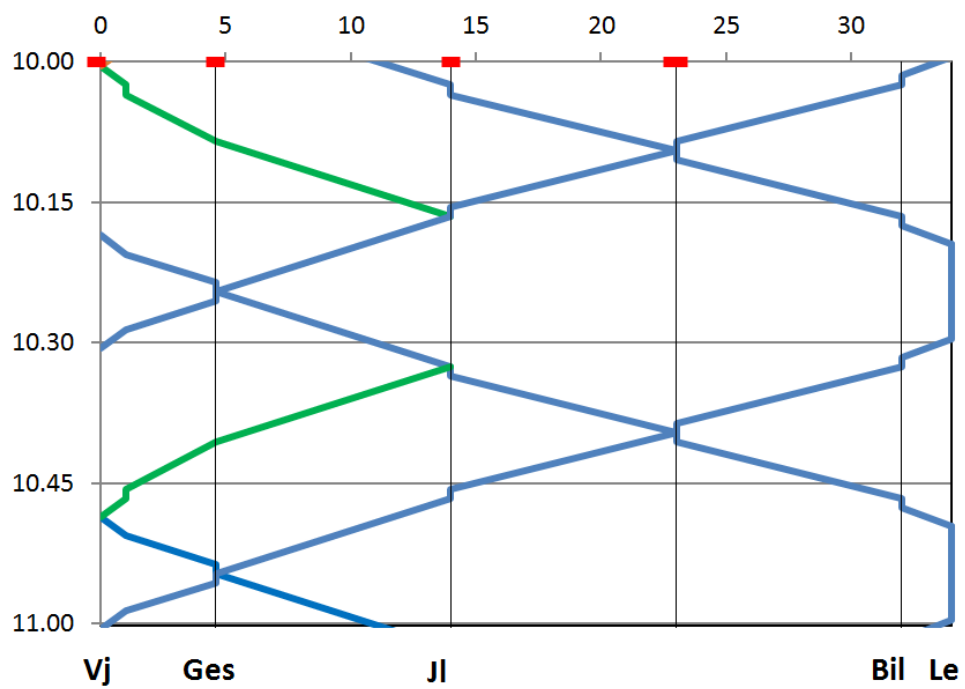
Figur 9 Køreplanmodel 1 i Farreløsning

2.2.2 Køreplanmodel 2

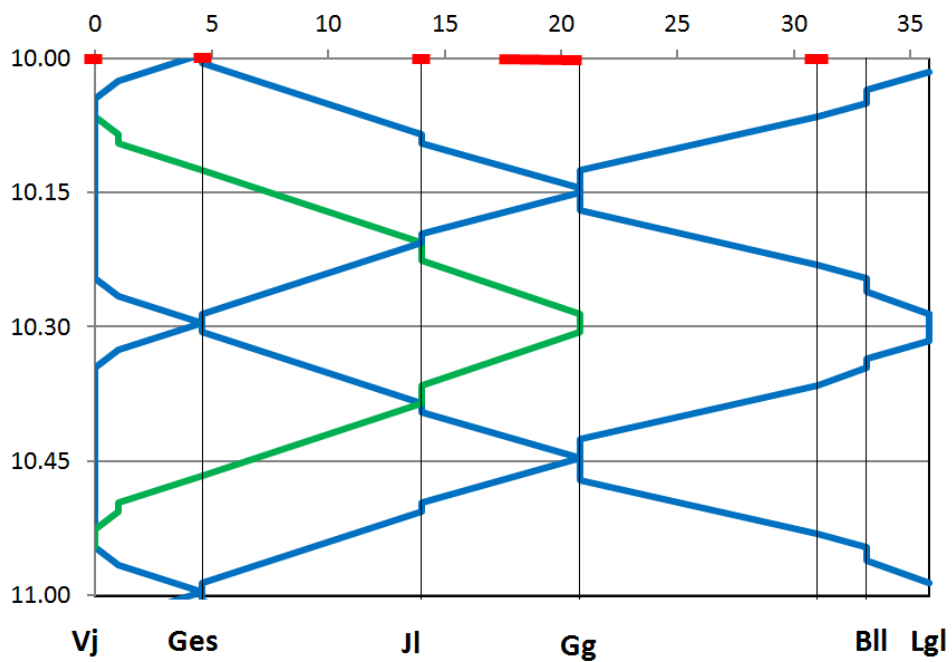
Ved denne køreplansmodel foretages krydsningerne mellem togene som vist i Tabel 3. Hvis der i felterne i tabellen fremgår en skråstreg, betyder det, at nogle tog krydser forskelligt i linjeføringsløsningerne. Forklaringen er, at der er forskel på, i hvor lang tid regionaltogene mellem Legoland og Vejle kører på eksisterende strækning.

	Regionaltog FA-STR	Regionaltog VJ-LGL	Regionaltog HR-HO
Regionaltog FA-STR	GG, KE, UU	JL, VJ	HO, HR, IB
Regionaltog VJ-LGL		GES, GG / GES, BLL overhaling	Ingen krydsninger
Regionaltog HR-HO			UU

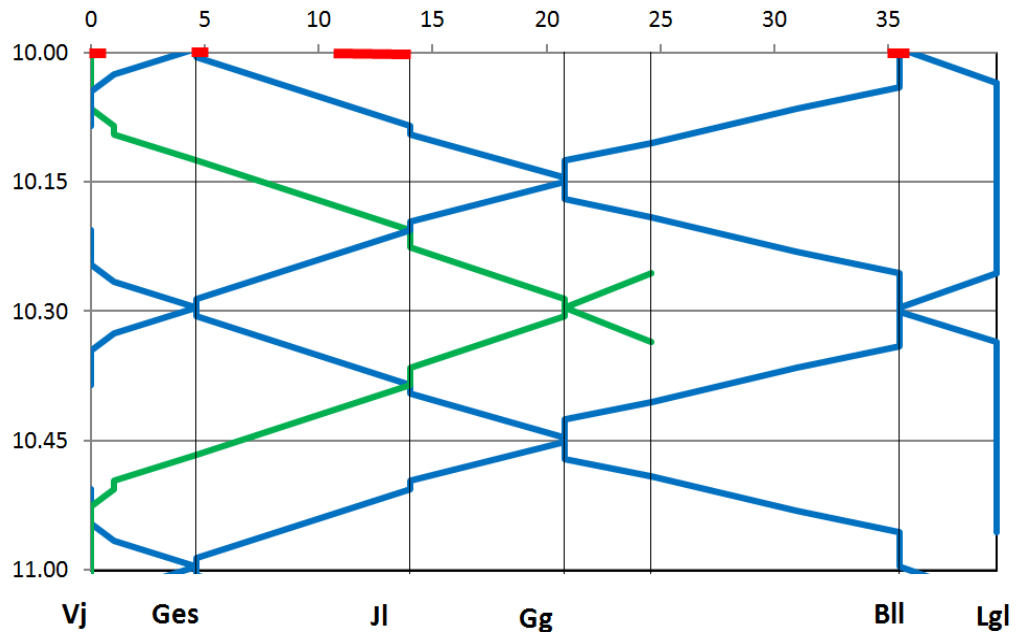
Tabel 3 Anvendte krydsningsstationer for køreplansmønster 2



Figur 10 Køreplanmodel 2 i Jellingløsningerne



Figur 11 Køreplanmodel 2 i Gadbjergløsning



Figur 12 Køreplanmodel 2 i Farreløsning

2.2.3 Køretidstillæg

Der er i analysen indarbejdet et køretidstillæg, som minimum svarer til det strategiske minimumstillæg på 4 %. I køreplanen forekommer større tillæg en del steder for at tilpasse togene i forbindelse med krydsninger og gøre køreplanen mere robust. Af nedenstående tabel fremgår køretidstillægget for tog som DSB kører i K17, samt regionaltog i Gadbjergløsningen og Jellingløsningerne.

Grunden til at køretidstillægget er lavt for togene mellem Vejle og Legoland, skyldes den intensive forbrug af kapaciteten. Det er en nødvendighed at få togene hurtigst mulig fremt for at køreplanen kan realiseres. For at kompensere for det lave køretidstillæg, har togene en meget lang vendetid på den ene endestation. Her vil forsinkede tog kunne regenerere forsinkelser.

Af Tabel 4 fremgår det at togene mellem Jelling og Holstebro i denne analyse har et højere køretidstillæg end i dag. Dette er en nødvendighed for at togene kan tilpasse kørslen efter de nødvendige krydsninger. Grunden til at køretidstillægget mellem Vejle og Jelling er lavere i denne analyse, skyldes behovet for at få togene til at gennemkøre denne strækning så hurtigt som muligt, fordi kapaciteten bliver brugt intensivt.

Realiseret køretidstillæg	Nærværende analyse		DSB K17
	Jelling-løsninger	Gadbjerg-løsning	
Vejle-Jelling	5,6/4,2%	5,6 /4,3%	19,6%
Jelling-Holstebro	14,4%	13,8%	8,7%
Jelling-Billund By	5,1%	4,4%	

Tabel 4 Oversigt over køretidstillægget i de forskellige køreplaner samt K17

2.2.4 Gradienter

Forudsætninger mht. gradienter er blevet ændret til en maksimal hældning fra 15 promille til maksimal hældning på 35 promille, idet det er blevet fravalgt, at det skal være muligt at køre godstog.

Der er gennemført køretidsberegninger med begge længdeprofiler på alle tre alternativer. Resultatet viser en køretidsforlængelse mellem Jelling og Billund Lufthavn, som i alle tilfælde ligger under 10 sekunder. Derfor har dette ikke betydning for køreplanmodellernes struktur eller minuttal og vurderes ubetydeligt i forhold til simuleringsresultaterne.

2.2.5 Frekvens

For samtlige køreplansoplæg har frekvensen af afgang mellem de forskellige stationer været ens. I analysen er der derfor arbejdet med følgende:

- Re-tog Vejle – Legoland halvtimesdrift
- Re-tog/IC-tog* Fredericia – Herning – Holstebro timedrift
- Re-tog Herning – Holstebro timedrift

* I visse dele af analysen kører togene mellem Fredericia og Holstebro som IC-tog videreført til København, i andre dele køres som regionaltog afkoblet fra landsdelstrafikken.

Udover ovenstående drift er tog, som kører ind og ud af Herning og Holstebro i andre retninger, og som hermed belaster stationen, også medtaget i modellen. Al trafik på strækningen mellem Fredericia og Skanderborg er også medtaget med samme begrundelse, idet de eksempelvis belaster Vejle station:

- Lyn-tog Aarhus-København timedrift
- IC-tog Aarhus-København timedrift
- Re-tog Aarhus-Esbjerg timedrift
- Re-tog Aarhus-Fredericia timedrift
- Re-tog Aarhus-Silkeborg-Herning timedrift
- Re-tog Aarhus-Herning-Skjern timedrift
- Re-tog Holstebro-Esbjerg timedrift

2.2.6 Vendetider

For at togene mellem Vejle og Legoland kan holde sin kanal, det vil sige de ankomst- og afgangstider togene er tildelt på stationerne i køreplanen, har det i nogle tilfælde været nødvendigt med relative korte vendetider.

Minimumsvendetiden for togene mellem Vejle og Legoland er sat til 4 minutter, som anvendes af Arriva i dag. I analysen antages, at der anvendes samme type materiel mellem Vejle og Legoland, som Arriva kører med i dag. Derfor vurderes, at samme minimumsvendetid er realistisk.

I køreplansoplæggene vil det være sådan, at togene mellem Vejle og Legoland har en kort vendetid ved den ene endestation og en lang vendetid ved den anden endestation.

2.2.7 Materiel

I analysen anvendes kun eksisterende togmateriel, idet eksakte køreegenskaber for fremtidens tog ikke kendes. De enkelte togsystemer forudsættes betjent med følgende materiel:

- Re-tog Vejle – Legoland: et Lint-togsæt
- Re-tog/IC-tog Fredericia–Herning–Holstebro: to MF-togsæt
- Re-tog Herning–Holstebro: et Lint-togsæt
- Lyntog Aarhus-København: to MF-togsæt
- IC-tog Aarhus-København: to MF-togsæt
- Re-tog Aarhus-Esbjerg: et MG-togsæt
- Re-tog Aarhus-Fredericia: et MG-togsæt
- Arriva tog: et MQ-togsæt

2.3 Simulering

2.3.1 Indstillinger

I analysen er hver linjeføring simuleret, så det er muligt at vurdere trafikken afvikling og hermed at aflæse punktligheden. Der er ved simuleringerne benyttet indstillinger som er tilpasset til projektet. Indstillingerne fremgår af bilag 2.

