



# Klimatilpasning

Fagnotat vedr. hastighedsopgradering Aarhus-Hobro

**Elektrificering og opgradering Aarhus H - Lindholm**

banedanmark



**Godkendt dato**

29-09-2016

**Godkendt af**

Ole Riger-Kusk

**Senest revideret dato**

24.06.2016

**Senest revideret af**

Melanie Jette Sønderup



**Banedanmark**  
Anlægsudvikling  
Amerika Plads 15  
2100 København Ø

[www.bane.dk](http://www.bane.dk)



# Klimatilpasning

	<b>Indhold</b>	<b>Side</b>
<b>1</b>	<b>Indledning .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Ikke-teknisk resumé.....</b>	<b>6</b>
2.1	Grundløsning .....	6
2.2	Tilvalg .....	7
<b>3</b>	<b>Lovgrundlag.....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Baggrund og metode.....</b>	<b>10</b>
4.1	Baggrundsinformation om projektet .....	10
4.2	Grundløsning .....	10
4.3	Tilvalg .....	11
4.4	Fremtidige klimascenarier .....	11
4.5	Klimapåvirkning af baneanlæg .....	15
4.5.1	Nedbør	17
4.5.2	Havstigninger	18
4.5.3	Vandføring og vandstandsforhold i vandløb	18
4.5.4	Grundvand	19
4.5.5	Øget vindpåvirkning	19
4.5.6	Stigende temperaturer	19
4.6	Metode for vurderinger af mulige konsekvenser .....	20
4.6.1	Terrænanalyse	20
4.6.2	Vandløbsberegninger	21
4.6.3	Stigende havvandsstande	21
4.6.4	Vurderingskriterier	21
<b>5</b>	<b>0-alternativet.....</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>Eksisterende forhold .....</b>	<b>23</b>
6.1	Banens nuværende afvandingsystem .....	23
6.2	Overfladevand .....	25
6.2.1	Lavninger	25
6.2.2	Strømningsveje	26
6.3	Vandløbskrydsninger .....	27
6.4	Hydrogeologi .....	27
6.4.1	Jordbundsforhold	27
6.4.2	Områder med særlige drikkevandsinteresser	29
6.5	Havvandsstand .....	32
6.6	Klimatilpasningsplaner .....	33
6.6.1	Aarhus Kommune	33
6.6.2	Favrskov Kommune	34
6.6.3	Randers Kommune	34
6.6.4	Mariagerfjord Kommune	35

<b>7</b>	<b>Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i anlægsfasen – midlertidige påvirkninger af Grundløsningen .....</b>	<b>36</b>
7.1	Klimapåvirkning i anlægsfasen.....	36
7.2	Afværgeforanstaltninger i anlægsfasen .....	36
7.3	Konsekvensvurderinger for anlægsfasen .....	36
<b>8</b>	<b>Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i driftsfasen – varige påvirkninger af Grundløsningen.....</b>	<b>37</b>
8.1	Miljøpåvirkning i driftsfasen.....	37
8.1.1	Nye sporkasser	37
8.1.2	Broer	38
8.1.3	Kontrabanketter og dæmningsudvidelser	38
8.2	Afværgeforanstaltninger i driftsfasen .....	63
8.3	Konsekvensvurderinger for driftsfasen .....	64
<b>9</b>	<b>Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i anlægs- og driftsfasen af Tilvalget.....</b>	<b>65</b>
9.1	Påvirkninger i anlægsfasen.....	65
9.2	Påvirkninger i driftsfasen .....	65
9.2.1	Bro	65
9.2.2	Kurveudretninger	65
9.2.3	Afværge- og konsekvensvurderinger	73
<b>10</b>	<b>Kumulative effekter .....</b>	<b>74</b>
<b>11</b>	<b>Oversigt over eventuelle mangler ved undersøgelserne .....</b>	<b>75</b>
<b>12</b>	<b>Referencer .....</b>	<b>76</b>

# 1 Indledning

Det er politisk besluttet at undersøge mulighederne for at nedsætte rejsetiden mellem Aarhus og Aalborg. Banedanmark undersøger i den forbindelse mulighederne for en hastighedsopgradering af strækningen Aarhus – Hobro. Projektet vil bidrage til at nedsætte rejsetiden mellem Aarhus og Aalborg.

Hastighedsopgraderingen af jernbanen vil medvirke til at skabe rammerne for en mere moderne jernbane med en effektiv og hurtigere jernbanedrift, og dermed gøre det mere attraktivt at rejse med tog.

Hastighedsopgraderingen af strækningen Aarhus - Hobro indebærer en række mindre fysiske ændringer af banen, som skal gennemføres inden, der kan køres med højere hastighed. Projektets *Grundløsning* omfatter lukning af seks overkørsler, hvoraf de fem erstattes med en ny vejbro, samt sportilpasninger i form af udvidelse af dæmninger, anlæg af kontrabanketter, udskiftning af sporkassen o.lign. I projektets *Tilvalg*, hvor hastigheden opgraderes yderligere, gennemføres der fire kurvedretninger af sporet mellem Kousted og E45 Østjyske Motorvej ved Hobro, samt ligeledes mindre sporjusteringer og nedrivning af tre broer, hvoraf to erstattes af en ny bro.

På strækningen mellem Hobro og Aalborg undersøges en hastighedsopgradering i et separat projekt.

Fagnotatet beskriver påvirkningerne på miljøet i forhold til klimatilpasning i hhv. anlægsfasen og når hastighedsopgraderingen af strækningen mellem Aarhus og Hobro er gennemført. Dette sammenholdes med 0-alternativet som beskriver situationen i 2030, hvis projektet ikke gennemføres. Derudover beskrives de afværgeforanstaltninger, der skal iværksættes i forbindelse med hastighedsopgraderingen.

Fagnotatet vil sammen med en række andre fagnotater indgå som baggrundsmateriale til en samlet VVM-redegørelse for elektrificering og opgradering af strækningen Aarhus H - Lindholm. VVM-redegørelsen har til formål at skabe et overblik over projekternes konsekvenser for miljøet.

# 2 Ikke-teknisk resumé

## 2.1 Grundløsning

---

*Grundløsningen* omfatter hastighedsopgradering af banen mellem Aarhus og Hobro. På baggrund af DMI's klimaprognose for det 21. århundrede, er der foretaget en vurdering af konsekvenserne af klimaforandringerne, og deraf følgende behov for klimatilpasning af jernbanen.

DMI's klimaprognose beskriver ændringer i:

- Nedbørsforhold
- Vandstandsforhold i havet
- Vandføring i vandløb
- Vandstandsforhold i søer og vandløb
- Grundvandsstand
- Vindforhold
- Temperaturforhold

Fremtidens klimaændringer vil medføre ændrede krav til designgrundlaget for infrastrukturanlæg og bevirke, at eksisterende infrastrukturanlæg med tiden skal klimatilpasses. Ved nyanlæg eller renovering af eksisterende anlæg bør klimasikring af disse indtænkes. Det skal vurderes, om det er økonomisk hensigtsmæssigt at foretage klimasikringen i anlægsfasen, i stedet for at foretage en løbende klimatilpasning. Omfanget og den præcise udformning af tiltag for at imødekomme klimaændringerne gennemføres i forbindelse med detailprojekteringen.

Generelt vil klimaændringerne slå igennem på længere sigt, hvorfor sikring af banen i driftsfasen er vurderet ud fra langtidsprognoser over 50-100 år. Til gengæld er der ikke udsigt til væsentlige påvirkninger i anlægsfasen, der vil finde sted indenfor få år, dvs. mens klimaforholdene stort set er som i dag.

Det er vurderet, at etablering af nye sporkasser i forbindelse med hastighedsopgradering ikke giver anledning til væsentlige ændringer i forhold til risikoen for oversvømmelse af banestrækningen.

I forhold til ændringer af broer ved hastighedsopgraderingen, sænkes underføringen under broen som udgangspunkt ikke i forhold til de nuværende forhold. Risikoen for oversvømmelser af baneunderføringerne forøges derfor ikke i forbindelse med hastighedsopgraderingen. Det vurderes derfor, at der ikke er behov for klimasikring i anlægsfasen ved vejoverkørslerne, men det anbefales generelt, at afvandingen opgraderes, så denne klimasikres.

Ved etablering af kontrabanketter og dæmningsudvidelser, skal der tages højde for en eventuel øget nedbørsmængde til afvandingssystemerne og vandløbene. Afvandingssystemet skal derudover klimasikres til at kunne

håndtere de generelt øgede nedbørsmængder. Der skal foretages klimasikring ved krydsninger af vandløb på de strækninger, hvor det er vurderet, at ændringerne i forbindelse med hastighedsopgraderingen giver anledning hertil. Det er umiddelbart vurderet, at der i forbindelse med hastighedsopgraderingen er behov for klimasikring ved de dæmningsudvidelser og kontrabanketter, som er beskrevet for de enkelte delstrækninger i Afsnit 8.1.3.

I forbindelse med detailprojekteringen skal det sikres, at banen ikke afskærer eksisterende strømningsveje, medmindre konsekvensen af dette indarbejdes i banens afvandingsystem. Der skal generelt tages højde for den stigende vandføring i vandløbene, og ved planlægning af afvanding skal der tages højde for, om der er lavninger i terrænet, som potentielt under oversvømmelser kan afvande til baneanlæggets afvandingsystem.

De fremtidige ændringer i nedbørs- og fordampningsforhold resulterer i ændringer i grundvandsspejlet. Generelt forventes grundvandsspejlet at være stigende, hvilket i områder med høj grundvandsstand kan resultere i øget risiko for tilløb af grundvand til baneafvandingen samt stigende tilløb fra dræn til banens afvandingsystem. I banens dybdepunkter må banen og dens afvandingsystem yderligere sikres mod oversvømmelser. Det kan bl.a. ske ved terrænregulering i omgivelserne, hvorved overfladevand ledes væk fra banen og dens afvandingsystem.

Det er en fordel at adskille banevand fra andet overfladevand, så det primært er banevand, der ledes til banens afvandingsystem. Hermed opnås et bedre overblik over regnvandsinputtet til baneafvandingen og ved eventuelle fremtidige krav om rensning af banevand, er dette allerede adskilt fra drænvand og andet overfladevand.

Undlades det at tilpasse anlægget til fremtidens klima, er der risiko for, at der vil være kortere eller længere perioder med afbrydelser af anlæggenes funktionalitet grundet oversvømmelser af baneanlægget.

0-alternativet er situationen i 2030, hvor hastighedsopgraderingen af bane-strækningen ikke udføres. Klimapåvirkningen og behov for klimatilpasning vil være svagt ændret i forhold til i dag for 0-alternativet. Dette skyldes, at klimaændringerne i større grad er indtruffet i år 2030 end i dag, dog ikke i fuldt omfang, da klimaændringerne er langsigtede. Der er dog ingen væsentlig forskel på behov for klimatilpasning i år 2030 afhængig af om hastighedsopgraderingen gennemføres eller ej.

## **2.2 Tilvalg**

---

*Tilvalget* omfatter fire kurveudretninger i forbindelse med hastighedsopgraderingen af banen mellem Aarhus og Hobro.

Der vurderes ikke at være behov for klimatilpasning i anlægsfasen, da klimaforholdene stort set vil være uforandrede i forhold til i dag.

Etablering af nye sporkasser og ændring af broer i forbindelse med hastighedsopgraderingen vurderes ikke at give anledning til væsentlige ændringer i forhold til risikoen for oversvømmelse af banestrækningen.

Der skal ske kurveudretning i Randers og Mariagerfjord kommuner. Afvandingsystemet skal klimasikres til de fremtidige øgede nedbørsmængder, og der skal foretages klimasikring ved vandløbskrydsninger, hvor det vurderes at kurveudretningen giver anledning hertil.

I forhold til klimatilpasning vurderes der ikke at være forskel på *Tilvalget* og 0-alternativet.



# 3 Lovgrundlag

Klimakonsekvensvurderinger af jernbaneanlæg er ikke omfattet af et egentligt lovgrundlag. Der foreligger for området en række retningslinjer og anbefalinger beskrevet i normer og strategier herunder:

- Regeringens Strategi for Klimatilpasning i Danmark fra 2008 /3/
- Regeringen: Sådan håndterer vi skybrud og regnvand – handlingsplan for klimasikring af Danmark. December 2012 /1/
- Transportministeriets Klimatilpasningsstrategi /2/
- Banenorm BN1-11-1 om Afvanding af sporareal /4/
- Banenorm BN3-12-2 om Vejledning til miljø og vandløbssager i forbindelse med afvandingsanlæg /5/
- Spildevandskomiteens Skrifter om håndtering af regnvand 27 og 29, /6//7/.
- Spildevandskomiteens Skrift 30: Opdaterede klimafaktorer og dimensiongivende regnintensiteter /10/.

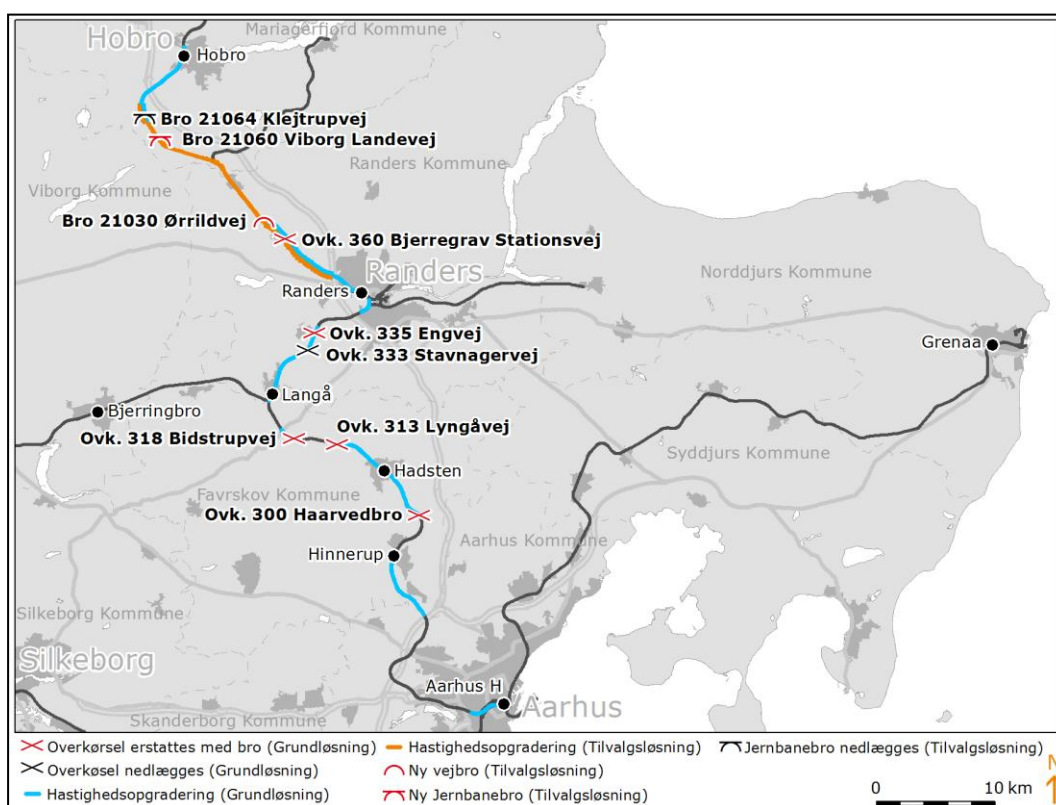
Disse retningslinjer og anbefalinger danner grundlag for det foreliggende fagnotat om klimatilpasning i forhold til hastighedsopgraderingen af banestrækningen Aarhus – Hobro. Flere af disse refererer til FN's generelle klimascenarie A1B, herunder blandt andet Transportministeriets Klimatilpasningsstrategi.

I Transportministeriets klimatilpasningsstrategi fra 2010 /2/ anbefales det, at der i forbindelse med planlægning og udførelse af infrastrukturprojekter med en lang løbetid indtænkes, hvorvidt anlægget kan forberedes til fremtidig klimatilpasning. De konkrete fremtidige klimaændringer kendes naturligvis ikke. Det anbefales at basere sin klimatilpasning på de langsigtede scenarier for klimaændringer, såfremt det ikke er muligt eller økonomisk mest fordelagtigt at klimatilpasse løbende i løbet af anlæggets levetid.

# 4 Baggrund og metode

## 4.1 Baggrundsinformation om projektet

For at opnå visionen om en times rejsetid mellem Aarhus og Aalborg skal den eksisterende bane imellem Aarhus og Hobro hastighedsopgraderes. I projektet er undersøgt en *Grundløsning*, hvor der hastighedsopgraderes til 180 km/t, og et *Tilvalg*, hvor der på dele af strækningen hastighedsopgraderes op til 200 km/t jf. Figur 1.



Figur 1. Oversigtskort.

I det følgende findes en overordnet beskrivelse af projektet. For en mere detaljeret gennemgang af anlægget henvises til fagnotatet Anlægsbeskrivelse /28/.

## 4.2 Grundløsning

Hastighedsopgraderingens *Grundløsning* indebærer lukning af seks overkørselsanlæg, hvor der ved fem af overkørslerne etableres erstatningsanlæg med nye vejbroer og ved den sjette overkørsel etableres en erstatningsvej.

Yderligere omfatter *Grundløsningen* en tilpasning af sporets linjeføring ved en række tiltag som udvidelse af dæmninger, etablering af kontrabanketter, ju-

stering planum, udskiftning af sporkassen samt tilpasning af afvandingssystemet. Endelig er der behov for ombygning af to eksisterende jernbanebroer, hvor kantbjælken skal udskiftes.

Som følge af opgradering af hastigheden til 180 km/timen tilpasses sporets linjeføring således, at alle kurver på strækningen, hvor der opgraderes, overholder de gældende regler for kurveradius og tværhældning af spor. I nogle tilfælde udløser sportilpasningerne udvidelse af dæmninger samt etablering af kontrabanketter, mens det ved større sporflytninger kan være nødvendigt at justere planum, udskifte sporkasse og tilpasse grøfter.

Ligeledes vil der ske en udskiftning af skinner og sveller, hvor hastigheden øges til mere end 160 km/t, og udskiftning af sporskifter, der ikke er godkendt til den nye hastighed.

### **4.3 Tilvalg**

---

Udover *Grundløsningen* er der undersøgt et *Tilvalg*, hvor hastigheden opgraderes yderligere.

I *Tilvalget* opgraderes hastigheden til 200 km/timen på dele af strækningen ved etablering af fire kurveudretninger af sporet mellem Kousted og E45 ved Hobro. De fire kurveudretninger betyder, at sporene sideflyttes i størrelsesordenen 25-35 m. De fire kurveudretninger ligger ved Kousted, Fårup/Handest, Sønder Onsild Stationsby og Sønder Onsild Stationsvej/E45.

Som konsekvens for kurveudretningerne ved Kousted, Sønder Onsild Stationsby og ved Sønder Onsild Stationsvej, gennemføres hhv. en vejforlægning af eksisterende vej ved Ørrildvej samt udskiftning af bro over banen, udskiftning af jernbanebro over Viborg Landevej, samt en ny erstatningsvej ved Klejtrupvej, hvor en nuværende jernbanebro nedlægges.

Ligesom for *Grundløsningen* omfatter *Tilvalget* en tilpasning af sporets linjeføring således, at alle kurver på strækningen, hvor der opgraderes, overholder de gældende regler for kurveradius og tværhældning af spor, herunder udvidelse af dæmninger, etablering af kontrabanketter, samt justering af planum, udskiftning af sporkasse og tilpasning af grøfter.

Ligeledes vil der ske en udskiftning af skinner og sveller, hvor hastigheden øges, og udskiftning af sporskifter, der ikke er godkendt til den nye hastighed.

### **4.4 Fremtidige klimascenarier**

---

I dette afsnit beskrives de forventede klimaændringer/-scenarier, som Regeringen og Transportministeriet har lagt sig fast på i forhold til at sikre bl.a. baneanlæg og andre infrastrukturanlæg mod fremtidens klimaændringer.

Klimaets påvirkning har betydning for planlægning af nye baneanlæg og ændring af eksisterende anlæg. Transportministeriet har på den baggrund udarbejdet en strategi for klimatilpasning, som er baseret på FN's generelle klima-

scenarie A1B. Heri indgår EU's målsætning om, at den globale menneskeskabte opvarmning ikke vil overstige 2 °C sammenlignet med temperaturpåvirkningerne tilbage i 1800-tallet /14/.

Klimascenarierne revideres fortløbende. Senest i den 5. hovedrapport fra FN's klimapanel IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), som udkom i 2014 /11/.

Ifølge den generelle beskrivelse af A1B scenariet topper de menneskelige udledninger af drivhusgasser omkring 2050, for derefter at falde. Det forudsætter en hurtig økonomisk vækst med en global befolkningstilvækst, som kulminerer midt i århundredet. Scenariet indebærer en hurtig introduktion af nye og mere effektive teknologier og forudsætter, at der anvendes en blanding af fossile og ikke-fossile energikilder /14/.

DMI har ud fra den generelle beskrivelse af A1B scenariet lavet konkrete beregninger for klimaudviklingen i Danmark for perioden 2021-2050. Resultaterne for klimafremskrivningerne i Danmark i det 21. århundrede viser store variationer mellem de forskellige klimamodeller. Men generelt må det fremhæves, at Danmark i fremtiden forventes at få et varmere og vådere vejr med flere ekstreme vejrhændelser, se Tabel 1.

Klimaændring i forhold til perioden 1961 - 1990	Effekt i 2050 (gennemsnit 2021 - 2050) Intervallet er 68 % sandsynligt			Effekt i 2100 (gennemsnit 2071 - 2100) Intervallet er 68 % sandsynligt		
	Sommer	Vinter	Årsmiddel	Sommer	Vinter	Årsmiddel
Temperatur	0,8 °C til 1,0 °C	1,3 °C til 1,7 °C	1,0 °C til 1,4 °C	2,0 °C til 2,4 °C	3,2 °C til 3,8 °C	2,6 °C til 3,2 °C
Havniveau	10 - 50 centimeter eksklusiv landhævning			20 - 140 centimeter eksklusiv landhævning		
Nedbør	0 % til + 8 %	+ 8 % til + 14 %	+ 4 % til + 10 %	-3 % til + 13 %	+ 19 % til + 31 %	+ 8 % til + 20 %
Middelvind (hav + land)	+ 3 % (meget usikkert)			+ 4 % (meget usikkert)		

Tabel 1. Klimaændring i Danmark år 2050 og 2100, udtrykt som ændring i forhold til perioden 1961-1990 med udgangspunkt i A1B scenariet /2/.

I Transportministeriets klimatilpasningsplan /2/ beskrives påvirkningerne af de kort- og langsigtede klimascenarier. DMI forudsiger, at konsekvenserne i de langsigtede klimascenarier (50 - 100 år), vil medføre større afvigelser mellem minimum- og maksimumhændelserne, men med det forbehold, at usikkerheden på de langsigtede forudsigelser er større.

De væsentligste forventede ændringer er sammenholdt med Tabel 1 med henvisning til Spildevandskomitéens Skrift nr. 29 /7/ og 30 /10/:

- *Mere regn.* Generelt får vi mere regn om vinteren, men mindre om sommeren. Om sommeren får vi både tørkeperioder og kraftigere regnskyl.
- *Mildere vintre.* Vintrene vil blive mildere og fugtigere. Mildere vintre betyder, at planternes vækstsæson kan blive forlænget og øget nedbør kan medføre højere grundvandsstand.
- *Varmere somre.* Somrene bliver varmere, og der kan komme flere og længere hedebølger.
- *Højere vandstand.* 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 tiltagende skydække, som vil være mest udbredt om vinteren.

IPCC's 5. hovedrapport /11/, som er den nyeste revision af FN's klimascenarier, har følgende hovedkonklusioner, hvoraf en del af disse tydeliggør, at klimaforandringerne allerede kan registreres:

*Temperaturen i havene og atmosfæren er steget.*

Den globale middelloverfladetemperatur er steget med 0,85 °C i perioden 1880 - 2012. Hvert af det seneste tre årtier har været tiltagende varmere end noget forudgående årti siden 1850. De seneste 30 år har været de varmeste på den nordlige halvkugle i en periode på 1400 år.

*Havniveauet er steget.*

I perioden 1901 - 2010 er det globale middelhavniveau steget med 0,19 meter.

*Mængderne af sne og is er reduceret.*

Udbredelsen af den arktiske hav-is er i gennemsnit reduceret med 3-4 cm pr. årti siden 1970.

Det forventes at det globale middelhavniveau fremover vil stige med højere hastighed end observeret for perioden 1971 - 2010. Det vurderes, at hvis der ikke handles, vil det globale middelhavniveau hen mod slutningen af dette århundrede være 0,45-0,82 m højere end for perioden 1986 - 2005.

Der findes en række forskellige estimater af kommende vandstandsstigninger. Generelt er der en tendens til, at jo nyere estimaterne er, jo højere vurderes vandstandsstigningerne, men der er også undtagelser herfor. Der er derfor stor usikkerhed omkring det forventede niveau af de kommende havvandsstigninger. Som det fremgår af Tabel 1, refereres i Transportministeriets klimatilpasningsstrategi til havvandsstigninger i år 2100 på 20 - 140 cm i forhold til perioden 1961 - 1990, baseret på A1B scenariet. Disse estimater er blevet opdateret i nyere klimascenarier fra FN's klimapanel. Det bemærkes også i estimaterne af fremtidige havvandsstigninger, at der er forskel på om referenceniveauet er 1961 - 1990 eller i nyere tid.

