

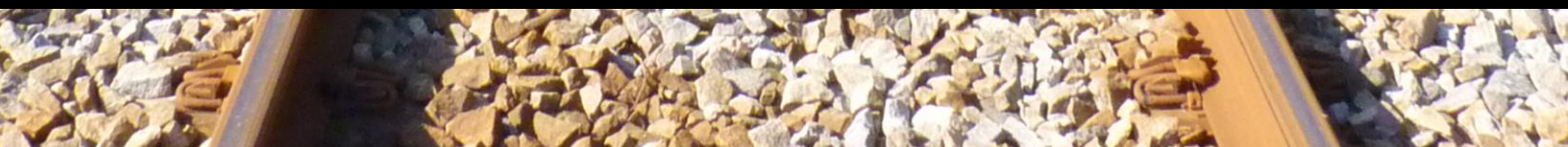


Klimatilpasning

Fagnotat

Ny bane til Billund

banedanmark



Godkendt dato

11.01.2018

Godkendt af

Rasmus Hejlskov Olsen

Senest revideret dato

28.09.2017

Senest revideret af

Deroosh Mohanakumar

banedanmark Klimatilpasning**Banedanmark**Anlægsudvikling
Amerika Plads 15
2100 København Øwww.bane.dk**RAMBOLL****ORBICON**

Klimatilpasning

Indhold		Side
1	Indledning	5
1.1	Baggrund	5
1.2	Beskrivelse af projektet	5
1.2.1	Linjeføringsforslag	5
2	Ikke-teknisk resumé	7
3	Lovgrundlag	9
4	Baggrund og Metode	10
4.1	Baggrundsinformation om projektet	10
4.1.1	Østlig delstrækning	11
4.1.2	Nordlig delstrækning	11
4.1.3	Sydlig delstrækning	11
4.1.4	Gadbjerg delstrækning	12
4.1.5	Vestlig delstrækning	12
4.1.6	Alternativer/Tilvalg	13
4.2	Fremtidige klimascenarier	13
4.2.1	Klimamålsætninger	14
4.3	Virkninger af klimaændringer på baneanlæg	14
4.3.1	Nedbør	14
4.3.2	Sikring af skråningsanlæg	16
4.3.3	Vandføring og vandstandsforhold i vandløb	16
4.3.4	Grundvand	16
4.3.5	Øget vindpåvirkning	17
4.3.6	Stigende temperaturer	17
4.4	Klimatilpasning af baneanlæg	17
4.5	Vurderingskriterier	17
5	Eksisterende forhold	19
5.1	Østlig delstrækning	20
5.2	Sydlig delstrækning	21
5.3	Nordlig delstrækning	22
5.4	Gadbjerg delstrækning	22
5.5	Vestlig delstrækning	23
6	Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i anlægsfasen	24
7	Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i driftsfasen	25
7.1.1	Østlig delstrækning	26
7.1.2	Sydlig delstrækning	27
7.1.3	Nordlig delstrækning	27
7.1.4	Gadbjerg delstrækning	28
7.1.5	Vestlig delstrækning	29

7.1.6	Alternativer/Tilvalg	29
7.2	Afværgeforanstaltninger i driftsfasen	30
7.2.1	Projektering af banens afvanding	30
7.2.2	Projektering i forbindelse med vandløb	30
7.2.3	Projektering i forbindelse med lavninger i terrænet	31
7.2.4	Undersøgelse af områder med høj grundvandsstand	31
7.2.5	Alternativ nedgravet station Billund Lufthavn	31
7.3	Konsekvensvurderinger for driftsfasen	31
7.3.1	Alternativer/Tilvalg	32
8	Kumulative effekter	33
9	0-alternativet	34
10	Myndighedsbehandling	35
11	Oversigt over eventuelle mangler ved undersøgelserne	36
12	Referencer	37

1 Indledning

Dette fagnotat er et bilag til VVM-redegørelsen *Ny bane til Billund*.

Fagnotatet beskriver de eksisterende forhold og vurderer de konsekvenser, som anlæg af en ny bane i et ændret klima vil have. Dette sammenholdes med 0-alternativet, som er den situation, hvor den nye bane ikke anlægges.

1.1 Baggrund

Som led i et politisk forlig om Togfonden DK af 14. januar 2014 mellem den daværende regering (S, SF og R), DF og Ø skal der etableres en ny jernbane til Billund.

1.2 Beskrivelse af projektet

Projektet omhandler etablering af en ny enkeltsporet jernbane til Billund Lufthavn og Billund by (Legoland). Banen vil have en tophastighed på 120 km/t, og vil kunne tilsluttes den eksisterende bane ved enten Jelling eller Gadbjerg, afhængig af linjeføringsvalg.

Med en ny jernbaneforbindelse til Billund fra Vejleområdet vil projektet reducere rejsetiden med offentlig transport, og give nemmere og hurtigere transportmuligheder til Billund. Det vil være til fordel for de op mod tre millioner passager til lufthavnen, de over halvanden million årlige gæster i Legoland samt for pendlere mellem Vejle og Billund.

VVM-undersøgelsen (Vurdering af Virkninger på Miljøet) omfatter det samlede projekt, som er kendt på nuværende tidspunkt. Der kan i forbindelse med den politiske behandling ske justeringer i projektet, dog uden at det påvirker projektets overordnede formål. Det kan eksempelvis være i form af fravalg af en station i Gadbjerg, et mere forenklet sporlayout i Billund eller mere simple anlægskonstruktioner.

Elektrificering af banen er ikke en del af projektet, men beskrives som et muligt tilvalg. Der er dog taget hensyn til mulighederne for elektrificering i forbindelse med eksempelvis frihøjde af broer, og konsekvenserne af anlæg og drift af elektrificering er beskrevet.

1.2.1 Linjeføringsforslag

Der er undersøgt tre løsninger for en stikbane fra enten Jelling eller Gadbjerg til Billund. Disse betegnes i fagnotatet som "løsninger".

1.2.1.1 Sydlig Jellingløsning

Banen føres fra Jelling syd om Åst til en station ved terminalen i Billund Lufthavn, og videre mod Billund By. Løsningen omfatter ca. 20 km ny bane

1.2.1.2 Nordlig Jellingløsning

Banen føres fra Jelling nord om Åst til en station ved terminalen i Billund Lufthavn, og videre mod Billund By. Løsningen omfatter ca. 20 km ny bane.

1.2.1.3 Gadbjergløsning

Banen føres fra Gadbjerg nord om Vester Smidstrup til en station ved terminalen i Billund Lufthavn, og videre mod Billund By. Løsningen omfatter ca. 19 km bane fordelt på ca. fire km dobbeltspor ved Gadbjerg og ca. 15 km ny enkeltsporet jernbane. I Gadbjerg undersøges mulighederne for at etablere en station.

De tre linjeføringsforslag vurderes ligeværdigt i VVM-redegørelsen, og de kan ses på nedenstående kort.



Desuden omfatter projektet alternativer og tilvalg til hver af disse løsninger. Dette omfatter blandt andet alternative stationsplaceringer i henholdsvis Billund Lufthavn og Billund by, samt andre længder på perroner og signalregulering ved Fårupvej i Jelling

1.2.1.4 VVM-processen

Projektet for Ny bane til Billund gennemgår en VVM-lignende proces. Dette fagnotat for klimatilpasning er et bilag til VVM-redegørelsen, som udgives i forbindelse med den VVM-lignende proces. VVM-redegørelsen har til formål at skabe overblik over projektets samlede miljøpåvirkninger.

VVM-redegørelsen og de 13 tilhørende fagnotater danner grundlag for inddragelse af offentligheden i en høringsfase, og udgør, sammen med det kommende høringsnotat, grundlaget for politisk behandling af projektet.

2 Ikke-teknisk resumé

Fagnotatet beskriver forhold vedrørende klimatilpasning i forbindelse med *Ny bane til Billund*.

Fagnotatet gennemgår forventede klimapåvirkninger på *Ny bane til Billund* og vurderer, hvordan uønskede eller uhensigtsmæssige påvirkninger kan afhjælpes.

Vurderingerne er baseret på DMI's klimaprognose for det 21. århundrede, der i hovedtræk beskriver forventede ændringer i:

- Nedbørsforhold
- Vandføring og vandstand i vandløb og søer
- Grundvandsstand
- Vindforhold
- Temperaturforhold

Overordnet viser vurderingerne, at de væsentligste klima-parametre for virkninger på banen må ventes at blive stigende nedbør, stigende grundvandsstand samt øget vandføring i søer og vandløb.

De stigende vandmængder betyder, at man i projekteringen må indarbejde en række forholdsregler for at sikre banen i driftsfasen, især på længere sigt.

Afvandingssystemerne må klimasikres, dvs. konstrueres, så de kan aflede den forventede øgede nedbørsmængde. Det kan ske ved dimensionering af afvandingssystemet og andre klimatilpasningstiltag.

Grundvandsspejlet ligger allerede i dag tæt på terrænets overflade langs dele af de foreslåede banestrækninger. Det skal derfor klarlægges, hvor og i hvilket omfang, klimaændringer og øget grundvandsstand i fremtiden vil medføre stigende tilledning af vand til banen og dens afvandingssystem.

Banen og dens afvandingssystem skal sikres mod oversvømmelser i terrænets og banens dybdepunkter. Det kan bl.a. ske ved regulering af terrænet i omgivelserne, så overfladevand ledes væk fra banen og dens afvandingssystem.

Desuden skal den efterfølgende detailprojektering af vandløbspassager generelt tage højde for den stigende vandføring i vandløb og søer.