2.3.2 Forsinkelsesfordelinger

For at gennemføre en simulering er det nødvendigt at påvirke modellen med forstyrrelser, der beskrives ved forsinkelsesfordelinger. Forsinkelsesfordelingerne i denne analyse er tilnærmet data fra RDS¹ fra K15, så forsinkelsesniveauet bliver så tæt på virkeligheden dette år som muligt. Modellen er ikke fuldsændig kalibreret, men kalibreret til et punktlighedsniveau, som ligger indenfor +/- 3 procentpoint i forhold til punktligheden på strækningen i 2015.

Forsinkelsesfordelingerne fremgår af bilag 3.

2.3.3 Simuleringsvarianter

For at kunne vurdere betydningen af, om strækningen Vejle-Struer betjenes med tog, som indgår i landsdelstrafikken, har det været nødvendigt med to simuleringsvarianter for hvert linjeføringsalternativ.

¹ RDS står for regularitets- og driftstatistisksystem. RDS er et system der registrerer data vedrørende driften, herunder bl.a. hvor meget togene er forsinket.

I den ene variant kører der IC-tog fra København til Herning-Holstebro-Struer hver anden time (dvs. med tog i landsdelstrafik) og regionaltog Fredericia-Herning-Holstebro-Struer hver anden time.

I den anden variant betjenes strækningen af regionaltog hver time (dvs. uden tog i landsdelstrafik).

Forsinkelsesniveauet er tilpasset, så det afspejler driftssituationen i de to varianter. I varianten med tog i landsdelstrafik anvendes et højere forsinkelsesniveau end i varianten uden tog i landsdelstrafik, se Bilag 3 – Forsinkelsesfordelinger.

Udover disse to forskellige simuleringssvarianter er der for den udvidede Gadbjergløsning defineret en yderligere simuleringssvariant. Denne indeholder en analyse af, hvor meget dobbeltspor der skal etableres på den eksisterende strækning for at hæve punktligheden til samme niveau som i Jellingløsningerne.

2.3.4 Antal simulerede køreplaner

For at minimere den statistiske usikkerhed i simuleringerne, er køreplanerne blevet simuleret 300 gange.

3 Køreplan for linjeføringerne

Der er for alle fire linjeføringsforslag udarbejdet køreplansoplæg for køreplansmodel 1 og 2. Herefter er det vurderet, hvilken af de to køreplanmodeller der har den korteste rejsetid mellem Vejle og Billund/Legoland, samt hvilken køreplansmodel der opnår de bedste korrespondancer i Herning. Der er desuden til sammenligningsbrug vist minuttal fra K17, der anvendes som sammenligningsgrundlag.

I Tabel 4 er ses at køretidstillægget er nogenlunde ens i Gadbjergløsningen og Jellingløsningerne.

3.1 Sydlig og nordlig Jellingløsning

De to Jellingløsninger afviger så lidt fra hinanden, at der kan anvendes samme køreplan i disse to løsninger. Her medfører køreplanmodel 1 det bedste resultat med hensyn til rejsetid og korrespondancer.

Rejsetiden mellem Vejle og Billund Lufthavn bliver 25½ minutter (henholdsvis 25 og 26 minutter i de to retninger). Dette er 4½ minut hurtigere end nuværende busforbindelse (buslinje 43). Til gengæld øges gangtiden til terminalbygningen med 2,3 minutter (fra 0,7 til 2,9 minutter). For omstigere på Vejle station reduceres gangtiden dog med 1,4 minut (fra 1,7 til 0,3 minutter).

Disse rejsetider gælder løsningen med Billund Lufthavn station placeret ved Lufthavnsvej. Med en nedgravet løsning eller med med en station på forpladsen bliver rejsetiden mellem Vejle og Billund Lufthavn 1 minut længere, fordi krydsningen foretages inden stationen.

Derved bliver denne kun 3½ minut hurtigere end nuværende busforbindelse. Samtidig afkortes gangtiden til terminalbygningen dog til henholdsvis 0,5 og 1,0 minutter, dvs. henholdsvis en afkortning på 0,2 minut eller en øgning med 0,3 minut sammenlignet med nuværende busforbindelse.

Rejsetiden mellem Vejle og Billund By (Legoland) bliver 31 minutter. Dette er 5 minutter hurtigere end nuværende busforbindelse (buslinje 43). Tilbringertiden til stationen i Billund By ved en løsning nord for Nordmarksvej er dog beregnet til at være 4,8 minutter længere end til nuværende busstop (fra 7,5 til 12,3 minutter).

Tilbringertiden til stationen i Billund By (Legoland) med en løsning syd for Nordmarksvej er 11,3 minutter, dvs. 3,8 minutter længere end til nuværende busstop. Beregningen af tilbringertider fremgår af fagnotat om samfundsøkonomisk analyse.

Rejsetiden mellem Vejle og Billund By (Legoland) forbliver omtrent den samme med en nedgravet løsning eller med med en station på forpladsen i Billund Lufthavn, idet holdetiden her kan afkortes fra 2 til 1 minutter.

Mellem Herning og Billund Lufthavn bliver rejsetiden 72½ minutter (henholdsvis 72 og 73 minutter i de to retninger). Her skal der foretages togskifte i Jelling med en skiftetid på 21 minutter (henholdsvis 20 og 22 minutter i de to retninger).

Mellem Vejle og Herning forøges køretiden fra 57 minutter i K17 til 59 minutter som følge af en ekstra krydsning. Rejsetiden mellem Vejle og Holstebro forlænges fra 94½ minutter i K17 (henholdsvis 93 og 96 minutter i de to retninger) til 95½ minutter (henholdsvis 94 og 97 minutter i de to retninger).

Nedenfor er vist den køreplan, som indgår i analysen.

Jelling-løsning								
14	01	31		Vejle	o	57	27	12
16				Vejle Sygehus				10
20	06		o	Grejsdal			22	06
22				Grejsdal	o			04
31	14	44	o	Jelling		44	14	55
32	16	46		Jelling	o	42	12	54
:	26	56	o	Billund Lufthavn		31	01	:
:	28	58		Billund Lufthavn	o	29	59	:
:	31	01	o	Billund By		26	56	:
44				Give				44
50				Thyregod				36
58				Brande				28
13			o	Herning				13
45	18			Herning	o		09	42
50	23			Gødstrup			04	37
	31			Vildbjerg			57	
	37			Avlum			50	
	42			Tvis			42	
12	51		o	Holstebro		38	15	

3.2 Gadbjergløsning

I Gadbjergløsningen medfører køreplanmodel 2 det bedste resultat med hensyn til rejsetid og korrespondancer.

Rejsetiden mellem Vejle og Billund Lufthavn bliver 30 minutter (henholdsvis 29 og 31 minutter i de to retninger), hvilket er samme rejsetid som nuværende busforbindelse. Med station ved Lufthavnsvej fås som i Jellingløsningerne 2,3 minutter længere gangtid.

Det gør ingen mærkbar forskel, hvilken stationsløsning der vælges i Billund Lufthavn, idet der i køreplanmodel 2 ikke foretages krydsning her. Rejsetiden mellem Vejle og Billund Lufthavn bliver 30 minutter (henholdsvis 29 og 31 minutter i de to retninger).

Som i Jellingløsningerne medfører en nedgravet løsning eller en station på forpladsen kortere gangtid.

Mellem Herning og Billund Lufthavn bliver rejsetiden 61 minutter (henholdsvis 60 og 62 minutter i de to retninger), hvor der skal foretages togskifte i Gadbjerg med en skiftetid på 16 minutter.

Uden station i Gadbjerg kan rejsetiden til Billund Lufthavn og Billund By (Legoland) afkortes med 1 minut. Til gengæld forøges rejsetiden mellem Herning og Billund Lufthavn med en halv time, idet togskiftet så skal foretages i Jelling. Her krydser Billundtog og Herningtog i køreplanmodel 2, og man kan ikke påregne skiftemulighed til det krydsende tog, men må vente til det næste.

Rejsetiden Vejle-Herning bliver 59 min ligesom i Jellingløsningerne og Vejle-Holstebro 94 min.

Nedenfor er vist den køreplan, som indgår i analysen.

Gadbjerg-løsning		
34 18 48	Vejle	o 00 30 18
36 	Vejle Sygehus	 16
 23 53	o Grejsdal	55 25
 25 55	Grejsdal	
47 34 04	o Jelling	47 17 04
49 35 05	Jelling	o 46 16 02
54 40 10	o Gadbjerg	41 11 57
56 41 11	Gadbjerg	o 40 10 55
: 49 19	o Billund Lufthavn	31 01 :
: 50 20	Billund Lufthavn	o 30 00 :
: 53 23	o Billund By	27 57 :
03	Give	49
09	Thyregod	42
16	Brande	35
26	Kølkær	26
33	o Herning	19
59 36	Herning	o 17 36
05 42	Gødstrup	12 31
 49	Vildbjerg	06
 56	Avlum	59
33 08	o Holstebro	44 09

3.3 Farreløsning

I Farreløsningen medfører køreplanmodel 2 det bedste resultat med hensyn til rejsetid og korrespondancer. Mellem Vejle og Gadbjerg er der tale om principielt samme køreplan.

Togene kører længere på eksisterende infrastruktur end i de øvrige løsninger.

Rejsetiden mellem Vejle og Billund Lufthavn bliver 31 minutter (henholdsvis 30 og 32 minutter i de to retninger), hvilket er 1 minut langsommere end nuværende busforbindelse.

Mellem Herning og Billund Lufthavn bliver rejsetiden 62½ minutter (henholdsvis 61 og 64 minutter i de to retninger), hvor der som i Gadbjergløsningen skal foretages togskitte i Gadbjerg (skiftetid bliver 17 minutter).

Køreplanen til Herning er den samme som i Gadbjergløsningen.

Nedenfor er vist den køreplan, som indgår i analysen.

Farre-løsning					
34	18	48	Vejle	o	59 29 18
36			Vejle Sygehus		17
	23	53	o Grejsdal		54 24
	25	55	Grejsdal	o	
47	34	04	o Jelling		46 16 04
49	35	05	Jelling	o	45 15 02
54	40	10	o Gadbjerg		40 10 57
56	41	11	Gadbjerg	o	38 08 55
:	50	20	o Billund Lufthavn		29 59 :
:	55	25	Billund Lufthavn	o	25 55 :
:	59	29	o Legoland		21 51 :
03			Give		49
09			Thyregod		42
15			Brande		35
26			Kølkær		26
33			o Herning		20
59	36		Herning	o	17 36
05	42		Gødstrup		12 31
	49		Vildbjerg		06
	56		Avlum		59
33	08		o Holstebro		44 09

3.4 Basissituation

Nedenfor er vist faste minuttal i nuværende køreplan (K17), som har været anvendt som sammenligningsgrundlag. Rejsetiden Vejle-Herning er 57 minutter (henholdsvis 56 og 58 minutter i de to retninger). Rejsetiden Vejle-Holstebro er 94½ minutter (henholdsvis 93 og 96 minutter i de to retninger).

K17

02	Vejle	o	56
04	Vejle Sygehus		53
17	Jelling		41
29	Give		29
36	Thyregod		21
43	Brande		13
58	o Herning		58
00	Herning	o	49
11	Vildbjerg		39
17	Avlum		32
27	Tvis		27
35	o Holstebro		20

Nuværende kollektive rejsetid mellem Vejle og Billund Lufthavn er 30 minutter med buslinje 43 (henholdsvis 31 og 29 minutter i de to retninger). Gangtiden mellem busstop og terminalbygning er beregnet til 0,7 minutter. Gangtiden for omstigere på Vejle station er beregnet til 0,3 minutter.