På grund af klimaændringer forventes de danske kyster fremadrettet at blive påvirket af generelt stigende vandspejl, ligesom der vil forekomme kraftigere storme og stormfloder (som følge af ændrede vindstyrker og vindretninger). Den generelle vandspejlsstigning skyldes temperaturstigninger og får indflydelse på alle danske kyster.

I marts 2008 udgav Kystdirektoratet rapporten "Klimaændringers effekt på kysten" /12/. Heri nævnes, at de danske havvandsstigninger vil opleves mindre end de globale på grund af landhævninger mange steder i landet. Det vurderes, at en global havvandsstigning på 0,5 meter vil forårsage en vandstandsstigning på 0,4 meter i Danmark.

Den globale stigning i vandstanden vil fordele sig ujævnt. I Danmark forventes vandstandsstigningen at være højest i Syddanmark og lavest i Norddanmark /13/. Variationen skyldes følgende:

- Det globale tyngdefelt vil ændres grundet smeltende gletchere og iskapper
- Ændrede strømningsforhold
- Udvidelse af verdenshavet på grund af opvarmning (sterisk bidrag)

I et nyere forskningsprojekt med blandt andet deltagelse fra Københavns Universitet opdeles den forventede vandstandsstigning i Danmark i de forskellige bidrag til vandstandsstigningerne (sterisk bidrag, smeltende gletchere, Grønlands iskappe, Antarktisk iskappe, ændret grundvandspejl, tyngdeeffekter, dynamiske ændringer). Her vurderes bedste estimat for vandstandsstigningerne i år 2100 at være 0,6 meter med en maksimal mulig stigning på 1,5 meter /13/.

I oktober 2014 udgav DMI rapporten "Fremtidige klimaforandringer i Danmark" /24/. I denne behandles tilgængelige data omkring havvandsstigninger. Korrigeret for landhævninger er vandstanden steget med 1,7-2,2 mm/år de senere år i Danmark. DMI vurderer, at en øvre grænse for fremtidige vandstandsstigninger er 1,2 meter.

For de nyeste klimascenarier fra IPCC /11/, er middelniveauet for havvandsstigninger henholdsvis 0,40 m, 0,47 m, 0,48 m og 0,63 m afhængigt af valg af klimascenarie, hvilket er indenfor intervallet angivet i Tabel 1, og under DMI's øvre grænse.

Estimater af stigende havvandsstand foretages løbende både på nationalt og globalt niveau og ændres afhængigt af nyeste viden.

I Spildevandskomitéens Skrift 30 /10/, anbefales følgende standard klimafaktorer for en 100-års horisont:

- 2-års hændelse: 1,2
- 10-års hændelse: 1,3
- 100-års hændelse: 1,4

En klimafaktor beskriver hvor meget nedbørsmængderne formodes at forøges i fremtiden. Er klimafaktoren 1,4, formodes den eksisterende regnhændelse at være 40 % kraftigere, hvis den forekommer om 100 år.

## 4.5 Klimapåvirkning af baneanlæg

---

Hastighedsopgraderingen af Aarhus - Hobro vurderes at blive påvirket af klimaforandringerne, da de langsigtede klimascenarier er dækkende for baneanlægskonstruktionens designlevetid. Sporbærende broer har en designlevetid på 120 år, mens designlevetiden for andre byggekonstruktioner er 100 år.

Med udgangspunkt i Trafikstyrelsens klimakonsekvensvurdering af den nye bane København - Ringsted /8/ er der på tilsvarende vis foretaget en analyse for hastighedsopgraderingen af Aarhus - Hobro for følgende klimapåvirkninger:

- Nedbørsforhold
- Vandstandsforhold i havet
- Vandføring i vandløb
- Vandstandsforhold i søer og vandløb
- Grundvandsstand
- Vindforhold
- Temperaturforhold

Ovenstående klimavariabler vil blive vurderet i forhold til omfang, hyppighed, sandsynlighed og konsekvens.

Det afgørende spørgsmål i overvejelserne om de økonomiske aspekter er, om klimaforandringerne forventede påvirkning er af en størrelsesorden, der medfører særlige krav til anlæggets udformning - eller om klimatilpasningen skal løses ved en gradvis tilpasning i løbet af anlæggets levetid.

Det omskiftelige vejr i Danmark betyder, at de forskellige vejr-situationer traditionelt har været en del af baggrunden for planlægning og projektering af nye baneanlæg. Baneanlæg i Danmark skal kunne klare frost, sne, regn, blæst og varme. Klimaforandringerne gør, at der ved planlægning af fremtidige baneanlæg eller renovering af eksisterende, skal tages højde for, at klimaet vil ændre sig.

Klimaændringer kan føre til såvel øget som mindsket robusthed af anlægget i forhold til i dag. Vidensniveauet omkring hvorledes klimaændringerne vil påvirke baneanlæg, hvilke dele af et baneanlæg der vil blive påvirket, og hvornår i baneanlæggets levetid påvirkningen kan indtræde, er begrænsede. Dermed er det vanskeligt på forhånd at udelukke bestemte klimavariablers påvirkning af baneanlægget i fremtiden.

I Transportministeriets klimastrategi fra 2010 /2/ beskrives, hvorledes klimaændringer kan påvirke baneanlæg i fremtiden. Det nævnes, at øget grund-

vandsstand og øget nedbør kan resultere i udfordringer med at afvande banenettet. Derudover kan øget nedbør resultere i opblødning af sporets underlag samt jordskred i banestrækningerne, som kan være årsag til et ustabilt spor. Hyppigere og kraftigere storme vil øge risikoen for at blandt andet træer falder ned på sporet, og på elektrificerede strækninger vil vinden kunne påvirke køreledningernes funktion. I klimastrategien beskrives ligeledes, hvilke tiltag Banedanmark igangsætter for at mindske risikoen for disse gener samt anbefalinger til fremadrettede handlinger. Tilsvarende har den svenske regeringskommission for klimasårbarhedsanalyse udarbejdet en redegørelse for de svenske jernbaners sårbarhed overfor klimaforandringer. Analysen indeholder en række anbefalinger til, hvorledes anlæggenes robusthed kan sikres fremadrettet.

I Danmark og i udlandet er der oparbejdet et erfaringsgrundlag omkring, hvorledes specifikke vejr-situationer påvirker banenettets robusthed og funktion.

For København - Ringsted forbindelsen har man valgt, at der skal være 30 % større kapacitet i anlæg til underføring af vandløb end påkrævet i gældende norm /8/. Dette blev besluttet før Skrift 30 blev udgivet. Ved nyere baneanlæg bør det ovevejes, om Skrift 30 /10/ skal følges.

For afvandingsanlæg kan det af blandt andet økonomisk årsager være en fordel at indregne de forventede klimaforandringer fra starten, da afvandings-systemerne sidenhen kan være dyre og besværlige at udbygge. I detailprojekteringsfasen skaldet fastlægges, hvor det er mest optimalt at foretage en fremtidssikret klimatilpasning af afvandingen og baneanlægget. Det anbefales f.eks. at klimasikre krydsningen af relevante vandløb og dræn, samt at klimatilpasse banestrækninger, hvor afvandingen sker i rør.

Ved projektering af afvandingsystemer skal der tages højde for de stigende nedbørsmængder. Det stiller krav til afvandingsystemets udformning og til undersøgelse af oplandets topografi og dræningstilstand, hvor landbrugsdræn ledes til banens afvandingsystem. Kritiske områder må kontrolleres for topografi, dræningstilstand mv.

Den øgede fremtidige nedbør forstærker risikoen for periodevis oversvømmelse af lavninger. Lavninger kan potentielt omdannes til vådområder under ekstrem nedbør, derfor må placering og størrelse af lavninger screenes, med henblik på at sikre banens stabilitet.

Afvandingsystemet 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 desuden sikres, at recipienterne også i fremtiden kan modtage de øgede vandmængder fra baneafvandingen.

Klimasikring af bane og afvandning skal indarbejdes de steder, hvor det viser sig at være nødvendigt og optimalt at gennemføre i forbindelse med projekteringsfasen frem for senere hen. Dette kan inkludere:



- Såfremt der krydses rørlagte vandløb ved etablering af nye anlæg, bør disse opgraderes i dimension til at håndtere de fremtidige klimaændringer.
- Banens afvandingsystem skal dimensioneres, så det kan håndtere de øgede nedbørsmængder, herunder håndtere vand der strømmer til afvandingsystemet udenfor banens område.
- Ved oversvømmelser er der risiko for erosion af baneskråningerne. I områder med risiko for oversvømmelser, skal baneskråningerne opbygges, så de kan klare den aktuelle oversvømmelsesrisiko.
- I områder med risiko for oversvømmelser af banens afvandingsystem eller op ad baneskråningen grundet stormflod, skal stormflodssikring indarbejdes i anlægsprojektet.
- I områder med risiko for høj og stigende grundvandsstand skal det indtænkes i baneafvandingen, at denne i perioder kan komme til at fungere som grundvandsdrænende.

I forhold til klimasikring af baneanlæg og krydsninger anbefales nyeste viden om forventede klimavariabler inddraget i dimensioneringen. Det anbefales forud for projekteringsfasen at fastlægge klimavariabler for projektet ved projektering af afvandning og grøfter. Desuden anbefales det at fastlægge til hvilken gentagelsesperiode af ekstrem havvandsstand, banen ønskes klimasikret.

#### **4.5.1 Nedbør**

Med klimaændringerne følger som beskrevet tidligere øget årlig nedbør og hyppigere forekomster af kraftig nedbør, hvilket de eksisterende afvandings-systemer ikke er dimensioneret til.

Det vurderes i nærværende fagnotat i hvilket omfang, der er behov for at omlægge eksisterende banegrøfter ved sporsænkninger, så disse tilpasses fremtidige nedbørsforhold.

Det undersøges gennem en kortlægning hvilke påvirkninger, der kan medføre ændrede afstrømningsmønstre i forbindelse med hastighedsopgraderingen. Et eksempel kan være et spor, der sænkes i forbindelse med ombygning af en bro. Dette kan alt efter lokalitet medføre øget risiko for oversvømmelse ved kraftige nedbørshændelser. I forhold til ekstremregn og den øgede forekomst af regnhændelser, foretages der en analyse af terrænet i områderne omkring banen for at vurdere risikoen for oversvømmelse.

Placeringen af banetekniske installationer og konstruktioner skal ligeledes indgå i en analyse af klimaændringernes forventede påvirkninger. F.eks. kan kabelkasser hindre vandafledning og øge underminering af sporet. De præcise afvandingsforhold er ikke belyst i dette notat, men det vil blive foretaget under detailprojekteringen.

Det vil i nærværende fagnotat blive undersøgt, om der er nuværende strømningsveje, der ændres i forbindelse med hastighedsopgradering af banen.

Ændres eller blokeres de nuværende strømningsveje, kan det føre til ændret risiko for oversvømmelser.

Øget nedbør medfører desuden øget risiko for skråningsskred, og der kan derfor blive behov for skråningssikring på særligt udsatte steder.

#### **4.5.2 Havstigninger**

Der forventes generelle vandstandsstigninger og hyppigere storme med tilhørende risiko for stormflod i fremtiden. Stormfloder kan medføre, at kystnære baneanlæg undermineres.

IPCC hovedrapport fra 2014 beskriver en middel vandstandsstigning på 80 cm omkring Danmark.

I områder påvirket af hastighedsopgraderingen, vil det blive vurderet, om der er risiko for, at stigende havvandsstande vil resultere i, at banegrøfter med mere oversvømmes, og om der skal tages særlige hensyn til klimasikring af afvandingssystemerne.

#### **4.5.3 Vandføring og vandstandsforhold i vandløb**

De normale og ekstreme vandføringer og vandstande i vandløb kan forøges som en konsekvens af klimaforandringerne. Øget grundvandsstand samt øget bidrag fra nedbør kan være grunden til dette. Konsekvensen kan være, at søer og vandløb får en større udbredelse. Desuden kan tilbagestuvning af havvand i vandløb også påvirke vandstanden i vandløbene.

Den maksimale vandføring forventes at ville stige med op til 30 %. Hvorvidt det medfører væsentlige forøgede vandstande i vandløbet afhænger af vandløbets tværsnit.

Afstrømning i vandløb forventes i fremtiden at forøges med 10 % i perioden fra december til april /15/. Om der vil ske en forøgelse af vandstanden i søer og vandløb afhænger af lokale forhold.

På de strækninger af banen, hvor der foretages ændringer i forbindelse med hastighedsopgraderingen, vil det blive vurderet, om der er vandløbskrydsninger, hvor der er risiko for at:

- Banekrydsningen er underdimensioneret i forhold til den fremtidige vandløbsføring, hvilket kan medføre risiko for oversvømmelser fra vandløbet lige opstrøms banekrydsningen.
- Kapaciteten af vandløbet nedstrøms banekrydsningen ikke er tilstrækkelig stor, hvilket medfører øget risiko for tilbagestuvning og deraf følgende oversvømmelser.
- Der er risiko for oversvømmelser af banens afvandingssystem, spor med mere.

Desuden vil der være fokus på, om der er behov for særlige tiltag i forbindelse med afvanding af banearealet til vandløb med risiko for øget vandføring og vandstand i vandløbet i fremtiden.

Der vil blive udvalgt en række vandløbskrydsninger, som vil blive undersøgt yderligere.

Det vil blive vurderet, om der er vandløb, hvor hastighedsopgraderingen kan resultere i, at der kommer en øget udledning til vandløbet som følge af et øget opland, f.eks. ved udvidelse af kontrabanketter. Dette kan betyde en forøget udledning af vand til vandløbene nogle steder. Det kan komme på tale, at der skal ske en forsinkelse af regnvand inden udledning til recipienten f.eks. i form af etablering af regnvandsbassiner eller udvidede grøfteprofiler. Om dette bliver tilfældet vil afhænge af, hvilke krav den enkelte kommune stiller.

#### **4.5.4 Grundvand**

Det nuværende grundvandsspejl er vurderet ud fra potentialekort. Et potentialekort viser grundvandets trykniveau og strømningsretning. For yderligere oplysninger omkring nuværende grundvandsforhold henvises til fagnotat om grundvand og drikkevand /9/.

I henhold til grundvandskortlægningen i dag og frem til 2050, vil der i Danmark være risiko for lokale grundvandsstigninger på helt op til 2,0 m. De fleste steder vil grundvandet dog maksimalt stige 0,5 meter /16/. I kystnære områder vil grundvandsstanden desuden blive påvirket af det generelle stigende havniveau.

En stigning i grundvandet behandles kun forbigående i nærværende fagnotat.

#### **4.5.5 Øget vindpåvirkning**

Ændrede vindforhold vil få betydning for konstruktioner, hvor vindlast er en del af dimensioneringsforudsætningerne. For jernbaneanlæg vil det gælde for eventuelle støjskærme, køreledninger, master og mindre tekniske anlæg og lignende konstruktioner.

I december 1999 blev der under en orkan registreret middelvindhastigheder over 40 m/s med vindstød over 50 m/s /17/. Sådanne vindstød udgør en risiko for ikke at kunne opretholde regelmæssig togdrift. Øget vind vil endvidere kunne medføre øget stormfald af træer langs banestrækninger og have betydning for snefygning og andre blokeringer. Senest medførte en storm i november 2015 vindstød, der var endnu kraftigere end orkanen i 1999 /18/.

#### **4.5.6 Stigende temperaturer**

Øgede vintertemperaturer vil med tiden medføre færre dage med frost. Om dette vil resultere i færre problemer med is og sne fremadrettet for de danske jernbaner vides ikke, da vinternedbøren samtidig forventes at stige. Dog vil

der stadig kunne opleves kolde vintre med sne i månedsvis, som Danmark senest oplevede i 2011 og 2012.

En konsekvens af de forventede højere temperaturer som følge af klimaændringerne, er øget risiko for driftsforstyrrelser pga. solkurver. En solkurve opstår på jernbaneskiner, som på grund af sol og varme udvider sig så meget, at sveller og skærver ikke længere kan holde skinnerne på plads. Dette kan i værste fald medføre afsporing af tog.

Solkurver er omfattet af Banedanmarks tekniske drifts løbende overvågning og behandles ikke yderligere i dette fagnotat.

## **4.6 Metode for vurderinger af mulige konsekvenser**

---

På de lokaliteter, hvor der planlægges ændringer grundet hastighedsopgraderingen, er der foretaget en analyse af mulige konsekvenser som følge af klimapåvirkninger.

Analyseresultaterne bygger alle på stationære beregninger. Overordnet er der anvendt tre forskellige analysemetoder, der beskrives nedenfor.

### **4.6.1 Terrænanalyse**

Terrænanalyse af strømningsveje og lavninger er konstrueret ud fra terrænmodellen 2007/2015. Strømningsvejene/skybrudsvejene beskriver, hvor vandet ville bevæge sig over terrænet, hvis der udelukkende forekom overfladisk afstrømning. Resultatet kan på den måde være med til at identificere størrelsen af det topografiske opland ned mod undersøgelsesområdet. Lokale lavninger i terrænet er lokaliseret ved at tilføre terrænmodellen, under forudsætning af 100 mm nedbør og identificerer hvilke områder, som fyldes op. Metoden tager højde for oplandsstørrelsen, så eksempelvis lavninger med et lille opland ikke nødvendigvis bliver fyldt helt op.

Analyserne foretages på baggrund af Blue Spot-kortlægningen udført for hele Danmark. Kortlægningen er tilgængelig på Naturstyrelsens hjemmeside /25/. Blue Spot-kortlægningen udpeger de aktuelt mest sårbare områder, hvor overfladevand med størst sandsynlighed vil kunne medføre oversvømmelser, de såkaldte "Blue Spots".

"Blue Spots" er estimeret på baggrund af terrænet med angivelse af vandstandsstigninger i recipienter. Denne lidt forenklede metode tager ikke hensyn til banens eksisterende afvandingssystem, herunder om der er drænedes områder eller nedsivning. Naturlige lavninger udgør således ikke altid en risiko for oversvømmelse.

Hvor banen er beliggende i et lavpunkt, undersøges det i detailprojekteringsfasen, om afvandingssystemet skal tilpasses og evt. suppleres med drænpumper.

#### 4.6.2 Vandløbsberegninger

Undersøgelsesområder, som afvander til et vandløb, er analyseret ved stationær beregning i programmet VASP, der er et program til indledende vandløbsberegninger. I beregningerne er det forudsat, at hele strækningen (projekterede forhold) aflaster til et sted i vandløbet. Udledning til et enkelt punkt vil illustrere den værst tænkelige påvirkning. Afstrømningsdata er bestemt fra nærmest beliggende målestation (0,1-1 km fra banen). Vandføringsserien er analyseret ved statistisk analyse, hvormed følgende vandføringer er bestemt:

- median minimum (sommerhændelse for hvert andet år),
- sommermiddel,
- vintermiddel og
- sommer median maksimum (sommerhændelse for hvert andet år).

Manningtal er forudsat til 15 om sommeren og 26 om vinteren, hvilket gælder for alle beregninger. Manningtal er forudsat på baggrund af erfaringstal. Manningtal beskriver vandløbets "ruhed" og har betydning for vurderingen af mulig strømning i vandløbet.

#### 4.6.3 Stigende havvandsstande

Oversvømmelsesanalyserne fra fremtidig havvandstand er undersøgt ved at fremskrive kystdirektoratets højvandstatistik (2012) for Randers Havn. En 100 års hændelse er bestemt til kote 1,75 m DVR90 med en spredning på 8 cm. IPCC hovedrapport fra 2014 beskriver en middel vandstandsstigning på 80 cm omkring Danmark. Samlet opnås en fremtidig havvandstand på  $1,75 + 0,8 + 0,08 = 2,63$  m DVR90. Vandstands niveauet er anvendt på hele strækningen op til Hobro.

#### 4.6.4 Vurderingskriterier

Der gennemføres en vurdering af omfanget af påvirkninger af omgivelserne. Vurderingerne foretages på baggrund af påvirkningernes intensitet, geografisk udbredelse, varighed og følsomhed. Afværgeforanstaltninger er foreslået eller overvejet afhængig af påvirkningsgraden, hvor der anvendes følgende kategorier:

- **Væsentlig:** Konsekvenserne er så betydende, at det er en politisk afvejning om projektet skal gennemføres eller om det bør overvejes at ændre projektet, gennemføre afværgende foranstaltninger for at mindske påvirkningen eller afveje konsekvenserne i forbindelse med beslutningsprocessen om projektets realisering.
- **Moderat:** Konsekvenserne er af en betydning, som kræver overvejelser om afværgeforanstaltninger som led i realiseringen af projektet.
- **Mindre:** Konsekvenserne er så begrænsede, at der ikke vurderes behov for afværgende foranstaltninger.
- **Ingen/ubetydelig:** Konsekvenserne er så små, at de ikke er relevante at tage højde for ved projektets gennemførelse.

Omfanget af påvirkningerne er vurderet efter at evt. afværgeforanstaltninger er forudsat gennemført.

## 5 0-alternativet

0-alternativet er situationen i 2030, hvor hastighedsopgraderinger af jernbanen på strækningen ikke udføres. Naboprojekter (elektrificering Aarhus-Lindholm, hastighedsopgradering Hobro-Aalborg, projekter syd for Aarhus m.fl.) udføres fortsat, og der udføres ligeledes elektrificering og kapacitetsudvidelse af Aarhus H. Trafikmængden på strækningen i 0-alternativet er den samme som i projektalternativet (samme antal tog og samme toglængder). Togtrafikken drives i 0-alternativet af en kombination af el og diesel, og ikke som i dag af udelukkende diesel. Samtidig køres trafikken med banens nuværende tilladte hastigheder mellem Aarhus og Hobro (uden hastighedsopgraderinger) og ad banens nuværende linjeføring (uden kurveudretninger).

Der er truffet beslutning om at udskifte hele Banedanmarks signalsystem med et nyt, moderne system, svarende til de fælles europæiske specifikationer. Signalsystemet vil være implementeret endeligt på strækningen medio 2018 og give mulighed for en hastighedsforøgelse på strækningen.

I 0-alternativet vil der ikke være nogen nye påvirkninger i forhold til klimatilpasninger langs banen.

# 6 Eksisterende forhold

En række forhold omkring hastighedsopgraderingen af Aarhus - Hobro er væsentlige for vurderingen af nødvendige klimaforanstaltninger:

- Banens passage af 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. Eksisterende underføringer under banen fungerer som lavninger og strømningsveje for overfladevand. Ved sporsænkninger kan der opstå nye eller ændrede lavninger i terrænet. Her skal det under projekteringen sikres, at den eksisterende underføring har kapacitet til at bortlede de øgede nedbørsmængder.
- Udvidelser af banen i form af kontrabanketter og dæmningsudvidelser kan resultere i øget vandstand i vandløbene, fordi de større arealer vil medføre behov for øget afledning af vand. De eksisterende rørunderføringer kan i visse tilfælde vise sig at være utilstrækkelige.
- Terrænforhold, herunder landskabets udformning, lavninger, terrænets hældning med videre spiller ligeledes en rolle i områdets evne til at bortlede regnvandet til områder, der ikke påvirker baneafvandingen.
- De varierende jordtyper (geologi) langs banen har forskellig evne til at nedsive og bortlede regnvand.
- Udvidelser af banen ligger i områder med enten "særlige drikkevandsinteresser" eller "drikkevandsinteresser". Om banen ligger i det ene eller andet område kan have betydning for myndighedsbehandlingen og dermed mulighed for opnåelse af tilladelser til lokal nedsivning af regnvand.

## 6.1 Banens nuværende afvandingssystem

---

Banestrækningen Aarhus – Hobro afvandes i det åbne land til banegrøfter eller ved diffus udledning (nedsivning) til de omkringliggende arealer på strækninger, hvor banen ligger på en dæmning. Ved stationsområderne og i bynære områder består afvandingssystemet primært af dræn. Banegrøfterne udleder som udgangspunkt til nærliggende vandløb. I de bymæssige områder kan der tillige ske tilslutning til eksisterende kloaksystemer.

Da banens afvandingssystem er anlagt før fremkomsten af den nyeste klimaviden, vejledninger og funktionspraksis omkring dimensionering af afvandingssystemer, der tager hensyn til fremtidens klimaforandringer, er banens

afvandingsystem som udgangspunkt ikke klimasikret. Banens afvandingsssystem er endvidere anlagt før den gældende banenorm.

Hvor sårbar banens afvandingsystem er i forhold til øget nedbør og stigninger i grundvandsspejlet afhænger af de lokale forhold, herunder blandt andet terrænforhold og geologi.

Baneafvandingen er vedligeholdt jævnfør Banedanmarks standarder for vedligeholdelse. Grøfterne forventes dermed at blive oprenset løbende.

Banenorm BN-1-11-1, Afvanding af sporarealer /4/ er det nuværende regelsæt for dimensionering af afvanding langs nyanlagte og ombyggede jernbaner samt for vedligeholdelse af eksisterende anlæg ejet af Banedanmark. Normen er udgivet i 2006.

Afvanding af større ombygninger og opgraderinger kan ske ved hjælp af grøfter, rørlagte grøfter eller dræn jævnfør banenormen (afsnit 13 i BN1-11). Afvanding af banen i det åbne land skal ske til banegrøfter, undtaget er dog hvor pladsforholdene forhindrer anlæggelse af grøfter, f.eks. ved bebyggede områder. Her tillades det, at afvandingen af sporet på kortere strækninger udføres som dræn.

Vandet i grøfterne må ikke stige højere end 0,30 meter under det omgivende terræn. Derudover skal banegrøfter have et fald på minimum 2 ‰.

I Banenormen er der angivet en minimal størrelse af grøfter. Det må forventes at der er risiko for, at vandet som følge af klimaændringerne stiger højere end 0,30 meter under det omgivende terræn for mere ekstreme nedbørssituationer, fordi grøfterne ikke er dimensionerede til at aflede den forøgede nedbør.