For øvrige klimaændringer, dvs. øget temperatur og vindforhold, ventes der ikke væsentlige virkninger på banen i driftsfasen.

Generelt vil klimaændringerne først slå igennem på længere sigt, hvorfor sikring af banen i driftsfasen er vurderet ud fra langtidsprognoser for de kommende 50-100 år. Til gengæld vil klimaændringer ikke påvirke anlægsfasen, hvor klimaforholdene vil være de samme som i dag.

For sydlig Jellingløsning, nordlig Jellingløsning og Gadbjergløsningen er det generelt vurderingen, at man ved hensigtsmæssig dimensionering af især afvandingssystemer og vandløbspassager kan sikre funktionaliteten af jernbanen i driftsfasen ud fra såvel en driftsmæssig betragtning som ud fra forskellige miljømæssige betragtninger. Der er således ikke nogen sammenlignelig forskel, der bevirker at de tre løsninger i forhold til klimatilpasning, er forskellige fra hinanden.

Ud over dimensionering og projektering er det en væsentlig forudsætning for vurderingen, at der sker relevant vedligeholdelse af systemerne til afledning af vand for såvel banen som for det omkringliggende terræn.

3 Lovgrundlag

Klimatilpasning for jernbaneanlæg er ikke omfattet af et egentligt lovgrundlag, men der foreligger en række retningslinjer og anbefalinger, som er beskrevet i normer og strategier, herunder:

- Regeringen: Sådan håndterer vi skybrud og regnvand – handlingsplan for klimasikring af Danmark. December 2012, /5/.
- Transportministeriets klimatilpasningsstrategi, 2010, /6/.
- Regeringens Strategi for Klimatilpasning i Danmark fra 2008, /7/.
- Banenorm BN1-11-1 om afvanding af sporareal, /8/.
- Banenorm BN3-12-2 om miljø og vandløbsager, /9/.
- Spildevandskomiteens skrifter om håndtering af regnvand 27, 29 og 30, se /10/, /11/ og /24/.

De nævnte retningslinjer og anbefalinger danner grundlag for behandlingen af klimatilpasning ved etableringen af *Ny bane til Billund*.

Desuden berøres aspekter omkring klimatilpasning især af:

Miljøbeskyttelsesloven /26/

Miljøbeskyttelsesloven skal medvirke til at værne om natur og miljø, så samfundsudviklingen kan ske på et bæredygtigt grundlag i respekt for menneskets livsvilkår og for bevarelsen af dyre og plantelivet.

Oversvømmelsesloven /27/

Loven har til formål at fastlægge rammerne for vurdering og styring af oversvømmelsesrisikoen fra vandløb og søer med henblik på at nedbringe de negative følger af oversvømmelser for menneskers sundhed, miljø, kulturarv og økonomiske aktiviteter.

4 Baggrund og Metode

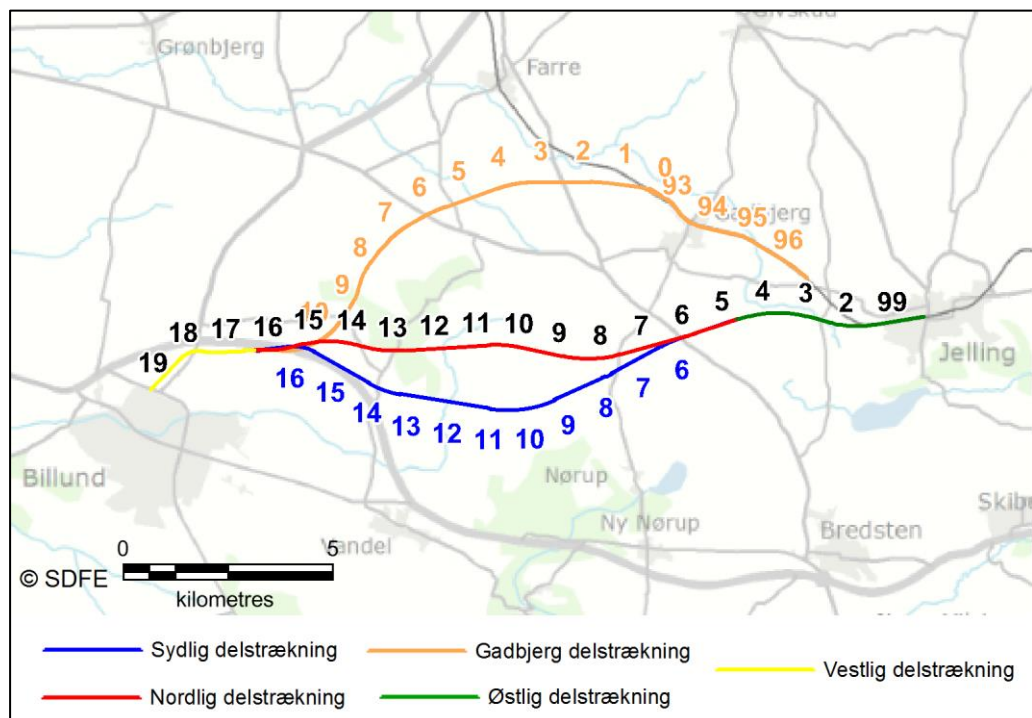
4.1 Baggrundsinformation om projektet

Det er besluttet, at *Ny bane til Billund* skal anlægges som en stikbane med udgangspunkt i Jelling. Der er undersøgt tre mulige løsninger for banen, en sydlig og nordlig Jellingløsning samt en Gadbjergløsning.

Sydlig og nordlig Jellingløsning begynder begge med en østlig delstrækning, der har sit udgangspunkt lige vest for Fårupvej i Jelling. Herefter fortsætter de med henholdsvis en sydlig og en nordlig delstrækning frem til lige vest for Lufthavsvej.

Gadbjergløsningen begynder med en Gadbjerg delstrækning, der har sit udgangspunkt i Mølvang, hvorfra den løber langs eksisterende bane frem til lige efter Gadbjerg, hvor den afgrener og løber i en ny linje frem til vest for Lufthavsvej. De tre løsninger vil fra vest for Lufthavsvej forløbe i en vestlig delstrækning, der er fælles for alle.

Påvirkninger og konsekvenser af projektet er beskrevet i de følgende kapitler.



Figur 1. Ny bane til Billund er for nordlig og sydlig Jellingløsning inddelt i en østlig delstrækning, en sydlig delstrækning, en nordlig delstrækning, og en vestlig delstrækning, mens Gadbjergløsningen omfatter Gadbjerg delstrækningen og den vestlige delstrækning. Tallene (st./km) refererer til stationeringen af banestrækningerne.

Elektrificering af banen er ikke en del af projektet, men kan eventuelt blive udført senere i forbindelse med Elektrificeringsprogrammet og indgår derfor i vurderingsgrundlaget.

Der skal i givet fald etableres et anlæg til kørestrøm, inklusive master og køreledninger langs hele banestrækningen. Ved etablering af banen tages der hensyn hertil i forbindelse med frihøjde ved broer mm. Påvirkninger og konsekvenser ved elektrificeringen er beskrevet i de følgende kapitler.

4.1.1 Østlig delstrækning

Den østlige delstrækning går fra lige vest for Fårupvej (km 99+900) og frem til afgrening fra eksisterende bane (km 98+705/st. 1+200), og til øst for krydsningen med Bredsten Landevej (st. 4+600). På strækningen passeres Gl. Viborgvej med en sikret overkørsel, og Gammelbyvej/Kiddegårdsvej, der krydses af banen, lukkes.

Der er på strækningen to vandløb, der krydses af banen samt en § 3-beskyttet sø, som ligger inden for banens linjeføring. Der etableres en faunapassage på strækningen. Langs med banen etableres der midlertidigt to arbejdspladser, samt et midlertidigt arbejdsareal langs hele banen i en bredde af fem meter fra hegnsgrænsen, og der fremkommer to steder afskårne arealer, som vil kunne benyttes til eventuel udsætning af overskudsjord.

4.1.2 Nordlig delstrækning

Den nordlige delstrækning forløber fra øst for krydsningen med Bredsten Landevej (st. 4+600) til vest for krydsningen med Lufthavnsvej (st. 16+300). På strækningen passeres Bredsten Landevej med en banebro, Åstvej og Lufthavnsvej overføres på en vejbro. Der etableres sikrede overkørsler på Nørupvej og på Førstballevej. Fem mindre veje, der krydses af banen, lukkes. Der er på strækningen 11 vandløb og søer, der krydses af banen, og der etableres fire faunapassager på strækningen. Langs med banen etableres der midlertidigt fire arbejdspladser, samt et midlertidigt arbejdsareal langs hele banen i en bredde af fem meter fra hegnsgrænsen, og seks steder fremkommer der afskårne arealer, som vil kunne benyttes til eventuel udsætning af overskudsjord.

4.1.3 Sydlig delstrækning

Den sydlige delstrækning forløber fra øst for krydsningen med Bredsten Landevej (st. 4+600) til vest for krydsningen med Lufthavnsvej (st. 16+800). På strækningen passeres Bredsten Landevej over en banebro og Lufthavnsvej under en vejbro. Der etableres sikrede overkørsler på Nørupvej, på Førstballevej, på Mørupvej og på Åstvej, mens otte mindre veje og adgangsveje lukkes.

Banen krydser på strækningen 15 vandløb og et lavbundsområde, og der etableres to faunapassager. Langs med den sydlige delstrækning etableres der midlertidigt fem arbejdspladser, samt et midlertidigt arbejdsareal langs hele banen i en bredde af fem meter fra hegnsgrænsen, og seks steder fremkommer der afskårne arealer, som vil kunne benyttes til udsætning af overskudsjord.