Nuværende kollektive rejsetid mellem Vejle og Billund By er 36 minutter til Legoland/Lalandia (henholdsvis 34 og 38 minutter i de to retninger) og 38½ minutter til Billund Centret (henholdsvis 37 og 40 minutter i de to retninger). Den gennemsnitlige tilbringertid til stoppestedet er ud fra oplandets fordeling mm. beregnet til 7,5 minutter (beregningen fremgår af fagnotat om samfundsøkonomisk analyse).

Buslinje 43

05 35	Vejle	o	52 22
34 04	Billund Lufthavn		21 52
39 09	Legoland/Lalandia		14 44
42 12	o Billund Centret		12 42

3.5 Sammenligning af køreplanerne

I Tabel 5 findes en samlet oversigt, hvor køretiderne i udvalgte rejserelationer sammenlignes.

Hvor rejserelationen er markeret med blå tekst opnås den laveste rejsetid i Jellingløsningerne. Hvor rejserelationen er markeret med brun opnås den laveste rejsetid i Gadbjergløsningen.

<i>minutter</i>	K17	Jelling	Gadbjerg	Farre		K17	Jelling	Gadbjerg	Farre
VJ-BLL	29	25	31	32	BLL-VJ	31	26	29	30
VJ-LGL	34	30	35	41	LGL-VJ	38	31	34	38
VJ-HR	56	59	59	59	HR-VJ	58	59	59	59
VJ-HO	93	97	94	94	HO-VJ	96	94	94	94
HR-BLL		73	59	61	BLL-HR		72	62	64
HR-LGL		79	63	70	LGL-HR		78	66	72

Tabel 5 Rejsetider i udvalgte relationer (i minutter)

Som det fremgår af ovenstående tabel er Jellingløsningen at fortrække i rejserelationer til og fra Vejle, der omfatter størstedelen af de rejsende. Såfremt at andelen af rejsende var størst til og fra nord (Herning, Holstebro, Struer) ville Gadbjergløsningen være at fortrække. I den samfundsøkonomiske analyse bliver der taget højde for samspil mellem rejsetider og passagermængder i alle rejserelationer.

Både Gadbjerg- og Jellingløsningerne er hurtigere end Farreløsningen, især mellem Vejle og Billund/Legoland. Det skyldes i høj grad udformningen af Billund station i Farreløsningen, hvor togene i forbindelse med togvending minimum skal holde 4 minutter før de kan fortsætte. Der er ikke foretaget simuleringer af Farreløsningen, som er fravalgt.

I sydgående retning fra Holstebro til Vejle vil det være muligt at køre 2 minutter hurtigere for alle tre linjeføringer. I nordgående retning fra Vejle til Holstebro vil Gadbjergløsningen og Farreløsningen være 1 minut langsommere. I Jellingløsningerne øges rejsetiden med 4 minutter, hvilket skyldes en ekstra krydsning og holdetid i Herning for at robusthedsoptimere Jelling-løsningen.

Mellem Herning og Vejle øges rejsetiden med 1 minut i nordlig retning og 3 minutter i sydlig retning. I sydlig retning opnås samme rejsetid i Gadbjerg-løsningen og Farreløsningen, hvorimod der spares 2 minutter i Jelling-løsningen.

3.6 Trafikal sammenbinding med Vejle-Struer banen

Det er forudsat, at der ikke skal etableres nye anlæg til klargøring, oliepåfyldning, toilettømning mv., hvorfor disse aktiviteter vil skulle foretages på eksisterende faciliteter. De eksisterende anlæg i Struer kan anvendes til dette formål ved at binde trafikken til Billund sammen med trafikken til Struer.

Der er derfor set på mulighederne for at sammenbinde trafikken på Vejle-Struer med trafikken på Billundbanen. Det vil sige, at et tog, der udgår klargjort fra Struer, vil køre til Vejle og én eller flere gange til Billund, før det igen returnerer til Struer og bliver klargjort og evt. påfyldt igen.

I Jellingløsningerne kan sammenbindingen af trafikken foregå ved, at tog fra Billund hver anden gang returnerer til Billund med vendetid på 4 minutter (i spor 3) og hver anden gang returnerer til Herning med vendetid på 17 minutter (også i spor 3). Tog

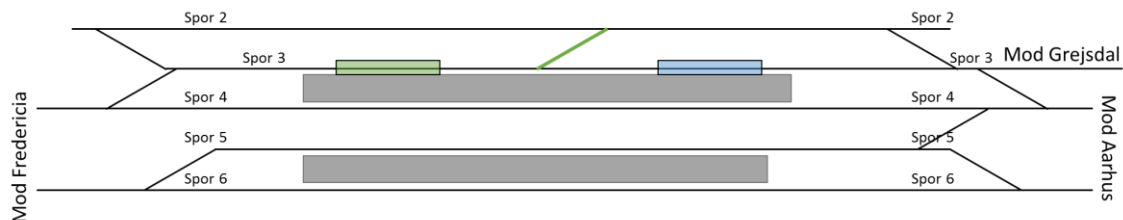
fra Herning returnerer til Billund med vendetid på 48 minutter (i spor 5). Spor 4 og spor 6 reserveres til øvrige trafik. Sporbelægning i Vejle med denne sammenbinding fremgår af Figur 13.

spor	00	10	20	30	40	50	00
3		Billund			fra Billund	til Struer	
4							
5					til Billund		fra Struer
6							

Figur 13 Sporbelægning i Vejle med sammenbinding af tog mod Billund og Herning i Jelling-løsningen

I Gadbjergløsningen er det ikke muligt at udnytte infrastrukturen på samme måde, da køreplanstrukturen i denne løsning giver samlet set længere vendetider i Vejle, hvis de to togsystemer skal sammenbindes efter samme princip, hvor tog fra Billund hver anden gang returnerer til Billund og hver anden gang til Struer. Det udløser behov for at kunne holde et ekstra tog i Vejle.

Dette kan løses ved at etablere en ekstra transversal mellem spor 2 og spor 3, således at der kan ekspederes to tog i spor 3, se nedenstående Figur 14. Sporbelægning i Vejle med denne sammenbinding fremgår af Figur 15 .



Figur 14 Sporplan på Vejle station med den ekstra transversal markeret

spor	00	10	20	30	40	50	00
3a			til Billund			fra Struer	
3b		fra Billund			til Billund		
4							
5		til Struer			fra Billund		til Struer
6							

Figur 15 Sporbelægning i Vejle med sammenbinding af tog mod Billund og Herning i Gadbjerg-løsningen

Alternativt må Billund-togene i Gadbjerg-løsningen køres som selvstændige systemer. Det giver kortere vendetider i Vejle, som kan håndteres på eksisterende spor, se nedenstående Figur 16. Billund-togene må da klargøres og påfyldes m.v. i Vejle eller Fredericia. I Vejle kræver det etablering af faciliteter hertil. På stationen i Billund By er vendetiden meget kort, og det vil derfor udløse en overliggende stamme at etablere faciliteterne der.

spor	00	10	20	30	40	50	00
3		fra Billund	til Billund		fra Billund	til Billund	
4							
5		til Struer				fra Struer	til Struer
6							

Figur 16 Sporbelægning i Vejle uden sammenbinding af tog mod Billund og Herning i Gadbjerg-løsningen

3.7 Sammenligning med Trafikstyrelsens forundersøgelse

I Trafikstyrelsens foranalyse fra 2012 var der opstillet et køreplaneksempel, som også var baseret på strukturen i køreplanmodel 1.

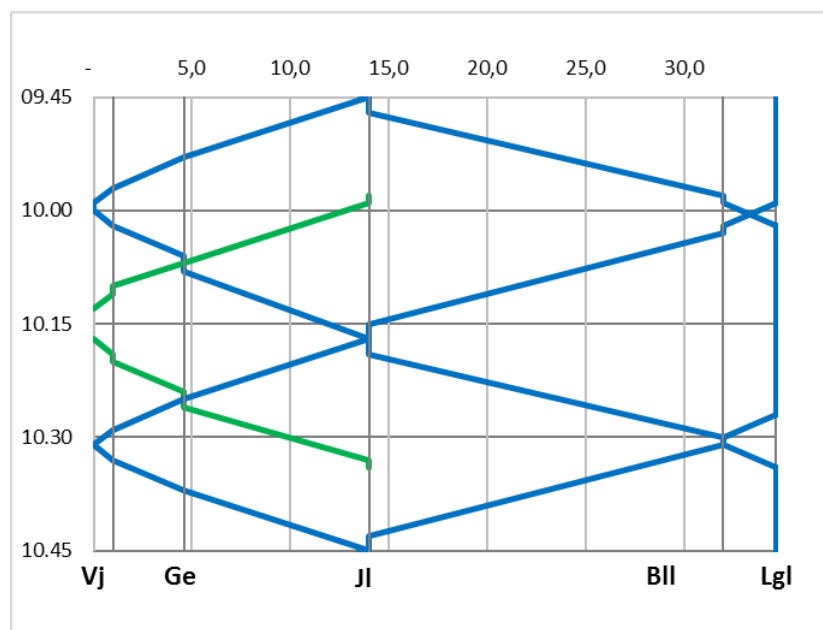
Køretiden mellem Vejle og Billund Lufthavn var 28½ minut (i intervallet 27-30 minutter for de forskellige retninger og tog), hvilket er gennemsnitligt 3 minutter længere end nu forudsat.

Billundtogets længere køretid skyldes, at den ene krydsning i Grejsdal var baseret på gennemkørende Herningtog og standsende Billundtog, hvor begge nu er baseret på standsende Herningtog og gennemkørende Billundtog.

Dette medfører skarp krydsning i Vejle i stedet for de nu forudsatte 4 minutters vendetid, hvilket udløser en ekstra togstamme og også lidt højere belægningsgrad mellem Vejle og Jelling. Endelig var der i det opstillede køreplaneksempel behov for dobbeltspor mellem Billund Lufthavn og Legoland.

Jelling-løsning					
17	31	00	Vejle	o	31 59 13
20			Vejle Sygehus		11
24		06	o Grejsdal		25 07
26		08	Grejsdal	o	
33	45	17	o Jelling		17 45 59
34	47	19	Jelling	o	15 43 58
	58	30	o Billund Lufthavn		03 31
	59	31	Billund Lufthavn	o	02 30
	02	34	o Legoland		59 27

Figur 17 Køreplaneksempel for Jellingløsningen fra Trafikstyrelsens foranalyse fra 2012.



Figur 18 Grafisk visning af køreplaneksempel fra Trafikstyrelsens foranalyse fra 2012.

4 Simuleringer

Der er udført følgende simuleringer af Jellingløsningerne og Gadbjergløsningen:

Jellingløsningerne

- Første køreplansoplæg er simuleret to gange - hhv. med og uden IC-tog i landsdelstrafik

Gadbjergløsningen

- Første køreplansoplæg er simuleret to gange - hhv. med og uden IC-tog i landsdelstrafik
- I den udvidede Gadbjergløsning har det været ønsket at vurdere hvor meget dobbeltspor der skal etableres for at opnå omkring samme punktlighedsniveau som i Jellingløsningerne. Køreplansoplægget er kun simuleret en gang uden IC-tog i landsdelstrafik. Det er her vurderet, at en yderligere simulering med IC-tog i landsdelstrafik ikke er nødvendigt, idet simuleringsresultatet blot vil forskydes, dvs. at effekten af at have strækningen betjent af IC-tog i stedet for regionaltog er den samme, uanset om der ses på den ordinære Gadbjergløsning, eller om man ser på den udvidede med ekstra dobbeltspor syd for Gadbjerg.

4.1 Resultater

Når der planlægges en køreplan for en lang enkelsporet strækning, er der bindinger ved krydsningsstationerne. Nogle bindinger er fordelagtige fordi de understøtter en bedre punktlighed ved robuste krydsninger. Andre bindinger kan have negativ påvirkning på driften. For eksempel i de tilfælde hvor en krydsning er nødvendig og planen er presset. Det vil medføre en krydsning, hvor togene passerer krydsningsstationen i samme minuttal, og dermed bliver togene mere påvirkelige af forstyrrelser. Simuleringerne understøtter netop denne situation. Begge typer af bindinger er nødvendige for at afvikle driften tilfredsstillende, rent rejsetidsmæssigt.