Praksis er, at afvandingsgrøfterne normalt dimensioneres ud fra en 10 minutters regn med en intensitet på 110-140 l/s (1 års hhv. 2 års hændelse). Denne regn har jævnfør Landsregnrækken /19/, der bygger på registrering af nedbør i observationsperioden 1933-1962 for 139 forskellige lokaliteter, en gentagelsesperiode på 1-2 år. Der anvendes normalt en afløbskoefficient på 0,6 for banen og 0,2 for skråninger /4/. Herved forstås, at det antages, at henholdsvis 60 % og 20 % af nedbøren, der falder på disse flader, ledes til afvandingsgrøfterne umiddelbart efter regn – resten antages at nedsive til grundvandet. For baneafvanding er afstrømningstiderne generelt lange. Dette skyldes at vand, der falder på baneafvandingen, først skal nedsive, før det ledes til grøfterne eller dræne, hvilket tager forholdsvist lang tid. Forsinkelsen afhænger af årstid, jordbundsforhold med mere.

Banenormen tager ikke hensyn til de forventede fremtidige øgede nedbørmængder, og der dimensioneres i henhold til data fra 1933-1962, hvor årsmiddelnedbøren generelt var lavere end i dag. Der tages i dag ved dimensionering af kloaksystemer hensyn til lokale variationer i årsmiddelnedbør. I nogle dele af Danmark er årsmiddelnedbøren under 600 mm, hvorimod den i



andre dele er over 900 mm. I Aarhus og Hobro er årsmiddelnedbøren på 665-690 mm.

## **6.2 Overfladevand**

---

### **6.2.1 Lavninger**

Banestrækningen for Aarhus – Hobro passerer flere lavninger, som potentielt kan opsamle eller lede regnvand ved ekstremhændelser. De største lavninger er nævnt nedenfor. Lavningerne har potentiale for at blive vandfyldte under perioder med megen nedbør, under snesmeltning eller under ekstreme nedbørshændelser. Passerer banen en lavning, vil der være risiko for, at banen eller banens afvandingssystem fyldes. Lavningerne står normalt ikke vandfyldte, men det vil være her oversvømmelser opstår. Risikoen for oversvømmelse afhænger af hvor stort et område, der overfladisk afvander til lavningen samt lavningens udbredelse og dybde.

Disse områder er illustreret og behandles yderligere i afsnit 7 og 8, hvor de er sammenfaldende med ændringer grundet hastighedsopgraderingen.

#### Delstrækning 1: Aarhus Kommune (km 108+923 til km 126+000 km)

Km 108+700 – 108+800

Over 5 meter dyb lavning. Der er ikke registreret bassiner ejet af Banedammark på strækningen. Der er et bassin langs denne strækning, der har en ekstern ejer.

#### Delstrækning 2: Favrskov Kommune (km 126+000 til km 153+620)

Km 121+100 – km 121+200

3-4 m dyb lavning. Eksisterende bassin ved siden af banen.

Km 125+100 – km 125+200

3-4 m dyb lavning.

Km 137+100 – km 137+300

3-4 m dyb lavning langs med banen

Km 137+800 – 138+000

3-4 m dyb lavning langs med banen

#### Delstrækning 3: Randers Kommune (km 153+620 til km 183+295 km)

Km 153+800

5 m dyb lavning ved siden af banen. Gudenåen forløber langs med banen.

#### Delstrækning 4: Mariagerfjord Kommune (km 183+295 til km 200+740 km)

Km 193+300 – 193+400

Banen ligger i en 5 m dyb lavning.

Km 200+800 – km 201+000

Banen ligger tæt op af en lavning med en dybde på 3-4 m.

### 6.2.2 Strømningsveje

Banen krydser en række eksisterende strømningsveje. En strømningsvej er en naturlig lavning eller vandløb i terrænet og beskriver, hvor regnvandet vil strømme for at nå til slutrecipienten (sø eller hav) under ekstremregn.

Strømningsveje med et stort opland har særlig opmærksomhed, da oplandets størrelse angiver hvor stort et areal, der afvander til strømningsvejen. Jo større opland, jo mere overfladevand vil ledes til strømningsvejen under ekstremregn.

I Tabel 2 er angivet de største strømningsveje baseret på oplandsareal, som banen krydser.

Stationering	Opland	Kommune
Km 110+630	100 – 500 km <sup>2</sup>	Aarhus
Km 116+535	10 – 20 km <sup>2</sup>	Aarhus
Km 128+375	10 – 20 km <sup>2</sup>	Favrskov
Km 130+490	10 – 20 km <sup>2</sup>	Favrskov
Km 131+465	10 – 20 km <sup>2</sup>	Favrskov
Km 133+650	70 – 80 km <sup>2</sup>	Favrskov
Km 138+600	60 – 70 km <sup>2</sup>	Favrskov
Km 140+060	10 – 20 km <sup>2</sup>	Favrskov
Km 142+790	10 – 20 km <sup>2</sup>	Favrskov
Km 144+410	20 – 30 km <sup>2</sup>	Favrskov
Km 151+450	10 – 20 km <sup>2</sup>	Favrskov
Km 153+735	Mere end 1.000 km <sup>2</sup>	Randers
Km 157+315	10 – 20 km <sup>2</sup>	Randers
Km 162+475	Mere end 1.000 km <sup>2</sup>	Randers
Km 166+775	Mere end 1.000 km <sup>2</sup>	Randers
Km 169+920	20 – 30 km <sup>2</sup>	Randers
Km 172+140	10 – 20 km <sup>2</sup>	Randers
Km 187+430	60 – 70 km <sup>2</sup>	Hobro
Km 193+380	10 – 20 km <sup>2</sup>	Hobro
Km 194+600	20 – 30 km <sup>2</sup>	Hobro
Km 199+790	10 – 20 km <sup>2</sup>	Hobro
Km 200+350	10 – 20 km <sup>2</sup>	Hobro

Tabel 2. Større strømningsveje, der krydser banestrækningen.

## 6.3 Vandløbskrydsninger

---

Banen krydser en del vandløb og åer på strækningen mellem Aarhus og Høbro. Disse krydsninger er udført som faunapassager og rørgennemløb (evt. som dykket gennemløb) under den eksisterende bane.

I Tabel 3 er angivet de større vandløb, som banen krydser. Både mindre og større vandløb er relevante i forhold til afledning af banevand. Generelt er risikoen for større oversvømmelser størst langs de største vandløb.

Stationering	Vandløb	Kommune
Km 110+630	Aarhus Å	Aarhus Kommune
Km 116+550	Voldbæk	Aarhus Kommune
Km 128+366	Lille Å	Aarhus Kommune
Km 130+490	Norring Møllebæk	Favrskov Kommune
Km 133+655	Lille Å	Favrskov Kommune
Km 138+595	Spørring Å	Favrskov Kommune
Km 140+058	Norring Møllebæk	Favrskov Kommune
Km 144+400	Vissing Bæk	Favrskov Kommune
Km 147+260	Stensbæk	Favrskov Kommune
Km 152+335	Lille Å	Favrskov Kommune
Km 153+725	Gudenå	Randers Kommune
Km 157+315	Elbæk	Randers Kommune
Km 162+475	Gudenå	Randers Kommune
Km 166+775	Gudenå	Randers Kommune
Km 169+910	Svejstrup Bæk	Randers Kommune
Km 172+140	Svejstrup Bæk	Randers Kommune
Km 176+665	Kousted Å	Randers Kommune
Km 181+395	Kåtbæk	Randers Kommune
Km 183+300	Fårbæk	Mariagerfjord Kommune
Km 187+425	Kongsvad Mølleå	Mariagerfjord Kommune
Km 194+600	Onsild Å	Mariagerfjord Kommune
Km 199+800	Hodal Bæk	Mariagerfjord Kommune
Km 200+350	Hodal Bæk	Mariagerfjord Kommune

Tabel 3 Større vandløb, som krydser banestrækningen.

Der er risiko for oversvømmelser i ådalene langs Lilleå og Gudenå, der transporterer store vandmængder og har store bagvedliggende oplande. Derfor er risikoen for større oversvømmelser ved overskridelse af kapaciteten af disse vandløb stor.

## 6.4 Hydrogeologi

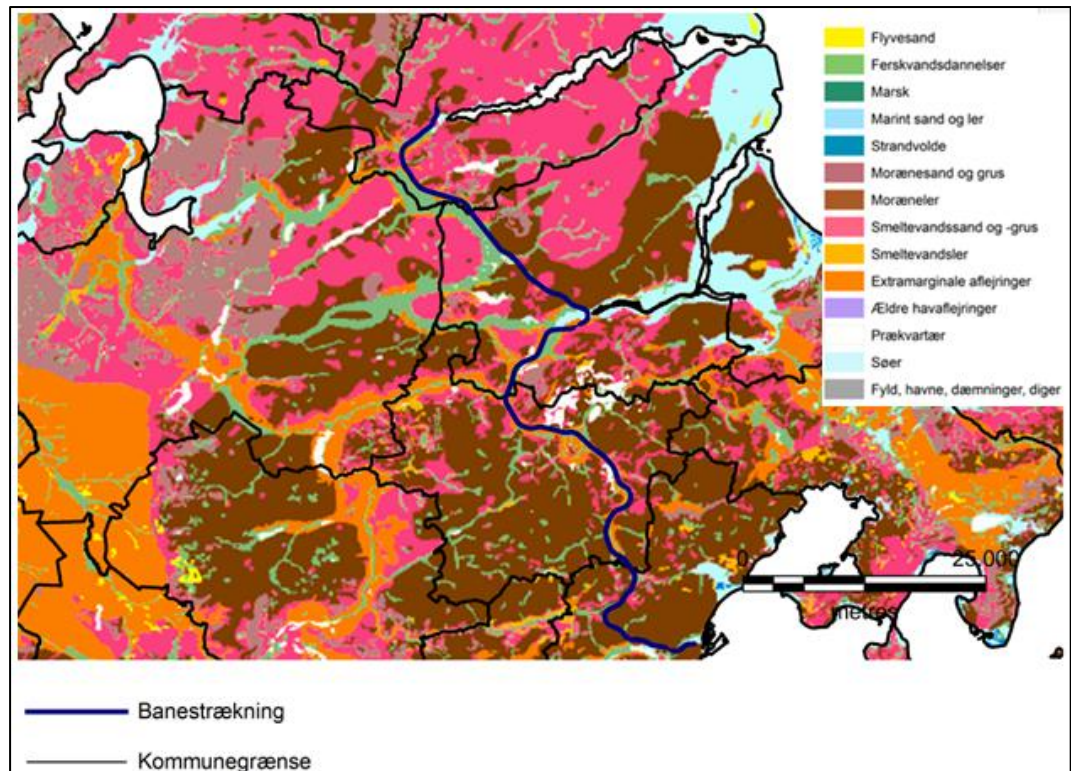
---

### 6.4.1 Jordbundsforhold

Jordbundsforholdene har betydning for, hvor let nedbør kan nedsive og for grundvandsstanden i nærheden af banen, hvilket igen har betydning for, hvor meget vand, der tilføres afvandingssystemet langs banen. Hvis grundvandet

står tæt på terræn kan det betyde, at grøfter og dræn langs banen jævnligt fyldes med grundvand.

Banen Aarhus - Hobro ligger primært i områder, hvor undergrunden består af smeltevandssand og -grus, moræneler og diverse ferskvandsdannelser, som har gode evner til at modtage og aflede regnvand. Jordartskortet langs banestrækningen er vist på Figur 2.



Figur 2. Jordbundsforhold langs banestrækningen.

#### Delstrækning 1: Aarhus Kommune (Km 108+923 til 126+000)

I den sydlige del af området passerer banen en dyb øst-vest orienteret begravet dal imellem km 112+625 til 119+750. Op til 110 m under terræn er der sandaflejringer, der indeholder et lokalt terrænnært grundvandsspejl, hvor grundvandet befinder sig mellem 0-10 m under terræn.

Langs den nordlige del af strækningen ligger grundvandet generelt dybere - ca. 30 - 40 meter under terræn.

#### Delstrækning 2: Favrskov Kommune (km 126+000 til km 153+620 km)

Der er registreret både områder, hvor grundvandet ligger dybt og områder, hvor grundvand ligger tæt på terrænet i området. I den sydlige del af kommunen forventes grundvandsspejlet at ligge ca. 20 - 30 meter under terræn, mens det i den nordlige del af kommunen ligger tættere på terrænet, ca. 0 - 20 meter under terræn.

#### Delstrækning 3: Randers Kommune (km 153+620 til km 183+295 km)

Grundvandet ligger i den sydlige del af banestrækningen i kommunen er ca. 0 - 5 meter under terræn.

Ved den nordlige del af banestrækningen i kommunen ligger grundvandet ca. 10 - 20 meter under terræn.

#### Delstrækning 4: Mariagerfjord Kommune (km 183+295 til km 200+740 km)

Langs den sydlige del af banestrækningen i Mariagerfjord Kommune ses et markant begravet dalsystem. Op til 140 m under terræn er der sandaflejringer, der indeholder et område, hvor grundvandet kan ligge mellem 0-10 m under terræn.

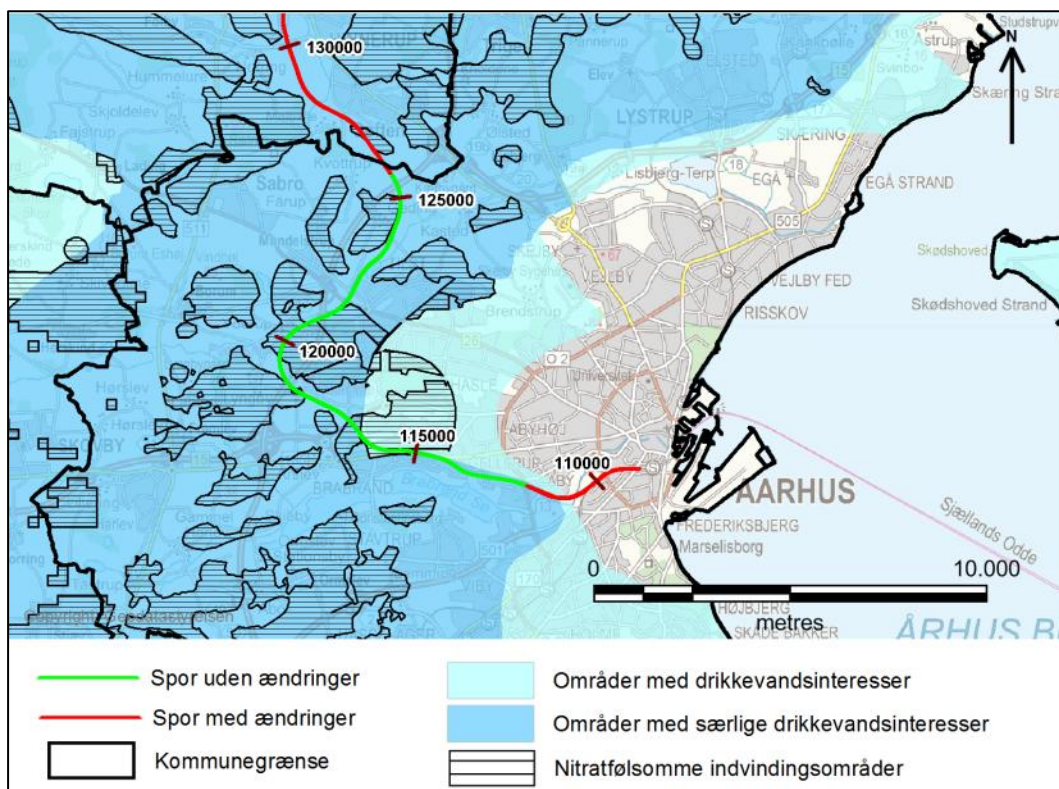
På den nordlige del af banestrækningen, der ligger nord for det begravede dalsystem, ligger grundvandet op til 60 meter under terræn.

Det er ikke muligt at sige noget generelt om nedsivningsmulighederne for hele banestrækningen, da der må forventes store lokale forskelle i geologi og terrænnære grundvandsmagasin.

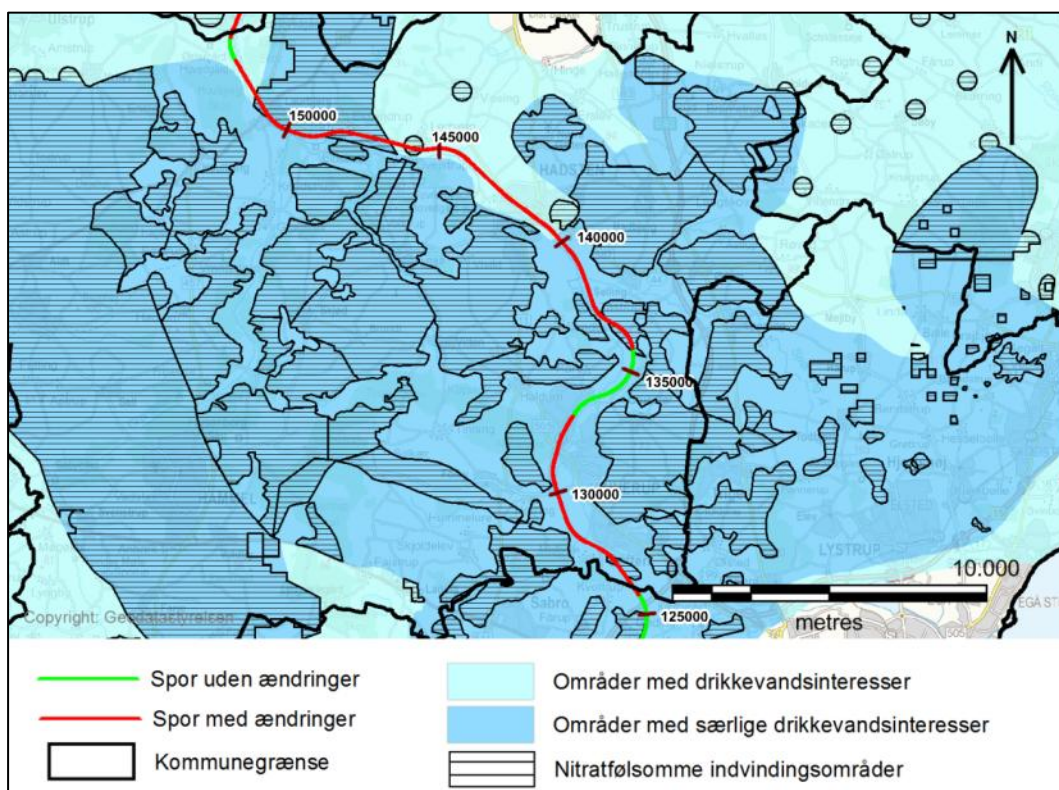
### **6.4.2 Områder med særlige drikkevandsinteresser**

I forhold til planlægning af afvanding og klimasikring af banen er det relevant at vide i hvilke områder, der er særlige drikkevandsinteresser for at kunne vurdere muligheden for etablering af nedsivning.

På Figur 3 til Figur 6 er områder med drikkevandsinteresser/særlige drikkevandsinteresser samt nitratfølsomme indvindingsområder vist for de fire delstrækninger mellem Aarhus og Hobro.

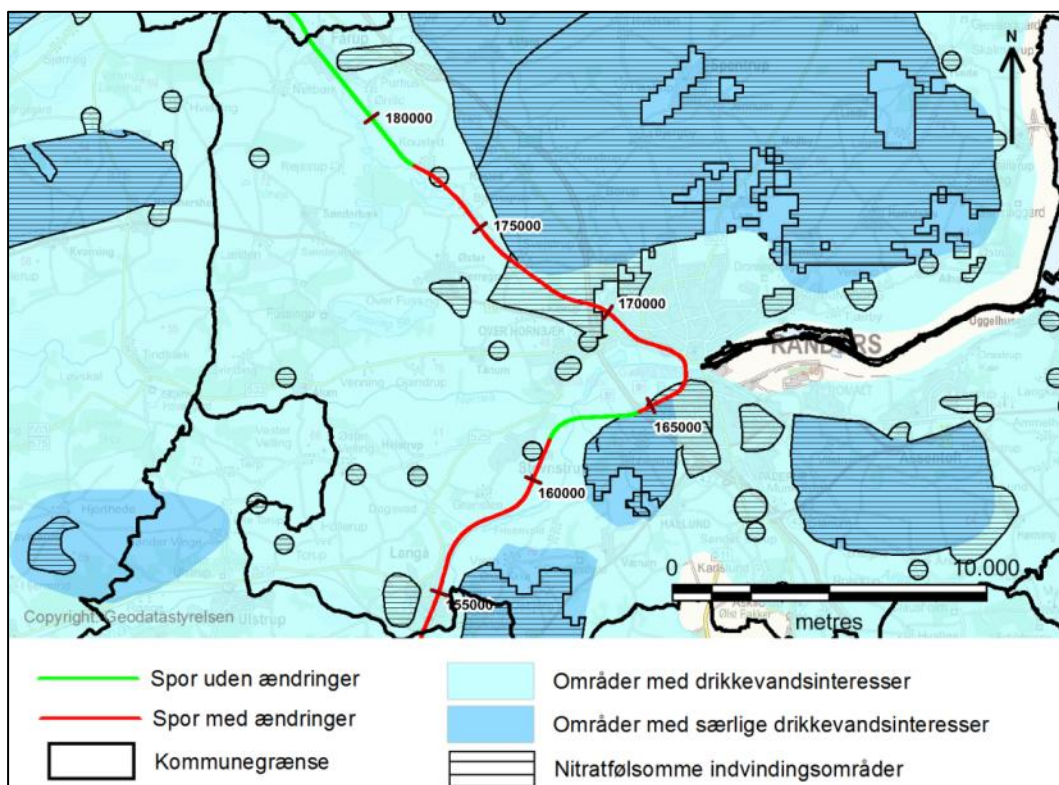


Figur 3. Områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) og nitratfølsomme områder (NFI) i Aarhus Kommune.



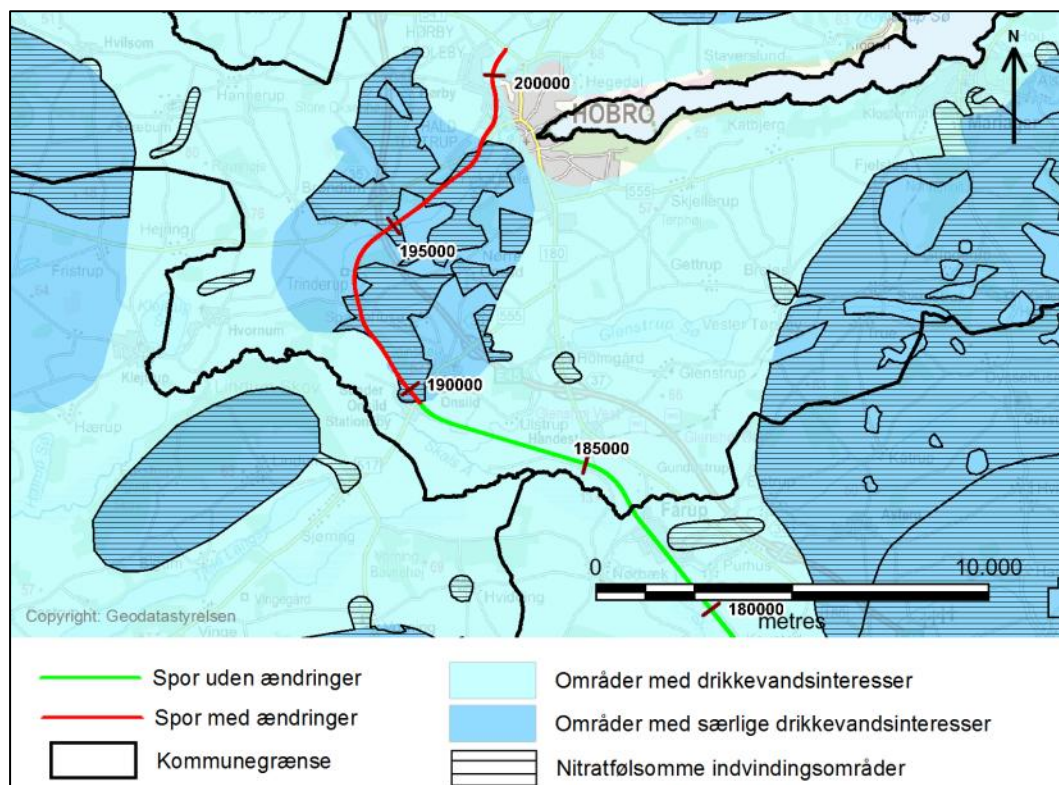
Figur 4. Områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) og nitratfølsomme områder (NFI) i Favrskov Kommune.

Banestrækningen i Aarhus og Favrskov kommuner ligger primært inden for områder med særlige drikkevandsinteresser.



Figur 5. Områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) og nitratfølsomme områder (NFI) i Randers Kommune.

I Randers Kommune ligger jernbanestrækningen hovedsageligt uden for områder med særlige drikkevandsinteresser, men løber i den sydlige del af kommunen langs grænsen af et mindre område med særlige drikkevandsinteresser.



