



Luft, Klima og Klimatilpasninger

- Fagnotat

Hastighedsopgradering Hobro – Aalborg (Supplerende VVM)

banedanmark



Luft, Klima og Klimatilpasninger

Indhold

Side

1	Indledning	5
2	Ikke-teknisk resumé	6
3	Forord	7
4	Lovgrundlag	8
4.1	Luft	8
4.1.1	Luftkvalitetskrav	8
4.1.2	Emissionskrav	8
4.1.3	Interne krav	8
4.2	Klima	8
4.3	Klimatilpasning	9
5	Metode	10
5.1	Luft	10
5.1.1	Metodisk tilgang til luftkvalitet i anlægsfasen	10
5.1.2	Metodisk tilgang til luftkvalitet i driftsfasen	10
5.2	Klima	11
5.2.1	Metodisk tilgang til påvirkning af klimaet i anlægsfasen	11
5.2.2	Metodisk tilgang til påvirkning af klimaet i driftsfasen	11
5.3	Klimatilpasning	11
5.3.1	Forventede klimaforandringer i Danmark	11
5.3.2	Stigende temperaturer	12
5.3.3	Øget nedbør (og flere ekstremnedbørshændelser)	12
5.3.4	Havstigning	12
5.3.5	Forhøjet grundvandsstand	12
5.3.6	Mere vind	13
5.3.7	Opsummering	13
5.4	Metode klimatilpasning	13
6	Eksisterende forhold	15
6.1	Eksisterende luftkvalitet	15
6.2	Eksisterende klima	15
7	Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i anlægsfasen	16
7.1	Luft	16
7.1.1	Afværgeforanstaltninger	16
7.2	Klima	17
7.3	Klimatilpasning	17
8	Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i driftsfasen	18
8.1	Luft	18

8.2	Klima	18
8.3	Klimatilpasning	18
8.3.1	Øget nedbør og hyppigere ekstremnedbørshændelser	18
8.3.2	Grundvand	19
8.3.3	Dræn, ledninger og grøfter	19
8.3.4	Risikostrækninger	22
8.3.5	Blue spots	22
8.3.6	Vandløbskrydsninger	23
8.3.7	Foreslåede dimensioneringer	24
9	0-alternativet	26
10	Eventuelle mangler i undersøgelsen	27
11	Referencer	28

1 Indledning

I 2012 blev der udarbejdet et beslutningsgrundlag inkl. VVM for opgradering af hastigheden mellem Hobro og Aalborg fra de nuværende 120 km/t til 160 km/t. I den forbindelse blev det vurderet, at der skulle nedlægges 3 overkørsler på strækningen og etableres niveaufri krydsninger af banen i Skørping, Ellidshøj og Svenstrup. Desuden skulle der nedlægges en passage i niveau på Skørping Station og etableres gangtunnel og gangbro. Endelig blev det vurderet, at flere broer og dæmninger skulle styrkes for at være klar til den højere hastighed.

I 2013 blev der vedtaget en anlægslov for nedlæggelse af overkørslerne og ombygning af Skørping station **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet./21/** Lov om nedlæggelse af overkørsler mv. på jernbanestrækningen mellem Hobro og Aalborg.. Disse anlæg er under udførelse med forventet ibrugtagning i 2015.

Nedlæggelse af overkørslerne mv. blev vedtaget med baggrund i den politiske aftale om "En grøn transportpolitik" af 29. januar 2009, som en del af Timemodellen mellem Aarhus og Aalborg.

Med den politiske aftale om Storstrømsbroen, Holstebromotorvejen mv. fra 2013 blev det besluttet, at der skal udarbejdes beslutningsgrundlag for en yderligere opgradering af hastigheden op til 200 km/t mellem Hobro og Aalborg. Beslutningsgrundlaget består af en indledende projektering og en supplerende VVM-redegørelse for konsekvenserne ved en yderligere opgradering af hastigheden.

Opgradering af hastigheden op til 200 km/t vil give væsentlige forbedringer af rejsetiden mellem Hobro og Aalborg og vil sammen med en opgradering mellem Aarhus og Hobro være en forudsætning for at opnå timemodellen mellem Aarhus og Aalborg.

I dag er rejsetiden mellem Aarhus og Aalborg 1 time og 21 minutter. Med gennemførelse af Banedanmarks signalprogram og sporfornyelse på strækningen og samtidig hastighedsopgradering op til 200 km/t mellem Hobro og Aalborg vil der kunne opnås en samlet rejsetidsbesparelse på ni minutter i forhold til dagens situation. Det er tre minutters hurtigere rejsetid end der kunne opnås ved en opgradering til 160 km/t for lyntog med stop i Randers.

Dette fagnotat er et bilag til VVM-redegørelsen i den supplerende VVM af en opgradering af hastigheden fra 160 km/t til 200 km/t. Fagnotatet beskriver de eksisterende forhold for luft klima og klimatilpasning og vurderer de miljøpåvirkninger, som vil være en konsekvens af en yderligere hastighedsopgradering. Notatet for luft, klima og klimatilpasning beskriver i øvrigt de principper, der foreligger for klimatilpasning af jernbaner.

2 Ikke-teknisk resumé

Dette fagnotat behandler, de effekter projektet vil have på luftkvalitet i anlægs- og driftsfasen, samt efter hvilke principper klimatilpasning af banestrækningen foreslås gennemført.

Projektet vil ikke medføre nogen yderligere påvirkning på luftkvaliteten i driftsfasen i forhold til 0-alternativet, idet ændringer i køreplan, togtyper, hastighed mv. er begrænsede. Desuden forventes en forøgelse af hastigheden fra 160 til 200 km/t på strækningen ikke at medføre en større overflytning fra vejtransport til bane, som ellers udgør en potentiel reduktion i energiforbrug og CO₂-udledning.

Kun såfremt projektet ses i en større sammenhæng og som en del af en generel opgradering af baneinfrastrukturen og forbedring af jernbanens konkurrenceforhold i forhold til vejtransport, kan projektet have indflydelse på de nationale målsætninger på klimaområdet. Fagnotatet undersøger derfor ikke den forventede CO₂-udledning som følge af projektet.

Internationale og nationale rapporter dokumenterer, at fremtidens klima ændres i forhold til det nuværende klima, og det vil blandt andet have indflydelse på faktorer som nedbør og afstrømning. De kommende klimaændringer vil medføre ændrede krav til designgrundlaget for infrastrukturanlæg. Ved renovering af eksisterende anlæg eller ved konstruktion af nyanlæg bør der således tages hensyn til klimaforandringerne.

Det vurderes dog, at ændringerne i forbindelse med hastighedsopgraderingen er små, og effekten af klimatilpasning på de korte strækninger, der ændres, vil være meget lille. Derudover er klimatilpasning mest effektiv, når den foregår i et større perspektiv, hvor helheden af både linjeføring og opland tages i betragtning.