I tilfældet med Billundbanen, giver udflætningens placering forskellige muligheder i relation til køreplanlægningen og driftsafviklingen. Det vil sige, at de kanaler der anvendes i trafikafviklingen kan være mere eller mindre påvirkelige af forsinkelser, primært der hvor to tog skal afvente hinanden. Dette vil også fremgå af simuleringsresultaterne

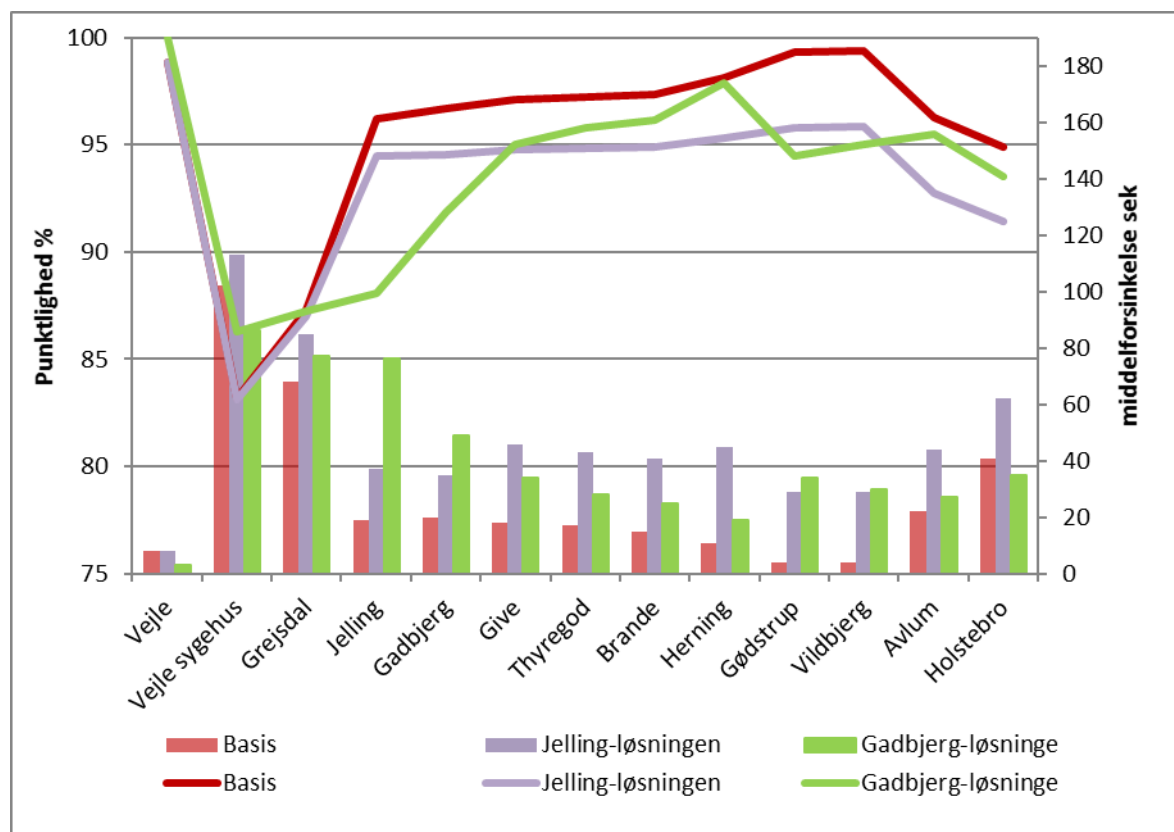
Ved sammenligningen af de to løsninger, er der visse parametre, som gør at sammenligningen vanskeliggøres. Da det ikke er muligt at afvikle præcis samme køreplansoplæg for begge linjeføringer, er der fordele eller ulemper i f.eks. Gadbjergløsningens køreplan som ikke er i Jelling-løsningens køreplan. Nogle af parametrene kan have indflydelse på simuleringsresultatet.

4.1.1 Simuleringer uden sammenkobling med landstrafikken

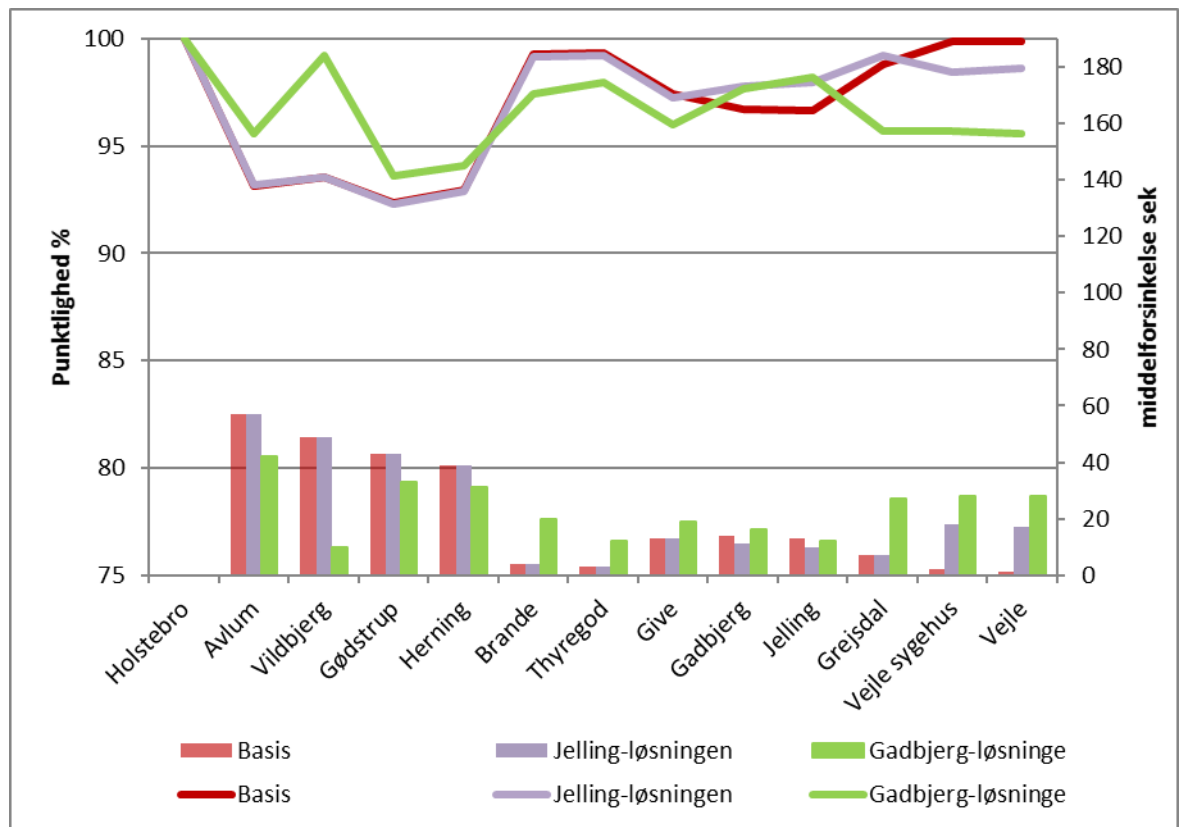
Dette afsnit viser resultater af simuleringer for basissituationen, Jellingløsningerne og Gadbjergløsningen uden sammenkobling med landstrafikken, dvs. ingen tog på strækningen Vejle-Herning-Struer fortsætter til København, hvormed det undgås, at forsinkelser fra IC-trafikken forplanter sig til trafikken Vejle-Billund og Vejle-Herning.

Punktlighed og middelforsinkelser for togankomster på strækningen Vejle-Holstebro og Holstebro-Vejle fremgår af nedenstående Figur 19 og Figur 20.

Det store fald i punktighed mellem Vejle og Vejle Sygehus i den ene retning og mellem Holstebro og Aulum i den anden retning skyldes påtrykningen af forsinkelser, der fremgår af Bilag 3.



Figur 19 Ankomster for tog mellem Vejle og Holstebro. Søjlerne viser den gennemsnitlige middelforsinkelse. Linjerne viser punktigheden (andel togankomster indenfor 2:59 min).



Figur 20 Ankomster for tog mellem Holstebro og Vejle. Søjlerne viser den gennemsnitlige middelforsinkelse. Linjerne viser punktligheden (andel togankoster indenfor 2:59 min).

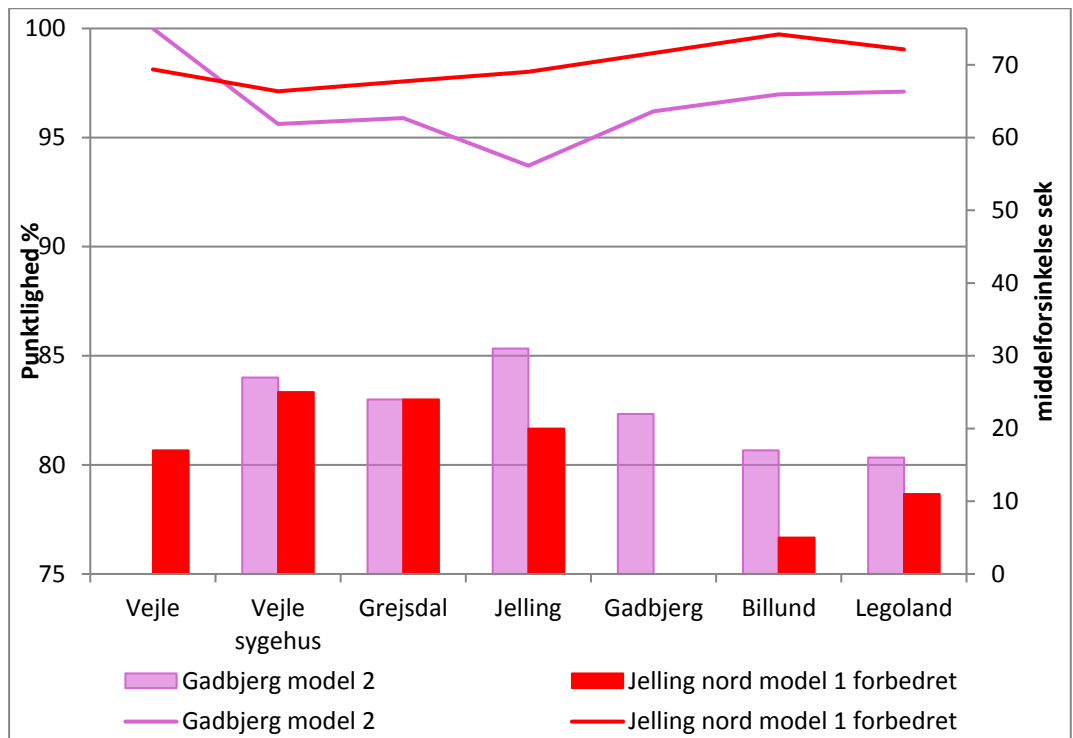
Det ses, at togene mod nord i Jellingløsningerne opnår en bedre punktlighed mellem Vejle og Herning end i Gadbjergløsningen. Mellem Herning og Holstebro opnås en lidt dårlige punktlighed i Jellingløsningerne.

Årsagen er formentlig, at togene efter Herning kører i en dårligere kanal, hvor togene som kommer fra syd skal krydse flere tog i Jellingløsningerne end i Gadbjergløsningen. Samme mønster ses, når togene fra Holstebro mod syd tages i betragtning.