4.1.4 Gadbjerg delstrækning

Gadbjerg delstrækningen har sit udgangspunkt i Mølvang (km 96+600), hvorfra der etableres et krydsningsspor langs den eksisterende Holstebro – Vejle bane frem til lige vest for Gadbjerg (km 92+600), hvor den nye bane afgrenser. Fra vest for Gadbjerg og frem til krydsningen med Lufthavnsvej i Billund (st. 10+500) forløber banen i en ny linjeføring

I Gadbjerg etableres eventuelt en ny station umiddelbart vest for banens krydsning med Langgade. På Gadbjerg delstrækningen passerer den nye bane Tykhøjvej og Bredsten Landevej på banebroer og Lufthavnsvej under en vejbro. Der etableres sikrede overkørsler på Refstrupvej, Smidstrupvej, Enemærkevej og Gødsbølvej og tre veje, der krydser den nye bane, lukkes permanent. På den eksisterende Holstebro-Vejlebane foretages kun ændringer af én eksisterende sikret overkørsel.

Der er for Gadbjerg delstrækningen 13 vandløb, der krydses eller berøres af banen, og der etableres ni faunapassager på strækningen, mens en eksisterende faunapassage (en tiende) udvides, som følge af anlæggelse af krydsningsspor på Holstebro-Vejle banen.

Langs med banen mellem Gadbjerg og frem til krydsningen med Lufthavnsvej etableres der midlertidigt fem arbejdspladser, samt et midlertidigt arbejdsareal langs hele banen i en bredde af fem meter fra hegnsgrænsen, og tre steder vil der fremkomme afskårne arealer, som vil kunne benyttes til udsætning af overskudsjord.

4.1.5 Vestlig delstrækning

Fra Lufthavnsvej fortsætter nordlig Jellingløsning, sydlig Jellingløsning og Gadbjergløsningen alle i den fælles vestlige delstrækning. Den vestlige delstrækning forløber fra vest for krydsningen med Lufthavnsvej (st. 16+300) til Billund by (ca. st. 19+600).

På vestlig delstrækning etableres en banebro på lufthavnens parkeringsplads, hvor banen krydser adgangsvej til parkeringspladsen. Banen krydser to adgangsveje mellem Passagerterminalen og Cirrusvej. Den østlige af adgangsvejene lukkes, mens den vestlige, der også er adgangsvej til Zleep Hotel Billund, flyttes ca. 100 meter, hvor der etableres en vejbro over banen. Denne vil også kunne fungere som adgangsvej for beredskabet. Ved Båstlundvej krydser banen under den eksisterende vej ved, at der etableres en vejbro. Herefter følges Båstlundvej på vestsiden af den eksisterende vej og ender nord for Nordmarksvej.

Der er på vestlig delstrækning tre vandløb, der krydses eller berøres af banen, men der etableres ingen faunapassager på denne delstrækning. Langs med vestlig delstrækning etableres midlertidigt tre arbejdspladser, samt et midlertidigt arbejdsareal langs hele banen i en bredde af fem meter fra hegnsgrænsen.

4.1.6 Alternativer/Tilvalg

Ny Bane til Billund indebærer placering af to stationer henholdsvis lige øst for terminalen i Billund Lufthavn og i den nordøstlige bygrænse for Billund By (nord for Nordmarksvej). Perronlængden er 90 meter.

Der er tre alternative stationsplaceringer, som også er undersøgt samt to tilvalg.

I dette notat vurderes forholdene for disse alternativer og tilvalg:

- Alternativ station syd for Nordmarksvej
- Alternativ nedgravet station Billund Lufthavn
- Alternativ station langs med Lufthavnsvej
- Tilvalg signalregulering af trafik ved Fårupvej i Jelling
- Tilvalg etablering af perroner til 300 meter lange tog.

Alternativer og tilvalg er nærmere behandlet i fagnotatet *Anlægsbeskrivelse /28/*.

4.2 Fremtidige klimascenarier

Transportministeriets klimastrategi fra 2010 /6/ beskriver, hvordan klimaændringer i fremtiden kan påvirke baneanlæg. Strategien er baseret på FN's generelle klimascenarie. Desuden indgår EU's målsætning om, at den globale menneskeskabte opvarmning ikke må overstige 2 °C sammenlignet med 1900-tallet.

Klimascenarierne revideres med jævne mellemrum. Den 5. hovedrapport fra FN's klimapanel IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) blev udgivet i 2014, hvor der blev opstillet nye fremtidige klimascenarier.

Klimafremskrivningerne for Danmark i det 21. århundrede viser store forskelle og afhænger af hvilke klimamodeller, der lægges til grund. Men generelt forventes det, at Danmark i fremtiden vil få et varmere, vådere samt mere blæsende klima med flere ekstreme hændelser, se Tabel 1.

Klimaændring i forh. t. 1961 – 1990	2050 (gs af 2021 – 2050) Intervaller er 68 % sandsynligt			2100 (gs af 2071 – 2100) Intervaller er 68 % sandsynligt		
	Sommer	Vinter	Årsmiddel	Sommer	Vinter	Årsmiddel
Temperatur	0,8 - 1,0 °C	1,3 - 1,7 °C	1,0 - 1,4 °C	2,0 - 2,4 °C	3,2 - 3,8 °C	2,6 -3,2 °C
Havniveau	10 – 50 centimeter eksklusiv landhævning			20 - 140 centimeter eksklusiv landhævning		
Nedbør stigning	0 - 8 %	8 - 14 %	4 - 10 %	-3 - 13 %	19 - 31 %	8 -20 %
Middelvind (hav + land)	+ 3 % (meget usikkert)			+ 4 % (meget usikkert)		

Tabel 1. Klimaændringer i Danmark i år 2050, hhv. i år 2100, i forhold til perioden 1961-1990. Prognoser ud fra A1B scenariet. DMI, se /22/.

I de langsigtede klimascenarier (50 – 100 år) forventer DMI desuden større afvigelser mellem minimum- og maksimumhændelserne. /22/ De samme ændringer genfindes i Spildevandskomiteens Skrift, nr. 29 /11/, hvor der imødeses:

- *Mere regn.* Generelt får vi mere regn, især om vinteren, men mindre om sommeren. Om sommeren får vi både tørkeperioder og kraftigere skybrud. Øget års-nedbør kan medføre højere grundvandsstand.
- *Mildere vintre.* Vintrene vil blive både mildere og fugtigere.
- *Varmere somre.* Somrene bliver varmere, og der kan komme flere og længere hedeølger.
- *Højere havvandstand.* Der forventes en generel vandstandsstigning i havene omkring Danmark.
- *Mere vind.* Der forventes en stigning på 3-4 % i middelvindhastigheden og en stigning i hyppigheden af kraftige storme.
- *Større skydække.* Vi får generelt et svagt forøget skydække, mest udpræget om vinteren.

4.2.1 Klimamålsætninger

Danmarks klima- og energipolitiske forpligtelser omfatter bl.a. følgende mål, der er fastlagt i EU's klima- og energipakke fra 2008, /4/:

- I 2020 skal minimum 30 % af Danmarks energiforbrug stamme fra vedvarende energi.
- I 2020 skal minimum 10 % af energiforbruget i transportsektoren stamme fra vedvarende energi.
- I 2020 skal udledningen af drivhusgasser være reduceret med 20 % i 2020 i forhold til 2005 for de ikke-kvoteregulerede sektorer (landbrug, transport, opvarmning af bygninger, affald mv.).

Den 22. marts 2012 indgik regeringen og partier i Folketinget en energipolitisk aftale for perioden 2012-2015/, hvorefter en klimaplan blev vedtaget i 2013. Den 11. juni 2014 blev klimaloven vedtaget i Folketinget.

Målsætningerne og klimapolitikken sigter mod at afbøde klimaændringerne, men de forventes ikke i sig selv at få indvirkning på de klimascenarier og ændrede vejrforhold, der er beskrevet ovenfor.

4.3 Virkninger af klimaændringer på baneanlæg

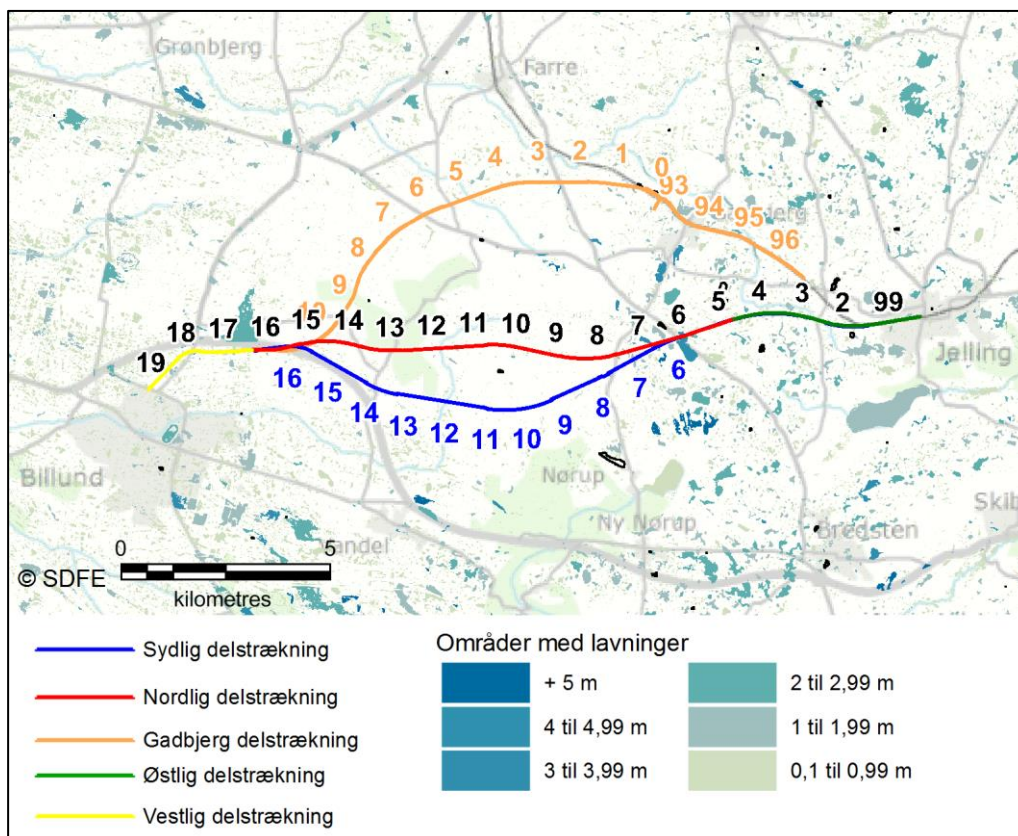
Ny bane til Billund må forventes at blive påvirket af klimaforandringer i banens levetid.