3 Forord

Dette fagnotat omhandler forhold for luft, klima og klimatilpasning, der er relevante for opgradering af hastigheden op til 200 km/t. Fagnotatet udgør, sammen med en række øvrige fagnotater, grundlaget for projektets høringsudgave af VVM-redegørelsen. Der er tale om et supplement til den tidligere gennemførte VVM (VVM betyder Vurdering af Virkninger på Miljøet) af hastighedsopgradering op til 160 km/t.

4 Lovgrundlag

4.1 Luft

4.1.1 Luftkvalitetskrav

De danske luftkvalitetskrav er baseret på EU's luftkvalitetsdirektiv (2008/50/EF) /1/. I Danmark er kravene implementeret via Bekendtgørelse om vurdering og styring af luftkvaliteten /2/.

4.1.2 Emissionskrav

Emissioner fra biler og lastbiler er reguleret via de europæiske EURO-normer, som sætter en maksimumgrænse for emission af en række stoffer. Emissioner fra entreprenørmaskiner, dvs. ikke vejgående udstyr, er ikke omfattet af EURO-normerne men er reguleret via egne emissionsstandarder jf. Bekendtgørelse om begrænsning af luftforurening fra mobile ikke-vejgående maskiner mv. /3/. Grænserne gælder for alle nye maskiner og skærpes løbende, specielt hvad angår emission af partikler og NO_x. Nye skærpede grænser (Tier 4) trådte i kraft i 2014.

Yderligere krav og regler som har indflydelse på den lokale emission inkluderer lokale tomgangsregulativer, miljøzoneregler og eventuelle regler vedrørende bygge- og anlægsarbejder gældende i de enkelte kommuner.

4.1.3 Interne krav

I henhold til Banedanmarks generelle arbejdsbeskrivelser (GAB miljø), er der fastsat krav om, at entreprenøren skal varsle byggeledelsen senest 15 dage inden der igangsættes arbejder, der kan påvirke det eksterne miljø. Dette gælder også for udledninger af luftforurenende stoffer og støv fra anlægsarbejdet således, at naboer er bekendt med, hvornår det kan være nødvendigt at træffe forholdsregler, f.eks. indendørs ophold. Banedanmark forestår at sende oplysninger til naboerne efter oplysninger fra entreprenører.

4.2 Klima

Danmark har en række målsætninger på klima- og energiområdet som følge af EU's klima- og energipakke:

- Andelen af vedvarende energi skal øges til 30 % af det endelige energiforbrug i 2020.
- Andelen af vedvarende energi i transportsektoren skal være på 10 % i 2020
- Udledningerne i de ikke-kvoteregulerede sektorer skal gradvist reduceres i 2013-2020 og med 20 % i 2020 i forhold til 2005.

I forhold til nærværende projekt er den direkte relevans af de nationale målsætninger begrænset, idet en forøgelse af hastigheden fra 160 til 200

km/t på strækningen ikke forventes at medføre en markant overflytning fra vejtransport til bane, som ellers udgør en potentiel reduktion i energiforbrug og CO₂-udledning.

4.3 Klimatilpasning

Klimatilpasning af jernbaneanlæg er ikke omfattet af et egentligt lovgrundlag. Temaet er dog omfattet af retningslinjer og anbefalinger i en række notater og strategier, herunder Regeringens strategi for tilpasning til klimaændringer i Danmark (2008), Transportministeriets klimatilpasningsstrategi (2010), Den nationale handlingsplan for klimasikring af Danmark (2012), diverse banenormer om afvanding af spor, samt Spildevandskomiteens skrifter nr. 27-30 om håndtering af regnvand og klimafaktorer til beregning af dimensionering ved ekstremnedbør. /10-13/

Regeringens strategi for tilpasning til klimaændringer i Danmark (2008) tager udgangspunkt i tre internationale klimascenarier¹, A2 (middelhøjt) og B2 (middellavt), samt et scenarium baseret på EU's målsætning om, at den globale menneskeskabte opvarmning ikke overstiger to grader i forhold til førindustriel tid (EU2C).

Indtil 2010 var disse tre klimascenarier dem, der blev taget udgangspunkt i til fremskrivning af klimapåvirkninger. Fra 2010 har regeringen anbefalet, at kommunerne benytter scenariet A1B, (der er et optimistisk middelscenarie, der ligger mellem A2 og B2) til modelleringer af klimaforandringernes konsekvenser, som skal beskrives i klimahandlingsplanerne.

I 2014 udkom den seneste rapport fra IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), hvori der er beskrevet nye scenarier. Det forventes, at regeringen vil komme med en anbefaling til brug af de nyeste scenarier inden for den nærmeste fremtid.

For denne klimakonsekvensvurdering er det relevant, hvorvidt regeringen i en opdateret/ny strategi anbefaler brug af optimistiske klimascenarier eller de mere pessimistiske "high end"-scenarier, da dette kan få betydning for selve dimensioneringen af afvandingen. Det skal i detailprojekteringen vurderes, hvorvidt den anvendte klimafaktor og den regionale model lever op til regeringens gældende strategi på projekteringstidspunktet.

¹ Klimascenarier fra før den seneste rapport fra IPCC er scenarier, der fremskriver det fremtidige drivhusgasudslip ud fra antagelser om udviklingen i, blandt andet, befolkning, økonomi og teknologier og således simulerer hvordan en fremtidig verden vil se ud.

5 Metode

Herunder beskrives de metodiske tilgange, der benyttes i resten af fagnotatet.

5.1 Luft

5.1.1 Metodisk tilgang til luftkvalitet i anlægsfasen

Vurderingen af påvirkning af luftkvaliteten sker på basis af en identifikation af anlægsaktiviteter, som vil medføre væsentlig emission af forurenende stoffer. Der fokuseres på diffust støv fra håndtering og kørsel med jord samt emission fra entreprenørmaskiner og lastbiler.

Diffust støv i forbindelse med anlægsfasen forekommer primært ved afgravning og håndtering af jord, ved nedrivning samt i forbindelse med kørsel på ikke-befæstet eller "beskidt" vej. Der foretages ikke nogen kvantitativ opgørelse af påvirkningen. Gener fra støv vil opleves primært i tørre og blæsende perioder.

Emissioner fra maskiner er primært forbrændingsprodukter fra dieselmotorer dvs. kvælstofilter (NO_x), partikler, kulbrinter (HC), kulilte (CO) samt svovldioxid (SO_2).

Påvirkning fra maskiner, transport og diffust støv er vurderet ud fra mulig genevirkning for bolig- og rekreative områder ("hot spots"); det vil sige afstand til boliger/rekreative områder og spredningsforhold er taget med i vurderingen.

5.1.2 Metodisk tilgang til luftkvalitet i driftsfasen

Projektets betydning for den lokale luftkvalitet under drift vil være afhængig af togtyper, hastighed og køreplan. Projektet betyder en opgradering af banen til en højere hastighed på op til 200 km/t, men der forudsættes i forhold til 0-alternativet ikke væsentlig ændring i køreplan eller ændring i togtyper på strækningen. På sigt er det planen, at der vil komme til at køre el-tog.