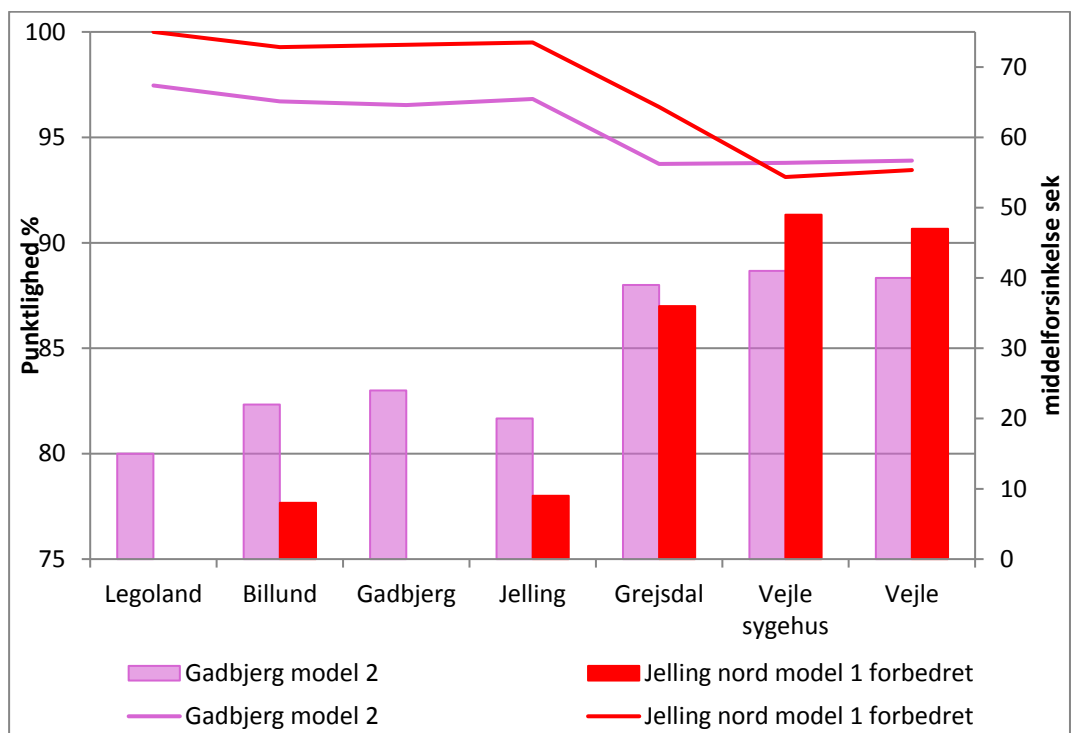
At Gadbjergløsningen medfører dårligere punktlighed mellem Vejle og Herning må antages at hænge sammen med følgende to problemstillinger:

- 1) Strækningen, hvor der kører 3 tog i timen pr retning er længere i Gadbjergløsningen end i Jellingløsningerne. Det medfører, at det er sværere at indhente forsinkelser, og dermed udnyttes tillæg og ekstra holdetid ikke optimalt.
- 2) Der kan være indfletningsvanskeligheder fra Vejle op mod Herning i tilfælde af forsinkelser. Forsinkelser vil medføre, at togene bliver holdt tilbage for trafikken fra nord (fra Aarhus). Dermed bliver de mere forsinkede ud af Vejle.

Figur 21 og Figur 22 nedenfor viser resultatet af simuleringerne for togene på den nye bane til Billund/Legoland.



Figur 21 Ankomster for tog mellem Vejle og Legoland. Søjlerne viser den gennemsnitlige middelforsinkelse. Linjerne viser punktligheden (andel togankoster indenfor 2:59 min).



Figur 22 Ankomster for tog mellem Legoland og Vejle. Søjlerne viser den gennemsnitlige middelforsinkelse. Linjerne viser punktligheden (andel togankoster indenfor 2:59 min).

Af ovenstående figur fremgår det, at Jellingløsningerne opnår den bedste punktlighed i begge retninger, dog med en enkelt undtagelse: Ved ankomst til Vejle ankommer Gadbjergløsningen lidt bedre. Hvert tog fra Legoland ankommer i gennemsnit 7 sekunder senere til Vejle i Jellingløsningerne end i Gadbjergløsningen.

I begge løsninger falder punktligheden, når togene fra Legoland har flettet ind på eksisterende strækning. Forsinkelserne bliver ofte fuldstændigt overført mellem togene, fordi de skal foretage krydsninger både i Jelling og Grejsdal.

Da analysen er foretaget på to enkeltsporede strækninger, er det relevant at se på, hvor meget af den opståede forsinkelse, der er relateret til holdtidsforlængelse på grund af omdisponeringer. Når en krydsning bliver forlagt på grund af forsinkelser, vil togene blive holdt tilbage på en station i relativt lang tid.

	Jellingløsninger	Gadbjergløsning
Skrå bane mod VJ	145 sek.	54 sek.
Skrå bane mod HO	90 sek.	60 sek.
Ny bane mod LGL	17 sek.	154 sek.
Ny bane mod VJ	37 sek.	42 sek.
Total holdtidsforlængelse	289 sek.	310 sek.

Tabel 6 Samlede gennemsnitlig holdtidsforlængelse pr tog grundet omdisponeringer

Jf. Tabel 6 må det antages, at en rejse fra Legoland til Vejle i Jelling-løsningerne gennemsnitligt forlænges med 37 sekunder, fordi toget skal afvente andre forsinkede tog. En tilsvarende analyse kan udføres for resten af rejserelationerne og de to linjeføringer.

Samlet opnås en teoretisk større rejsetidsforøgelse i Gadbjergløsningen end i Jellingløsningerne, når der ses på holdtidsforlængelse som følge af omdisponering. Derfor er Jellingløsningerne mere robust overfor påvirkningerne fra omdisponering.

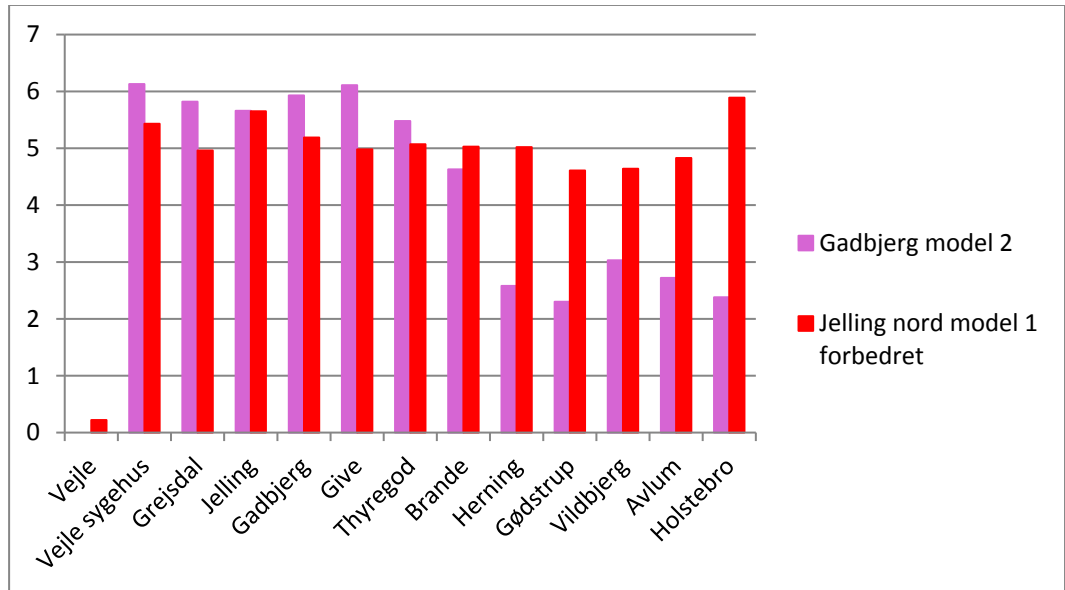
4.1.2 Vurdering af sammenkobling med landstrafik

I dette afsnit sammenlignes simuleringresultater med tog mellem Vejle og Struer henholdsvis sammenkoblet med landstrafik (model 1) og uden sammenkobling med landstrafik (model 2).

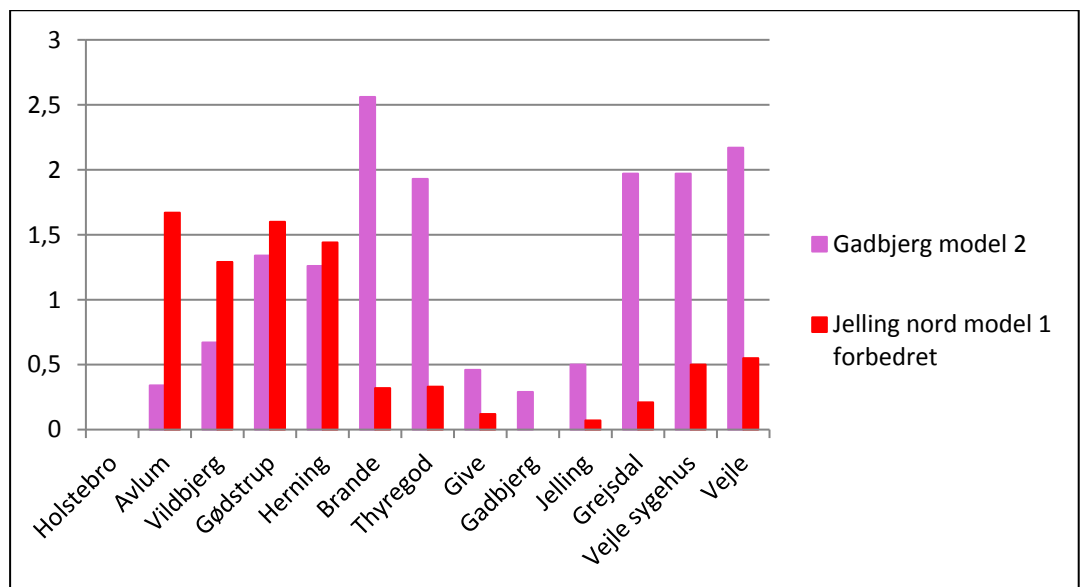
Simuleringresultaterne udviser samme tendenser ved sammenligning, men køreplaner med sammenkobling afvikles generelt med en lavere punktlighed.

For at kunne vurdere, om det giver værdi at afkoble trafikken på den skrå bane og den ny bane fra landsdelstrafikken, er der foretaget en sammenligning af punktligheden i de to løsninger. Hvis tallet i figuren er positivt, opnås bedre rettidighed i simuleringerne, hvor landsdelstrafikken er afkoblet fra den skrå bane. Er tallet negativt opnås der bedre rettidighed, hvor landsdelstrafikken kører på den skrå bane.

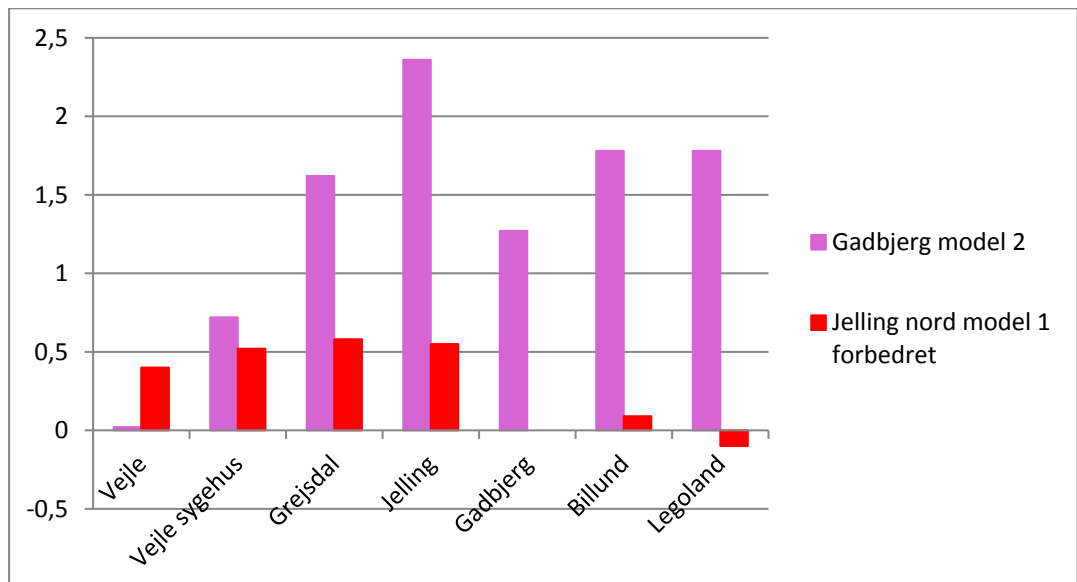
Af nedenstående Figur 23 til Figur 26 fremgår det, at der kun er positive tal (på nær ved to måling), hvilket betyder at, punktligheden falder når landsdelstrafikken kører på den skrå bane. Punktligheden falder op mod 6 % på nogle stationer, hvilket må betragtes som meget.