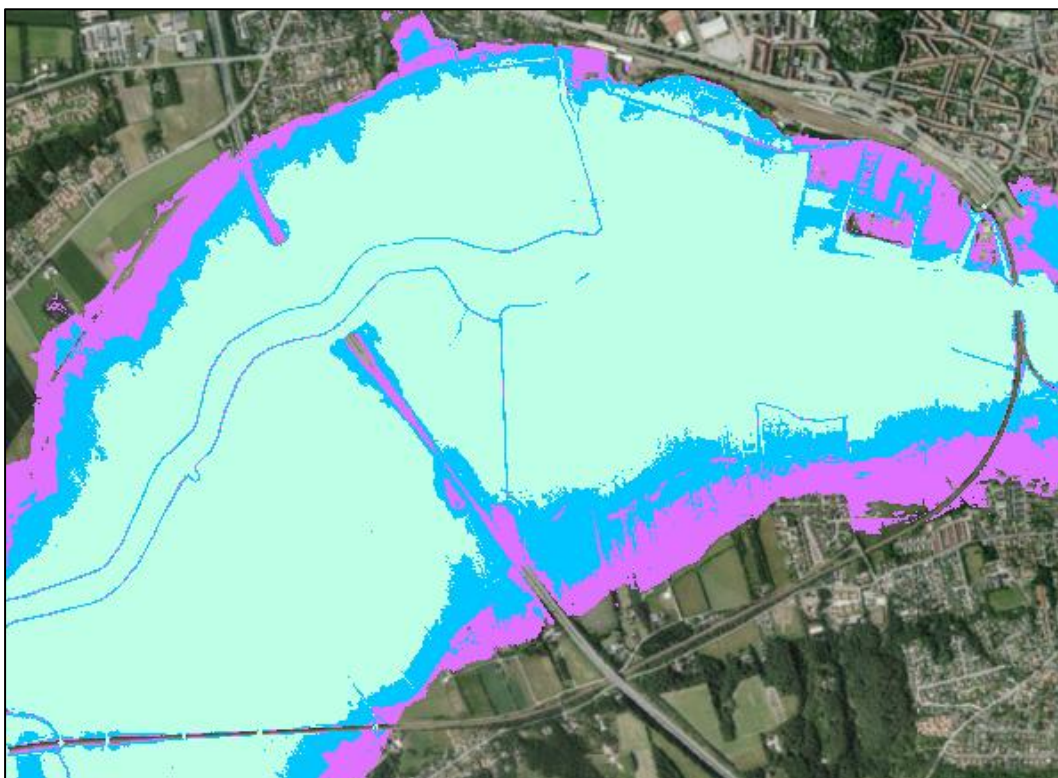
Figur 6. Områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) og nitratfølsomme områder (NFI) i Mariagerfjord Kommune.

I Mariagerfjord Kommune løber jernbanestrækningen gennem et område med særlige drikkevandsinteresser sydvest for Hobro. Området hører under grundvandskortlægningen for Hobro.

## 6.5 Havvandsstand

Banen passerer flere lavtliggende områder, hvor der er risiko for oversvømmelser ved stigende havvandsstigninger. Dette er særligt for ådalene ved Gudenå, specielt sydvest for Randers. Figur 7 viser de lavtliggende områder langs ådalen, hvor Gudenå løber syd for Randers by.





Figur 7. Lavtliggende områder langs Gudenå omkring Randers. Med lyseblå er angivet områder, hvor terrænet er under kote 1 (1 m over normal vandstand i havet). Med blå er angivet områder, hvor terrænet er i kote 1- 2. Med lilla er angivet arealet hvor terrænet er i kote 2-3.

## 6.6 Klimatilpasningsplaner

Der er foretaget en gennemgang af Aarhus, Favrskov, Randers og Mariagerfjord kommuners klimatilpasningsplaner for at vurdere, om der i planerne kan være forhold, der er relevante i forhold til banen.

### 6.6.1 Aarhus Kommune

Aarhus Kommune har i 2014 udarbejdet en klimatilpasningsplan /20/, med en analyse af områder, hvor der er risiko for oversvømmelse i forbindelse med stormflod eller skybrud eller ved oversvømmelse fra søer og vandløb. Banen passerer områder, der er i risiko for oversvømmelse ved skybrud samt fra søer og vandløb. Der er ikke risiko for oversvømmelse ved stormflod langs banens strækning.

I klimatilpasningsplanen er udpeget et hotspot-område på banestrækningen under Ringgadebroen og ind mod Aarhus Banegård. Det betyder, at det er et område, der har særlig høj prioritet i forhold til klimatilpasning. Hvor banen løber under Viby Ringvej, er der udpeget et område, hvor kommunen skal foretage kortlægning af området, ligesom der skal udarbejdes en beskrivelse af mulige løsninger. Ellers er der ingen særligt udpegede områder langs banestrækningen.

### 6.6.2 Favrskov Kommune

Favrskov Kommune har foretaget en vurdering af risikoen for oversvømmelser fra Lilleå og Gudenå /21/. Denne vurdering viser, at ådalene oversvømmes allerede for 10- og 20-års hændelser (hændelser med en gentagelsesperiode på henholdsvis 10 og 20 år). Der er ligeledes foretaget en kortlægning af risikoen for oversvømmelser for de større byer. Favrskov Kommune har udarbejdet en handlingsplan /21/, der indeholder en række udvalgte områder, hvor en tilpasning i forhold til klimapåvirkninger skal undersøges nærmere. Langs banestrækningen er der følgende udvalgte områder:

- Tunnellen under jernbanen ved Aarhusvej og Skovvej i Hinnerup.
- Tunnellen under jernbanen ved Rylevej og Ledvogtervej i Hinnerup.
- Ådalen i Laurbjerg, hvor Lilleå løber igennem, umiddelbart syd for banen.
- Hadsten Midtby herunder banearealet lige øst for Hadsten Station og Skanderborgvej, primært grundet overbelastning af Lilleå.

De to førstnævnte udgør ikke umiddelbart en risiko for banen, da det er tunnelen under banen, der oversvømmes. Er der tale om en længerevarende opstuvning, kan det evt. have konsekvenser for det dæmningsanlæg, banen ligger på. Reelt er der derfor kun de to sidstnævnte områder, der skal undersøges nærmere i forhold til banen.

Ved høj vandstand i Lilleå er Vissing Enge og Galten Enge oversvømmede, og flere lokaliteter langs ådalen er oversvømmet i flere hundrede meters bredde i forhold til Lilleåen.

### 6.6.3 Randers Kommune

Områderne langs Randers Fjord og Gudenå i Randers er blevet udpeget som et ud af ti særligt oversvømmelsestruede områder i Danmark på baggrund af EU's oversvømmelsesdirektiv /22/.

Risikoen for oversvømmelse i år 2050 er angivet for hele kommunen. Risikoen for oversvømmelse langs banestrækningen er særlig høj hvor banen passerer ådalen syd for Over Hornbæk ved Randers. Her er risikoen for oversvømmelse 10 – 100 % i 2050 (risiko for at der opleves en oversvømmelse i løbet af et kalenderår i år 2050). Ellers passerer banen flere områder både i byer og i det åbne land, hvor risikoen for oversvømmelse er 5-10 % i 2050 /22/.

I Klimatilpasningsplanen /22/ er udvalgt 22 områder, hvor en mulig klimasikring skal undersøges nærmere. Fem af disse områder ligger i Randers By, 12 områder ligger i andre byer og 5 områder ligger i det åbne land. Følgende områder er relevante i forhold til banen:

- R1 – Randers Centrum indenfor Ringboulevarden. Risiko for oversvømmelse grundet stormflod, skybrud og opstigende grundvand.
- B3 – Langå. Risiko for oversvømmelse fra Gudenå.
- L4 – Områder langs Gudenå sydvest for Randers. Risiko for at dette område oversvømmes skyldes stigende havvandsstand og stormfloder.

Der er udarbejdet en handlingsplan for de udpegede områder.

Randers Kommune har med klimatilpasningsplanen ændret retningslinjen om mindste gulvkote i 2,5 til 3,0, for at klimasikre bygninger mod oversvømmelser.

#### **6.6.4 Mariagerfjord Kommune**

Hobro er særligt udsat for havvandsstigninger, fordi store dele af kommunen ligger tæt på Mariager Fjord. Klimasikring planlægges indtænkt i den fremtidige planlægning i Hobro /23/.

# 7 Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i anlægsfasen – midlertidige påvirkninger af Grundløsningen

## **7.1 Klimapåvirkning i anlægsfasen**

---

Klimaændringer sker over tid, hvorfor klimaændringer ikke forventes at påvirke projektets anlægsfase. Klimaændringerne forventes således kun at være indtruffet i begrænset omfang ved projektets gennemførelse.

Der kan naturligvis forekomme oversvømmelser under anlægsfasen i risiko-områderne, hvis ekstreme hændelser indtræffer.

## **7.2 Afværgeforanstaltninger i anlægsfasen**

---

Under anlægsfasen skal der være fokus på, at udgravninger sikres mod tilstrømmende overfladevand. Desuden skal det sikres, at der ikke etableres midlertidige hindringer/jordvolde, som spærrer for de naturlige strømningsveje. Nye sporkasser, som etableres i afgravninger og som passerer strømningsveje eller lavninger, skal sikres, da der er risiko for øget tilstrømning af overfladevand fra naboarealer til banens afvandingssystem.

Det skal inden anlægsarbejderne igangsættes vurderes, om der er behov for udarbejdelse af en beredskabsplan, hvis en ekstrem nedbørshændelse skulle forekomme under anlægsfasen.

## **7.3 Konsekvensvurderinger for anlægsfasen**

---

Da klimaændringerne ikke er indtruffet i anlægsfasen, vurderes hastighedsopgraderingen ikke at ændre væsentligt på behovet for klimatilpasning af afvandingen eller for risikoen for oversvømmelser grundet høj grundvandsstand, ekstremregn eller stormfloder.

# 8 Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i driftsfasen – varige påvirkninger af Grundløsningen

## 8.1 Miljøpåvirkning i driftsfasen

---

Driftsfasen omfatter banens samlede levetid, som forventes at vare gennem dette århundrede og et stykke ind i det næste. I den periode ventes en række af klimaforandringerne at slå igennem.

I driftsfasen vil de væsentligste påvirkninger fra klimaændringer skyldes øgede nedbørsmængder. Dette vil især udgøre en risiko for oversvømmelse ved sporsænkninger samt risiko for ændrede strømningsveje og eventuel øget tilstrømning ved etablering af kontrabanketter og banketudvidelser. Klimaændringerne kan desuden medføre stigende grundvandsstand og ændring i grundvandstilførslen til banens interne afvandingsystem.

### 8.1.1 Nye sporkasser

I forbindelse med hastighedsopgraderingen ombygges sporet på udvalgte strækninger med etablering af nye sporkasser. Strækninger, hvor sporkassen anlægges i hel eller delvis afgravning, er angivet i Tabel 4 (venstre spor ved kørsel mod nord) og Tabel 5 (højre spor ved kørsel mod nord), da der kan være områder med behov for klimasikring.

Ved afgravning forstås, at sporet er placeret under det naturlige terrænniveau, og såfremt sporkoten sænkes, kan der derfor være øget risiko for oversvømmelse af banen.

Fra	Til	Ny sporkasse [m]	Terrænforhold
176+775	176+825	50	Afgravning
194+550	194+920	370	Delvis afgravning
194+955	195+253	298	Delvis afgravning
195+680	196+025	345	Delvis afgravning
196+125	196+425	300	Delvis afgravning
196+525	196+600	75	Delvis afgravning

Tabel 4. Sporkasser i afgravning eller delvis afgravning, venstre spor kørende mod nord.

Fra	Til	Ny sporkasse [m]	Terrænforhold
142+375	142+525	150	Afgravning
193+575	193+675	100	Afgravning
194+500	194+825	325	Delvis afgravning

Tabel 5. Sporkasser i afgravning eller delvis afgravning, højre spor kørende mod nord.

Ændringerne ved etablering af nye sporkasser er minimale i forhold til de nuværende forhold. Det forventes derfor ikke, at der ændres væsentligt på risikoen for oversvømmelse.

Hvis svelleundersider i forbindelse med sporombygning sænkes 50 mm eller mere, er der jf. Banenorm 1-11-1 behov for forbedret afvanding.

### 8.1.2 Broer

I forhold til ændringer af broer ved hastighedsopgraderingen, sænkes underføringen under broen som udgangspunkt ikke i forhold til nuværende forhold. Hermed forøges risikoen for oversvømmelser af underføringen ikke i forhold til nuværende forhold, men det anbefales, at afvandingen opgraderes, så denne klimasikres.

I forbindelse med hastighedsopgraderingen gennemføres der ændringer ved vejoverkørslerne angivet i Tabel 6.

Stationering	Vejoverkørsel	Kommune
Km 136+225	300 - Haarvadbro	Favrskov Kommune
Km 145+994	313 - Lerbjerg	Favrskov Kommune
Km 149+780	318 - Laurbjerg	Favrskov Kommune
Km 161+148	385 - Stevnstrup	Randers Kommune
Km 175+310	360 - Bjerregrav	Randers Kommune
Km 178+150	OF Ørrildvej	Randers Kommune

Tabel 6. Overkørsler med ændringer.

### 8.1.3 Kontrabanketter og dæmningsudvidelser

De vurderede påvirkninger ved etablering af de planlagte kontrabanketter og dæmningsudvidelser er opsummeret i Tabel 7. Strækningen er delt op i fire understrækninger for hver kommune. Metoden til analyserne er beskrevet i kapitel 4.4.

Kilometrering	Beskrivelse
<b>Delstrækning 1: Aarhus Kommune</b>	
125+740-125+780 125+930-126+030	Dæmningsudvidelserne vurderes ikke at have konsekvenser for områdets afvanding. Det skal dog undersøges, om risikoen for tilstrømning af vand til lavningen kan overbelaste det nuværende afvandingssystem.
<b>Delstrækning 2: Favrskov Kommune</b>	
128+080-128+470	Det forøgede vandbidrag til Lilleå i forbindelse med

<b>Kilometrering</b>	<b>Beskrivelse</b>
	etablering af kontrabanketter vurderes ikke at have væsentlig betydning for vandløbet. Dæmningsudvidelsen må ikke reducere vandføringen under banen ved gennembløbet, da dette er en skybrudsvej.
130+425-130+520	Dæmningsudvidelsen giver ikke anledning til særlig klimasikringstiltag, så længe gennembløbet af Norring Møllebæk ikke reducerer vandføringskapaciteten, hvilket skal undersøges nærmere i detailprojekteringsfasen.
131+100-131+120	I forbindelse med dæmningsudvidelsen skal det sikres, at gennembløbet kan håndtere nuværende og fremtidige vandføringer.
131+340-131+420	Det er vurderet, at der ikke er behov for særlig klimasikring i forbindelse med dæmningsudvidelsen.
137+100-137+840	Det forøgede vandbidrag til Lilleå i forbindelse med etablering af kontrabanketter vurderes ikke at have væsentlig betydning for vandløbet. En del af dæmningsudvidelsen ligger i en lavning og vil i perioder med ekstrem nedbør kunne tilføre afvandingssystemet store mængder nedbør. Afvandingssystemet skal klimasikres til at kunne håndtere nedbørsmængden.
138+750-139+510	Det er vurderet, at der ikke er behov for særlig klimasikring i forbindelse med dæmningsudvidelsen. Det er sandsynligt, at lavningen og den nuværende kapacitet i rørunderføring ved banen vil forårsage vand omkring kontrabanketten. I den videre detailprojekteringsfase er det væsentligt at sikre, at vandføringskapaciteten i gennembløbet ved banen ikke reduceres.
140+560-140+640	Det er vurderet, at der ikke er behov for særlig klimasikring i forbindelse med dæmningsudvidelsen.
142+760-143+060	Det er vurderet, at der ikke er behov for særlig klimasikring i forbindelse med dæmningsudvidelsen, forudsat eksisterende gennembløb ikke reduceres i kapacitet.
144+000-145+050	Det er vurderet, at der ikke er behov for særlig klimasikring i forbindelse med den udvidede kontrabanket, forudsat at udledninger primært sker til Lilleåen gennem mindre grøfter. Såfremt hele udledningen sker til Vissing Bæk, skal udledningen forsinkes, da Vissing Bæk ikke har kapacitet nok til at håndtere udledningen.
146+925-147+000	Det er vurderet, at der ikke er behov for særlig klimasikring i forbindelse med etablering af kontrabanketten.
148+050-148+125 151+150-151+200	Det er vurderet, at der ikke er behov for særlig klimasikring i forbindelse med dæmningsudvidelsen.
<b>Delstrækning 3: Randers Kommune</b>	
157+250-157+350	Det er vurderet, at der ikke er behov for særlig klimasikring i forbindelse med kontrabanketten. Området kan blive påvirket af høj vandstand i Randers Fjord, hvilket skal undersøges nærmere i detailprojekteringsfasen.
165+850-166+700 166+850-167+000	Det er vurderet, at der ikke er behov for klimasikring i forbindelse med etablering af kontrabanketten.

<b>Kilometrering</b>	<b>Beskrivelse</b>
169+660-169+955	
170+180-170+220	Dæmningsudvidelsen ligger i en lavning, og vil i perioder med ekstrem nedbør kunne tilføre afvandingssystemet store mængder nedbør. Afvandingssystemet skal klimasikres til at kunne håndtere nedbørsmængden.
176+100-176+400 177+080-177+400	Det er vurderet, at der ikke er behov for klimasikring i forbindelse med etablering af dæmningsudvidelse og kontrabanketter. Begge dele ligger dog i en lavning, og vil i perioder med ekstrem nedbør kunne tilføre afvandingssystemet store mængder nedbør. Afvandingssystemet skal klimasikres til at kunne håndtere nedbørsmængden.
<b>Delstrækning 4: Mariagerfjord Kommune</b>	
192+870-193+100 193+350-193+460	Der er umiddelbart risiko for påvirkning i forbindelse med kontrabanketterne, hvis ikke udledning forsinkes. Dette skal undersøges nærmere i de detailprojektfasen.
196+400-196+900 197+300-197+400	Det er vurderet, at der ikke er behov for særlig klimasikring i forbindelse med dæmningsudvidelsen.
197+850-197+950 198+050-198+125	Det er vurderet, at der ikke er behov for klimasikring i forbindelse med etablering af kontrabanketterne. Kontrabanketterne ligger dog i en lavning, og vil i perioder med ekstrem nedbør kunne tilføre afvandingssystemet store mængder nedbør. Afvandingssystemet skal klimasikres til at kunne håndtere nedbørsmængden.

Tabel 7. Påvirkninger i driftsfasen ved etablering af kontrabanketter og dæmningsudvidelser.



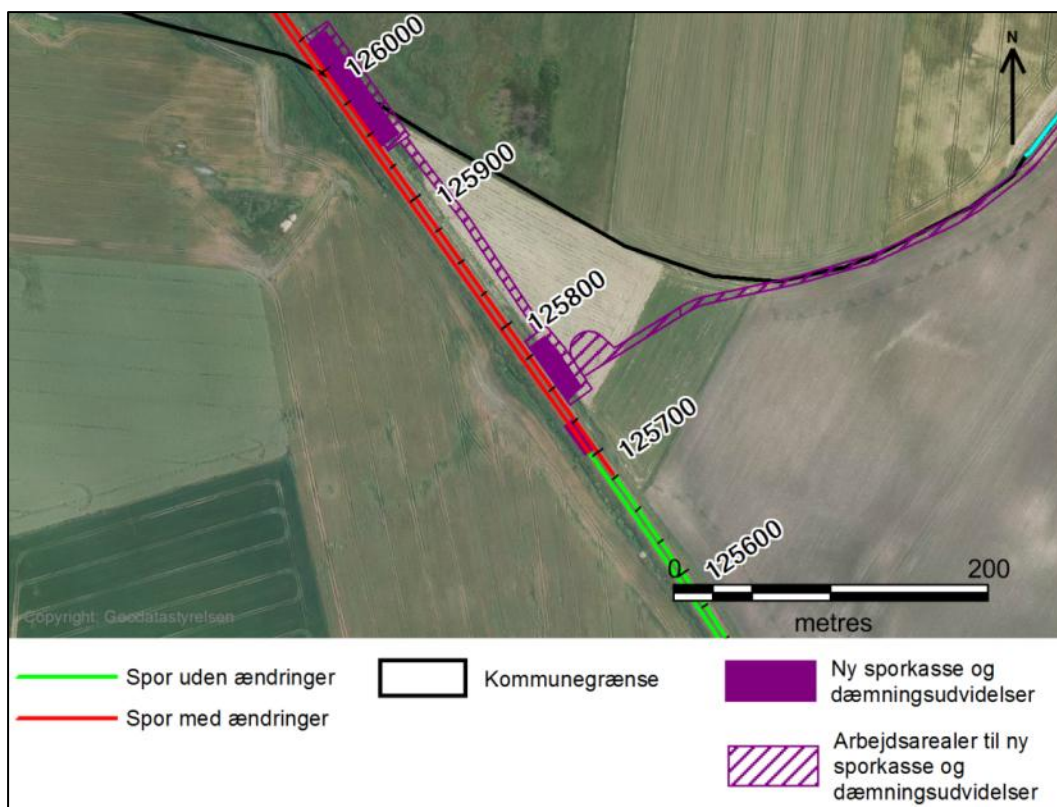
### 8.1.3.1 Delstrækning 1: Aarhus Kommune

Km 125+740 – 125+780 og 125+930 – 126+030 - Dæmningsudvidelse

Dæmningsudvidelserne vil ikke have konsekvenser for områdets afvanding. Vandmængderne til afvandingsystemet øges ubetydeligt grundet dæmningsudvidelsen, og øger derfor ikke behovet for udvidelse af afvandingsystemet.

En del af udvidelsen sker indenfor et lavningsområde, jf. Figur 8. Det skal undersøges nærmere i detailprojekteringsfasen, om der er risiko for, at vand der strømmer til lavningen, kan overbelaste banens nuværende afvandingsystem. Er dette tilfældet, skal afvandingsystemet opgraderes.

Strømningsvejen nord for diget må ikke blokeres og forhindre afvandingen under jernbanen.



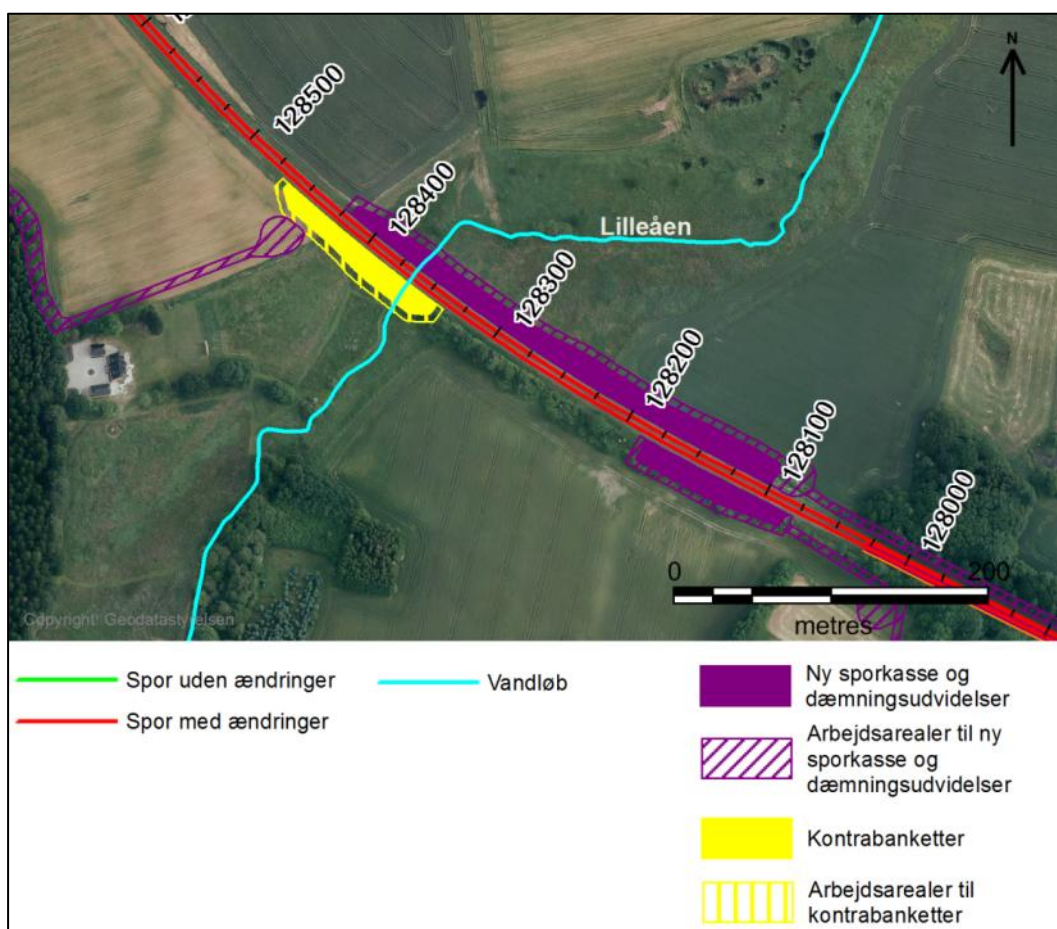
Figur 8. Planlagte ændringer, Km 125+740 – 126+030, Aarhus Kommune.

### 8.1.3.2 Delstrækning 2: Favrskov Kommune

#### Km 128+080 – 128+470 – Dæmningsudvidelse og kontrabanket

Det forøgede vandbidrag fra kontrabanketten giver et øget bidrag til Lilleå. Bidraget er imidlertid så lille, at det ikke har betydning for vandløbet. Den øgede tilstrømning til vandløbet, er under den vandmængde, som vandløbet normalt belastes med i f.eks. sommermiddel.