Det vurderes, at ændringen i emission fra togene som følge af hastighedsændring kun vil medføre en marginal ændring i den lokale luftkvalitet, hvorfor dette ikke behandles yderligere.

5.2 Klima

5.2.1 Metodisk tilgang til påvirkning af klimaet i anlægsfasen

Projektets bidrag til klimabelastning i anlægsfasen kommer primært fra fremstilling af materialer, fra transport af materialer og jord samt fra brug af entreprenørmaskiner.

I kraft af de relativt begrænsede anlægsaktiviteter vurderes klimabelastningen at være marginal, og der foretages ikke yderligere vurdering af klimabelastningen i dette notat.

5.2.2 Metodisk tilgang til påvirkning af klimaet i driftsfasen

Projektets klimabelastning i driftsfasen i forhold til 0-alternativet, vil være afhængig af eventuelle hastighedsændringer, ændring i køreplan samt eventuelle reduktioner i emissioner som følge af overflytning af trafik fra vej til bane.

Opgradering af Hobro – Aalborg skal ses i sammenhæng med visionen om at realisere en del af Timemodellen mellem Aarhus og Aalborg, og kan ikke nærmere kvantificeres i nærværende fagnotat.

5.3 Klimatilpasning

Med baggrund i de forventede fremtidige klimapåvirkninger på anlægget opstilles ud fra gældende banenormer og spildevandskomiteens skrifter anbefalinger til dimensionering af dræn, rør og ledninger samt vurderinger af dimensioneringer ved vandløbskrydsninger og passende afstand til grundvandet med henblik på stigende grundvand i fremtiden.

I det følgende gives først en kort redegørelse for de forventede klimaforandringer i Danmark. Herefter beskrives det, hvorledes de nævnte klimaforandringer kan have indflydelse på banestrækningen, og hvorvidt Banedanmark eventuelt allerede har taget højde for denne klimaparameter.

5.3.1 Forventede klimaforandringer i Danmark

Med baggrund i IPCC's nyeste Assessment Report (AR5) har DMI og Naturstyrelsen vurderet, hvad de nyeste forskningsresultater inden for klimaforandringer vil komme til at betyde for Danmark /14,15/. Hovedpunkterne i klimaforandringerne er:

- Øget temperatur
- Generelt øget nedbør
- Stigning i havniveauet
- Hyppigere storme
- Hyppigere forekomst af ekstremnedbørshændelser

5.3.2 Stigende temperaturer

En direkte konsekvens for jernbanedriften, af de forventede højere temperaturer som følge af klimaændringerne, er øget risiko for driftsforstyrrelser som følge af solkurver. En solkurve opstår på jernbaneskiner, når skinnerne på grund af sol og varme udvider sig. Det er især i forbindelse med såkaldte duoblok-sveller, som ruste, og hvor der er manglende ballast, at denne risiko opstår. Ved høje skinetemperaturer på strækninger, hvor der mangler ballast eller ligger duoblok-sveller, sætter Banedanmark derfor hastigheden ned. Da hastighedsopgraderingen af Hobro – Aalborg sker med monoblok-sveller og tilstrækkelig ballast, vurderes det, at de stigende temperaturer ikke udgør nogen risiko for banestrækningen.

5.3.3 Øget nedbør (og flere ekstremnedbørshændelser)

Nedbør er en af de klimafaktorer, der ved ekstreme hændelser eller manglende tilpasning forårsager store skader på baneanlæg. Påvirkninger fra øget nedbør kan være både direkte på baneanlægget og indirekte via oversvømmelser af omgivelserne. Øget nedbør kan føre til påvirkninger såsom:

- Øget vandstand i søer og krydsende åer og vandløb
- Ændret vandføring i vandløb
- Erosion af banedæmninger

Øget nedbør og øget forekomst af ekstremnedbørshændelser synes at være den klimaparameter, der kan påvirke baneanlægget mest.

Afløbsløse lavninger i terrænet (blue spots) vil ved ekstreme nedbørshændelser potentielt kunne føre til oversvømmelser. Det er derfor væsentligt at vurdere, hvorvidt der på strækningen Hobro – Aalborg findes blue spots, på eller tæt på banen (<25m).

Klimatilpasning af banestrækningen til de øgede vandmængder i fremtiden, skal primært ske via forbedring af afvandingen af dæmninger, skrænter og de nære omgivelser.

5.3.4 Havstigning

DMI's øvre bud på havstigningen i Danmark inden for de nærmeste 100 år er 1,2 m. Dette vil hovedsageligt påvirke kystnære områder. Banestrækningen Hobro – Aalborg befinder sig ca. 25 km fra kysten og vil således ikke blive påvirket direkte af havstigninger.

5.3.5 Forhøjet grundvandsstand

Klimaændringerne vil som følge af øget nettonedbør medføre en øget grundvandsdannelse.

Hvor der er drænet i forvejen, vil en stigning af grundvandet ikke have betydning for vandstanden på terræn. Højere grundvandsstand vil betyde, at

der løber mere vand i dræne. I området fra Hobro til Aalborg har Henriksen et. al /17/ Klimaeffekter på hydrologi og grundvand – Klimagrundvandskort Hans Jørgen Henriksen, Anker Lajer Højberg, Martin Olsen, Lauren P. Seaby, Peter van der Keur, Simon Stisen, Lars Trolborg, Torben O. Sonnenborg og Jens Christian Refsgaard, GEUS, 2012 vurderet, at der vil ske en stigning i grundvandsstanden på 0-1 meter. Dette vil der blive taget højde for i en fremtidig klimatilpasning af jernbanenettet.

5.3.6 Mere vind

"Historisk set har vindmønstrene i Danmark været varierende, og set over hele perioden siden 1890 er der ikke umiddelbart nogen klar tendens. Ikke desto mindre har DMI de seneste årtier registreret, at orkaner og orkanagtige storme er forekommet hyppigere end før 1965 " – Danmarks Klimacenters rapport "Fremtidige klimaforandringer i Danmark" / 14/

Banedanmark har siden 2010 fældet og beskåret træer i nærheden af banen for at mindske skader på jernbaneanlægget, der kan medføre driftsforstyrrelser /9/ BN3-12-2, Vejledning til miljø- og vandløbsager i forbindelse med afvandsingsanlæg 04/07/2003. Derfor vurderes det, at Banedanmark har fokus på og har taget højde for den udfordring, som klimaændringernes øgede vindstyrke udgør. Det er derfor ikke nødvendigt med yderligere klimatilpasningstiltag over for de ændrede vindforhold.