4.3.1 Nedbør

Banens forløb og placeringen af banetekniske installationer og konstruktioner mv. må vurderes under hensyn til sandsynlighed for oversvømmelser på lokaliteterne.

For at vurdere risikoen for oversvømmelser foretages en analyse af topografien langs og omkring banen, set i lyset af øget årsmiddelnedbør samt hyppigere og kraftigere skybrud i fremtiden.

Analyserne foretages på baggrund af Blue Spot-kortlægningen, der er udført for hele Danmark og findes på Miljøstyrelsens hjemmeside /1/. Kortlægningen viser de aktuelt mest sårbare områder, hvor overfladevand med størst sandsynlighed vil kunne medføre oversvømmelser.



Figur 1. Blue spots omkring de påtænkte linjeføringer.

”Blue Spots” er kortlagt på baggrund af topografiske data med angivelse af vandstandsstigninger i recipienter /1/. Den lidt forenklede metode tager ikke hensyn til eksisterende afvandingsystemer, herunder om der er dræned områder eller anden nedsivning. Derfor er der ikke nødvendigvis altid en risiko for oversvømmelse af de påviste naturlige lavninger.

Banenorm BN-1-11-1 ”Afvanding af sporarealer” /8/ udgør det nuværende regelsæt for projekteringen af afvanding langs nye jernbaner samt ved vedligeholdelse af eksisterende anlæg ejet af Banedanmark.

Banenorm BN-1-11-1 foreskriver, at afvanding af nye anlæg kan ske vha. grøfter, rørlagte grøfter eller dræn. På fri bane skal afvanding ske til bane-grøfter. Hvor pladsforholdene forhindrer etablering af grøfter, kan afvanding på korte stræk etableres som dræn. Vandet i grøfterne må ikke stige højere

end 0,30 meter under terræn. Derudover skal banegrøfterne have et fald på minimum 2 ‰.

Afvandingsgrøfterne dimensioneres i praksis ud fra en 10 minutters regn med en intensitet på 140 l/s. Regn af den styrke har jf. Landsregnerækken /19/, der bygger på 139 års målinger i observationsperioden 1933-1962, en gentagelsesperiode på 2 år. Der anvendes normalt en afløbskoefficient på 0,4 for baneterræner inkl. skråninger, dvs. at 40 % af nedbøren antages at blive ledt til afvandingsgrøfterne umiddelbart efter regn.

Banenormen /8/ foreskriver minimumskrav til afvandingsanlægget på baneområder, hvor Spildevandskomiteens skrifter (/10/, /11/ og /24/) tager højde for dimensioneringskrav samt klimatilpasning og sikkerhedstillæg. Fremtidssikring af afvandingsystemerne er dermed medtaget i projekteringen af fremtidens nedbørsmængder.

For at kompensere for de større regnmængder, er der f.eks. for *Ny bane København – Ringsted* /12/ anvendt en klimafaktor på 1,3. Klimafaktoren tager hensyn til en øget nedbør i fremtiden, og der anvendes derfor en tilsvarende forhøjet klimafaktor ved *Ny bane til Billund*.

4.3.2 Sikring af skråningsanlæg

Ved øget årsmiddelnedbør og ved øget forekomst af skybrud vil muligheden for erosion af skråningsanlæg øges. Der er derfor en mulighed for at øge fokus på sikring af skråningsanlæg ved hjælp af beplantning og lignende.

4.3.3 Vandføring og vandstandsforhold i vandløb

Øget nedbør og grundvandsdannelse forventes generelt at føre til øget afstrømning i vandløb. Afstrømningen i vandløb forventes da også i år 2100, at være forøget med 10 % for perioden fra december til april /17/.

Ved krydsninger af vandløb er der derfor risiko for, at baneanlægget bliver undermineret, hvis vandløbsprofilen oversvømmes.

Der må derfor foretages en tilpasning af alle vandløbskrydsninger, så de har kapacitet til fremtidige krav til vandføring, herunder ved ekstremhændelser.

4.3.4 Grundvand

På grundlag af den nuværende grundvandskortlægning og fremskrivninger til 2050 vurderes der, i Danmark, at være mulighed for lokale grundvandsstigninger på mellem 0 og 0,5 meter /24/.

Generelt vil grundvandsstigningen ikke få negative konsekvenser for de bane-tekniske anlæg. Dog kan der på lokaliteter, hvor grundvandet i forvejen står tæt på terrænoverfladen, være konsekvenser for banens afvandingsystem. Hvis der etableres en nedgravet linjeføring forbi Billund Lufthavn, vil der også være behov for lokale klimasikringstiltag i form af tæt bund (betontrug).

Specielt kan der forekomme variationer i det sekundære grundvandsspejl, som er betinget af omgivende topografi, jordbund, andre lokale forhold og årstid mv. Det kræver derfor nærmere undersøgelse af lokaliteter med højtstående grundvandsspejl at klarlægge evt. fremtidige virkninger på banens afvandingsystem og behov for tiltag, hvilket vil ske i den efterfølgende detailprojektering.

4.3.5 Øget vindpåvirkning

Ændrede vindforhold kan få betydning for konstruktioner, hvor vindpåvirkning kræver særlig udformning og styrke. For jernbaneanlæg kan det dreje sig om køreledninger, master og andre mindre anlæg eller konstruktioner.

Øget vind vil også kunne have betydning for snefygning.

De forøgede vindforhold kan på sigt kræve særlig dimensionering af baneudstyr og nødvendiggøre servitutter o. lign i banens omgivelser. Men det vurderes ikke, at de vindforhold, der med de nuværende klimascenarier er udsigt til, stiller særlige krav om klimatilpasning af banen.

4.3.6 Stigende temperaturer

De forventede højere temperaturer som følge af klimaændringerne (/13/, /17/) kan medføre øget risiko for driftsforstyrrelser pga. solkurver. En solkurve opstår på jernbaneskinner, når skinnerne på grund af sol og varme udvider sig så meget, at sveller og skærver ikke længere kan holde skinnerne på plads. Solkurver kan i værste fald medføre afsporing af tog.

Solkurver er omfattet af Banedanmarks løbende overvågning, og risikoen for uheld er derfor minimal. Solkurver behandles derfor ikke nærmere i det følgende.

4.4 Klimatilpasning af baneanlæg

I "Transportministeriets Klimatilpasningsstrategi" fra 2010 /6/ anbefales det, at der i forbindelse med planlægning og udførelse af infrastrukturprojekter med en lang løbetid tages højde for, at anlægget kan opgraderes til at fungere funktionsdygtigt under fremtidens klimaændringer.

I strategien /6/ anbefales det desuden at basere sin klimatilpasning på de langsigtede scenarier for klimaændringer, medmindre det er økonomisk mere fordelagtigt at klimatilpasse løbende i anlæggets levetid.

4.5 Vurderingskriterier

Påvirkningerne er, hvor det er relevant, vurderet hhv. ubetydelig, mindre, moderat eller væsentlig. Skalaen anvendes såvel for negative som for positive effekter. Vurderingerne er beskrevet i kapitel 6 for påvirkninger i anlægsfasen og i kapitel 7 for påvirkninger i driftsfasen.

For at bestemme påvirkningen anvendes erfaringer, eksisterende viden, beregninger, modellering og sund fornuft. Vurderingerne baseres på en kombination af kriteriernes grad af forstyrrelse, vigtighed, sandsynlighed og varighed/reversibilitet.