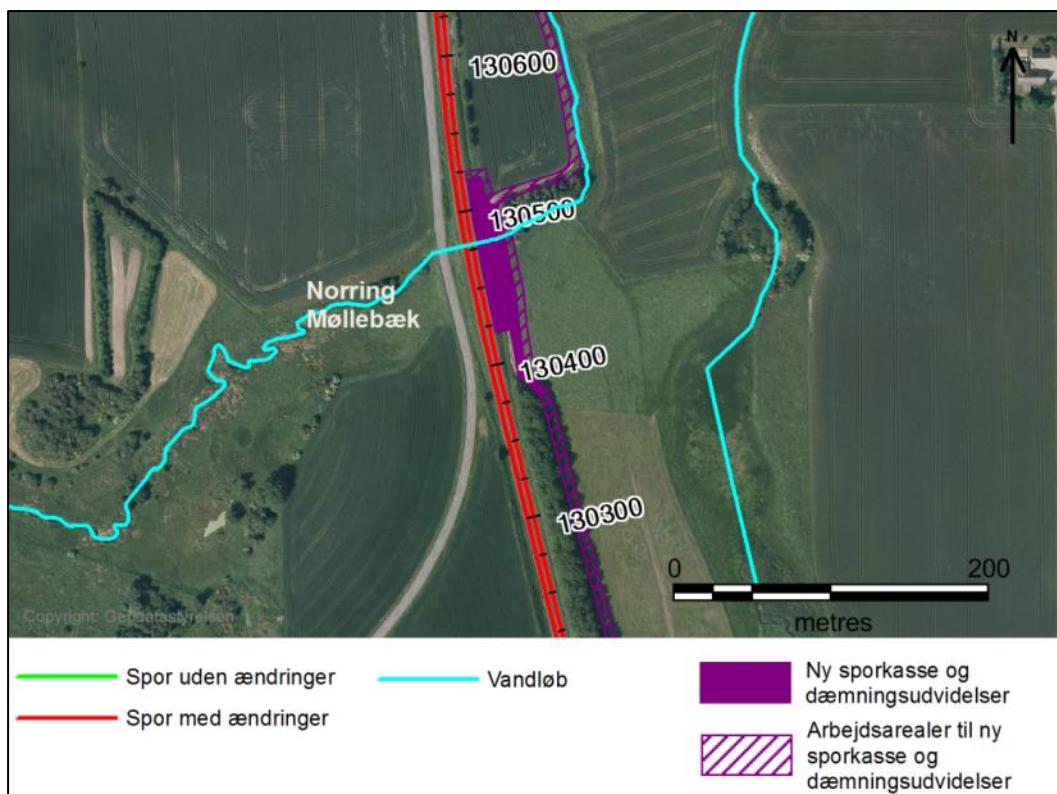
Dæmningsudvidelsen ved gennemløbet (ca. km 128+350), jf. Figur 9, må ikke reducere vandføringen under banen, da dette er en skybrudsvej.



Figur 9. Planlagte ændringer, Km 128+080 – 128+470, Favrskov Kommune.

### Km 130+425 – 130+520 - Dæmningsudvidelse

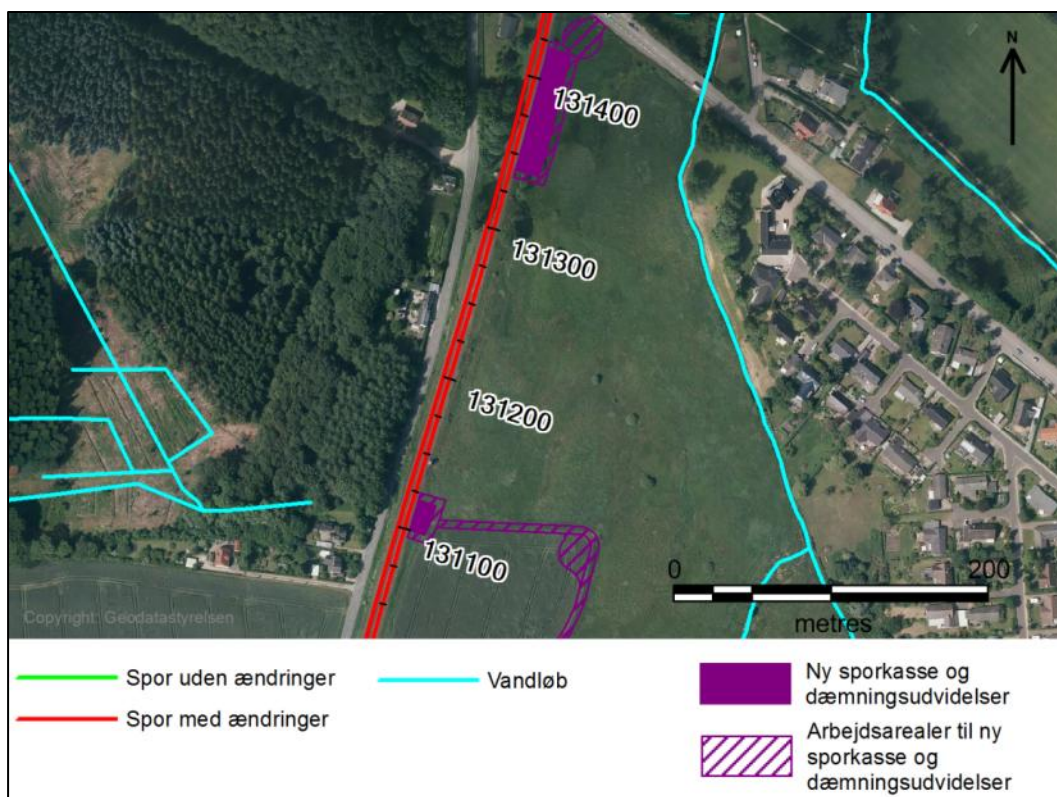
Dæmningsudvidelsen giver ikke anledning til behov for særlige klimasikrings-tiltag, så længe gennemløbet af Noring Møllebæk, vist på Figur 10, ikke reducerer vandføringskapaciteten. Det skal i den videre detailprojekteringsfase undersøges, om kapaciteten af gennemløbet er tilstrækkelig og ikke giver anledning til problemer med opstuvning, set i relation til forventede klimaændringer.



Figur 10. Planlagte ændringer, Km 130+425 – 130+520, Favrskov Kommune.

### Km 131+100 – 131+120 - Dæmningsudvidelse

Det skal sikres, at skybrudsvejen ikke ændres, samt at det gennemløb, der etableres ved ca. km 131+120, kan håndtere nuværende og fremtidige vandføringer, jf. Figur 11.



Figur 11. Planlagte ændringer, Km 131+100 – 131+420, Favrskov Kommune.

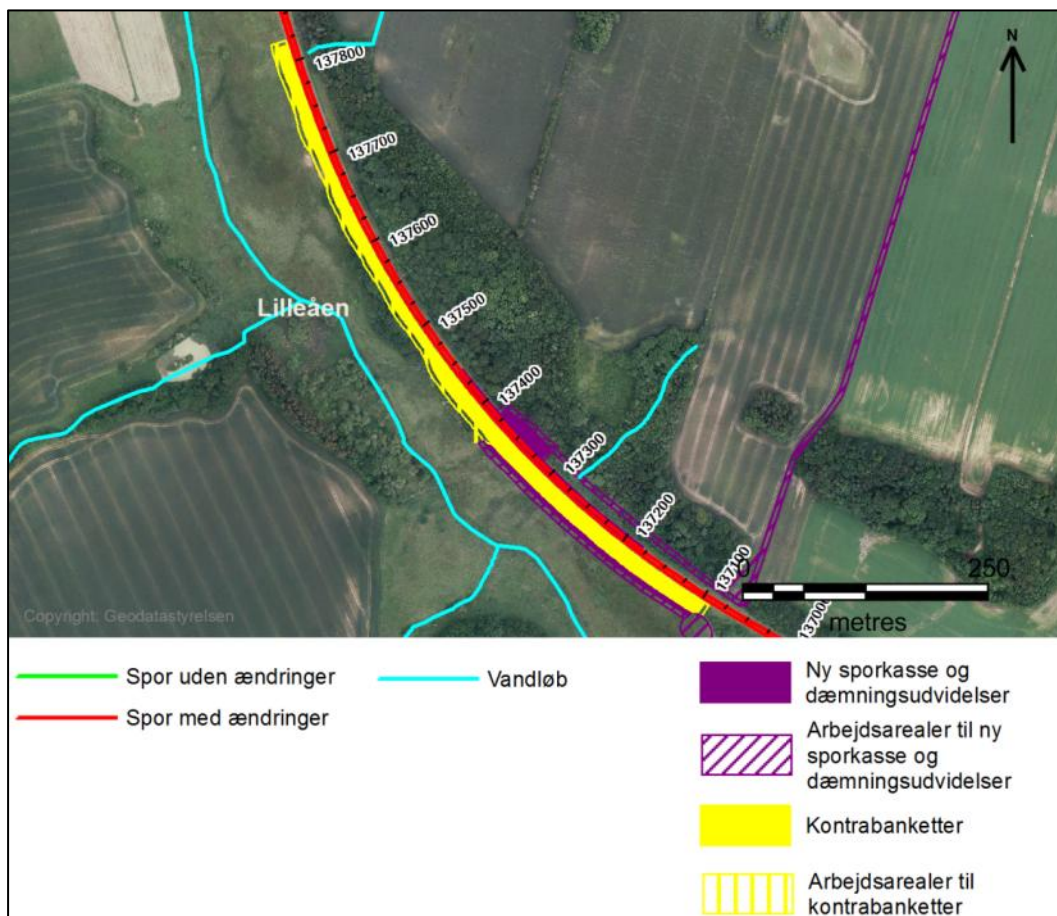
### Km 131+340 – 131+420 - Dæmningsudvidelse

Der er ikke behov for særlig klimasikring i forbindelse med dæmningsudvidelsen vist på Figur 11.

### Km 137+100 – 137+840 - Dæmningsudvidelse og kontrabanket

Det forøgede regnvandsbidrag fra kontrabanketten giver en øget tillidning af regnvand fra baneafvandingen til Lilleå, ved lave vandføringer. Ændringen er imidlertid så lille, at det ikke har betydning for vandløbet. Hastighedsforøgelsen ved den øgede udledning til Lilleå er desuden lavere end det vandløbet normalt oplever i f.eks. sommerrmiddel.

En del af dæmningsudvidelsen ligger i en lavning, jf. Figur 12, og vil i perioder med ekstrem nedbør kunne tilføre afvandingsystemet store mængder nedbør. Afvandingsystemet skal klimasikres til at kunne håndtere nedbørmængden.



Figur 12. Planlagte ændringer, Km 137+100 – 137+840, Favrskov Kommune.

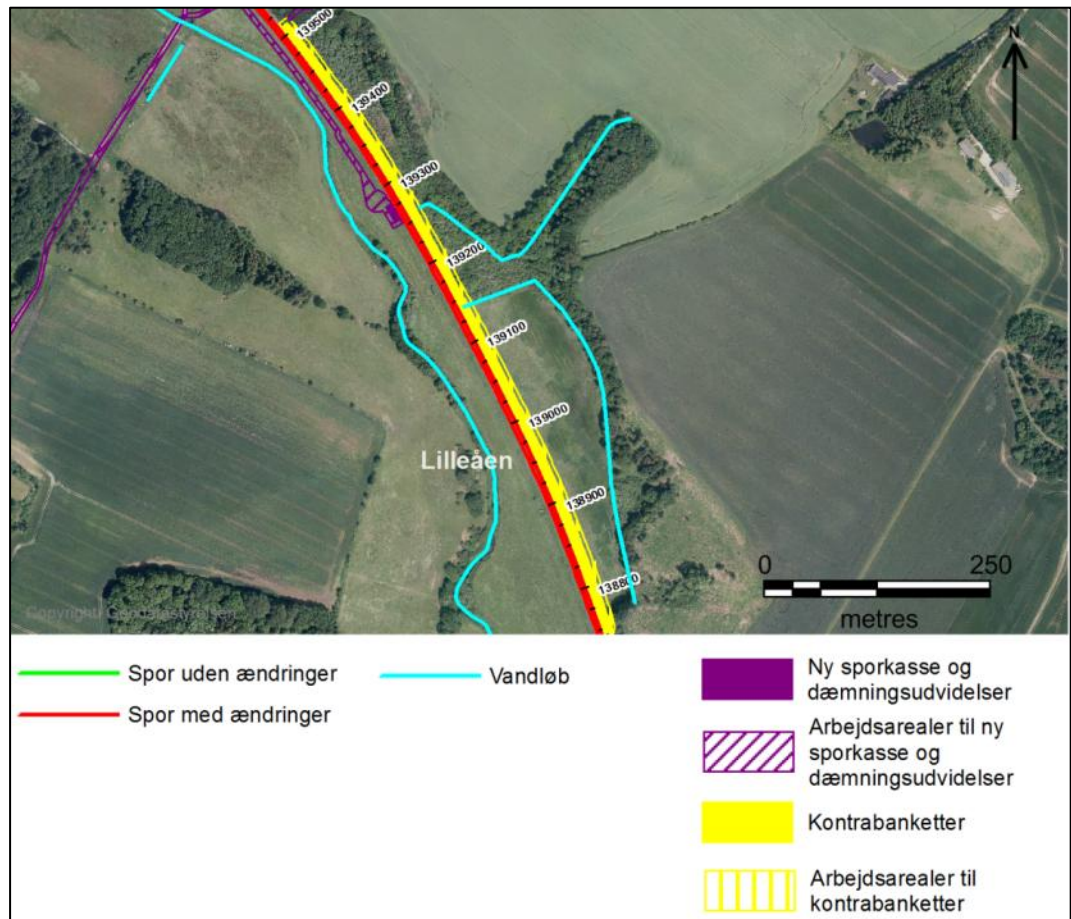
### Km 138+750 – 139+510 – Dæmningsudvidelse og kontrabanket

Dæmningsudvidelsen, vist på Figur 13, stiller ikke krav til udvidelse af banens afvandingsystem.

Det er sandsynligt at lavningen og den nuværende kapacitet i rørunderføring ved banen omkring km 139+280, vil forårsage vand omkring kontrabanketten. En del af kontrabanketudvidelsen mod nord er i en lavning. Det er dog ukendt, hvor godt området afvandes. Terrænmodel og ortofoto antyder, at området afvandes via grøfter til rørunderføring ved km 139+280.

I den videre detailprojekteringsfase er det væsentligt at sikre, at vandføringskapaciteten i gennemløbet ved banen ikke reduceres.

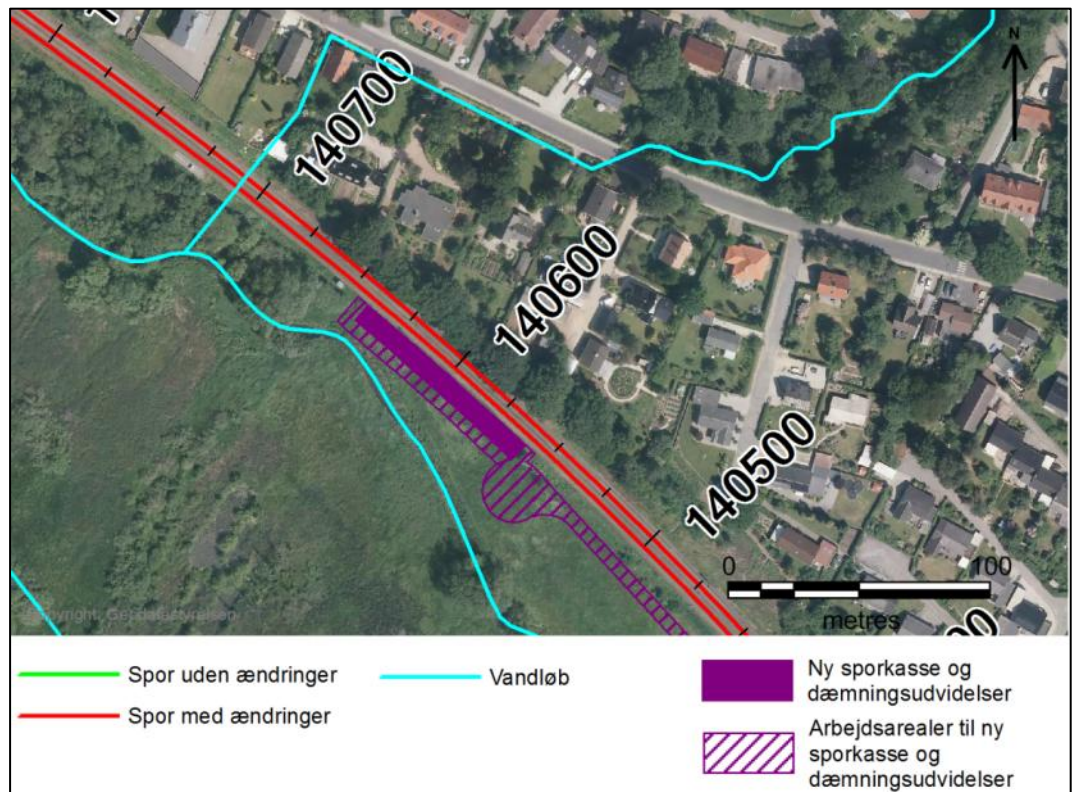
Lavningen vil i perioder med ekstrem nedbør kunne tilføre afvandingsssystemet store mængder nedbør. Afvandingssystemet skal klimasikres til at kunne håndtere nedbørsmængden.



Figur 13. Planlagte ændringer, Km 138+750 – 139+510, Favrskov Kommune.

### Km 140+560 – 140+640 - Dæmningsudvidelse

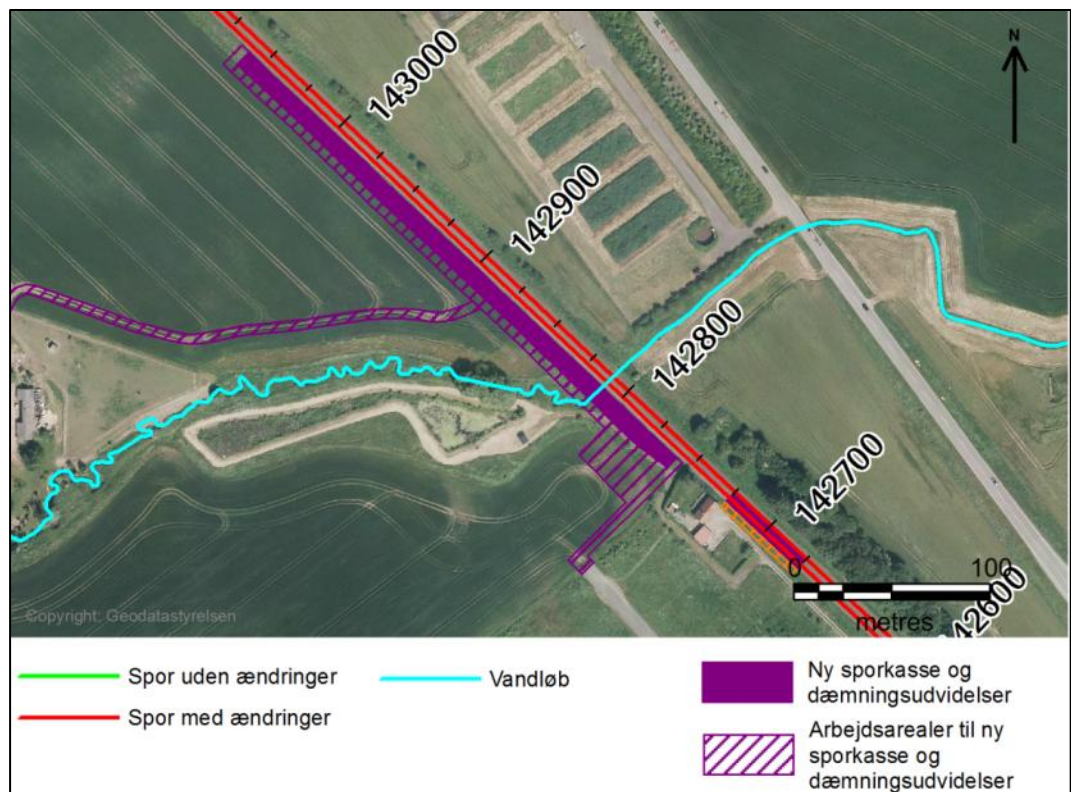
Der er ikke behov for særlig klimasikring i forbindelse med dæmningsudvidelsen, jf. Figur 14.



Figur 14. Planlagte ændringer, Km 140+560 – 140+640, Favrskov Kommune.

### Km 142+760 – 143+060 - Dæmningsudvidelse

Der er ikke behov for særlig klimasikring i forbindelse med dæmningsudvidelsen, vist på Figur 15, forudsat eksisterende gennemløb ikke reduceres i kapacitet.



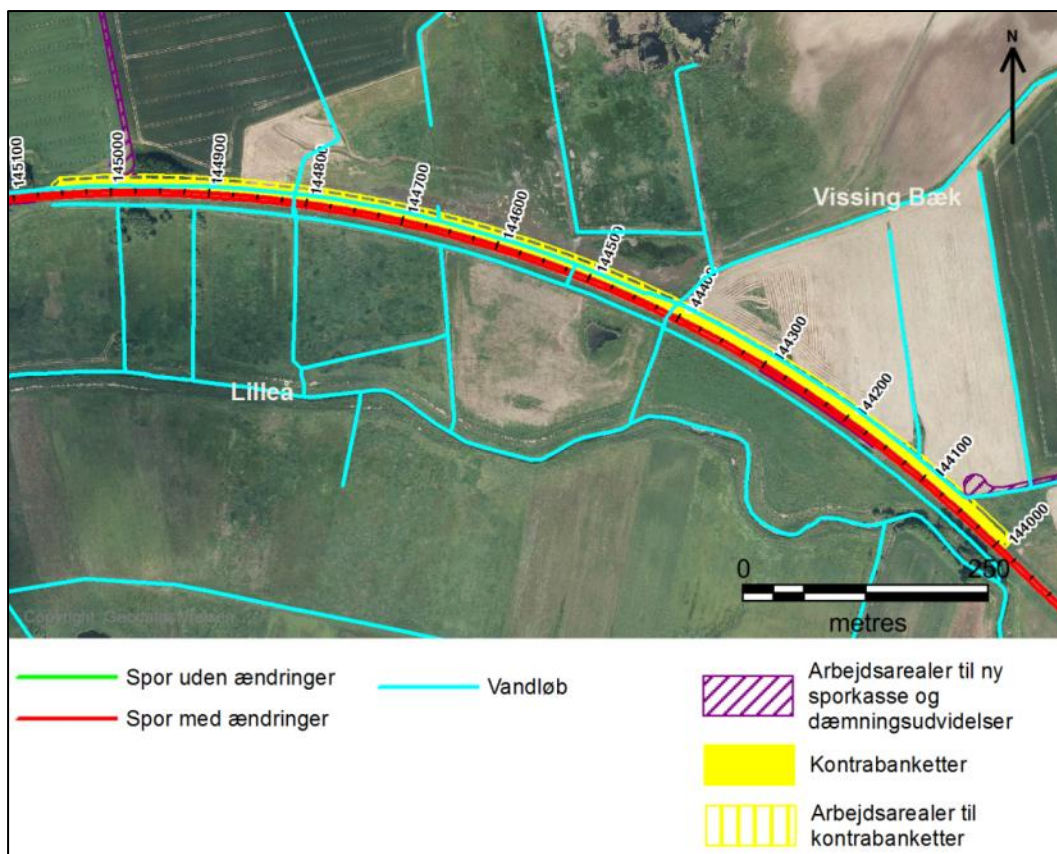
Figur 15. Planlagte ændringer, Km 142+760 + 143+060, Favrskov Kommune.



### Km 144+000 – 145+050 - Kontrabanket

Der er ikke behov for særlig klimasikring i forbindelse den udvidede kontrabanket, vist på Figur 16, forudsat udledninger primært sker til Lilleåen ved hjælp af mindre grøfter.

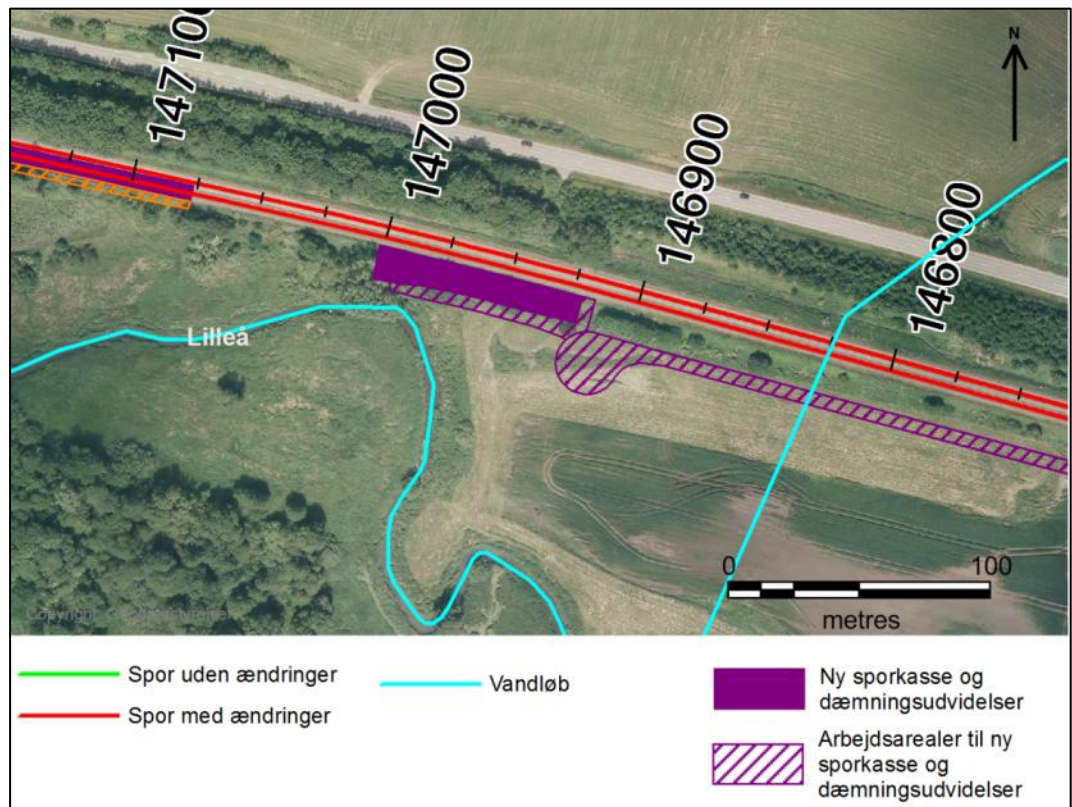
Såfremt hele udledningen sker til Vissing Bæk, skal udledningen forsinkes, da Vissing Bæk ikke har kapacitet nok til at håndtere udledningen.