5.3.7 Opsummering

Med baggrund i ovenstående klimaforandringers potentielle påvirkninger af jernbanen, bliver det tydeligt at Banedanmark allerede har fokus på flere af de problemer, der opstår for jernbanedriften som følge af nuværende og fremtidige klimaproblemer.

Opgaven for dette fagnotat bliver at vurdere de fremtidige klimapåvirkninger på jernbanen, der ikke allerede er taget hånd om. Hvilke er:

- Øget nedbør og hyppigere ekstremnedbørshændelser
- Stigning i grundvandsstanden.

5.4 Metode klimatilpasning

Eftersom dét der skal klimatilpasses til, er problemer med håndtering af stigende vandmængder, er den metodiske tilgang til klimatilpasningen af banestrækningen Hobro – Aalborg, fokuseret omkring optimering af afvanding.

Den metodiske tilgang til afvanding af spor er beskrevet i banenorm BN1-11-1. Den metodiske tilgang til beregning af afstrømning og afløbskoefficienter er beskrevet i banenorm BN3-12-2. Derudover benyttes spildevandskomiteens skrifter nr. 27-30, der vedrører selve dimensioneringen af afvandingen.

Spildevandskomiteen har udviklet en regional model til vurdering af ekstremnedbør i Danmark. Modellen er udviklet og opdateret af flere omgange, senest i spildevandskomiteens skrift nr. 30 fra 2014. Modellen beregner det bedste bud på nutidens ekstremregn. Ud over den opdaterede model indeholder skriftet også opdaterede klimafaktorer, som bruges til at vurdere ekstremregns intensitet og hyppighed frem i tiden. Den regionale model tager udgangspunkt i scenarie A1B, hvilket i høj grad leder til en undervurdering af den øvre grænse for usikkerheden, da A1B er et relativt optimistisk emissionsscenario. Derfor inkluderes resultaterne fra to andre sæt modelkørsler i estimeringen af de opdaterede klimafaktorer, begge baseret på mere pessimistiske prognoser eller såkaldte "high-end"-scenarier RCP8,5 og RCP4,5, samt et high end-scenario, der er baseret på en global temperaturstigning på 6 °C i 2100.

Ud fra den regionale model og modelkørslerne med forskellige scenarier er der udarbejdet to sæt klimafaktorer, en standardfaktor og en høj faktor.

	100 års horisont	
	Standard	Høj ²
2 års hændelse	1,2	1,45
10 års hændelse	1,3	1,7
100 års hændelse	1,4	2

Tabel 1 Anbefalede klimafaktorer er baseret på tre nedskaleringmetoder, 17 klimamodelkørsler og fem emissionsscenarioer

Hvis regeringen melder ud, at der skal bruges et mere pessimistisk scenario end hidtil (A1B), kan man med fordel vælge at estimere den fremtidige ekstremnedbør ud fra en højere klimafaktor.

Stigningen i grundvandstanden er vurderet på baggrund af rapport fra GEUS, der vurderer ændringer i grundvandstand og grundvandsdannelse for den nære fremtid på baggrund af tre klimamodeller (våd, middel og tør). Modellerne bruger emissionsscenario A1b /16/.

I forhold til den metodiske tilgang til forventede ændringer i afstrømning er der af GEUS/Naturstyrelsen udarbejdet et værktøj til vurdering af ændret afstrømning som følge af klimaforandringer (klimaekstremvandføring)/19/ Afstrømningsforhold i danske vandløb, Faglig rapport fra DMU, nr. 340, 2000, Niels Bering Ovesen, Hans Legard Iversen, Søren E. Larsen, Dirk-Ingmar Müller-Wohlfeil, Lars M. Svendsen, Afdeling for Vandløbsøkologi. Anne Steensen Blicher Per Møller Jensen. Hedeselskabet Miljø og Energi as.. Fagrapporten dokumenterer vandføring og vandstand i 250 større åer og vandløb i Danmark og vurderer, hvordan ekstreme vandføringer forventes at

² Spildevandskomiteen anbefaler brugen af den høje klimafaktor til f.eks. vurderinger i forbindelse med beredskabsplanlægning og worst-case simuleringer, samt til at teste robustheden af forskellige projektforslag

ændre sig ved A1B-emissionsscenariet. Ved brug af tre klimamodeller (våd, middel og tør) beregnes klimafaktorer for de givne vandløb.

6 Eksisterende forhold

6.1 Eksisterende luftkvalitet

Den nuværende luftkvalitet for området vurderes på baggrund af det landsdækkende luftmåleprogram, som dels dækker målinger af luftkvalitet i de større byer samt måler baggrunds niveauet på en række stationer i land og kystzone. Overvågningsprogrammet, administreres af DMU. Resultaterne er rapporteret årligt /4/.

Der er ikke målestationer i direkte tilknytning til anlægsområdet. De målestationer, der vurderes at være mest repræsentative for anlægsområdet er dels bybaggrundsmålestationen i Aalborg og målestationen ved Lille Valby på Sjælland, som måler forureningsniveauet på landet.

Bybaggrundsniveauet i Aalborg vurderes at have et højere forureningsniveau af specielt de forbrændingsrelaterede forureningskomponenter (NO_x og PM_{10}) i forhold til, hvad der vil findes ved anlægsområderne. Det årlige gennemsnit i 2009 i Aalborg af $\text{PM}_{2,5}$ er $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og for NO_2 $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hvilket er under grænseværdien for de to stoffer. Niveauet på målestationen i Lille Valby ligger under dette niveau for begge stoffer. I Aalborg lå niveauet for ozon for det maksimale 8 timers gennemsnit på $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og i Lille Valby en smule højere. Måleværdien på $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, som ikke må overskrides mere end 25 dage pr. år set over 3 år, var ikke overskredet på nogen af stationerne for perioden 2007-2009.

6.2 Eksisterende klima

Eftersom klimaet ikke forventes at blive påvirket af hastighedsopgraderingen fra 160 til 200 km/t, anses det ikke for nødvendigt at beskrive det eksisterende klima.

7 Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i anlægsfasen

7.1 Luft

Der er på nuværende tidspunkt i projektet ikke præcise informationer om anlægsmetoder og luftkvalitetsvurderingen er derfor baseret på identifikation af væsentlige anlægsaktiviteter tilknyttet de enkelte erstatningsanlæg samt disses lokalisering i forhold til boliger og rekreative områder. Jo mindre afstand til anlægsområdet desto større risiko for genevirkning.

Kilder til påvirkning af luftkvaliteten vil være:

- Støv fra kørsel på ikke-befæstet eller "snævset" vej
- Støv fra håndtering af jord mv. ved afgravning
- Støv fra udlægning af materialer grus, skærver mv.
- Støv fra oplag af jord, skærver og andre materialer
- Støv fra nedrivning og andre bygge-anlægsarbejder
- Emissioner fra entreprenørmaskiner og lastbiler

Det vil være af betydning, hvorvidt der er anlægsaktiviteter i nærheden (<50m) af beboelse. Dette vil kunne medføre genevirkninger fra støj og støv.