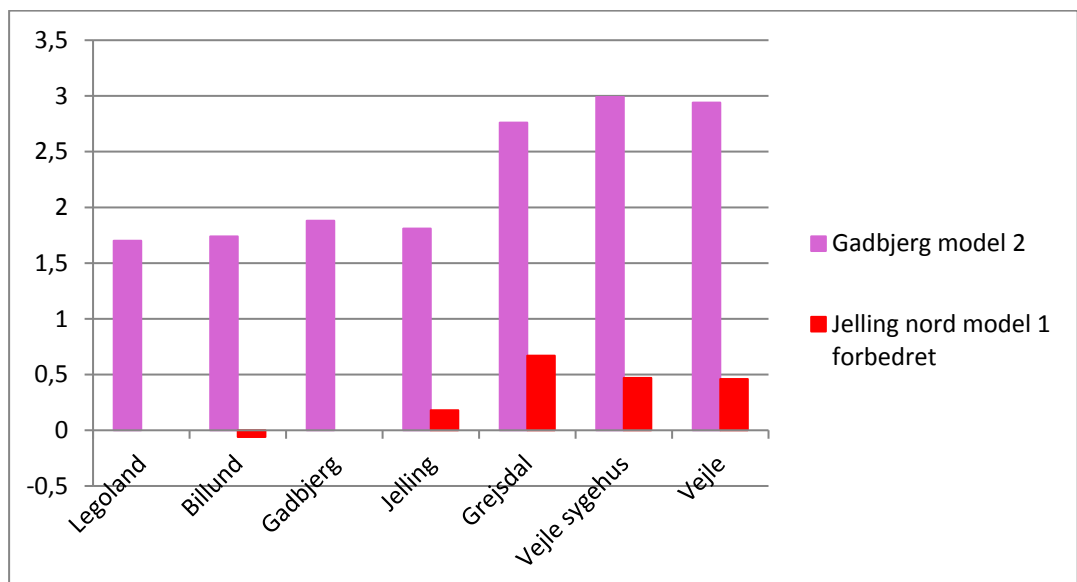
Figur 23 Forskel i punktlighed (procentpoint) mellem simuleringsresultater med og uden landsdelstrafik på den skrå bane mellem Vejle og Holstebro



Figur 24 Forskel i punktlighed (procentpoint) mellem simuleringsresultater med og uden landsdelstrafik på den skrå bane mellem Holstebro og Vejle



Figur 25 Forskel i punktlighed (procentpoint) mellem simuleringsresultater med og uden landsdelstrafik på den ny bane mellem Vejle og Legoland



Figur 26 Forskel i punktlighed (procentpoint) mellem simuleringsresultater med og uden landsdelstrafik på den ny bane mellem Legoland og Vejle

4.1.3 Gadbjergløsningen med forlænget dobbeltspor

Der er set på, hvor meget dobbeltspor som er nødvendigt for at forhøje punktligheden i Gadbjergløsningen til et tilfredsstillende niveau.

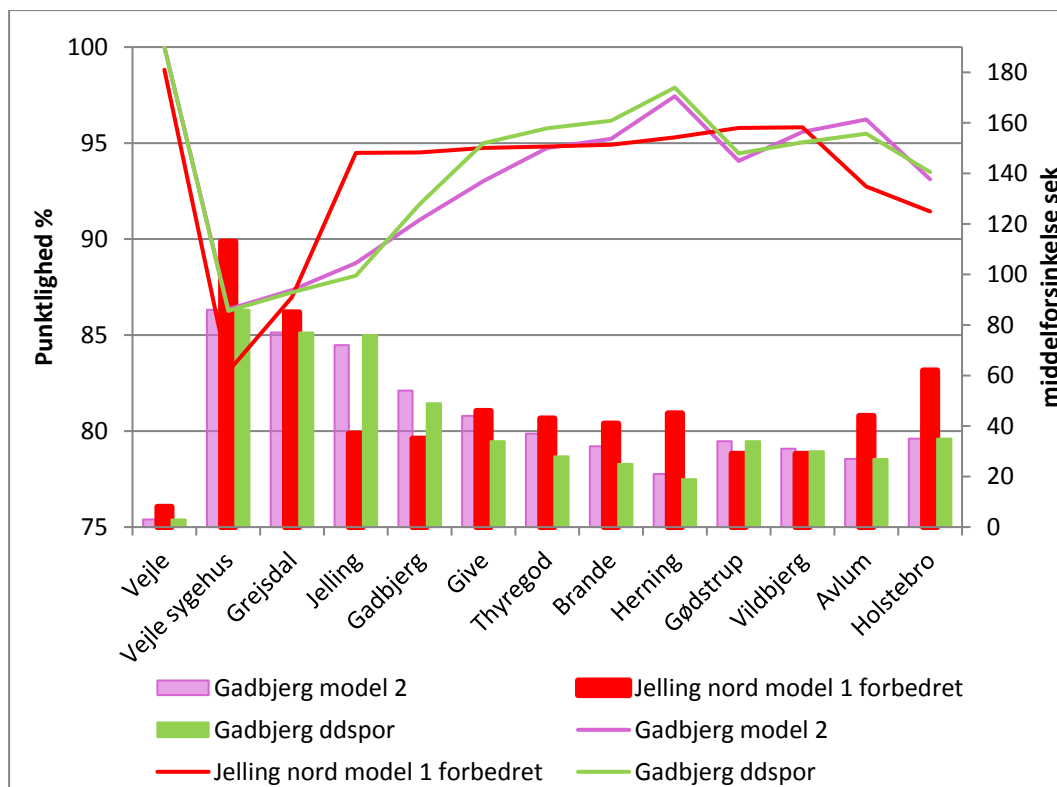
Der er foretaget simuleringer med varierende længde af et dobbeltspor ved Gadbjerg.

Simuleringerne viser, at et dobbeltspor mellem udfletningen og Gadbjerg og herfra 3 km videremod sydøst (i retning mod Vejle) forbedrer resultatet til et tilfredsstillende niveau svarende til Jellingløsningerne.

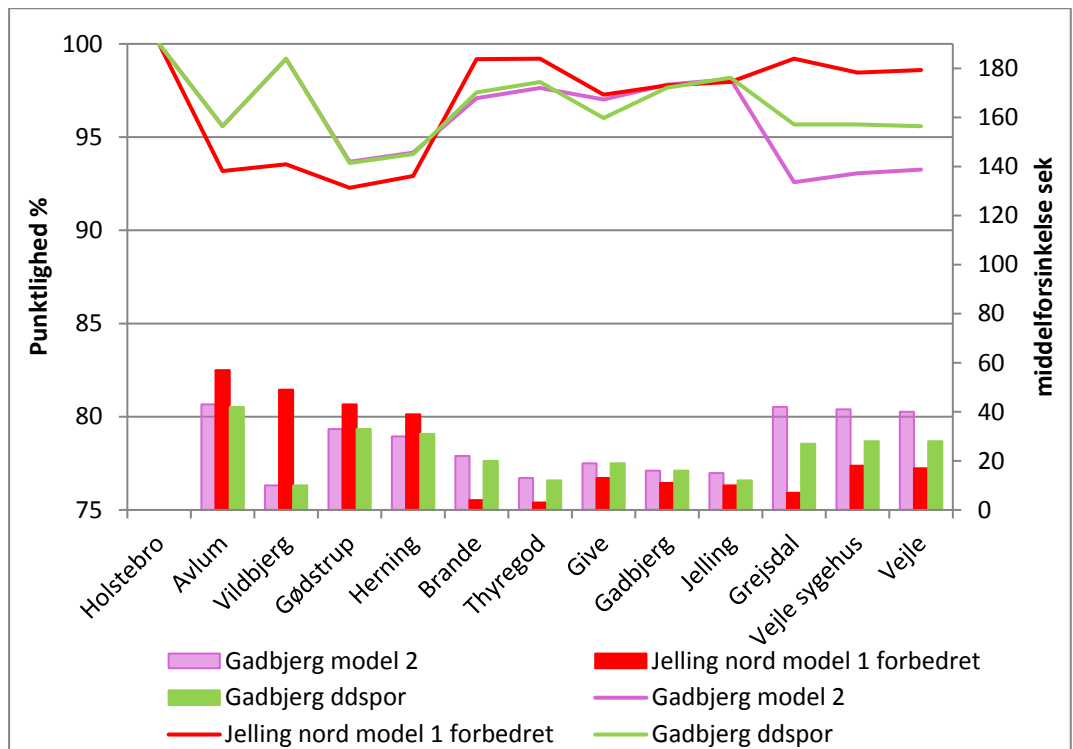
Med det længere dobbeltspor opnås nogle køreplansmæssige muligheder. Derfor er køreplanen tilpasset med enkelte ændringer:

- Togene mod Billund holder 30 sekunder længere i Vejle.
- Togene der kører Vejle-Herning-Struer holder et minut kortere i Vejle, men 30 sekunder længere i Jelling og Gadbjerg.

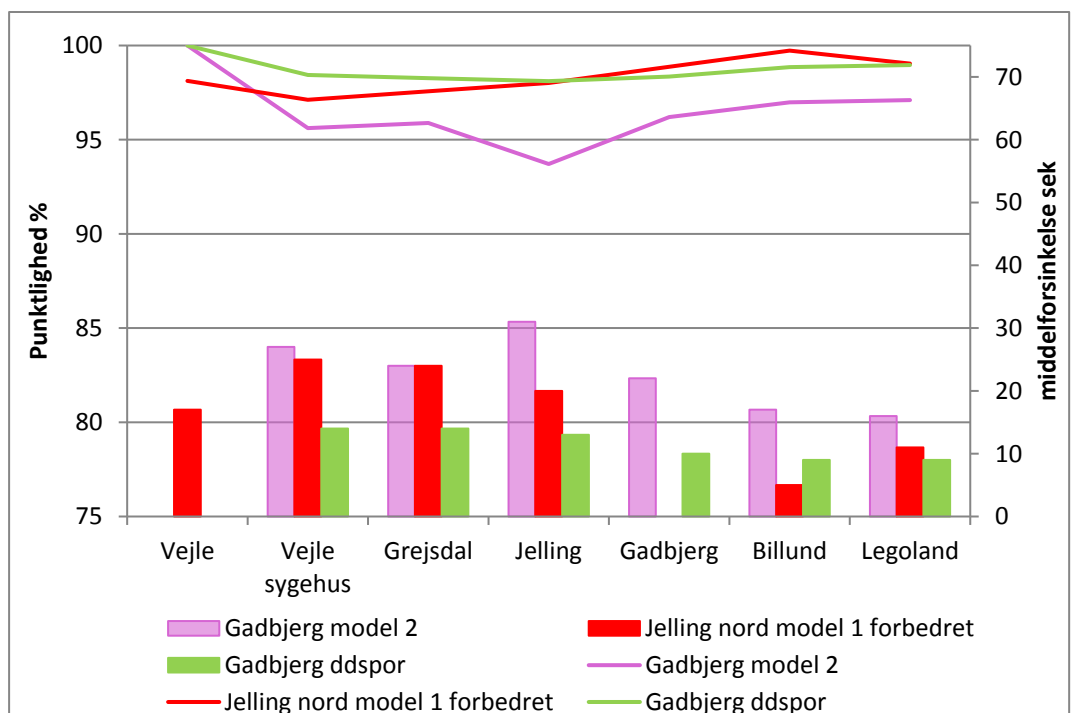
Nedenstående Figur 27 til Figur 30 viser resultatet fra simuleringerne, hvor den grønne linje repræsenterer resultatet fra simuleringen med forlænget dobbeltspor.