Figur 16. Planlagte ændringer, Km 144+000 – 145+050, Favrskov Kommune.

Km 146+925 – 147+000 - Kontrabanket

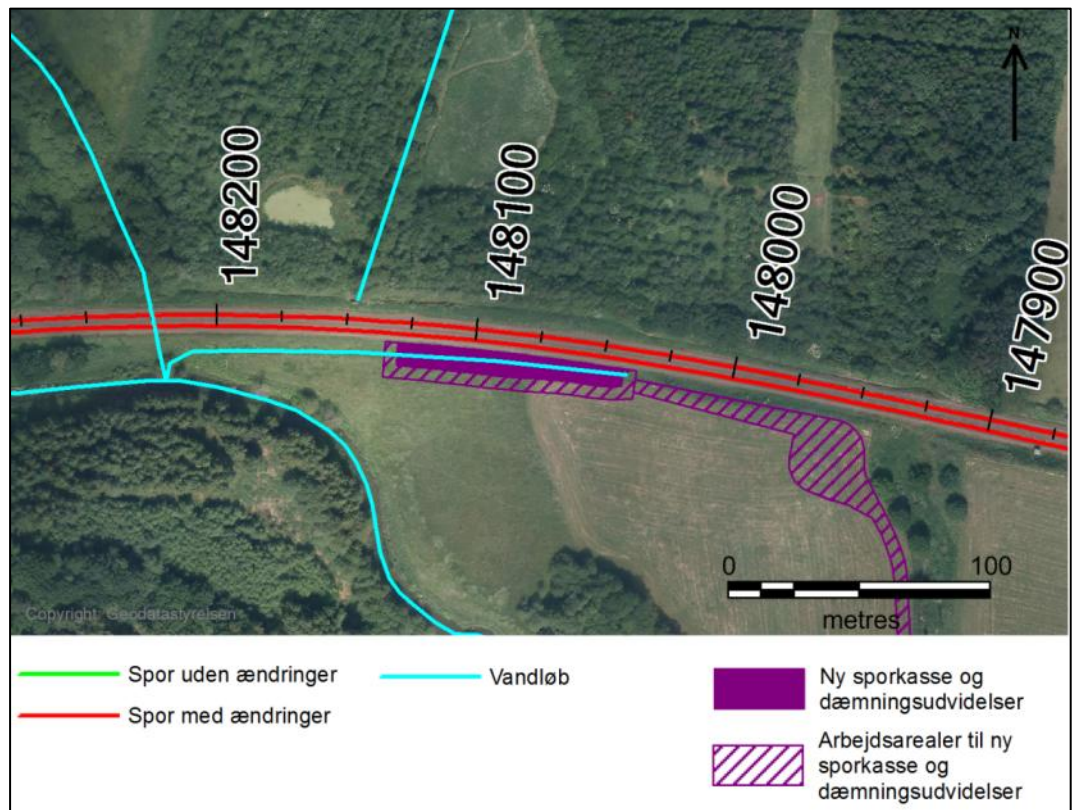
Der er ikke behov for særlig klimasikring i forbindelse med etablering af kontrabanketten, vist på Figur 17.



Figur 17. Planlagte ændringer, Km 146+925 – 147+000, Favrskov Kommune.

### Km 148+050 – 148+125 - Dæmningsudvidelse

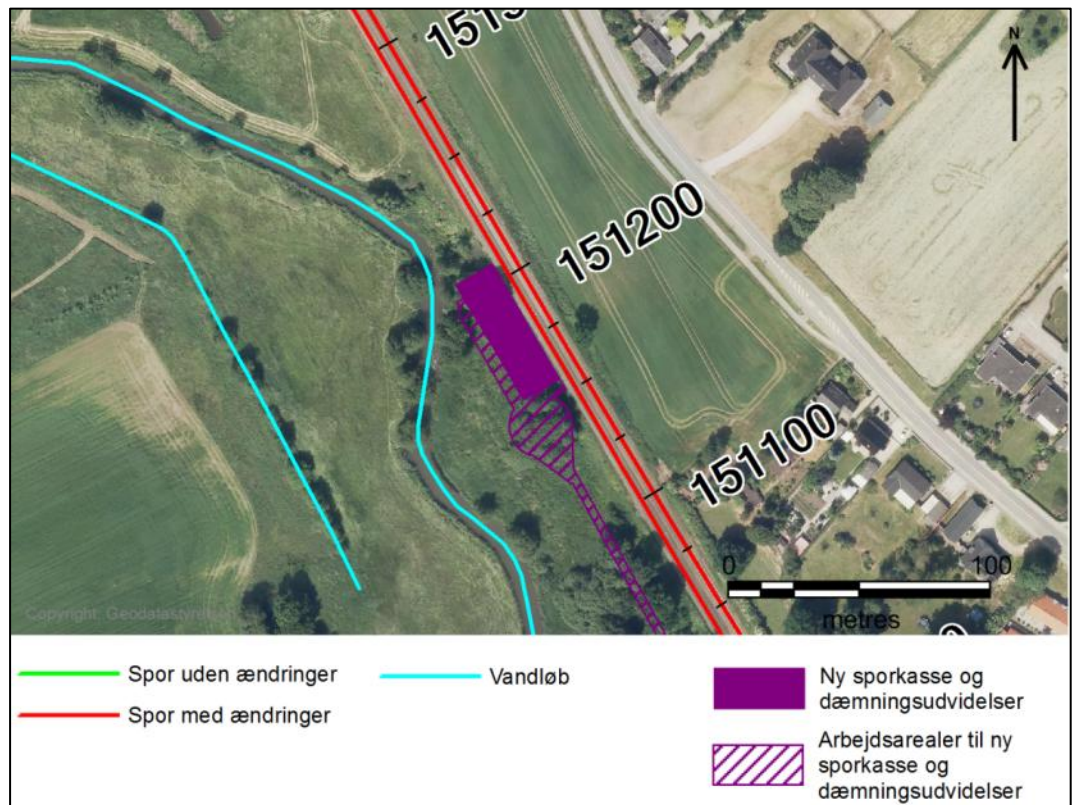
Der er ikke behov for særlig klimasikring i forbindelse med dæmningsudvidelsen, vist på Figur 18.



Figur 18. Planlagte ændringer, Km 148+050 – 148+125, Favrskov Kommune.

### Km 151+150 – 151+200 - Dæmningsudvidelse

Der er ikke behov for særlig klimasikring i forbindelse med dæmningsudvidelsen, vist på Figur 19.

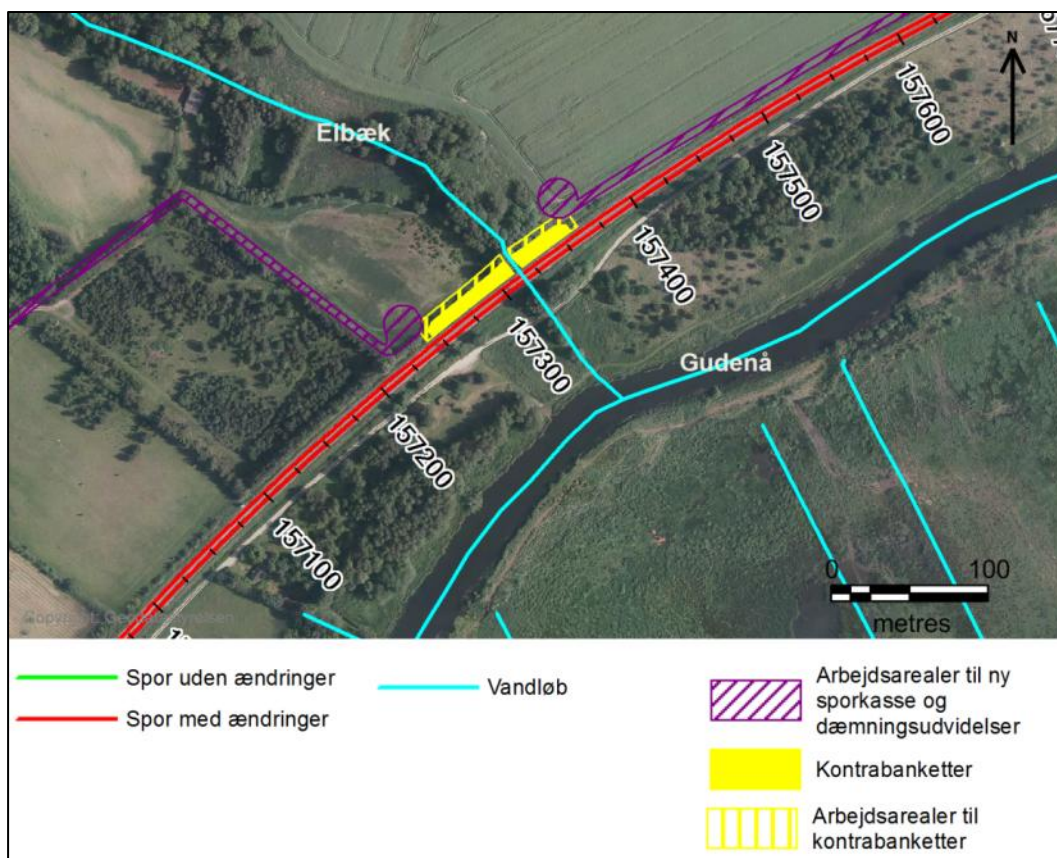


Figur 19. Planlagte ændringer, Km 151+150 – 151+200, Favrskov Kommune.

### 8.1.3.3 Delstrækning 3: Randers Kommune

#### Km 157+250 – 157+350 - Kontrabanket

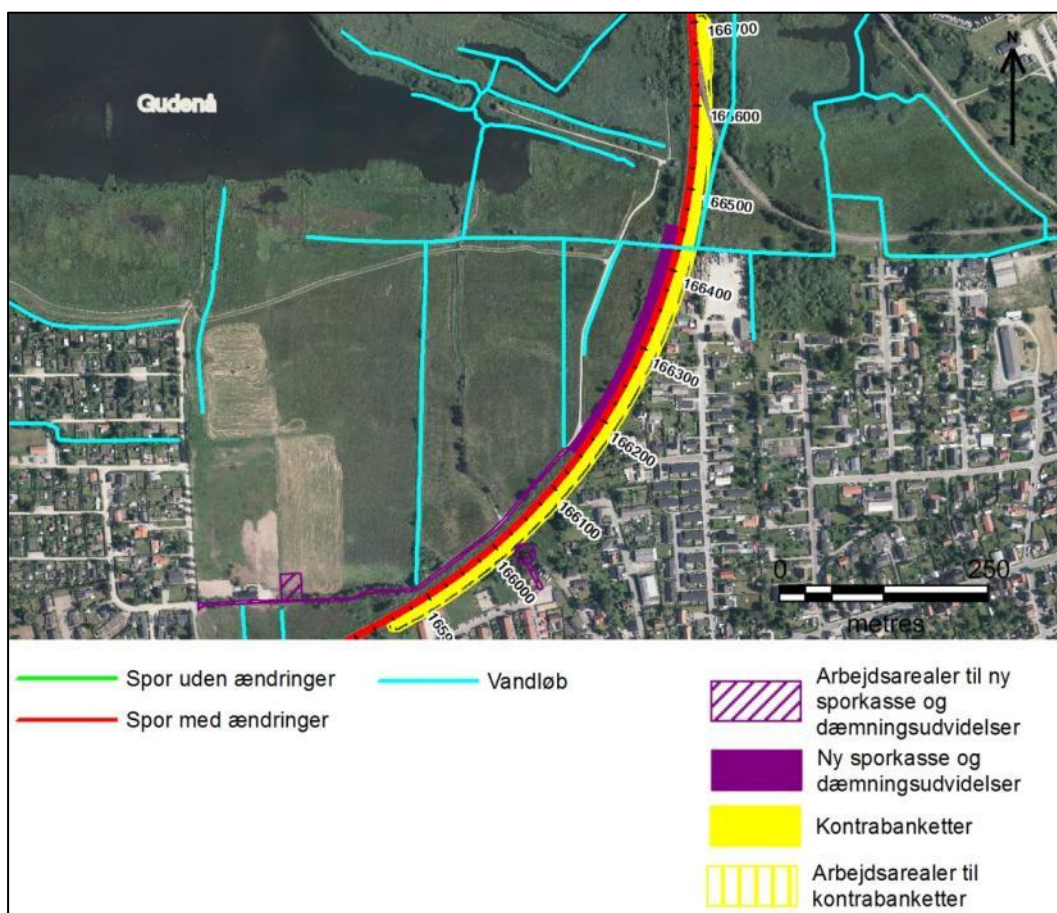
Det vurderes, at kontrabanketten, vist på Figur 20, ikke give anledning til en forøgelse af tilstrømningen til Elbæk, idet det eksisterende terræn, hvor kontrabanketten anlægges, allerede afvander til banens arealer. Området kan blive påvirket af høj vandstand i Randers Fjord, hvilket skal undersøges nærmere i detailprojekteringsfasen.



Figur 20. Planlagte ændringer, Km 157+250 – 157+350, Randers Kommune.

### Km 165+850 – 166+700 - Kontrabanket

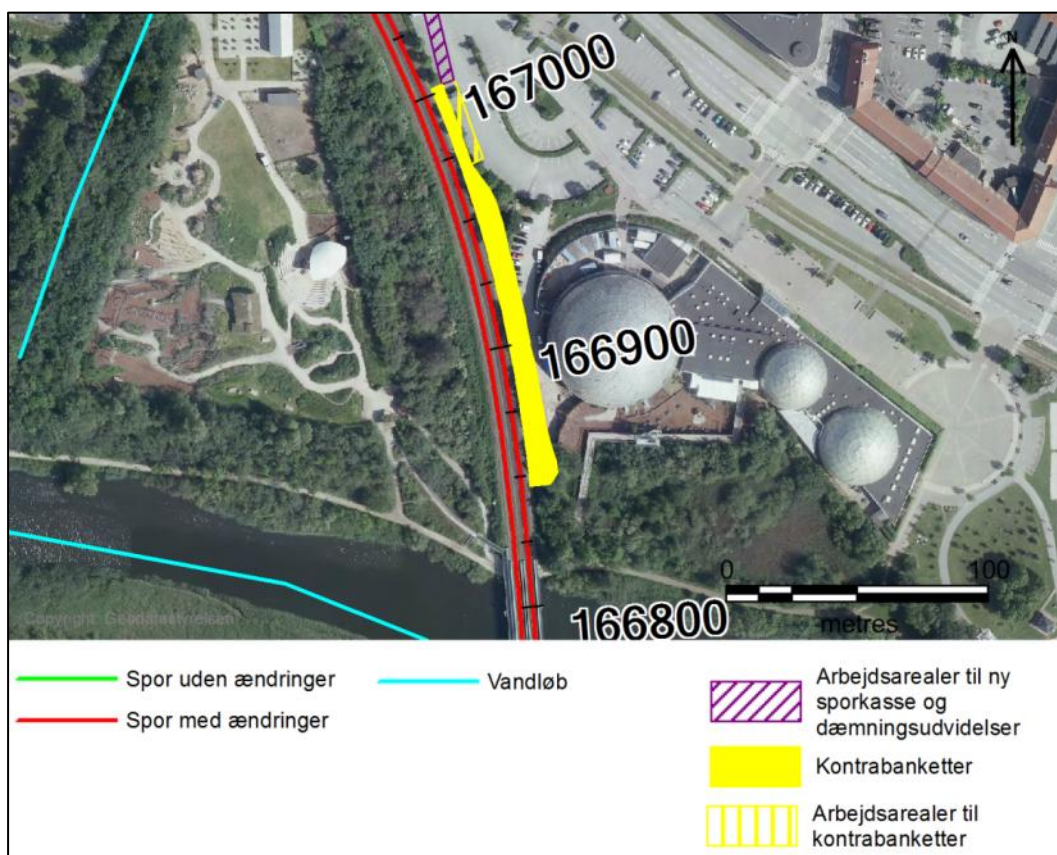
Der er ikke behov for klimasikring i forbindelse med etablering af kontrabanketten, vist på Figur 21. Udledningen sker til Gudenåen.



Figur 21. Planlagte ændringer, Km 165+850 – 166+700, Randers Kommune.

### Km 166+850 – 167+000 - Kontrabanket

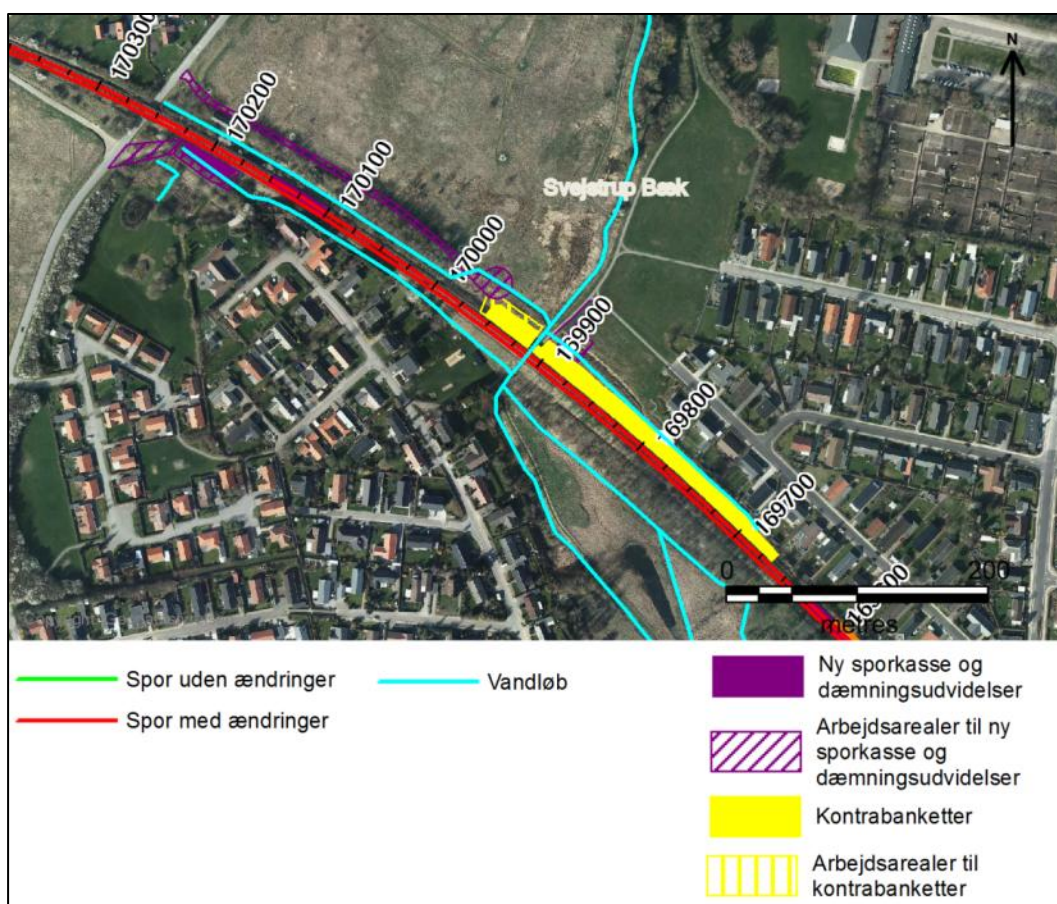
Der er ikke behov for klimasikring i forbindelse med etablering af kontrabanketten, vist på Figur 22. Udledningen sker til Gudenåen.



Figur 22. Planlagte ændringer, Km 166+850 – 167+000, Randers Kommune.

### Km 169+660 – 169+955 - Kontrabanket

Det vurderes, at kontrabanketten, vist på Figur 23, ikke giver anledning til en forøgelse af vandmængden til Svejstrup Bæk. Det eksisterende terræn hvor kontrabanketterne anlægges, afvander allerede til banens arealer.



Figur 23. Planlagte ændringer, Km 169+660 – 170+220, Randers Kommune.

### Km 170+180 – 170+220 - Dæmningsudvidelse

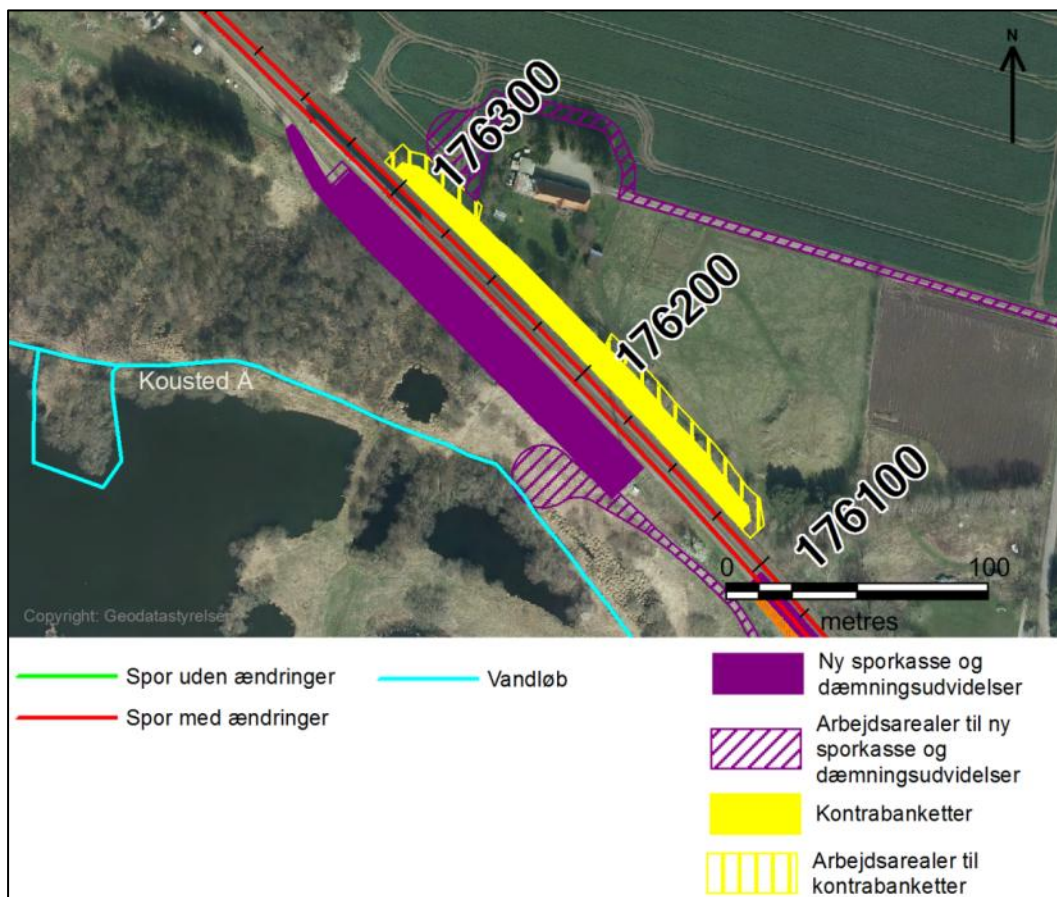
Dæmningsudvidelsen, vist på Figur 23, ligger i en lavning, og vil i perioder med ekstrem nedbør kunne tilføre afvandingsystemet store mængder nedbør. Afvandingsystemet skal klimasikres til at kunne håndtere nedbørmængden.



Km 176+100 – Km 176+350 - Dæmningsudvidelse og kontrabanket  
Dæmningsudvidelsen, vist på Figur 24, stiller ikke krav til udvidelse af banens afvandingsystem.

Det vurderes, at kontrabanketten ikke giver anledning til en forøgelse af tilstrømningen til Kousted Å, da arealet allerede afvander til åen.

Kontrabanketten og dæmningsudvidelsen ligger dog i en lavning, og vil i perioder med ekstrem nedbør kunne tilføre afvandingsystemet store mængder nedbør. Afvandingsystemet skal klimasikres til at kunne håndtere nedbørmængden.