Entreprenørmaskiner er omfattet af miljøkrav, så grænseværdier for emissioner overholdes.

7.1.1 Afværgeforanstaltninger

Ved bygge- og anlægsaktiviteter kan der med rettidig planlægning, og f.eks. vha. en miljøhandlingsplan, laves retningslinjer for entreprenører o.a. til minimering af gener og negative påvirkninger fra projektets anlægsfase. I forhold til støv- og luftforurening vil følgende afværgeforanstaltninger kunne gennemføres:

- Minimering af tomgangskørsel/langsom kørsel på arbejdsveje og fastsættelse af tomgangsregler på byggepladsen
- Vanding af arbejds- og oplagsområder, særligt i perioder med megen blæst og i tørre perioder.
- Vanding af ubefæstede arbejdsveje eller anvendelse af køreplader for arbejdsveje tæt ved beboelse.
- Reduktion af hastighed ved kørsel på grusveje/jordarealer tæt ved beboelse.

Der sendes information ud til naboer til banen ved opstart af anlægsarbejdet, hvor der henvises til Banedanmarks hjemmeside for mere information om anlægsarbejdets forløb.

7.2 **Klima**

Der forventes ikke påvirkninger på klimaet som følge af hastighedsopgraderingen fra 120 til 200 km/t, og dette behandles derfor ikke videre i dette afsnit.

7.3 **Klimatilpasning**

Klimaforandringer er en langsom og gradvis proces, og ændringer i klimaet forventes derfor ikke at have direkte indflydelse på arbejdet i anlægsfasen. Der tages derfor ikke yderligere stilling til klimatilpasning i anlægsfasen.

8 Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i driftsfasen

8.1 Luft

Ændring i køreplan, hastighed mv. vurderes ikke at ændre luftkvaliteten generelt langs strækningen i forhold til 0-alternativet.

8.2 Klima

Der forventes ikke påvirkninger på klimaet som følge af hastighedsopgraderingen til 200 km/t, og dette behandles derfor ikke videre i dette afsnit.

8.3 Klimatilpasning

Med baggrund i vurdering af de væsentlige klimaparametre i afsnit 5.2 vil disse i det følgende blive konsekvensvurderet, og der opstilles på den baggrund forslag til afværgeforanstaltninger.

8.3.1 Øget nedbør og hyppigere ekstremnedbørshændelser

Som beskrevet i afsnit 5.2.1 forventes det, at der som følge af klimaændringerne frem mod år 2100 vil ske en stigning i hyppigheden af kraftige regnskyl, samt en stigning i årsnedbør, hovedsageligt vinternedbør.

Principperne for designkriterier, kapacitetsanalyser og dimensionering af afvandingsforhold beskrevet i normer og vejledninger er, og vil fortsat være gældende, men da funktionskravene til konstruktionerne samt levetiden af banen rækker 100-125 år ud i fremtiden, kan man med fordel tilpasse beregning af dimensionsgivende vandmængder til det fremtidige klima.

Dette kan gøres ved at benytte spildevandskomiteens opdaterede regionale model til beregning af dimensionsgivende nedbør, samt at benytte de opdaterede klimafaktorer.

Dette fagnotat omhandler hastighedsopgradering for hele strækningen fra Hobro til Aalborg. Derfor bliver der i det følgende, i første omgang, givet bud på dimensionering af afvandingen på *hele* linjeføringen fra Hobro til Aalborg. Derudover gives der forslag til designparametre for kritiske strækninger, hvor der er et andet behov for klimatilpasning.

Dimensionering af afvanding i forbindelse med ombygning af grøfter og dæmninger skal hænge sammen med Banedanmarks øvrige tiltag, såsom

elektrificering og generel vedligeholdelse af grøfter og reparation af dæmninger. Selve klimatilpasningen af afvandingssystemet vil derfor blive udført i takt med, at det passer ind i en større helhed i forhold til Banedanmarks fremtidige håndtering af klimatilpasninger generelt.

8.3.2 Grundvand

Ifølge fagrapport fra GEUS 2012 om klimaeffekter på hydrologi og grundvand /17/, ligger det primære grundvand i området for linjeføringen Hobro – Aalborg >10 m u.t, og der forventes en potentiel stigning i grundvandet på op til tre meter. Hertil kommer mulige ændringer i indvinding (reduceret), hvilket kan hæve det primære grundvandspejl yderligere.

Det sekundære grundvandsspejl varierer og kan ikke generaliseres over hele strækningen, men skal vurderes i hvert enkelt tilfælde lokalt.

Det sekundære grundvand vil blive påvirket af den generelle stigning i nedbør og vil lokalt kunne påvirke banen på længere sigt.

De største stigninger i de øvre grundvandsmagasiner i Hobro – Aalborg-området vurderes på denne baggrund at være i størrelsesordenen 1-1,5 m, men der er stor lokal variation afhængig af bl.a. topografiske forhold og dræning.

Ved anlægsarbejde anbefales det at kende afstanden til både det primære og det sekundære grundvandspejl (GVS_{max}).

Der anbefales en sikkerhedsafstand til det primære grundvand på tre meter og til det sekundære grundvand på halvanden meter.

Ved tunnelkonstruktioner anbefales det at bygge en opdriftssikker tunnelkonstruktion. Der bør sikres mod et stigende sekundært grundvandsspejl ved at addere en sikkerhedsmargin på halvanden meter til det maksimale vandspejl målt i det tidlige forår, hvilket bør vurderes lokalt.

Ved etablering af bassiner anbefales det at addere en sikkerhedsmargin på halvanden meter til nuværende højeste maksimale niveau for det sekundære grundvandsspejl.

8.3.3 Dræn, ledninger og grøfter

De eksisterende dræn og grøfter langs banestrækningen er ikke dimensioneret til at håndtere de fremtidige nedbørsmængder og hyppigere kraftige nedbørshændelser. Dette vil over tid medføre hyppigere overbelastninger af de eksisterende afvandingssystemer. Konsekvenserne af dette vil være generelt forringet afvanding af banestrækningen herunder de hyppigere oversvømmelser af omkringliggende terræn, risiko for vand i banens bærelag og øget erosion med risiko for skred på skråningsanlæg og grøfter.

Banenormen BN1-11-1 fra 2006 og BN3-12-2 fra 2003 udgør designgrundlaget for dimensionering af dræn, ledninger og grøfter. Det anbefales at benytte spildevandskomiteens nye regionale model fra skrift 30

til vurdering af dimensionsgivende regnintensiteter til de videre beregninger af den dimensionsgivende regn /8,9/.

I henhold til banenormen skal afvandingen af banestrækninger dimensioneres efter den rationelle metode for en etårs regnintensitet svarende til 110 l/s/ha for 10 min varighed. Typisk ledsages dette inden for afløbsteknikken med et funktionskrav for hyppighed for oversvømmelse af omkringliggende terræn.