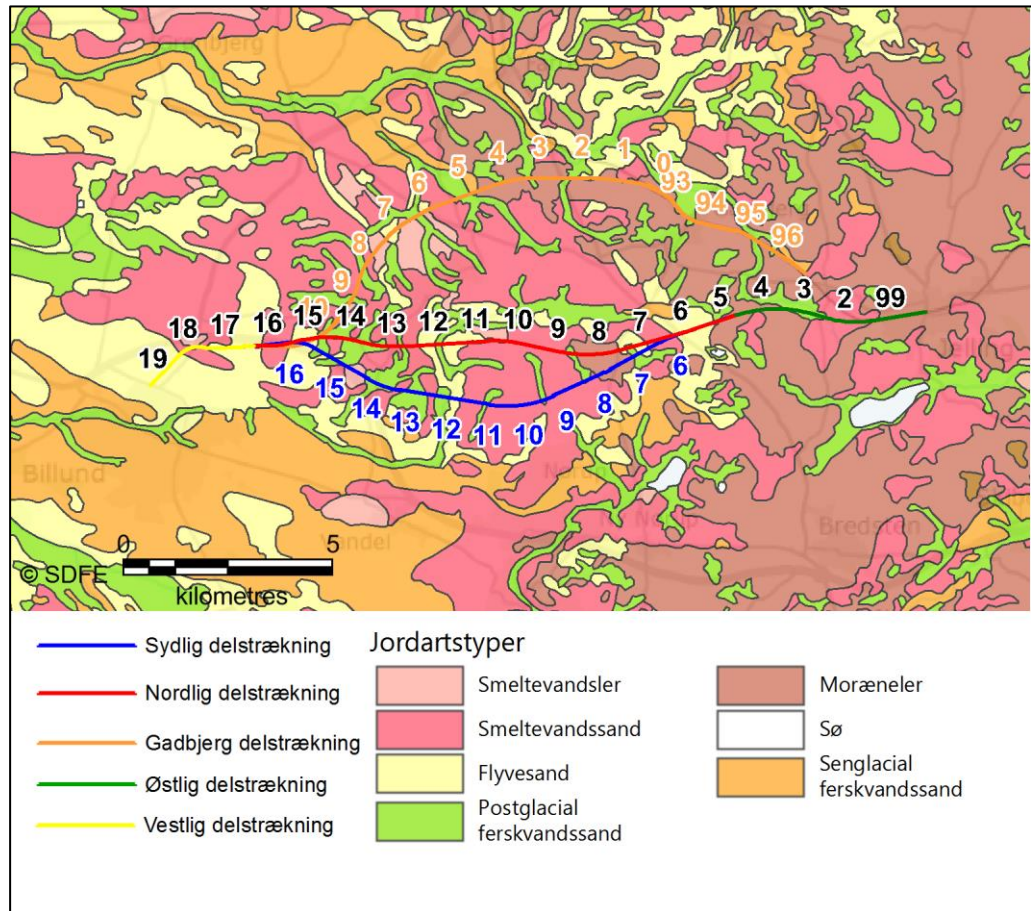
Ved væsentlig og moderat påvirkning skal afværgeforanstaltninger implementeres i muligt omfang, og bevirke at påvirkningen reduceres til mindre eller ubetydelig.

5 Eksisterende forhold

En række forhold omkring linjeføringen er væsentlige i forhold til vurderingen af nødvendige klimaforanstaltninger:

- Linjeføringen passerer veje og vandløb. De krydsende veje og vandløb kan have enten negativ eller positiv indvirkning på konsekvenserne af fremtidig ekstremregn for afvanding og risiko for oversvømmelse. Veje og vandløb kan fungere som vandveje til afledning af regnvand, men kan også have en flaskehalseffekt, afhængig af udformning.
- Landskabets udformning, lavninger, terrænets hældning, mv., spiller også en rolle i områdets evne til at optage regnvand og lede vandet til områder, der ikke påvirker baneafvandingen og risikoen for oversvømmelse af banen.
- Ved områder, hvor banen føres under krydsende veje, kan der opstå lavninger, som der må tages hensyn til ved projektering af afvandingssystemerne.
- De varierende jordtyper langs banen har forskellig ledningsevne og kapacitet til at optage regnvand. Jordtyperne kan samtidig have indflydelse på fremtidig primært og sekundært grundvandsniveau.
- Banen anlægges i områder med enten "særlige drikkevandsinteresser" eller "drikkevandsinteresser". Det kan have betydning for myndighedsbehandlingen og tilladelser til lokal nedsivning af regnvand, og dermed for udformningen af afvandingssystemet og dets evne til at imødegå fremtidige regnmængder.

Beskrivelsen af delstrækningerne af *Ny bane til Billund* omfatter de aspekter, som er vigtige i forhold til de kommende klimaændringer og klimatilpasningen af banen.



Figur 2. Jordbundsforhold langs delstrækningerne.

5.1 Østlig delstrækning

Den østlige delstrækning starter i Jelling by og slutter ved krydsningen med Hærvejen. Strækningen er på godt 4,6 km.

Banestrækningen anlægges i et relativt fladt område. Jordbundsforholdene varierer og består af områder med smeltevandssand/grus og områder med moræneler.

Det primære grundvandsspejl ligger mellem kote 65 og kote 67,5 for området fra Jelling by til krydsningen med Gl. Viborgvej. Fra Gl. Viborgvej og den resterende del af strækningen ligger grundvandsspejlet mellem kote 67,5 og kote 72. Det sekundære grundvandsspejl må forventes at variere i forhold til årstid og jordlag mm.

Ud fra et potentialekort følger det sekundære grundvandsmagasin terrænet og er beliggende fra få meter til 10 meter under terræn. Omkring Jelling Station er det sekundære vandspejl stort set i samme niveau som vandspejlet i det primære magasin.

Banen bliver overvejende anlagt på marker i et område, der har fungeret som landbrugsjord i mange år. Det indikerer, at området sandsynligvis er veldrænet af eksisterende dræn.

Strækningen krydser flere eksisterende vandløb, søer og veje.

Banen passerer Kiddebæk, som er en del af den øvre del af Omme Å, samt Tøsby Bæk st. 5+000. Vandløbene vil skulle fungere som recipient for banens afvandingssystem. Banestrækningen krydser også en mindre sø i st. 4+550. Et større vandløb, Tøsby Bæk, umiddelbart øst for søerne vil skulle fungere som fremtidig recipient.

5.2 Sydlig delstrækning

Den sydlige delstrækning starter efter krydsning med Bredsten Landevej. Her drejer banens linjeføring syd om Mørup og Åst. Delstrækningen slutter umiddelbart efter krydsningen med Lufthavnsvej øst for Billunds Lufthavn. Strækningen er godt 12,2 km.

Strækningen gennemløber et delvist fladt område, der dog er mere kuperet end den østlige delstrækning. Området indeholder flere dybdepunkter og lavninger, som potentielt kan opsamle eller lede regnvand ved ekstreme hændelser.

Jordbundsforholdene er varierende. Primært består de af områder med smeltevandssand/grus, områder med flyvesand samt enkelte områder med ferskvandsdannelser. Desuden er der partier med moræneler og mere sandede aflejringer.

Det primære grundvandsspejl varierer mellem kote 65 og 70. På grund af terrænets variation langs den sydlige løsnings ligger grundvandspotentialet for det primære magasin mellem 5 og 40 meter under terræn. Dybest, hvor terrænet ligger højt, og tættest på terræn på de sidste halvanden kilometer af strækningen, hvor terrænet er nede omkring kote 75.

Det sekundære grundvandsspejl ligger tæt på overfladen (mindre end fem meter under terræn) på størstedelen af strækningen. På de vestligste tre km af den sydlige delstrækning tynder det udbredte sekundære grundvandsmagasin ud og er stort set fraværende.

Det sekundære grundvandsspejl må forventes at variere i forhold til årstid og jordlag mm.

Den sydlige løsnings krydser Nørup Bæk st. 7+800, Gasebæk st. 9+650 samt tilløb til Vandelbæk st. 10+900, som alle er rørlagt.

Banen krydser Vandelbæk i st. 11+900, st. 12+050 samt st.14+700, st. 15+000, st. 15+200 og st. 15+800. Krydsningerne udføres som faunapassager, rørunderføring og dykket underføring. Åstbæk passerer i st. 13+550. Flere af vandløbene vil skulle fungere som recipienter for banens afvanding.

5.3 Nordlig delstrækning

Den nordlige delstrækning starter efter krydsning med Hærvejen. Her drejer banens linjeføring syd om Rostrup og Førstballe. Delstrækningen slutter umiddelbart efter krydsningen med Lufthavsvej øst for Billunds Lufthavn. Strækningen er godt 11 km.

Banen gennemløber et mere kuperet område end det er tilfældet for den østlige delstrækning. Området indeholder flere dybdepunkter og lavninger, som potentielt kan opsamle eller lede regnvand ved ekstremhændelser.

Jordbunden består af områder med smeltevandssand/grus, områder med flyvesand samt enkelte områder med ferskvandsdannelser og moræneler.

Det primære grundvandsspejl ligger omkring kote 70. På grund af terrænets variation langs delstrækningen ligger grundvandspotentialet for det primære magasin mellem 5 og 50 meter under terræn. Dybest, hvor terrænet ligger højt, og tættest på terræn på de sidste halvanden kilometer af strækningen, hvor terrænet er nede omkring kote 75.

Det sekundære grundvandsspejl vurderes ud fra potentialekort og pejlinger at have et vandspejl forholdsvis tæt på terræn fra kote 80 meter ved den nordlige stræknings start st. 6+000 og til kote 91 meter ved st. 11+000. Det sekundære grundvandsspejl må forventes at variere i forhold til årstid og geologi mm.

Banen bliver overvejende anlagt på marker i et område, der har fungeret som landbrugsjord i mange år. Området er derfor sandsynligvis veldrænet af eksisterende dræn. Enkelte skovområder findes også, og deres dræningstilstand er mere usikker.

Banen passerer mindre søer i st. 8+600, st. 9+650 og st. 9+900.

Af vandløb passeres Gasebæk, Åstbæk, Vandelbæk fire gange, samt tre mindre afvandingsvandløb. Flere af vandløbene vil skulle fungere som recipienter for banens afvanding. Krydsningerne udføres som faunapassager eller rørun-derføringer.