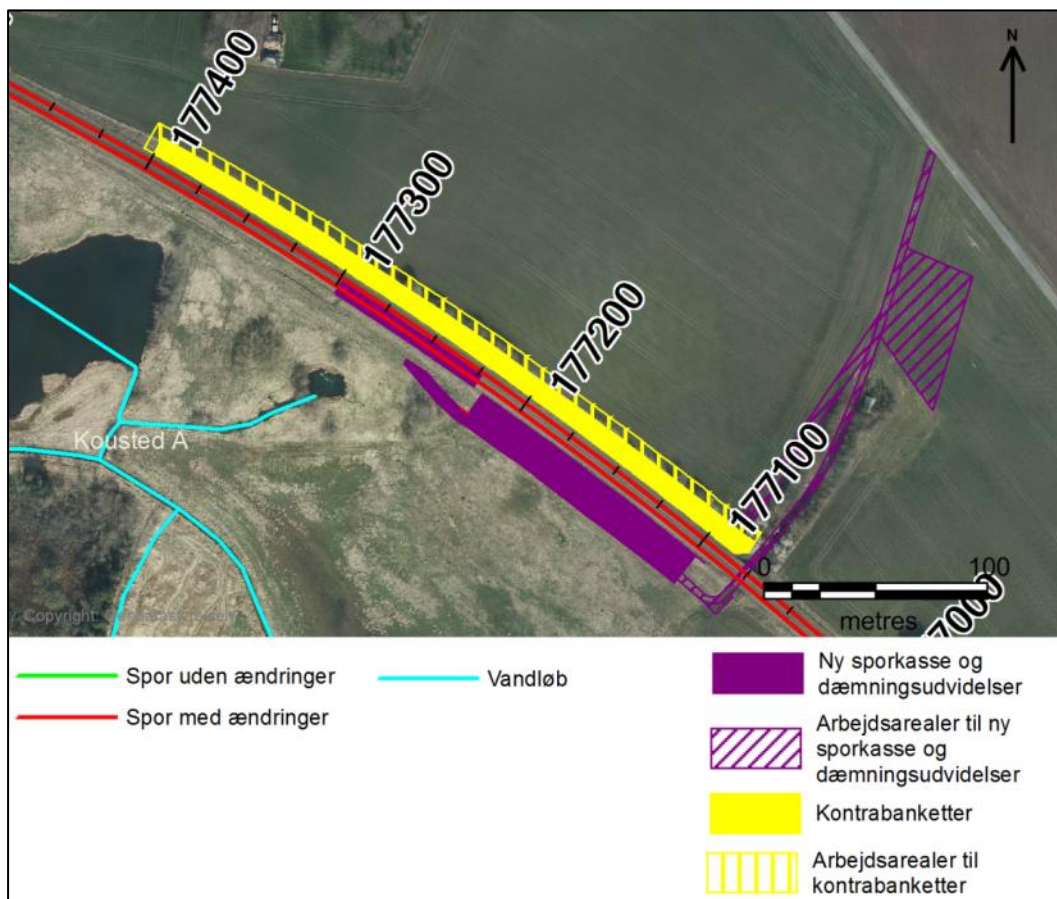
Figur 24. Planlagte ændringer, Km 176+100 – 176+350, Randers Kommune.

### Km 177+080 – 177+400 – Dæmningsudvidelse og kontrabanket

Dæmningsudvidelsen, vist på Figur 25, stiller ikke krav til udvidelse af banens afvandingsystem.

Det vurderes, at kontrabanketten ikke giver anledning til en forøgelse af tilstrømningen til Kousted Å, da arealet allerede afvander til åen.

Kontrabanketten og dæmningsudvidelsen ligger i en lavning og vil i perioder med ekstrem nedbør kunne tilføre afvandingsystemet store mængder nedbør. Afvandingsystemet skal klimasikres til at kunne håndtere nedbørsmængden.

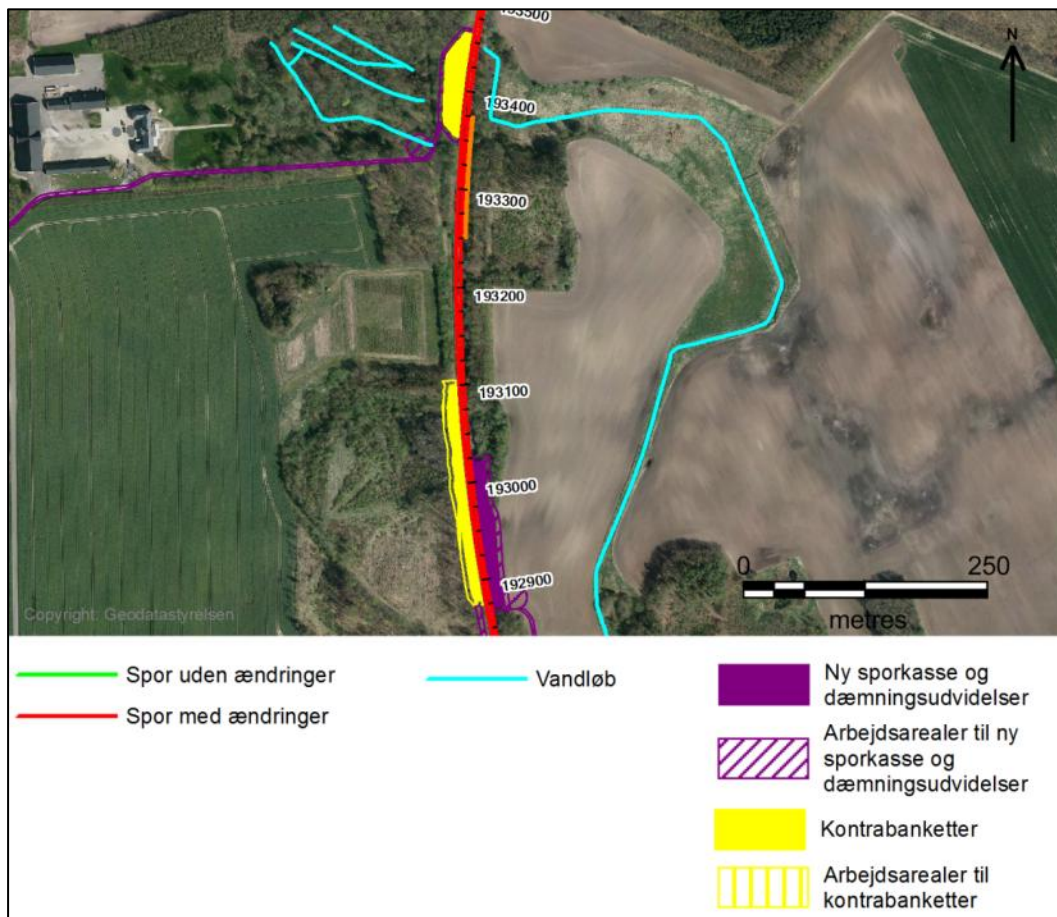


Figur 25. Planlagte ændringer, Km 177+080 – 177+400, Randers Kommune.

### 8.1.3.4 Delstrækning 4: Mariagerfjord Kommune

Km 192+870 – 193+100 og 193+350 – 193+460 - Kontrabanket

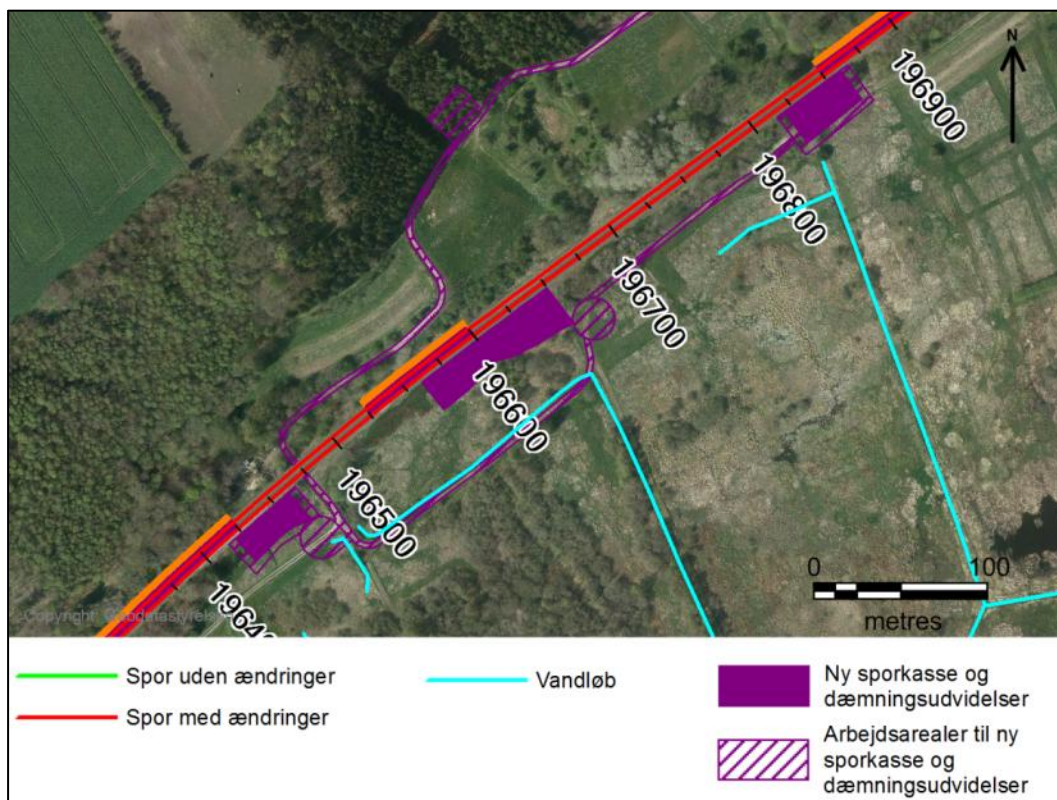
Der er umiddelbart risiko for påvirkning af vandføringen i vandløbet i forbindelse med kontrabanketterne, vist på Figur 26, hvis ikke udledning forsinkes. Dette skal undersøges nærmere i de senere projektfaser.



Figur 26. Planlagte ændringer, Km 192+870 – 193+460, Mariagerfjord Kommune.

### Km 196+400 – 196+900 - Dæmningsudvidelse

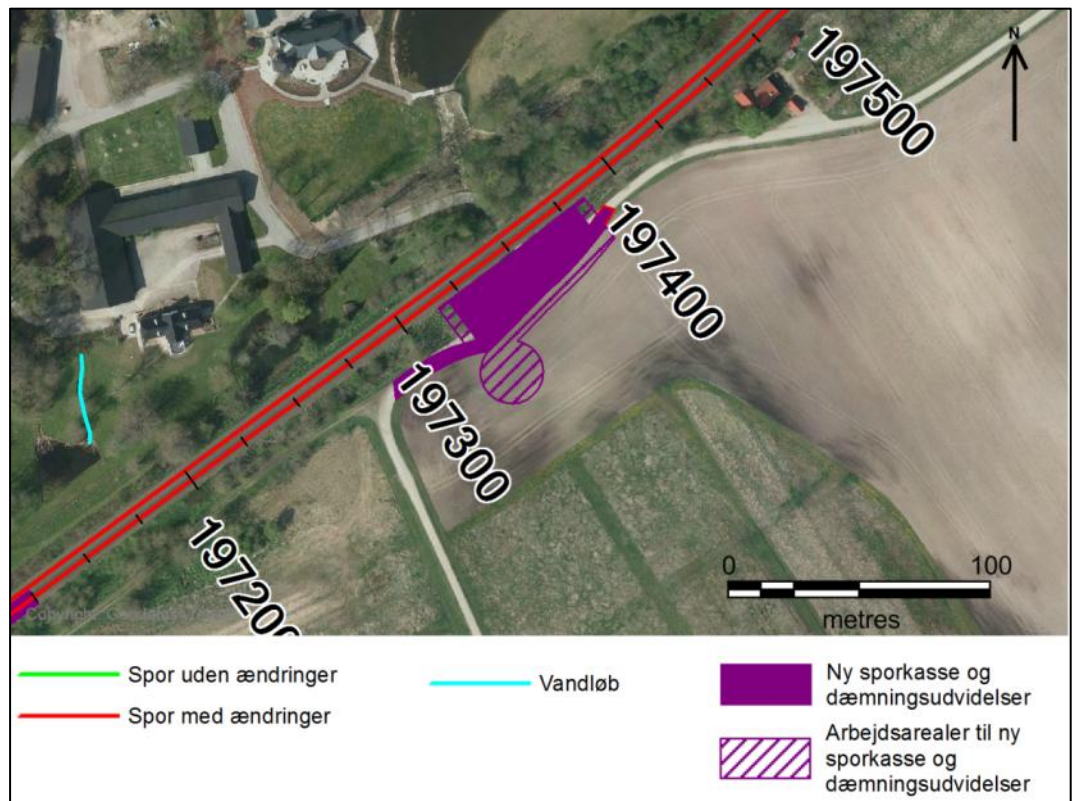
Der er ikke behov for klimasikring i forbindelse med dæmningsudvidelserne på strækningen, vist på Figur 27.



Figur 27. Planlagte ændringer, Km 196+400 – 196+900, Mariagerfjord Kommune.

### Km 197+300 – 197+400 - Dæmningsudvidelse

Der er ikke behov for klimasikring i forbindelse med dæmningsudvidelsen, vist på Figur 28.

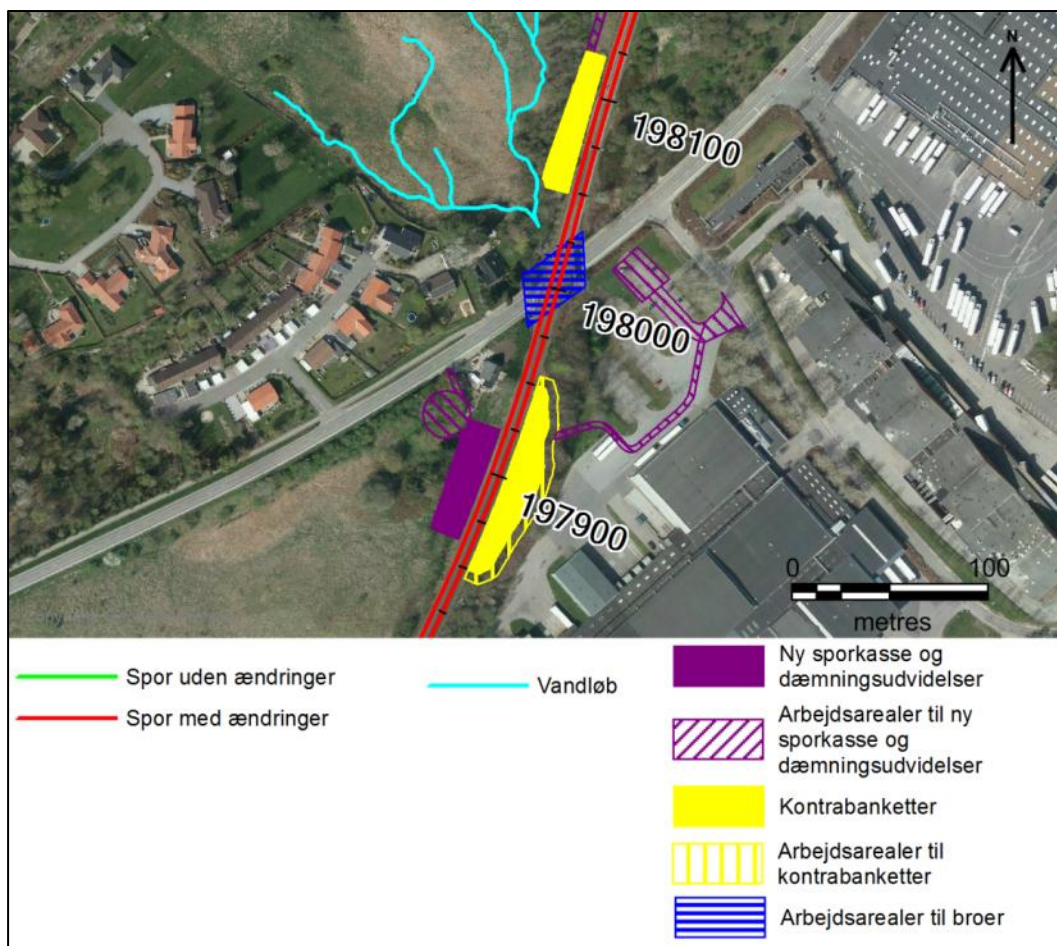


Figur 28. Planlagte ændringer, Km 197+300 – 197+400, Mariagerfjord Kommune.

### Km 197+850 – 197+950 og 198+050 – 198+125 - Kontrabanket

Det vurderes, at kontrabanketterne, vist på Figur 29, ikke giver anledning til en forøgelse af tilstrømning til de mindre vandløb i området.

Kontrabanketten ligger i en lavning og vil i perioder med ekstrem nedbør kunne tilføre afvandingsystemet store mængder nedbør. Afvandingsystemet skal klimasikres til at kunne håndtere nedbørsmængden.



Figur 29. Planlagte ændringer, Km 197+850 – 198+125, Mariagerfjord Kommune.

## 8.2 Afværgeforanstaltninger i driftsfasen

---

Der skal indhentes udledningstilladelse for samtlige udledninger til recipienter, hvor der ændres væsentligt på udledningen i forhold til de eksisterende forhold. I den forbindelse kan kommunerne sætte krav om at der etableres forsinkelsesvolumen for at reducere den fremtidige hydrauliske belastning af recipienter, evt. svarende til den naturlige afstrømning. Det anbefales at anlægge forsinkelsesvolumenet som grøftebassiner, hvor selve forsinkelsesvolumenet anlægges som ekstra volumen i grøfterne. Hermed reduceres udfordringerne ved at finde egnede arealer til regnvandsbassiner, og der kan forholdsvis enkelt anlægges mindre forsinkelsesvolumener.

Banegrøfternes vandføringsevne kontrolberegnes ved dimensioneringen i detailplanlægningen. Der foretages klimasikring ved at dimensionere efter en indregnet klimafaktor. Det er ikke besluttet på nuværende tidspunkt, hvilken klimafaktor der skal anvendes. Her anbefales at fastsætte klimafaktor på baggrund af Skrift 30 /10/.

I forbindelse med hastighedsopgraderingen øges vandmængden til recipienterne kun i meget begrænset omfang. Dette skyldes at regnvandsbidraget fra etablering af kontrabanketter og dæmningsudvidelser, er begrænset i forhold til det samlede regnvandsbidrag fra baneanlægget. Behovet for forsinkelsesvolumen som direkte konsekvens af hastighedsopgraderingen forventes dermed generelt at være minimalt.

Hvor banen er beliggende i et lavpunkt, undersøges det nærmere i detailprojekteringsfasen, om afvandingsystemet skal tilpasses og evt. suppleres med drænpumper.

Ved underføringer af broer skal det sikres, at afvandingsystemet er klimasikret til at kunne håndtere ekstra nedbør fra skråninger, samt at regnvandet kan ledes væk fra en evt. lavning under broen.

Afvandingssystemerne skal dimensioneres ved anvendelse af klimafaktorer, der tager højde for den øgede nedbørsintensitet indenfor banens levetid. Hvor baneafvanding sker via grøfter, kan disse sidenhen udvides i takt med at klimaændringerne indtræffer. Ved denne løsning skal det sikres, at der er reserveret areal til udvidelsen. Hvor baneafvandingen sker i rør og hvor denne ændres som følge af hastighedsopgraderingen, f.eks. gennem urbane områder, bør baneafvandingen opgraderes i kapacitet svarende til klimafaktorer gældende for rørenes forventede levetid (typisk 75-100 år).

Øget nedbør øger generelt vandføringen i vandløbene. Ved projektering af rørlagte 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 ligeledes have kapacitet til at en øget afstrømning svarende til 10-20 % på årsbasis /26/.

## **8.3 Konsekvensvurderinger for driftsfasen**

---

Det vurderes, at hastighedsopgraderingen ikke ændrer væsentligt på behovet for klimatilpasning af afvandingen eller for risikoen for oversvømmelser grundet høj grundvandsstand, ekstremregn eller stormfloder. Uanset om hastighedsopgraderingen gennemføres eller ej, vil der være et fremtidigt behov for klimasikring af banen, herunder afvandingen. Dele af denne klimatilpasning kan med fordel gennemføres i forbindelse med hastighedsopgraderingen på de strækninger, hvor der skal udføres ændringer.

Effektivt vedligehold af grøfter og dræn samt en eventuel justering af dimensioneringen af den interne afvanding vil ligeledes sikre mod oversvømmelser grundet forventede øgede regnmængder i fremtiden.



# 9 Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i anlægs- og driftsfasen af Tilvalget

## 9.1 Påvirkninger i anlægsfasen

---

Klimapåvirkning, afværgeforanstaltninger og konsekvensvurderinger i anlægsfasen vurderes at være de samme som for *Grundløsningen*, jf. afsnit 7.1, 7.2 og 7.3.

## 9.2 Påvirkninger i driftsfasen

---

De væsentligste påvirkninger fra klimaændringer vurderes at være de samme som for *Grundløsningen*, dvs. øgede nedbørsmængder, med risiko for oversvømmelser, ændrede strømningsveje og øget tilstrømning. Desuden kan klimaændringerne medføre stigende grundvandsstand og ændring i grundvands-tilførslen til banens interne afvandingsystem.

I forhold til nye sporkasser og ændringer af broer ved baneunderføringer, er der ingen væsentlige ændringer i forhold til *Grundløsningen*, jf. afsnit 8.1.1 og 8.1.2.

### 9.2.1 Bro

Som konsekvens af kurveudretningerne i *Tilvalget* sker der sideflytning af sporene som påvirker den eksisterende underføring ved Viborg Landevej. Da banen føres over vejen, forøges risikoen for oversvømmelser af overføringen ikke i forhold til nuværende forhold, men det anbefales at afvandingen opgraderes, så denne klimasikres.

I forbindelse med hastighedsopgraderingen gennemføres der ændringer ved vejunderføringen angivet i Tabel 6.

Stationering	Vejunderførsel	Kommune
Km 189+645	UF Viborg Landevej	Mariagerfjord Kommune

Tabel 8. Underføring med ændringer i *Tilvalget*.

### 9.2.2 Kurveudretninger

De vurderede påvirkninger af kurveudretningerne med tilhørende etablering af kontrabanketter og dæmningsudvidelser er opsummeret i Tabel 8. Påvirkningerne berører kun to af de delstrækninger i hhv. Randers og Mariagerfjord kommune. Metoden til analyserne er beskrevet i kapitel 4.4.

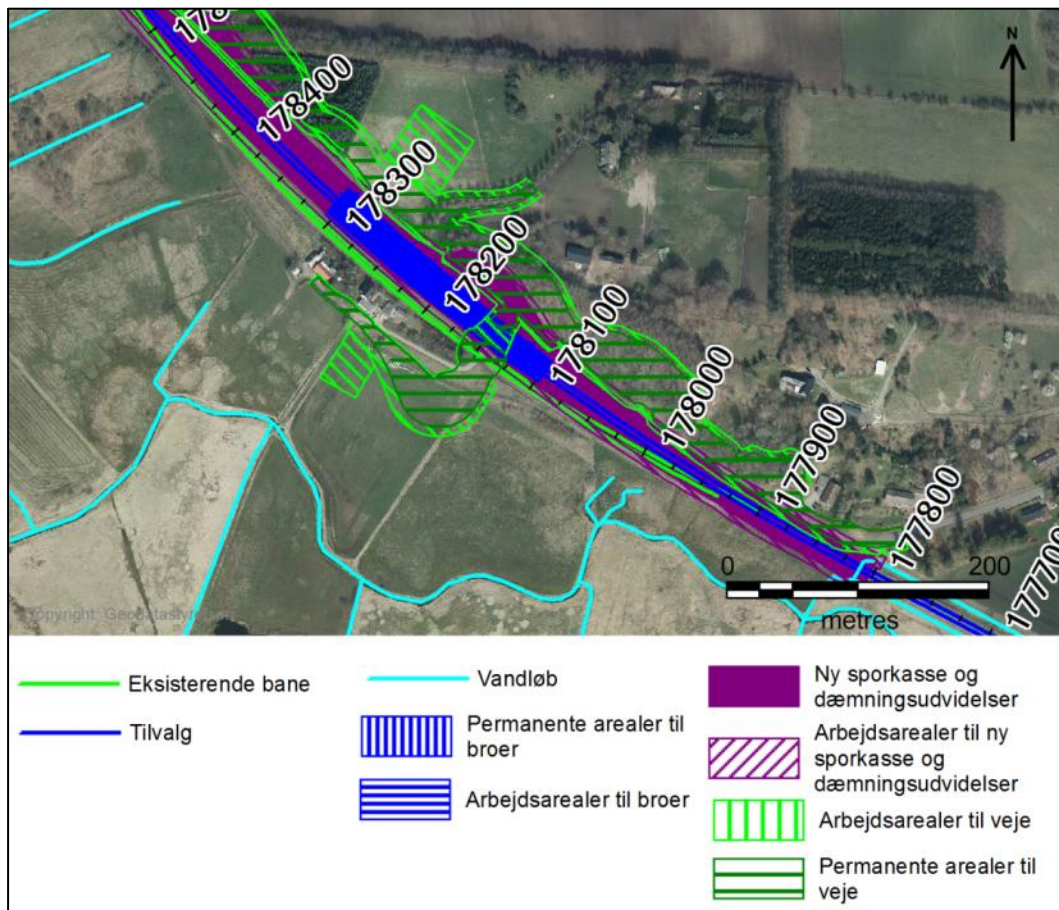
<b>Kilometrering</b>	<b>Beskrivelse</b>
<b>Delstrækning 3: Randers Kommune</b>	
177+800-178+800	Ved kurveudretningen må eksisterende strømningsveje ikke blive blokeret, og grøfterne langs udvidelsen skal sikres til at kunne håndtere fremtidige nedbørsmængder.
<b>Delstrækning 4: Mariagerfjord Kommune</b>	
183+565-185+075	Ved etablering af kurveudretningen skal det sikres, at der fortsat er passage for oplandsvand.
188+640-189+760	Ved etablering af kurveudretningen skal det sikres, at strømningsveje ikke afbrydes og resulterer i lavningsdannelse ved dæmningsudvidelse.
191+250-192+460	Ved etablering af kurveudretningen skal det sikres, at gennemløb anlægges i en dimension, der kan håndtere nuværende og fremtidige overfladevandmængder. Dæmningsudvidelse i Km 191+600-191+700 sker i lavning og vil i perioder med ekstrem nedbør kunne tilføre afvandingssystemet store mængder nedbør. Afvandingssystemet skal klimasikres til at kunne håndtere nedbørsmængden.