For kritiske strækninger dimensioneres for en toårs regnintensitet svarende til 140 l/s/ha for 10 min varighed. Kritiske strækninger defineres som områder, hvor der er risiko for skadevoldende oversvømmelser. På strækningen Hobro – Aalborg opfattes broanlæg, underføringer, vandløbskrydsninger, afløbsløse lavninger samt banen igennem byområderne som kritiske strækninger.

Dimensionering af ledninger og grøfter følger anvisningerne i banenormen med hensyn til opgørelse af oplandsarealer og afløbskoefficienter. Det er i Banenormen nævnt, at der kan anvendes mere avancerede metoder end bare at gange regnintensitet og oplandsstørrelse. Dette er særligt relevant ved dimensionering af lange grøftestrækninger, hvor afstrømningstiden har stor betydning. Banenormen beskriver ikke hyppighed for oversvømmelser af omkringliggende terræn, ligesom der ikke beskrives afværgeforanstaltninger for at imødekomme følgerne af klimaændringerne.

Med den seneste viden om ekstreme nedbørshændelser i Danmark vil ekstreme regnhændelser, som i dag forekommer med en hyppighed på én gang hvert to-tre år i fremtiden forekomme ca. 20 % hyppigere. For regn, der i dag forekommer hver 10. år, vil stigningen blive ca. 30 %, jvf. Spildevandskomiteen Skrift 29. Den teknologiske udvikling har løbende sikret, at dimensionering af afvandingsforhold i dag udføres meget præcist og dermed uden en indbygget sikkerhed. Derfor anvendes i dag i afløbsbranchen en kalkuleret sikkerhedsfaktor ved dimensionering af afvandingsforhold for at tage højde for parameter- og beregningsusikkerhed og fortætninger i oplandet, lige såvel som der anvendes en faktor for klimatilpasning. Retningslinjer for sikkerhedsfaktorer er beskrevet i Spildevandskomiteens Skrift 27, 29 og 30, hvor den dimensionsgivende vandføring korrigeres for følgende:

1. Statistisk usikkerhed (forudsætninger og beregninger)
2. Scenarielusikkerhed (fortætning i oplandet og klimatilpasning)

Statistisk usikkerhed

Faktoren for statistisk usikkerhed er afgjort af beregningsmetode og dermed indirekte, hvor præcis dimensionering der foretages. Den er typisk mellem faktor 1,0 til 1,3 og kan afgøres af afløbsteknikerens viden om systemet, beregningsmetode og datagrundlag.

Følgende beregningsniveauer beskrives:

- Niveau 1. Den rationelle metode. Dimensionering af mindre afløbssystemer, faktor 1,2-1,3.

- Niveau 2. Dynamisk model med CDS-regn. Analyse af ukomplicerede afløbssystemer, faktor 1,1-1,25

- Niveau 3. Dynamisk model med historiske regn. Komplicerede afløbssystemer, faktor 1,0-1,2

Banenormen benytter beregningsniveau 1 og dermed en sikkerhedsfaktor på mellem 1,2-1,3. For kritiske strækninger anbefales det, at designet eftervises ved modelberegninger, beregningsniveau 2.

Scenarieusikkerhed

Usikkerheden forbundet med den mulige ændring i den fremtidige befæstelsesgrad/fortætningsgrad og klimaændringerne, kompenseres ved anvendelse af en scenarieusikkerhed (klimafaktor). Da oplandet til ledninger og grøfter for afvanding af banestrækninger formentlig ikke vil befæstes/fortættes af byggeri, vejanlæg og andet, ses der som udgangspunkt bort fra faktoren om fortætning (faktor 1,0). I spildevandskomiteens Skrift 30 anbefales klimafaktorer, man bør operere med, med henblik på at tilpasse afløbsledningen eller grøften til de fremtidige hyppigere kraftige nedbørshændelser, se tabel 3 (i metode). Spildevandskomiteen anbefaler en klimafaktor på 1,3 for normal klimasikring af et anlæg med en levetid på ca. 100 års, til en 10-års regnhændelse.

Samlet sikkerhedsfaktor

Eksempel for beregningsniveau 1 for en normal strækning med en standard klimafaktor for en 2 års regngentagelse: $1,3 \times 1,0 \times 1,2 = 1,56$
 Beregningsniveau 2: $1,2 \times 1,0 \times 1,2 = 1,44$

Regnens gentagelsesperiode	Standard klimafaktor			Høj klimafaktor		
	2 år	10 år	100 år	2 år	10 år	100 år
	1,2	1,3	1,4	1,45	1,7	2
Beregningsniveau 1	1,56	1,69	1,82	1,89	2,21	2,60
Beregningsniveau 2	1,44	1,56	1,68	1,74	2,04	2,40

Tabel 2 Beregning af samlet sikkerhedsfaktor

For normale strækninger dimensioneres for 110 l/s/ha hvilket så vil svare til: $110 \times 1,56 = 172$ l/s/ha.

På kritiske strækninger regnes for 140 l/s/ha $\times 1,56 = 218,5$ l/s/ha eller 140 l/s/ha $\times 1,44 = 202$ l/s/ha, hvis dimensioneringen foregår ved dynamisk modellering. En tabel med en samlet anbefaling kan ses i afsnit 8.3.10

Man skal også være opmærksom på tilstrømning fra tilsluttede dræn, samt den direkte afstrømning fra overfladerne i det topografiske opland til grøften. Afstrømningen på overflader i det topografiske opland vil i ekstremssituationer følge det mønster, der er angivet for nedbør. Der kan i fremtiden forventes øget afstrømning direkte fra overfladerne under ekstremregn, enten fordi jorden er meget tør, eller fordi jorden er vandmættet. Om sommeren og tidligt efterår vil der i fremtiden komme længerevarende tørkeperioder, og regnen vil komme sjældent, men meget kraftigt og intensivt. Om efteråret og vinteren vil der i fremtiden komme mange regnbyger og mere regn, hvorfor

jorden ofte vil være vandmættet. Jorden kan derfor ikke optage de kraftige regnskyl, som i vid udstrækning vil strømme af på overfladen. For dræn tilsluttet grøfter kan anvendes samme forudsætninger for øget afstrømning som angivet under "vandløbskrydsninger".

8.3.4 Risikostrækninger

Risikostrækninger er strækninger, hvor risikoen for skadesvoldende oversvømmelser er større end normalt. Risikostrækninger (kritiske strækninger) er i banenormen defineret som områder, hvor oversvømmelser medfører store konsekvenser for bygninger, inventar eller lignende. Sikkerhedsniveauet har indflydelse på valg af gentagelsesperiode for dimensionsgivende regnhændelser og beregningsniveau.