5.4 Gadbjerg delstrækning

Gadbjergløsningen starter ved Gadbjerg, hvorefter banens linjeføring drejes vest om og forsætter til den nordlige del af Vester Smidstrup og Lindeballe. Delstrækningen forsætter herefter syd om Gødsbøl og slutter umiddelbart efter krydsning af Lufthavsvej nordøst for Billund Lufthavn. Strækningen er godt 13 km.

Strækningen gennemløber et forholdsvist fladt terræn, hvor linjeføringen kun passerer enkelte dybdepunkter og lavninger. Den mest indflydelsesrige lavning passeres ved krydsningen af Lufthavnsvej nordøst for Billund Lufthavn. Området ved krydsningen af banen og Lufthavnsvej kan potentielt opsamle eller lede regnvand ved ekstreme regnhændelser.

Linjeføringen passerer varierende jordbundsforhold. De væsentlige jordbundsforhold er moræneler, ferskvandsdannelser samt smeltevandssand og grus. Derudover er der områder med flyvesand samt extramarginale aflejringer.

Det primære grundvandsspejl ligger omkring kote 70 ved området omkring Gadbjerg. På grund af terrænets variation langs strækningen ligger grundvandspotentialet for det primære magasin mellem 5 og 25 meter under terræn. Dybest, hvor terrænet ligger højt, og tættest på terræn på de sidste halvanden kilometer af strækningen, hvor terrænet er nede omkring kote 75 meter.

Det sekundære grundvandsspejl må forventes at variere i forhold til årstid og geologi mm.

Af vandløb passeres Omme Å samt nogle mindre afvandingsvandløb. Krydsningerne udføres som faunapassager eller rørunderføringer. Vandløbene vil skulle fungere som recipienter for banens afvanding.

5.5 Vestlig delstrækning

Den vestlige delstrækning starter ved banens krydsning med Lufthavnsvej og slutter ved stationen ved Legoland/Billund By. Strækningen er på godt 4 km.

Banen gennemløber et relativt fladt område. Jordbunden består af områder med flyvesand samt områder med smeltevandssand/grus.

Grundvandspotentialekort og pejlinger viser, at det primære grundvandsspejl ligger omkring kote 65-70, højest mod øst. Omkring Lufthavnsvej ligger banen i en større afgravning (lokalt op til 19 meter). Her ligger det primære grundvandsspejl ca. 1-1,5 m under skinneoverkant, og det sekundære grundvandsspejl ca. 1,4 meter under terræn, dvs. over skinneoverkant. På den resterende del af strækningen ligger det primære grundvandsspejl betydeligt under skinneoverkant. Det sekundære grundvandsspejl må forventes at variere i forhold til årstid og geologi mv.

Den vestlige delstrækning ligger ved Billund Lufthavn og gennemløber et delområde med marker og et delområde, der er befæstet. Området med marker har fungeret som landbrugsjord i mange år, hvad der indikerer, at området er veldrænet af eksisterende dræn.

6 Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i anlægsfasen

Klimaændringerne forventes kun at være indtruffet i begrænset omfang ved projektets gennemførelse. Derfor kommer anlægsaktiviteterne til at foregå i det klima, vi har i dag.

Klimaændringer sker over tid, hvorfor klimatilpasning ikke er relevant i forbindelse med anlægsfasen.

Under anlægsfasen kan der forekomme kraftige regnhændelser som kan oversvømme udgravninger og lavtliggende områder. Der skal derfor være fokus på, at bl.a. udgravninger sikres mod tilstrømmende overfladevand. Desuden skal det sikres, at der ikke etableres midlertidige hindringer/jordvolde, som spærrer for de naturlige strømningsveje.

7 Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i driftsfasen

Driftsfasen omfatter banens samlede levetid, som må forventes at vare gennem resten af dette århundrede og et stykke ind i det næste. I den periode forventes en række af klimaforandringerne at slå igennem og få konsekvenser for banen. De følgende forhold har særlig betydning:

- **Nedbør**

Ved projektering af afvandingssystemet skal der tages højde for de stigende mængder af nedbør. Om sommeren og i det tidlige efterår vil der typisk komme få intensive regnhændelser efterfulgt af længerevarende tørkeperioder, mens der om vinteren kommer mange langvarige regnhændelser med lille intensitet. Dette stiller krav til afvandingssystemets udformning og til undersøgelse af oplandets topografi og dræningstilstand. Drænen vil medvirke til at mindske risikoen for oversvømmelser. Kritiske områder må kontrolleres for topografi, dræningstilstand mv.

- **Vandløb**

Øget nedbør øger generelt vandføringen i vandløbene. Ved projektering af rørlagte underføringer af vandløb under banen, skal der tages hensyn til øgede årsafstrømninger på 10-20 %, såvel som forøget forekomst af ekstremregn. Ved passage af åbne vandløb, skal tværsnittet af vandløbene have kapacitet til en øget afstrømning svarende til 10-20 % på årsbasis /24/.

- **Lavninger**

"Blue spot" kortlægningen /1/ viser hvor terrænuformning har betydning for opstuvning af regnvand. Den øgede nedbør forstærker effekten. Lavninger kan potentielt omdannes til vådområder under ekstrem nedbør, derfor må placering og størrelse af lavninger screenes med hensyn til at sikre banens stabilitet. Lavninger under en 1 meters dybde vurderes dog som udgangspunkt ikke til at have nogen indflydelse på banens stabilitet.

- **Grundvand**

Som følge af øget nedbør øges grundvandsstanden op til 0,5 meter lokalt. Højtstående grundvand kan have en indvirkning på banens afvandskapacitet.

- **Jordbundsforhold**

Generelt består jorden af flydesand og smeltevandssand/grus, hvilket har gode nedsivningsegenskaber. På den østlige delstrækning forekommer der områder med moræneler. Her afhænger nedsivningsegenskaberne blandt andet af jordens indhold af sand.

Trods gode nedsivningsevner kan jorden blive tilnærmelsesvis impermeabel overfor kraftige regnskyl. Dette kan ske om sommeren, hvor lange tørkeperioder har udtørret jorden så den har svært ved at suge det hurtigt strømmende regnvand, og om vinteren hvor de mange regnhændelser kan gøre jorden vandmættet. I begge tilfælde kan jorden ikke optage de kraftige regnskyl, som i vid udstrækning vil strømme af på overfladen.

- **Afvanding**

Afvandingssystemet for banen skal kunne håndtere nedbør, der falder på baneområder både nu og i fremtiden. Såfremt afvandingen dimensioneres efter den nuværende banenorm, skal den løbende klimatilpasses f.eks. i forbindelse med vedligeholdelse. Det skal sikres, at recipienterne i fremtiden kan modtage de øgede mængder af vand fra baneafvandingen.

- **Vindforhold**

Vindforholdene vurderes næppe af få betydning for udformningen af selve baneanlægget. Ved etablering af banestrækningen reduceres vegetationen inden for el-driftsservitutens område. Det indebærer, at træer ryddes langs banen, og at der eventuelt skal etableres supplerende læ- og sneværnsbælter.

I det følgende beskrives de forhold, som i særlig grad kan risikere at medføre konsekvenser for banen på de enkelte delstrækninger som følge af de fremtidige klimaforandringer.

7.1.1 Østlig delstrækning

Lavn timer

I nedenstående tabel er der vist en oversigt over de områder, hvor lavninger kan have indflydelse på banens stabilitet.

Østlig delstrækning					
St.	Lavn timerdybde	Lavn timerkote	Sporkote	Højdeforskel	Afstand bane - lavning (m)
5+550	2.70 m	83.50	86.91	3.41	20
5+850	2.10 m	84.00	87.83	3.83	0

Tabel 2. Oversigt over "blue spots", dvs. lavninger på den østlige delstrækning.

Lavn timeren st. 5+550 ligger 20 meter ved siden af den planlagte linjeføring, der dog er placeret højere. I detailprojekteringen må det afklares, om der er behov for tiltag for at sikre, at banens afvandingssystem ikke overbelastes.

Lavn timeren st. 5+850 ligger i den planlagte linjeføring. Terrænet må kontrolleres og evt. yderligere reguleres for at sikre, at banens afvandingssystem ikke overbelastes.

Grundvand

En stigning i grundvandsspejlet kan lokalt, hvor grundvandet står højt, indvirke på banens afvandingssystem. Ved den vestlige ende af østlig delstrækning er det sekundære vandspejl beliggende i kote 82, dvs. få meter under terræn, Potentialet i det primære magasin ligger omkring kote 72.

Variationer i det sekundære grundvandsspejl vil være betinget af årstid, lokale forhold mv.

7.1.2 Sydlig delstrækning

Lavnings

I Tabel 3 er der vist en oversigt over de områder, hvor lavninger kan have indflydelse på banens stabilitet.

Sydlig delstrækning					
St.	Lavningsdybde	Lavningskote	Sporkote	Højdeforskel	Afstand bane - lavning
6+800	5.00 m	97.00	96.17	-0.83 m	100 m

Tabel 3. Oversigt over "blue spots", dvs. lavninger på den sydlige delstrækning.

Sporet st. 6+800 er placeret lavere end koten på lavningen, som dog er placeret i relativ stor afstand fra sporet. I detailprojekteringen skal det afgøres hvorvidt det er nødvendigt med foranstaltninger, som sikrer at der i ekstrem-situationer ikke føres yderligere vand til banens afvandingsystem.

Terrænet mellem banen og lavningen skal kontrolleres og evt. terrænreguleres for at sikre, at strømningsvejene ikke fører til banens afvandingsystem.