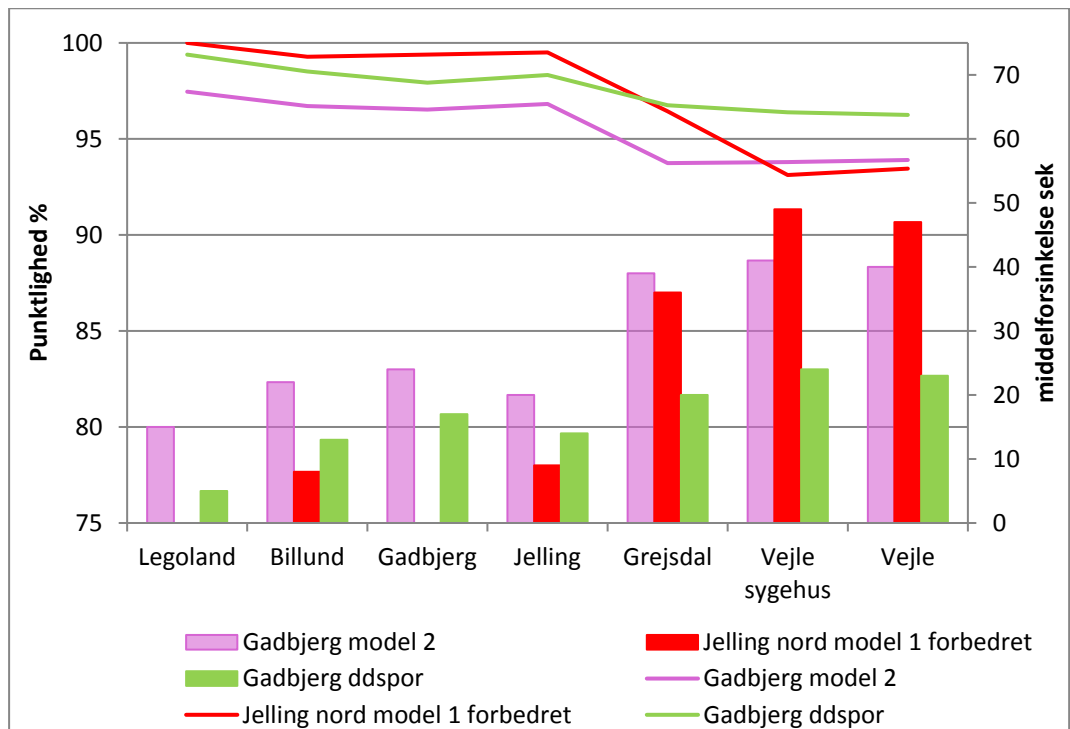
Figur 27 Ankomstpunktigheden for togene mellem Vejle og Holstebro. Søjlerne er den gennemsnitlige middelforsinkelse og stregerne er punktigheden.



Figur 28 Ankomstpunktigheden for togene mellem Holstebro og Vejle. Søjlerne er den gennemsnitlige middelforsinkelse og stregerne er punktigheden.



Figur 29 Ankomstpunktigheden for togene mellem Vejle og Legoland. Søjlerne er den gennemsnitlige middelforsinkelse og stregerne er punktigheden.



Figur 30 Ankomstpunktigheden for togene mellem Legoland og Vejle. Søjlerne er den gennemsnitlige middelforsinkelse og stregerne er punktigheden.

Dobbeltsporet forbedrer punktigheden primært for tog på den nye bane, men der opnås enkelte forbedringer for togene mellem Vejle og Herning. I sydlig retning opnår togene en bedre punktighed fra Jelling og ind mod Vejle. I nordlig retning kører togene bedre mellem Jelling og Herning.

Udover vurderingen af effekten på punktigheden, er det også vurderet, hvor stor en forsinkelse togene kan ankomme med til Gadbjerg uden at påvirke driften. Togene vil kunne være forsinket i omegnen af 4,5 minut uden at påvirke de afventende tog.

Et forsinkelsesniveau på 4,5 minut er et niveau, der opstår på daglig basis. Derfor vil det have værdi, at driften ikke bliver forstyrret pga. et tog med en sådan forsinkelse. Dobbeltsporet giver mulighed for at absorbere almindeligt forekommende småforsinkelser.

Sammenlignes resultatet fra simuleringerne af Gadbjergløsningen med dobbeltspor med Jellingløsningen, kører togene med cirka det samme niveau af punktighed. Sammenholdt med at togene kan være op til 4,5 minut forsinket ved krydsningen i Gadbjerg uden af videreføre forsinkelser, vurderes dobbeltsporets udstrækning at være tilstrækkeligt.

5 Konklusioner

I dette afsnit fremhæves de vigtigste konklusioner fra analysen og de forhold som kan have indflydelse på analysens resultater, hvis ikke disse bliver overholdt, eller hvis de bliver ændret. Alle vurderinger er baseret på køreplanerne i nærværende analyse.

5.1 Køreplanmuligheder

I dag betjenes banen mellem Vejle og Herning af ét tog pr. time i hver retning i dagtimer. Hvert andet af disse tog indgår i landstrafikken og kører Struer-Herning-København uden skift undervejs. Banen betjenes desuden af enkelte supplerende myldretidstog. Der kører også enkelte godstog, typisk et hver dag i hver retning, som oftest i dagtimer. Således er betjeningen i nogle timer 2 tog pr. time.

Med halvtimesdrift Vejle-Billund bliver det kun muligt at betjene strækningen Vejle-Herning med ét tog pr. time i hver retning. Derfor må nuværende supplerende myldretidstog ophøre. Og godstog kan kun afvikles om natten, medmindre man tillader, at betjeningen til Billund i enkelte timer indskrænkes til et tog i timen. Mellem Herning og Holstebro er der planlagt med to tog i timen, bestående af trafikken mellem Vejle og Struer og et ekstra tog mellem Herning og Holstebro.

Idet der ikke forudsættes udvidelser i den eksisterende bane gennem Grejsdalen, vil tog til Billund skulle krydse undervejs på de eksisterende krydsningsstationer i Grejsdal og Jelling, samt Gadbjerg i Gadbjerg-løsningen.

Der findes her to principielt forskellige køreplanmodeller med forskelligt krydsningsmønster, som begge er overvejet i alle løsninger. Den ene model er bedst i Jellingløsningerne, mens den anden model er bedst i Gadbjerg- og Farreløsningen.

Begge køreplanmodeller er baseret på de strategiske minimumstillæg².

5.2 Rejsetider

Rejsetiden Vejle-Billund lufthavn bliver 25½ minutter i Jellingløsningerne, 30 minutter i Gadbjergløsningen og 31 minutter i Farreløsningen. Rejsetiden til Legoland bliver 31 minutter i Jellingløsningerne, 34 minutter i Gadbjergløsningen og 39½ minutter i Farreløsningen.

I dag er rejsetiden med bus 29-31 minutter Vejle-Billund Lufthavn og 33-35 minutter Vejle-Legoland.

Rejsende mellem Herning og Billund/Legoland, får de korteste rejsetider i Gadbjergløsningen.

² "Metode til at fastlægge køretider på jernbanen i planlægningsprojekter", Banedanmark, DSB og Trafikstyrelsen

5.3 Kapacitet og punktlighed i Jellingløsningerne

Med de forudsatte 3 tog pr. time på dele af den enkeltsporede strækning mellem Vejle og Jelling udnyttes kapaciteten intensivt i alle driftstimer i en trafikering med mange krydsninger. Tog mod Billund skal krydse et modkørende tog, hver gang det ankommer til en station.

Der er stor sandsynlighed for at overføre forsinkelser mellem to tog, der krydser, også selvom der er indlagt en buffer til at absorbere nogle af disse forsinkelser. Specielt omkring Grejsdal og Jelling overføres en del forsinkelser. Et forsinket tog bliver nemt mere forsinket eller gør andre punktlige tog forsinkede.

Kan togene ikke foretage den planlagte krydsning pga. forstyrrelser i driften, skal den forlægges til en nabostation. Dermed skal et af togene tilbageholdes ekstra længe. Tabel 6 i afsnit 4.1.1 viser, hvor meget et tog i gennemsnit kan blive holdt tilbage.

Simuleringerne viser, at det bliver nødvendigt at afkoble togtrafikken Vejle-Herning-Struer fra landstrafikken for at opnå en tilfredsstillende punktlighed. På den måde kan det undgås, at forsinkelser fra landstrafikken forplanter sig til trafikken Vejle-Billund og Vejle-Herning, hvor det er vanskeligt at regenerere forsinkelserne. Afkoblingen medfører, at rejser til og fra fx Odense og København altid vil indebære togsift i Vejle.

Desuden er det nødvendigt at indlægge en ekstra krydsning og ekstra holdetid i Herning, så disse regionaltog kører mere punktligt ud af Herning og medfører færre forsinkelser mellem Jelling og Vejle, både for togene til Herning og Billund. Dette medfører længere rejsetid end i dag for rejsende til Holstebro og Struer.

Samlet vurderes, at med disse forudsætninger kan der opnås en tilfredsstillende punktlighed i Jellingløsningen

Jellingløsningernes korte vendetid i Vejle har vist sig ikke at have den store betydning. Fra togene fra Billund ankommer til Vejle, til at de skal afgang igen mod Billund, forbedres togenes punktlighed med ca. 4,5 procentpoint. Da det er muligt for togene at hente 4,5 procentpoint, anses den korte vendetid for ikke at være problematisk. Det er vigtigt at proceduren ved vendinger overholdes i driftssituationer, således at en vending realiseres på minimum 4 minutter, eller kan det have negative konsekvenser på punktligheden.

Både i Jellingløsningerne og Gadbjergløsningen planlægges halvtimesdriften mellem Vejle og Billund udført med tre togstammer. Det vil være muligt at forbedre punktligheden, hvis der tilføjes en ekstra togstamme, som vil give ekstra buffertid.

5.4 Dobbeltspor i Gadbjergløsningen

I Gadbjergløsningen fås umiddelbart dårligere punktlighed, hvilket skyldes, at der over en længere strækning køres intensivt med 3 tog pr time i hver retning på enkeltspor.

Simuleringerne viser, at hvis Gadbjergløsningen skal forbedres til en punktlighed på niveau med Jellingløsningerne, er det nødvendigt at udbygge infrastrukturen og tilrette køreplanen herefter.

Således skal der udbygges med dobbeltspor fra udfletningen til Gadbjerg og med 3 km dobbeltspor fra Gadbjerg mod Jelling.

6 Bilag

6.1 Bilag 1 – Hastighedsprofiler for ny bane

Nordlig Jelling-løsning

	TIB	projekt	km fra	
	km	km	Vejle	km/t
Vejle st.midt (VJ)	114,2	-	0,0	60
Vejle stationsgrænse	113,6	-	0,6	60
hastighedsskift	113,0	-	1,2	70
Vejle Sygehus trinbræt (VJS)	113,2	-	1,0	70
Grejsdal st.midt (GES)	109,6	-	4,6	70
hastighedsskift	104,0	-	10,2	100
hastighedsskift	100,5	-	13,7	110
Jelling st.midt (JL)	100,2	-	14,0	110
Overkørsel 194 (afgrening)	99,9	0,0	14,3	120
hastighedsskift	-	16,3	30,6	110
Billund Lufthavn st.midt (BLL)	-	17,0	31,3	110
hastighedsskift	-	17,4	31,7	100
Legoland endepunkt (LGL)	-	19,6	33,9	-

Sydlig Jelling-løsning

	TIB	projekt	km fra	
	km	km	Vejle	km/t
Vejle st.midt (VJ)	114,2	-	0,0	60
Vejle stationsgrænse	113,6	-	0,6	60
hastighedsskift	113,0	-	1,2	70
Vejle Sygehus trinbræt (VJS)	113,2	-	1,0	70
Grejsdal st.midt (GES)	109,6	-	4,6	70
hastighedsskift	104,0	-	10,2	100
hastighedsskift	100,5	-	13,7	110
Jelling st.midt (JL)	100,2	-	14,0	110
Overkørsel 194 (afgrening)	99,9	0,0	14,3	120
Billund Lufthavn st.midt (BLL)	-	17,5	31,8	120
hastighedsskift	-	17,9	32,2	100
Legoland endepunkt (LGL)	-	20,1	34,4	-

Gadbjerg-løsning

	TIB	projekt	km fra	
	km	km	Vejle	km/t
Vejle st.midt (VJ)	114,2	-	0,0	60
Vejle stationsgrænse	113,6	-	0,6	60
hastighedsskift	113,0	-	1,2	70
Vejle Sygehus trinbræt (VJS)	113,2	-	1,0	70
Grejsdal st.midt (GES)	109,6	-	4,6	70
hastighedsskift	104,0	-	10,2	100
hastighedsskift	100,5	-	13,7	110
Jelling st.midt (JL)	100,2	-	14,0	110
Overkørsel 194	99,9	-	14,3	120
Gadbjerg st.midt (GG)	93,4	-	20,8	110
Gadbjerg afgreningspunkt	92,6	0,0	21,6	120
Billund Lufthavn st.midt (BLL)	-	12,2	33,8	120
hastighedsskift	-	12,5	34,1	100
Legoland endepunkt (LGL)	-	14,8	36,4	-

Farre-løsning (borgerforslag)

	TIB	projekt	km fra	
	km	km	Vejle	km/t
Vejle st.midt (VJ)	114,2	-	0,0	60
Vejle stationsgrænse	113,6	-	0,6	60
hastighedsskift	113,0	-	1,2	70
Vejle Sygehus trinbræt (VJS)	113,2	-	1,0	70
Grejsdal st.midt (GES)	109,6	-	4,6	70
hastighedsskift	104,0	-	10,2	100
hastighedsskift	100,5	-	13,7	110
Jelling st.midt (JL)	100,2	-	14,0	110
Overkørsel 194	99,9	-	14,3	120
Gadbjerg st.midt (GG)	93,4	-	20,8	110
Gadbjerg afgreningspunkt	92,6	-	21,6	110
Farre afgreningspunkt	89,6	0,0	24,6	120
Billund Lufthavn st.midt (BLL)	-	10,9	35,5	110
Legoland endepunkt (LGL)	-	15,3	39,8	-

6.2 Bilag 2 – Simuleringsindstillinger

Nedenfor fremgår de indstillinger som er ændret fra standardindstillingerne.