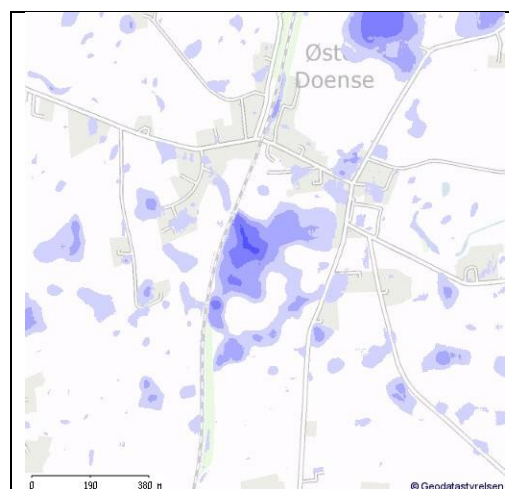
På risikostrækninger vil der være en øget tendens til, at der ved kraftige regnskyl står vand på terræn. På disse strækninger er der grund til at være ekstra påpasselig og overveje at øge sikkerhedsniveauet ved dimensionering af afvanding.

Risikostrækninger kan være:

- Lavninger/blue spots (Afløbsløse lavninger) i oplandet omkring banen
- Vandløbskrydsninger
- Underføringer og bane i afgravning

8.3.5 Blue spots

Blue spots er afløbsløse lavninger. Der vil være en tendens til at afløbsløse lavninger kombineret med andre egenskaber, eksempelvis lav hydraulisk ledningsevne, vil kunne medføre, at der står vand på terræn. Der er i nærværende klimakonsekvensvurdering ikke udført en detaljeret blue spot-analyse af strækningen. På Naturstyrelsens klimatilpasningsportal kan man finde et forenklet kort over afløbsløse lavninger. På kortet over strækningen fra Hobro til Aalborg kan man se at banestrækningen går igennem en del afløbsløse lavninger, som på nedenstående udsnit.



Figur 1 Eksempel på blue spot på strækningen Hobro – Aalborg

En afløbsløs lavning kan være veldrænet eller besidde en geologi, der gør at der ikke vil stå vand i lavningen på trods af kraftig nedbør. Drænende forhold, såvel som vandstuvende forhold bør vurderes nærmere på strækninger igennem et blue spot-område.

Banedanmark er i andet regi end denne VVM i gang med at udarbejde kort, der viser de afløbsløse lavninger (blue spots), således at der kan udføres en nærmere analyse af risikoen for oversvømmelser i de eksisterende lavninger på strækningen. Såfremt det viser sig at der i det pågældende område er en tendens til stuvning af vand på terræn, der kan være skadesvoldende, kan man med fordel dimensionerer dræn, grøfter, ledninger eller etableres anden form for afløb i lavningen, efter ovenstående dimensionering, eventuelt med en højere gentagelsesperiode på 50 år.

8.3.6 Vandløbskrydsninger

Der er ikke fundet nogen normal praksis for dimensionering af vandløbskrydsninger af baneanlæg, men i Banenorm BN3-12-2 er henvist til Vejdirektoratets anvisninger.

I Vejdirektoratets vejregler er angivet at åbne vandløb, der krydser vejen beregnes for en afstrømning på minimum 3 l/s/ha. Ved små oplande kan det være nødvendigt at dimensionere for en afstrømning på op til 10 l/s/ha. Grænsen for små oplande er op til 1.000 ha. /18/. For større vandløb er det oftest muligt at bruge den reelle afstrømning, da denne vil være dokumenteret.

Der er flere mindre vandløb, der krydser linjeføringen på strækningen mellem Hobro og Aalborg. Kun et af vandløbene, Lindenberg Å, er angivet med målestation/vandføringsstation i Naturstyrelsens måleprogram for klimaeffekter på hydrologi og afstrømning /20/. Heri er der ved hjælp af indsamlet hydrologisk data og klimamodellering vurderet en klimafaktor specifikt for Lindenberg Å.

Vandløb	Krydser ved kilometerering ca.	Middel afstrømning år (l/s/km ²)	Maksimal Afstrømning (l/s/km ²)	Oplandsareal (ha)	Vandføring Q(l/s)	Klima faktor
Lindenberg Å	226+800 226+200 225+200	11	53,5	5,3	10,8	1,13-1,14

Tabel 3 vandføringsdata fra DMU /20/ med klimafaktor for Lindenberg å

Ved Lindenberg Å anbefales det at bruge 10 l/s/ha og ved de øvrige vandløbskrydsninger, hvor der ikke findes afstrømningsdata anbefales det at bruge 3 l/s/ha (300 l/s/km²).

For at tage hensyn til de forventede klimaændringer frem til 2100, anbefales det, på baggrund af fagrapport fra Naturstyrelsen om klimaeffekter på hydrologi og grundvand /20/, at de specifikke afstrømninger øges med en

klimafaktor, der kan være 14 % som vist ovenfor for Lindenberg Å. Dertil kommer behovet for også at klimasikre faunapassager gennem rørunderføringerne.

Der er ikke udført undersøgelse af afstrømning, opland og vandføringer i de krydsende vandløb i denne klimakonsekvensvurdering. Dette kan have betydning i detailprojekteringen, såfremt der ændres på banen i området ved en vandløbskrydsning, således at denne kan ombygges og dimensioneres efter den fremtidige forventede vandføring i vandløbet.

Det vil derfor være nødvendigt ved hver vandløbskrydsning at lave en vurdering af opland og vandføring, og en vurdering af hvorvidt det er meningsfuldt at bruge den i tabel 3 viste klimafaktor fra Lindenberg Å.

De førnævnte vejregler angiver ikke et kriterium for hyppighed for oversvømmelse af terræn. Det anbefales derfor, at vandløbenes oversvømmelsesudbredelse analyseres ved en acceptabel hyppighed, f.eks. en gang hvert 50. år, som det blev analyseret ved København – Ringsted-projektet. Hyppigheden skal fastsættes under hensyntagen til de mulige konsekvenser en overskridelse kan medføre, samt den forøgede anlægsomkostning forbundet med den endelige klimatilpasning, der ikke vil forværre forholdene i forhold til i dag.

8.3.7 Foreslåede dimensioneringer

De konkrete anbefalinger angående design af afvandingssystem og vandløbskrydsninger sammenfattes i nedenstående tabel.

Element	Strækning	Dimensioneringskriterie (l/s/ha)	Sikkerhedsfaktor <i>standard</i>	Design (l/s/ha)	Sikkerhedsfaktor <i>høj</i>	Design (l/s/ha) (med høj klimafaktor)	Bemærkning
Dræn/ledninger/ grøfter	Normal	110	1,56	172	1,89	208	
	Kritisk	140	1,56	218	1,89	265	
			1,44	202	1,74	244	Anvendt ved dynamisk modellering
Vandløbskrydsninger	Kritisk	3	1,14	3,4			Faktor specifikt for Lindenberg Å
Bassiner	1,5 m afstand til eksisterende grundvand						

Tabel 4 sammenfatning af anbefalinger vedr. dimensionering af afvandingssystem samt vandløbskrydsninger.