Grundvand

En stigning i grundvandsspejlet, som følge af klimaændringer, kan lokalt, hvor grundvandet står højt, indvirke på banens afvandingsystem. Ved den vestligste halvanden kilometer af strækningen ligger det primære grundvandsspejl tættest på terræn. Dog tynder det sekundære grundvandsspejl ud de sidste tre kilometer.

Variationer i det sekundære grundvandsspejl vil være betinget af årstid, lokale forhold mv.

7.1.3 Nordlig delstrækning

Lavnings

I Tabel 4 er der vist en oversigt over de områder, hvor lavninger kan have indflydelse på banens stabilitet.

Nordlig delstrækning					
St.	Lavningsdybde (m)	Lavningskote	Sporkote	Højdeforskel	Afstand bane - lavning
6+800	3.00 m	89.00	95.66	6.66 m	150 m
7+100	2.9 m	93.00	97.67	4.67 m	120 m
11+450	2.1 m	86.50	102.20	15.7 m	10 m

Tabel 4. Oversigt over "blue spots", dvs. lavninger på den sydlige strækning.

Kote forskellen er i alle tre tilfælde så stor, at en vandfyldt lavning er uden betydning for banens funktion. Ligeledes er afstanden mellem banen og lavningen i st. 6+800 og st. 7+100 stor /1/.

Terrænet mellem banen og lavningen skal kontrolleres og evt. terrænreguleres, for at sikre at strømningsvejene ikke fører til banens afvandingsystem.

Grundvand

En stigning i grundvandsspejl, som følge af klimaændringer, kan i områder med terrænnært grundvandsspejl have indvirkning på banens afvandingsssystem. Det udbredte sekundære grundvandsspejl vurderes ud fra potentialekort at have et vandspejl forholdsvis tæt på terræn fra kote 83 meter ved den nordlige delstræknings start st. 6+000 og til kote 97 meter ved st. 11+000.

Variationer i det sekundære grundvandsspejl vil være betinget af årstid, lokale forhold mv.

7.1.4 Gadbjerg delstrækning

Lavnings

I Tabel 5 er der vist en oversigt over de områder, hvor lavningen kan have indflydelse på banens stabilitet.

Vestlig delstrækning						
St.	Lavningsdybde	Lavningskote	Sporkote	Højdeforskel	Afstand bane - lavning	
2+200	3.00 m	72.00	81.48	– 9.48 m	–	150 m
– 11 +3 00	– 2.10 m	– 72.00	– 73.52	– 1.52 m	–	100 m

Tabel 5. Oversigt over "blue spots", dvs. lavninger på den vestlige delstrækning.

Kote forskellen i st. 2+200 er så stor, at en vandfyldt lavning er uden betydning for banens funktion. Ligeledes er afstanden mellem banen og lavningen stor /1/.

Lavningen ved st. 11+300 kan have væsentlig betydning for banens stabilitet, da højdeforskellen mellem lavningen og sporkoten er lille. Terrænet mellem banen og lavningen kan dog kontrolleres og evt. terrænreguleres for at sikre, at strømningsvejene ikke fører til banens afvandingsssystem.

Grundvand

En stigning i grundvandsspejl som følge af klimaændringer, kan i områder med terrænnært grundvandsspejl have indvirkning på banens afvandingsssystem. Det primære grundvandsmagasin ligger mellem 5 og 25 meter under terræn, og vurderes derfor ikke til at have indflydelse på banens stabilitet. Det samme gælder for det sekundære grundvandsmagasin, som mellem st. 0+000 og 1+000 ligger 6-7 meter under terræn. Fra st. 1+000 til 11+000 er det sekundære grundvandsmagasin 1-3 meter under terræn og kan derfor i fremtiden have indflydelse på banens afvandingsystem. En grundvands-sænkning kan være nødvendig, hvor grundvandet er terrænnært.

Variationer i det sekundære grundvandsspejl vil være betinget af årstid, lokale forhold mv.

7.1.5 Vestlig delstrækning

Lavn timer

I Tabel 6 er der vist en oversigt over de områder, hvor lavninger kan have indflydelse på banens stabilitet.

Vestlig delstrækning					
St.	Lavningsdybde	Lavningskote	Sporkote	Højdeforskel	Afstand bane - lavning
18+ 300	1.80 m	64.00	56.70	-7.3 m	110 m

Tabel 6. Oversigt over "blue spots", dvs. lavninger på den vestlige delstrækning.

Der er placeret et regnvandsbassin ved Billund Lufthavn, men afstanden mellem banen og regnvandsbassinet er relativt stor. Eksisterende terræn mellem banen og lavningen er udformet, så vandet ikke ledes mod banens afvandingsystem ved overløb fra regnvandsbassinet.

Terrænet mellem banen og lavningen må dog kontrolleres og evt. terrænreguleres for at sikre, at strømningsvejene ikke fører til banens afvandingsystem.

Grundvand

Det primære grundvandsmagasin er beliggende tæt ved terræn (mindre end 5 meter under terræn) og ganske terrænnært under de kommende stationer. En stigning i grundvandet som følge af klimaændringer, kan derfor indvirke på afvandingsystemerne.

Ved den store afgravning omkring Lufthavnsvej ligger det sekundære grundvandsmagasin ca. 1,4 meter under terræn, og dermed over den kommende skinneoverkant. Her vil der være behov for at foretage tørholdelse af sporkassen. En mulighed er etablering af tæt bund, for at forhindre at grundvandet trænger op i sporkassen. En anden mulighed er at lave en permanent grundvandssænkning, så grundvand ikke trænger op i sporkassen.

Variationer i det sekundære grundvandsspejl vil være betinget af årstid, lokale forhold, mv.

7.1.6 Alternativer/Tilvalg

7.1.6.1 Alternativ station syd for Nordmarksvej

Klimaændringer vil ikke få yderligere indflydelse på den alternative placering af stationen.

7.1.6.2 Alternativ nedgravet station Billund Lufthavn

Hvis man alternativt vælger en nedgravet linjeføring forbi Billund Lufthavn, vil der skabes en lavning i terrænet, hvor det er nødvendigt at håndtere overfladevand samt grundvand på den nedsænkede banestrækning, stationen og i tunnelen. De vandmængder der skal håndteres vil øges over tid, og derfor er det nødvendigt at fremtidssikre afvandingsystemerne jf. Spildevandskomiteens Skrift 30 /24/.

7.1.6.3 Alternativ station langs med Lufthavnsvej

Klimaændringer vil ikke få yderligere indflydelse på den alternative placering af stationen.

7.1.6.4 Tilvalg signalregulering af trafik ved Fårupvej i Jelling

Klimaændringer forventes ikke at få yderligere indflydelse på signalreguleringen.

7.2 Afværgeforanstaltninger i driftsfasen

Afsnittet beskriver afværgeforanstaltninger, der retter sig mod klimasikring af anlægget i driftsfasen på lang sigt. I praksis planlægges og udføres de fleste af foranstaltningerne i forbindelse med detailprojekteringen og etableringen af banen, dvs. før og under anlægsfasen.

7.2.1 Projektering af banens afvanding

Afvandingssystemerne udformes under den senere detailprojektering. Her må det påses, at ledninger, grøfter, brønde og bassiner dimensioneres ud fra gældende klimatilpasningsmodeller, så man fremtidssikrer systemernes kapacitet. Jævnfør Spildevandskomiteens Skrift 30 /24/.

Områder med terrænnært grundvand skal derfor undersøges med henblik på at klarlægge, om en grundvandsstigning kan påvirke banens afvandingssystem

Banens planlagte linjeføring går dog hovedsageligt gennem dyrkede områder. Her kan det forventes, at der på dele af områderne er velfungerende dræn. I det omfang drænene vedligeholdes i fremtiden, vil det formindske risikoen for problemer ved ekstremregn. I øvrigt løber den planlagte linjeføring gennem områder med jordtyper, der generelt har en god nedsivningsevne, hvad der også generelt afhjælper denne risiko.

7.2.2 Projektering i forbindelse med vandløb

Projekteringen af rørlagte vandløb skal foretages med henblik på at fremtidssikre kapaciteten i rørsystemerne /14/, /20/, /21/.

Projekteringen af åbne vandløb skal dimensioneres til at kunne håndtere en øget afstrømning herunder også ekstremssituationer, navnlig dér, hvor vandløbet passerer under banen. Udformningen af passagerne sker under detailprojekteringen. I fagnotatet *Anlægsbeskrivelse* findes der en oversigt over krydsende vandløb /28/.

7.2.3 Projektering i forbindelse med lavninger i terrænet

Hvor banen ligger i en lavning eller udgravning (jf. "Blue Spots" /1/), må det i detailprojekteringen afklares, om der skal udføres opfyldninger eller anden modellering af landskabet med henblik på afledning af vand, og om afvandingssystemet på lokaliteterne er fremtidssikret i tilstrækkeligt omfang, også over for ekstreme hændelser. Lokaliteterne må eventuelt suppleres med yderligere dræn.

7.2.4 Undersøgelse af områder med høj grundvandsstand

Områder med højtstående grundvand kræver generelt en nærmere undersøgelse med henblik på at afklare, hvorvidt der kan blive tilført ekstra vand til banens afvandingssystem.

Hvis man vælger alternativet med nedgravet linjeføring i Billund Lufthavn, er det nødvendigt med klimatiltag, der sikrer stationen og banen mod stigning af grundvandet. Det sker ved anlæg af tæt bund (betontrug) langs den nedsænkede bane og station. I betontruget sker der udelukkende en opsamling af overfladevand.