General

		Time frame
Starting time:	<input type="text" value="4:55:00"/>	
Finishing time:	<input type="text" value="1 2:00:00"/>	
		Simulation control
<input checked="" type="checkbox"/>	Cancel timetables with deadlocks in multiple simulation	
<input type="checkbox"/>	Cancel timetables with deadlocks caused by closures in multiple simulation	
<input type="checkbox"/>	Restrict the computing time for each cycle of the operational simulation	<input type="text" value="5 min."/> ▾

Allowances used to match scheduled times

Dwell time allowance:	<input type="text" value="80%"/> ▾
Standard allowance:	<input type="text" value="0%"/> ▾
Engineering allowance:	<input type="text" value="100%"/> ▾
Performance allowance:	<input type="text" value="100%"/> ▾
Pathing allowance:	<input type="text" value="100%"/> ▾
Run time allowance:	<input type="text" value="85%"/> ▾

Methods

The selection of routing methods applies:
- with active routing in the single simulation
- always in the multiple simulation

<input checked="" type="checkbox"/>	Routing for merging at junction	
<input checked="" type="checkbox"/>	Routing for overtaking	
<input checked="" type="checkbox"/>	Dwell extension routing	
<input checked="" type="checkbox"/>	Re-platforming	
<input checked="" type="checkbox"/>	Train entry routing	
<input checked="" type="checkbox"/>	Bidirectional routing	
<input checked="" type="checkbox"/>	Routing when amalgamating trains	
<input checked="" type="checkbox"/>	Routing for alternative routes	
<input checked="" type="checkbox"/>	Rerouting of closures in station tracks	
<input checked="" type="checkbox"/>	Rerouting of closure	
		Extended routing of station tracks
<input checked="" type="checkbox"/>	Ignore conflicts with following trains	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ignore conflicts during arrival/departure	
<input type="checkbox"/>	Try to solve conflicts with 3 to 4 trains	

Parameter

		Minimum lateness
Overtaking and dwell routing:	120 s	
Re-platforming:	120 s	
Train entry routing:	300 s	
Routing of alternative routes:	30 s	
		Intervention range
Entry, train run and dwell routing:	5 min	
Bidirectional routing:	10 min	
Re-platforming:	3 min	
Routing of alternative routes:	3 min	
Detour using station track due to a closure:	15 min	
		Misc
Conflict identification look-ahead:	15 min	
Max. setup for amalgamating routing:	300 s	
Bidirectional routing: Threshold for the decision by additional delay vs. priority (in % of the larger additional delay)	25.0 %	
<p>The priority of the trains that are involved in a conflict determines which train is rerouted if either train could be rerouted. This applies if the difference of the (theoretical) additional delays is below this threshold. Otherwise the train is held back that would suffer the lower potential additional delay as result of the routing.</p>		
<input checked="" type="checkbox"/> Ignore overlap conflicts for bidirectional routing		
<input type="checkbox"/> Avoid opposing moves under "Moving Block"		
<input checked="" type="checkbox"/> Consider conflicts with express trains for re-platforming (off means that only conflicts with stopping trains are considered)		

Prioritering

Alle tog i modellen bliver tildelt prioritering efter nedenstående oversigt.

Base priority	Threshold 1. prio change [s]	1. dynamic priority change	Threshold 2. prio change [2]	2. dynamic priority change
10	60	5	180	10

6.3 Bilag 3 – Forsinkelsesfordelinger

Active	Type	Distribution	Percentage of trains [%] (negative exponential distribution)	Average delay [min] (negative exponential delay)	Maximum delay [min] (negative exponential delay)	Set of trains	Station (abbr.)	Station
✗	Departure	dist - KUN ved forsink. på VJ-LL	25.000	1.500	15.000	LGL-VJ	BLL	Billund
✗	Departure	dist - KUN ved forsink. på VJ-LL	25.000	1.500	15.000	LGL-VJ	LL	Legoland
✗	Departure	dist - KUN ved forsink. på VJ-LL	25.000	1.500	15.000	VJ-LGL	VJ	Vejle
✗	Departure	HR syd				HR mod syd	HR	Herring
✗	Run time	Jelling	15.000	1.000	10.000	JL nord	JL	Jelling
✓	Departure	Avlum nord	10.000	2.500	7.000	Avlum nord	UU	Avlum
✓	Departure	Billund	15.000	1.000	5.000	LGL-VJ	BLL	Billund
✓	Departure	HO syd (L fordeling)				HO mod VJ	HO	Holstebro
✓	Departure	HR nord				HR mod nord	HR	Herring
✓	Departure	Jelling	15.000	1.000	10.000	JL nord	JL	Jelling
✓	Departure	Legoland	15.000	1.000	4.000	LGL-VJ	LL	Legoland
✓	Departure	Thyregod syd	10.000	2.000	5.000	Thyregod syd	TY	Thyregod
✓	Departure	Vildbjerg syd	12.000	3.000	5.000	Vildbjerg syd	ID	Vildbjerg
✓	Departure	VJ mod LGL	15.000	1.000	4.000	VJ-LGL	VJ	Vejle
✓	Departure	VJ nord (L fordeling)				VJ RV Nord	VJ	Vejle
✓	Entry	FA nord				entry FA nord	FA	Fredericia
✓	Entry	SD syd				entry SD syd	SD	Skanderborg

Name: HR nord

	Relative number of trains	Lateness [s]
1	9	0
2	623	60
3	130	120
4	117	180
5	37	240
6	23	300
7	18	360
8	4	420
9	4	480
10	1	540
11	3	600
12	3	660
13	0	720
14	0	780
15	2	840
16	1	900

Name: HO syd (L fordeling)

	Relative number of trains	Lateness [s]
1	1	0
2	236	60
3	99	120
4	75	180
5	14	240
6	6	300
7	6	360
8	0	420
9	1	480
10	1	540
11	0	600
12	0	660
13	0	720
14	0	780
15	0	840
16	0	900

Name: VJ nord (L fordeling)

	Relative number of trains	Lateness [s]
1	12	0
2	440	60
3	84	120
4	68	180
5	42	240
6	26	300
7	22	360
8	22	420
9	14	480
10	2	540
11	12	600
12	4	660
13	4	720
14	4	780
15	8	840
16	2	900

Name: FA nord

	Relative number of trains	Lateness [s]
1	399	0
2	4483	60
3	1059	120
4	700	180
5	431	240
6	236	300
7	182	360
8	106	420
9	86	480
10	60	540
11	55	600
12	33	660
13	38	720
14	28	780
15	16	840
16	21	900

Name: SD syd

	Relative number of trains	Lateness [s]
1	261	0
2	1800	60
3	347	120
4	111	180
5	49	240
6	33	300
7	17	360
8	10	420
9	15	480
10	5	540
11	5	600
12	5	660
13	4	720
14	6	780
15	3	840
16	2	900

Ekskl. Landtrafikken

Active	Type	Distribution	Percentage of arrivals [%] (negative exponential distribution)	Average delay [min] (negative exponential delay)	Maximum delay [min] (negative exponential delay)	Set of trains	Station (abbr.)	Station
✘	Departure	dist - KUN ved forsink. på VJ-LL	25.000	1.500	15.000	LGL-VJ	BLL	Billund
✘	Departure	dist - KUN ved forsink. på VJ-LL	25.000	1.500	15.000	LGL-VJ	LL	Legoland
✘	Departure	dist - KUN ved forsink. på VJ-LL	25.000	1.500	15.000	VJ-LGL	VJ	Vejle
✘	Departure	HR syd	15.000	1.000	10.000	HR mod syd	HR	Herning
✘	Run time	Jelling	15.000	1.000	10.000	JL nord	JL	Jelling
✔	Departure	Avlum nord	10.000	2.500	7.000	Avlum nord	UU	Avlum
✔	Departure	Billund	15.000	1.000	5.000	LGL-VJ	BLL	Billund
✔	Departure	HO syd (RV fordeling)	15.000	1.000	10.000	HO mod VJ	HO	Holstebro
✔	Departure	HR nord	15.000	1.000	10.000	HR mod nord	HR	Herning
✔	Departure	Jelling	15.000	1.000	10.000	JL nord	JL	Jelling
✔	Departure	Legoland	15.000	1.000	4.000	LGL-VJ	LL	Legoland
✔	Departure	Thyregod syd	10.000	2.000	5.000	Thyregod syd	TY	Thyregod
✔	Departure	Vildbjerg syd	12.000	3.000	5.000	Vildbjerg syd	ID	Vildbjerg
✔	Departure	VJ mod LGL	15.000	1.000	4.000	VJ-LGL	VJ	Vejle
✔	Departure	VJ nord (RV fordeling)	15.000	1.000	4.000	VJ RV Nord	VJ	Vejle
✔	Entry	FA nord				entry FA nord	FA	Fredericia
✔	Entry	SD syd				entry SD syd	SD	Skanderborg

Name: HR nord

	Relative number of trains	Lateness [s]
1	9	0
2	623	60
3	130	120
4	117	180
5	37	240
6	23	300
7	18	360
8	4	420
9	4	480
10	1	540
11	3	600
12	3	660
13	0	720
14	0	780
15	2	840
16	1	900

Name: HO syd (RV fordeling)

	Relative number of trains	Lateness [s]
1	2	0
2	396	60
3	131	120
4	56	180
5	11	240
6	13	300
7	5	360
8	1	420
9	0	480
10	1	540
11	0	600
12	0	660
13	0	720
14	0	780
15	0	840
16	1	900

Name: VJ nord (RV fordeling)

	Relative number of trains	Lateness [s]
1	38	0
2	348	60
3	138	120
4	58	180
5	32	240
6	24	300
7	22	360
8	4	420
9	8	480
10	2	540
11	4	600
12	6	660
13	2	720
14	2	780
15	0	840
16	0	900

Name: FA nord

	Relative number of trains	Lateness [s]
1	399	0
2	4485	60
3	1059	120
4	700	180
5	431	240
6	236	300
7	182	360
8	106	420
9	86	480
10	60	540
11	55	600
12	33	660
13	38	720
14	28	780
15	16	840
16	21	900

Name: SD syd

	Relative number of trains	Lateness [s]
1	261	0
2	1800	60
3	347	120
4	111	180
5	49	240
6	33	300
7	17	360
8	10	420
9	15	480
10	5	540
11	5	600
12	5	660
13	4	720
14	6	780
15	3	840
16	2	900