Tabel 4 viser forslag til dimensionering af forskellige elementer således, at der tages hensyn til den forventede klimaudvikling i de næste 100-120 år. Til sammenligning er der i tabel 4 givet et eksempel på, hvad det kan komme til at betyde for design af dræn, grønne og ledninger, hvis der skal benyttes en højere klimafaktor end A1B. Derudover anbefales det at eftervise det valgte design ved brug af hydrauliske modeller. Målet med eftervisning vil være både at vise, at designkriterierne og dermed

klimakonsekvensvurderingen for projektet overholder serviceniveauet, men også at eftervise, at de ændringer der laves i forbindelse med hastighedsopgraderingen, ikke vil forværre risikoen for oversvømmelsen af omkringliggende terræn.

Eftersom det i forbindelse med hastighedsopgraderingen kun er planlagt at ændre enkelte korte delstrækninger af linjeføringen fra Hobro til Aalborg, kan en ændring eller forøgelse af dimensioneringen af afvandingen, i nogle tilfælde, give problemer andre steder i systemet og vil overordnet set ikke forbedre afvandingssituationen rent klimateknisk for linjeføringen. En ny dimensionering af afvandingen skal vurderes i en større sammenhæng og det er derfor ikke hensigten at klimatilpasse i forbindelse med hastigopgraderingen, men at vente med dette til et mere passende tidspunkt eller løbende i forbindelse med vedligehold af grøfter og dæmninger.

9 0-alternativet

0-alternativet er den løsning, der vil blive gennemført, hvis hastighedsopgraderingen op til 200 km/t *ikke* gennemføres.

I 2012 er der gennemført en VVM for en hastighedsopgradering fra 120 til 160 km/t. Som resultat af denne VVM bliver der nu nedlagt overkørsler på strækningen mellem Hobro og Aalborg, og der er sket en ombygning af Skørping Station. Anlægsarbejderne er gennemført for at berede strækningen til en højere hastighed. Selve hastighedsopgraderingen er ikke blevet politisk besluttet endnu.

VVM-redegørelsen for *Hastighedsopgradering Hobro-Aalborg (supplerende VVM)* tager afsæt i den tidligere VVM-redegørelse fra 2012 ved at vurdere de miljøpåvirkninger, som en hastighedsopgradering fra 160 km/t til 200 km/t vil medføre.

Ved den tidligere vurdering af hastighedsopgraderingen fra 120 til 160 km/t var 0-alternativet den nuværende hastighed på 120 km/t og en bane med overkørsler i Skørping, Ellidshøj og Svenstrup samt en perronovergang i niveau på Skørping station. Ved vurdering af miljøkonsekvenserne i den supplerende VVM fra 160 til 200 km/t er 0-alternativet fortsat en hastighed på 120 km/t, svarende til den nuværende situation, men fysikken er ændret i og med overkørslerne er nedlagt, og der er sket en ombygning af Skørping station.

10 Eventuelle mangler i undersøgelsen

Der er ikke fundet vandføringsdata for alle vandløb, der krydser linjeføringen. Der eksisterer kun data for Lindenberg Å, og der er derfor kun en klimafaktor for denne å. Lindenberg Å er i sig selv ikke problematisk, da broerne over åen er høje og ikke vil være begrænsende for vandføringen i åen, men klimafaktoren kan eventuelt benyttes i et større perspektiv.

11 Referencer

- /1/ Luftdirektivet (2008/50/EF), om luftkvaliteten og renere luft i Europa, af 21. maj 2008.
- /2/ Bekendtgørelse om vurdering og styring af luftkvaliteten BEK nr. 1326 af 21/12/2011 (Luftkvalitetsbekendtgørelsen).
- /3/ Bekendtgørelse om begrænsning af luftforurening fra mobile ikke-vejgående maskiner mv. BEK nr. 367 af 15/04/2011.
- /4/ Årlig rapport fra DMU overvågningsprogram fra landsdækkende luftmåleprogram
- /5/ Strategi for tilpasning til klimaændringer i Danmark, Regeringen, 2008.
- /6/ Transportministeriets klimatilpasningsstrategi, Transportministeriet, 2010.
- /7/ Handlingsplan for klimasikring af Danmark, Sådan håndterer vi skybrud og regnvand, Regeringen, 2012.
- /8/ BN1-11-1, Afvanding af sporarealer 01/10/2006
- /9/ BN3-12-2, Vejledning til miljø- og vandløbssager i forbindelse med afvandingsanlæg 04/07/2003
- /10/ Spildevandskomiteens skrift nr. 27. Funktionspraksis for afløbssystemer under regn, IDA Spildevandskomiteen, 2005.
- /11/ Spildevandskomiteens skrift nr. 28. Regional variation af ekstremregn i Danmark – ny bearbejdning (1979-2005), IDA Spildevandskomiteen, 2006.
- /12/ Spildevandskomiteens skrift nr. 29. Forventede ændringer i ekstremregn som følge af klimaændringer, IDA Spildevandskomiteen, 2008.
- /13/ Spildevandskomiteens skrift nr. 30. Forventede ændringer i ekstremregn som følge af klimaændringer, IDA Spildevandskomiteen, 2008.
- /14/ Fremtidige klimaforandringer i Danmark, Danmarks Klimacenter rapport nr. 6, DMI & Klima, Energi og Bygningsministeriet, 2014.
- /15/ Analyse af IPCC delrapport 2 Effekter, klimatilpasning og sårbarhed - med særligt fokus på Danmark, Miljøministeriet – Naturstyrelsen, 2014.
- /16/ Vurdering af beregninger, Marts 2012, Erling Holm.
- /17/ Klimaeffekter på hydrologi og grundvand – Klimagrundvandskort Hans Jørgen Henriksen, Anker Lajer Højberg, Martin Olsen, Lauren P. Seaby, Peter van der Keur, Simon Stisen, Lars Trolborg, Torben O. Sonnenborg og Jens Christian Refsgaard, GEUS, 2012
- /18/ Vejregel for afvandingskonstruktioner, Vejdirektoratet, december 2009.
- /19/ Afstrømningsforhold i danske vandløb, Faglig rapport fra DMU, nr. 340, 2000, Niels Bering Ovesen, Hans Legard Iversen, Søren E. Larsen, Dirk-Ingmar Müller-Wohlfeil, Lars M. Svendsen, Afdeling for Vandløbsøkologi. Anne Steensen Blicher Per Møller Jensen. Hedeselskabet Miljø og Energi as.

/20/ Klimaeffekter på hydrologi og grundvand (Klimaekstremvandføring),
Hans Jørgen Henriksen, Martin Olsen og Lars Troldborg, GEUS.
Naturstyrelsen. Februar 2013.

/21/ Lov om nedlæggelse af overkørsler mv. på jernbanestrækningen mellem
Hobro og Aalborg.