7.2.5 Alternativ nedgravet station Billund Lufthavn

Tunnellen og den nedsænkede del af banen, inklusive station, er klimasikret mod stigende grundvandsspejl på den strækning, hvor grundvandsspejlet står højere end 1,6 meter under skinneoverkanten, ved at etablere tæt bund, så der ikke tilføres grundvand til banens drænsystem.

Det klimasikrede grundvandsspejl, som er lagt til grund for etableringen af det vandtætte trug, er fastlagt ud fra grundvandsstanden i februar 2016, der repræsenterer en naturlig høj vandstandssituation plus 1 meter (usikkerhedstillæg og tillæg for klimaændringer).

Det kan desuden overvejes at etablere styring af pumperne, der etableres til bortpumpning af indtrængende vand, så de også kan pumpe samtidigt for dermed at skabe større sikkerhed i en ekstrem situation, hvor enten grundvandet stiger eller, der opstår ekstremnedbør.

7.3 Konsekvensvurderinger for driftsfasen

For sydlig Jellingløsning, nordlig Jellingløsning og Gadbjergløsningen er det generelt vurderingen, at man ved hensigtsmæssig dimensionering mv. af afvandingssystemer, vandløbspassager osv. kan sikre funktionaliteten af jernbanen i driftsfasen ud fra såvel en driftsmæssig betragtning som ud fra forskellige miljømæssige betragtninger. Der er således ikke nogen sammenlignelig forskel, der bevirker at de tre løsninger i forhold til klimatilpasning, er forskellige fra hinanden.

Ud over dimensionering og projektering er det en væsentlig forudsætning for vurderingen, at der sker relevant vedligeholdelse af systemerne til afledning af vand for såvel banen som for det omkringliggende terræn.

Effektivt vedligehold af grøfter og dræn og fremtidig overvågning og evt. justering af dimensioneringen af afvandingsanlæg vil reducere risici for uhen-sigtsmæssige konsekvenser for banen i fremtiden, både som følge af de gene-relt forøgede vandmængder, som anlægget vil skulle håndtere, og som følge af ekstreme nedbørshændelser.

7.3.1 Alternativer/Tilvalg

Den samme vurdering for sydlig Jellingløsning, nordlig Jellingløsning og Gad-bjergløsning gælder for alternativerne og tilvalgene, som fremgår oven for.

8 Kumulative effekter

I forbindelse med et specifikt anlægsprojekt kan nogle påvirkninger vurderes at være mindre væsentlige, men hvis der foregår lignende påvirkninger på andre nærliggende projekter, kan de måske tilsammen skabe en væsentlig miljøpåvirkning, den såkaldte kumulative effekt.

Der er ikke projekter, der vurderes at give en kumulativ effekt i forhold til *Ny Bane til Billund*.

Etableringen af en ny Midtjysk Motorvej, vil dog potentielt kunne resultere i en kumulativ effekt.

9 0-alternativet

0-alternativet til etableringen af *Ny bane til Billund* beskriver situationen i 2020, hvis etableringen af banen ikke gennemføres. Uden etablering af banen er klimatilpasning ikke relevant.

10 Myndighedsbehandling

Der skal ansøges om udledning af regnvand/drænvand fra baneanlægget til recipient eller tilslutning til offentlig kloak i de respektive kommuner. Hvis regnvandet tilsluttes offentlig kloak skal dette godkendes hos det pågældende forsyningselskab.

Størstedelen af banen ligger i Vejle Kommune, mens området omkring Billund Lufthavn ligger i Billund Kommune. Forsyningselskaberne i de to kommuner er hhv. Vejle Spildevand og Billund Vand.

Banen anlægges i områder med enten "særlige drikkevandsinteresser" eller "drikkevandsinteresser". I begge tilfælde skal kravene fra de respektive kommuner overholdes, hvis regnvandet ønskes nedsivet, fx i grøfter eller regnvandsbassiner.

I områder med "særlige drikkevandsinteresser" eller i nærheden af drikkevandsboringer kan der være forbud mod nedsivning. For de specifikke områder som defineres i detailfasen, kan der stilles krav til lermembran i bassiner og grøfter eller krav til en minimumsafstand til boringer. Dette oplyses af kommunen.

11 Oversigt over eventuelle mangler ved undersøgelserne

VVM-redegørelsen skal i henhold til VVM-bekendtgørelsens bestemmelser indeholde en oversigt over eventuelle punkter, hvor datagrundlaget er usikkert, eller der mangler viden til at foretage en fuldstændig vurdering af miljøkonsekvenserne.

Det vurderes, at undersøgelserne vedrørende klimatilpasning er dækkende, og at de data og informationer, der er tilgængelige, og som er anvendt, er tilstrækkelige til at foretage de vurderinger, der fremgår af dette notat. Det skal dog bemærkes at vurderingen er baseret på scenariefremskrivning, hvilket er forbundet med usikkerhed.

Ændres der på projektet, f.eks. i forbindelse med detailprojekteringen, kan det evt. ændre vurderinger om klimatilpasning.

12 Referencer

- /1/ Danmarks Miljøportal - Klimatilpasningsplaner, <http://miljoegis.mim.dk/?profile=miljoegis-klimatilpasningsplaner>.
- /2/ Banedanmark, Ny bane til Billund. Fagnotat. Arealforhold. 2017.
- /3/ Banedanmark, Ny bane til Billund. Fagnotat. Grundvand og drikkevand. 2017.
- /4/ EU, Klima- og Energipakken 2020: Vedvarende energi, 2008, <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?language=da&type=IM-PRESS&reference=20080331STO25142>.
- /5/ Regeringen, Sådan håndterer vi skybrud og regnvand – handlingsplan for klimasikring af Danmark. December 2012.
- /6/ Transportministeriets klimatilpasningsstrategi, 2010.
- /7/ Regeringen, Strategi for tilpasning til klimaændringer i Danmark, 2008.
- /8/ Banedanmark, Banenorm BN1-11-1, Afvanding af sporarealer, oktober 2006.
- /9/ Banedanmark, Banenorm BN3-12-2, Vejledning til miljø- og vandløbssager i forbindelse med afvandingsanlæg, juli 2013.
- /10/ IDA Spildevandskomiteen, Skrift nr. 27, Funktionspraksis for afløbssystemer under regn, 2004.
- /11/ IDA Spildevandskomiteen, Skrift nr. 29, Forventede ændringer i ekstremregn som følge af klimaændringer, 2008.
- /12/ Trafikstyrelsen, Klimakonsekvensvurdering Trin 2 – vurdering af afvandingsforhold og vandløb. Nybygnings- og 5. sporløsning. København – Ringsted projektet. 17. august 2009.
- /13/ DMI, Fremtidens klima i Danmark, <http://www.dmi.dk/klima/fremtidens-klima/danmark/>.
- /14/ Sonnenberg et al. Klimaændringers betydning for vandkredsløbet i Danmark. GEUS, 2006.
- /15/ Folketinget, Den danske energipolitik 2012-2020, 2012 https://ens.dk/sites/ens.dk/files/EnergiKlimapolitik/aftale_22-03-2012_final_ren.doc.pdf.
- /16/ Banedanmark, Ny bane til Billund. Fagnotat. Natur og overfladevand. 2017.
- /17/ Kystdirektoratet, Klimaændringers effekt på kysten, 2008, <http://www.masterpiece.dk/UploadetFiles/10852/25/rapport.pdf>.
- /18/ Danske jernbanebroer sikres mod skybrud, Styrelsen for Vand og Naturforvaltning, 2012,

- /19/ IDA Spildevandskomitéen, Bestemmelse af regnrækker, Dansk Ingeniørforening, Skrift nr. 16, 1974.
- /20/ Ovesen, N. B., Iversen, H. L., Larsen, S. E., Müller-Wohlfeil, D.-I., Svendsen, L.-M., Blicher, A. S., Jensen, P. M., Afstrømningsforhold i danske vandløb. Danmarks Miljøundersøgelser, Faglig rapport fra DMU nr. 340, 2000.
- /21/ Søndergård, M., Kronvang, B., Pejrup, M., og Sand-Jensen, K., Vand og vejr om 100 år. Klimaforandringerne og det danske vandmiljø, forlaget Hovedland, 2006.
- /22/ DMI og GEUS, Ændringer i havniveauet i Danmark de næste 100-200 år, 2012, http://www.geus.dk/geus-general/announcements/aendringer_havniveau_dk_naeste_100-200_aar.pdf.
- /23/ Finansministeriet, Forsvarsministeriet, Indenrigs- og sundhedsministeriet, Miljøministeriet, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling, Transport- og Energiministeriet og Økonomi- og Erhvervsministeriet. Katalog over mulige konsekvenser af fremtidige klimaændringer og overvejelser om klimatilpasning. Udarbejdet af den Tværministerielle Arbejdsgruppe for Klimatilpasning, August 2007.
- /24/ IDA Spildevandskomiteen, Skrift nr. 30, Opdaterede klimafaktorer og dimensionsgivende regnintensiteter, 2014.
- /25/ Kystdirektoratet, Kystbeskyttelsesstrategi – en strategisk indsats for smukkere kyster. August 2011.
- /26/ Miljøbeskyttelsesloven, Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse, LBK nr. 966 af 23/06/2017, Miljø- og Fødevareministeriet, 2017.
- /27/ Oversvømmelsesloven, Bekendtgørelse af lov om vurdering og styring af oversvømmelsesrisikoen fra vandløb og søer, LBK nr. 1618 af 10/12/2015, Miljø- og Fødevareministeriet, 2015.
- /28/ Banedanmark, Ny bane til Billund. Fagnotat. Anlægsbeskrivelse. 2017.