*Tabel 9. Påvirkninger i driftsfasen ved etablering af kontrabanketter og dæmningsudvidelser.*

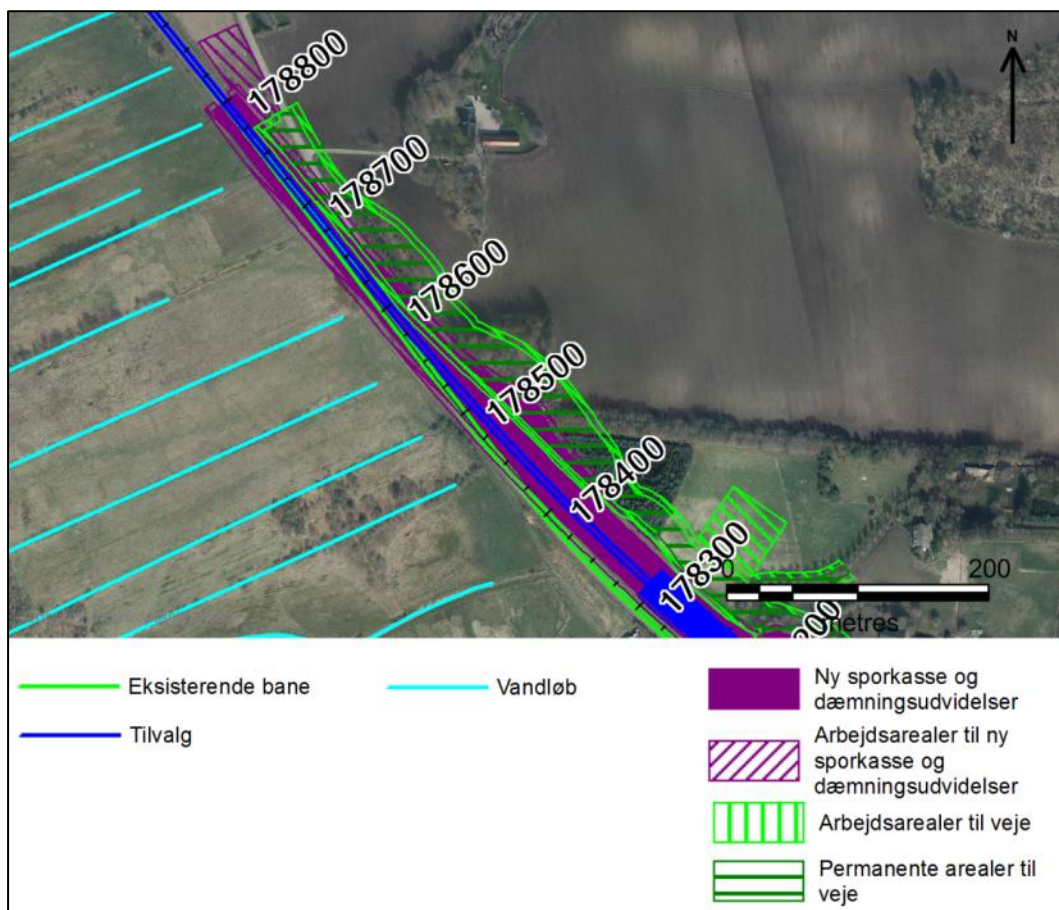
### 9.2.2.1 Delstrækning 3: Randers Kommune

#### Km 177+800 – 178+800 - Kurvedretning

Ved kurvedretningen, vist på Figur 30 og Figur 31, skal eksisterende strømningsveje opretholdes, ved at forlænge stenkister eller underføring af vandløb. Desuden skal grøfterne langs udvidelsen sikres til at kunne håndtere fremtidige nedbørsmængder.



Figur 30. Ændringer i forbindelse med Tilvalg, Km 177+700 – 178+400, Randers Kommune.

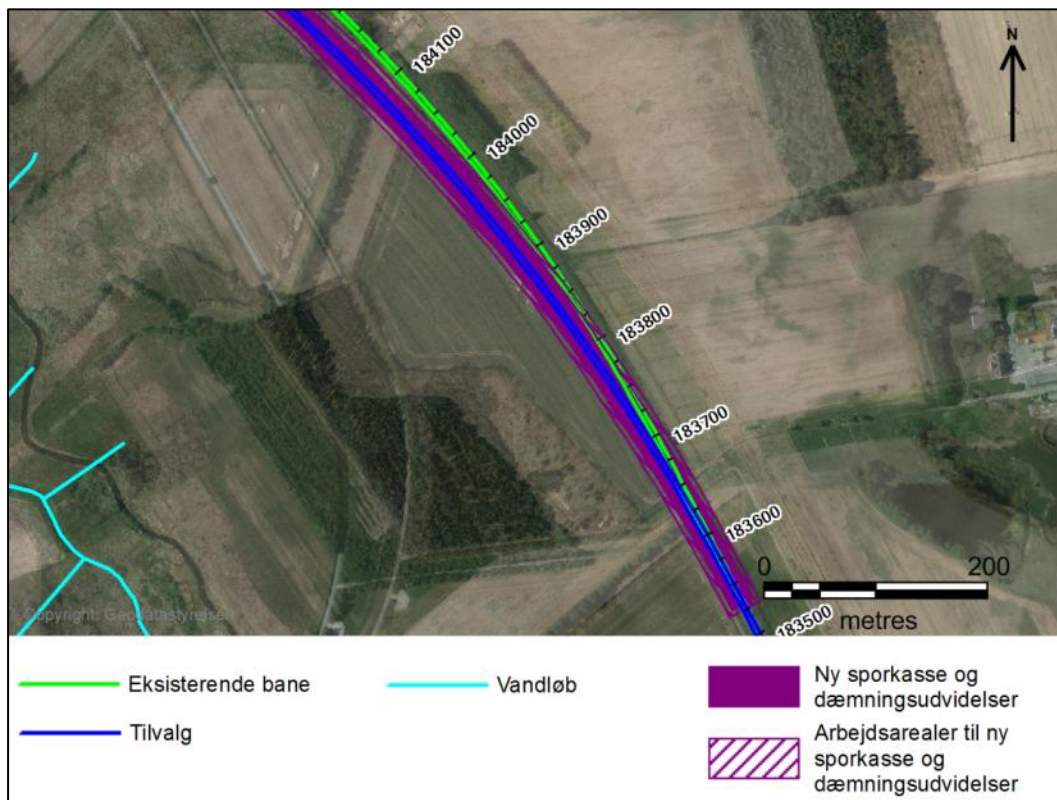


Figur 31. Ændringer i forbindelse med Tilvalg, Km 178+400 – 178+800, Randers Kommune.

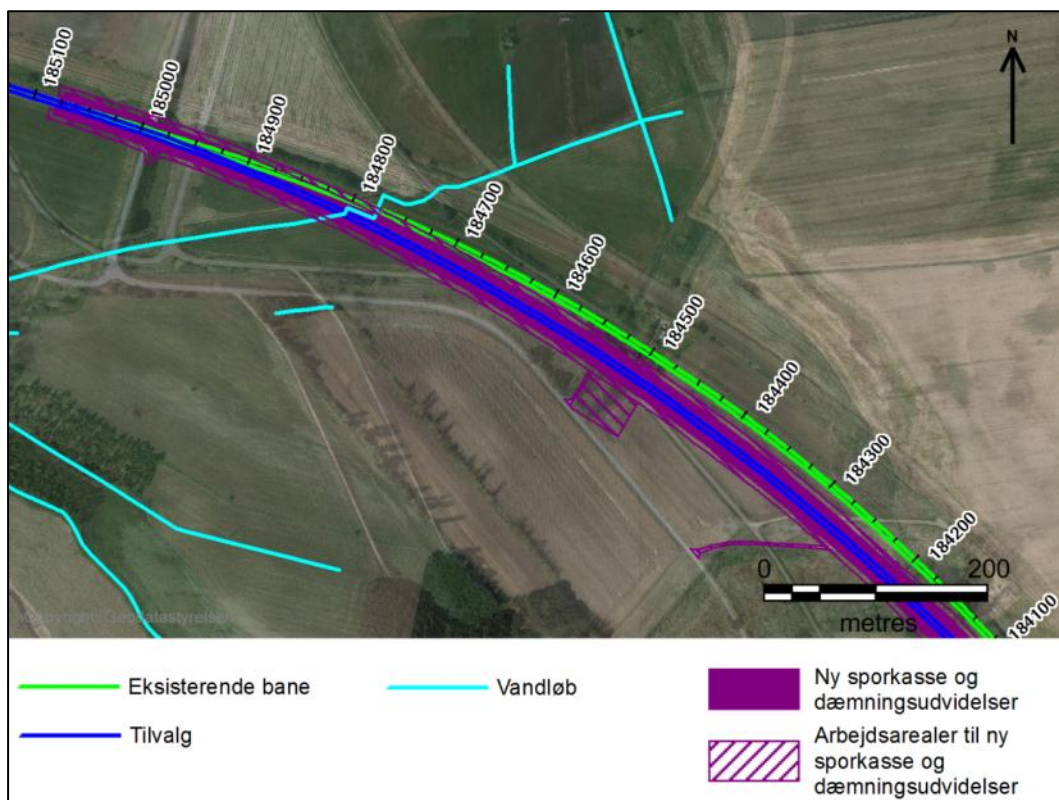
### 9.2.2.2 Delstrækning 4: Mariagerfjord Kommune

#### Km 183+565 – 185+075 - Kurveudretning

Ved etablering af kurveudretningen, vist på Figur 32 og Figur 33, skal de eksisterende strømningsveje opretholdes, ved at forlænge stenkister eller underføring af vandløb.



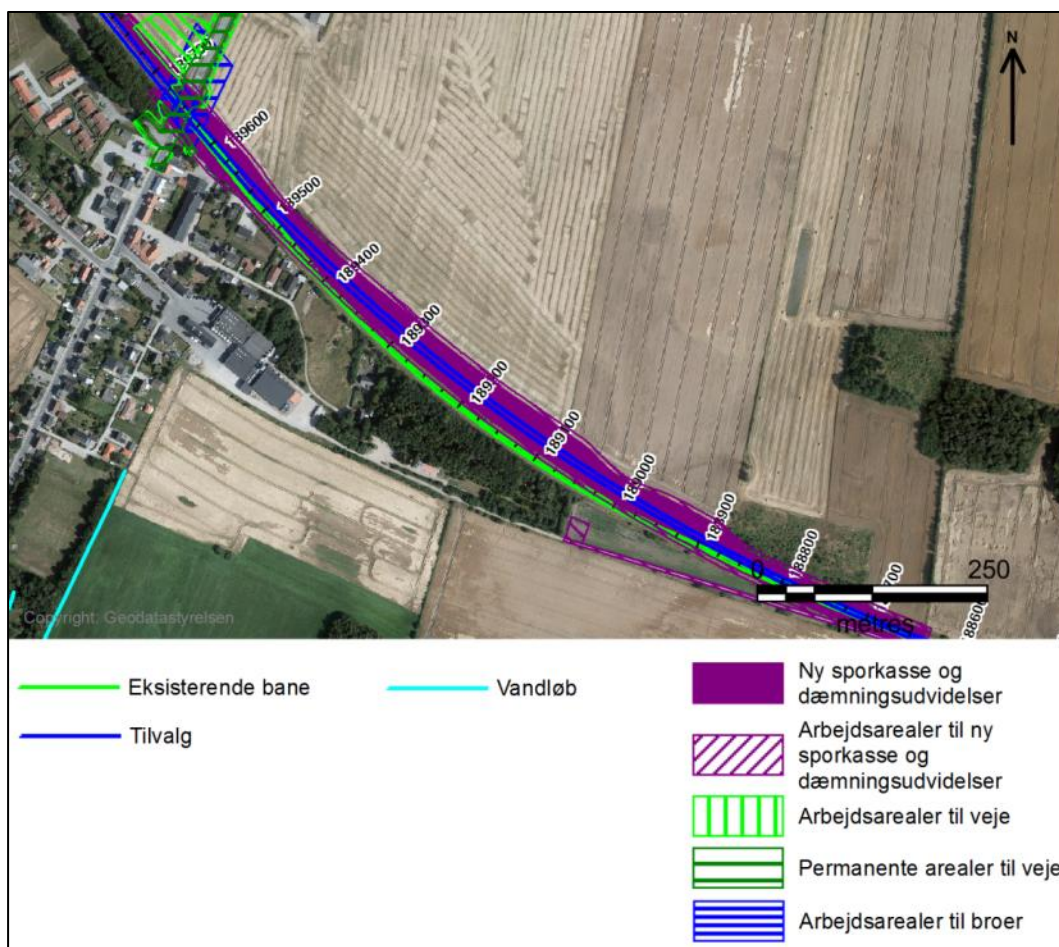
Figur 32. Ændringer i forbindelse med Tilvalg, Km 183+565 – 184+100, Mariagerfjord Kommune.



Figur 33. Ændringer i forbindelse med Tilvalg, Km 184+100 – 185+075, Mariagerfjord Kommune.

### Km 188+640 – 189+760 - Kurvedretning

Ved etablering af kurvedretningen, vist på Figur 34, skal det sikres, at strømingsveje opretholdes, ved at forlænge stenkister eller underføring af vandløb.

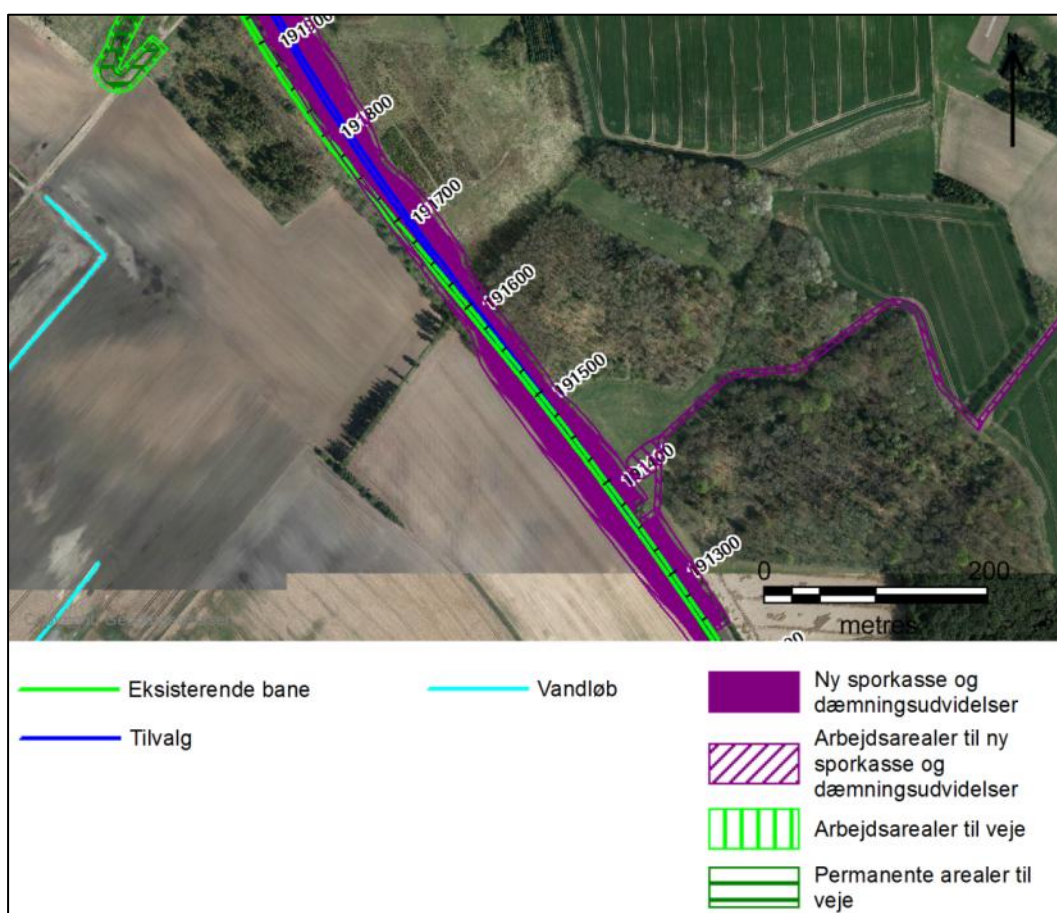


Figur 34. Ændringer i forbindelse med Tilvalg, Km 188+640 – 189+760, Mariagerfjord Kommune.

### Km 191+250 – 192+460 - Kurveudretning

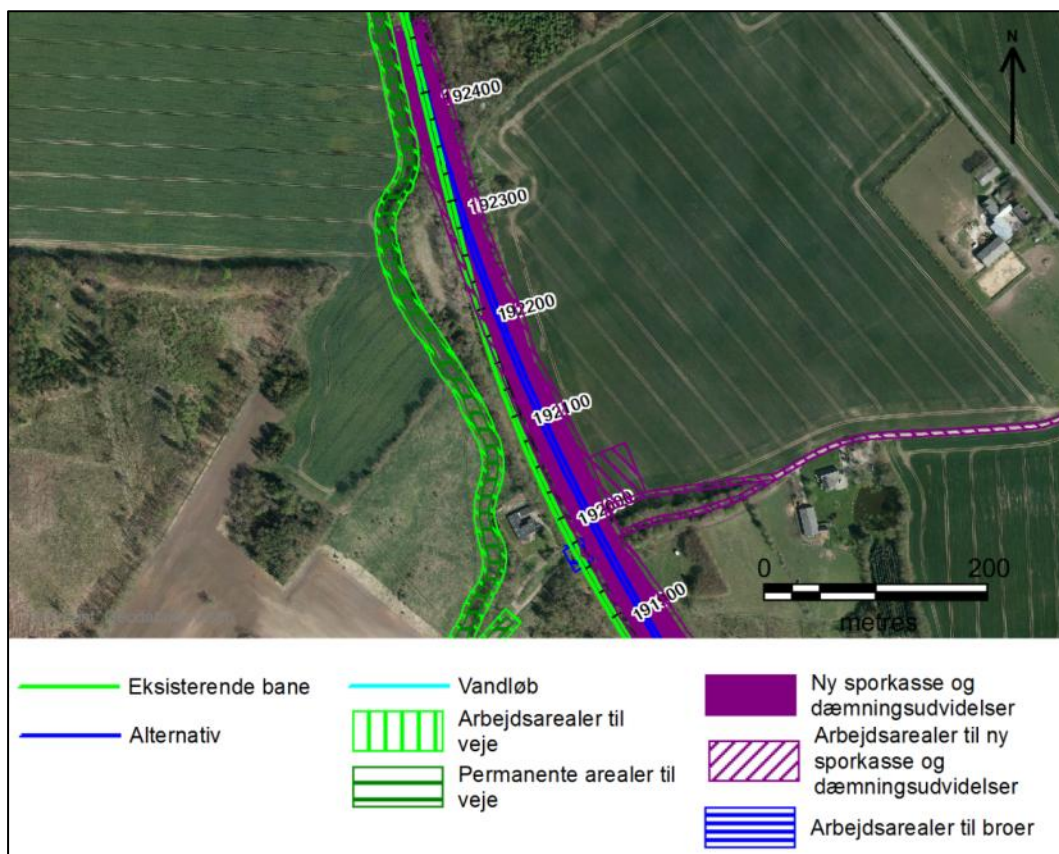
Ved etablering af kurveudretningen, vist på Figur 35 og Figur 36, skal det sikres, at gennemløb anlægges i en dimension, der kan håndtere nuværende og fremtidige overfladevandmængder.

Dæmningsudvidelse i Km 191+600-191+700 sker i lavning og vil i perioder med ekstrem nedbør kunne tilføre afvandingsystemet store mængder nedbør. Afvandingsystemet skal klimasikres til at kunne håndtere nedbørmængden.



Figur 35. Ændringer i forbindelse med Tilvalg, Km 191+250 – 191+900, Mariagerfjord Kommune.





Figur 36. Ændringer i forbindelse med Tilvalg, Km 191+900 – 192+460, Mariagerfjord Kommune.

### 9.2.3 Afværge- og konsekvensvurderinger

Afværgeforanstaltninger og konsekvensvurderinger i driftsfasen vurderes at være de samme som for *Grundløsningen*, jf. afsnit 8.2 og 8.3.

# 10 Kumulative effekter

I forbindelse med et specifikt anlægsprojekt vurderes nogle miljøpåvirkninger ofte at være mindre væsentlige. Men hvis der gennemføres andre projekter i nærheden, kan de samlede miljøpåvirkninger fra projekterne skabe en væsentlig påvirkning, den såkaldte kumulative effekt.

Der forventes gennemført en sporfornyelse af strækningen Langå – Aalborg. Der er sammenfald mellem hastighedsopgraderingen og sporfornyelsen på strækningen Langå – Hobro. Om der også vil være sammenfald i anlægstidsrummet vides ikke på nuværende tidspunkt.

Der forventes ingen kumulative klimaeffekter i forhold til sporfornyelsen, da der ikke ændres på behovet for afvanding eller ændres væsentligt på koten af sporet og dermed risikoen for oversvømmelser af sporene.

Der er truffet beslutning om at udskifte hele Banedanmarks signalsystem med et nyt, moderne system, svarende til de fælles europæiske specifikationer. Signalsystemet vil være endeligt implementeret på strækningen i medio 2018 og give mulighed for en hastighedsforøgelse på strækningen /20/. Udskiftning af signalsystem har ingen indflydelse i forhold til påvirkning af klima og behov for klimatilpasning.

# 11 Oversigt over eventuelle mangler ved undersøgelserne

Det vurderes, at de væsentligste forhold, der er relevante for risiko for klimapåvirkninger og i forhold til behovet for klimatilpasning, er afdækket på de strækninger, hvor der sker ændringer af baneanlægget grundet hastighedsopgraderingen.

Udvalgte risikoområder langs banestrækningen i de berørte kommuners klimatilpasningsplaner er medtaget.

Væsentligste lavninger, strømningsveje og krydsende vandløb er medtaget. Væsentligste risikoområder for oversvømmelser ved ekstremregn, høj grundvandsstand, ekstreme vandstande i vandløb og fjord/hav er medtaget.

Der kan være mulige risikoområder for oversvømmelser nær baneanlægget af lokal karakter, som ikke er medtaget, da de ikke er kendte på nuværende tidspunkt.

## 12 Referencer

- /1/ Regeringen: Sådan håndterer vi skybrud og regnvand – handlingsplan for klimasikring af Danmark. December 2012
- /2/ Transportministeriets Klimatilpasningsstrategi, 2010
- /3/ Strategi for tilpasning til klimaændringer i Danmark. Regeringen. 2008
- /4/ Banedanmark: Banenorm BN1-11-1, Afvanding af sporarealer, 1. oktober 2006
- /5/ Banedanmark: Banenorm BN3-12-2, Vejledning til miljø- og vandløbssager i forbindelse med afvandingsanlæg, juli 2003
- /6/ IDA Spildevandskomiteen: Skrift nr. 27, Funktionspraksis for afløbssystemer under regn. 2004
- /7/ IDA Spildevandskomiteen: Skrift nr. 29, Forventede ændringer i ekstremregn som følge af klimaændringer. 2008
- /8/ Klimakonsekvensvurdering Trin 2 – vurdering af afvandingsforhold og vandløb. Nybygnings- og 5. sporløsning. København – Ringsted projektet. 17. august 2009.
- /9/ Grundvand og Drikkevand. Fagnotat. Delundersøgelse: hastighedsopgradering Aarhus H – Hobro. Elektrificering og opgradering Aarhus H - Hobro
- /10/ Skrift 30. Opdaterede klimafaktorer og dimensionsgivende regn. Spildevandskomiteén, 2014  
[https://ida.dk/sites/prod.ida.dk/files/svk\\_skrift30\\_0.pdf](https://ida.dk/sites/prod.ida.dk/files/svk_skrift30_0.pdf)
- /11/ <http://www.dmi.dk/laer-om/temaer/klima/ipcc-femte-hovedrapport/>
- /12/ Kystdirektoratet (2008), Klimaændringers effekt på kysten.
- /13/ DMI (2014), Ændring af havniveauet i Danmark de næste 100 – 200 år
- /14/ <http://www.klimatilpasning.dk/viden-om/klima/klimascenarier.aspx>
- /15/ Søndergård, M., Kronvang, B., Pejrup, M., og Sand-Jensen, K. (2006). Vand og vejr om 100 år. Klimaforandringerne og det danske vandmiljø, forlaget Hovedland
- /16/ <http://ing.dk/artikel/voldsomt-regnvejr-far-grundvand-til-stigemeter-i-jylland-99704>
- /17/ <http://vejret.tv2.dk/nyt/article.php/id-1629561%3Adecemberorkanen--den-3-december-1999.html>
- /18/ <http://vejret.tv2.dk/2015-11-29-se-kortet-her-ramte-gorms-vildeste-vindstoed>
- /19/ Spildevandskomiteén (1974), Bestemmelse af regnrækker, Dansk Ingeniørforening, Skrift nr. 16
- /20/ <http://www.aarhus.dk/oversvømmelse>
- /21/ <http://favrskov.viewer.dkplan.niras.dk/dkplan/dkplan.aspx?cmsid=3343>
- /22/ <http://sektorplaner.randers.dk/dk/klimatilpasningsplan/grundlag/>

- /23/ Klimastrategi 2011, Mariagerfjord Kommune
- /24/ DMI, Klima, Energi og Bygningsministeriet (2014), Fremtidige klimaforandringer i Danmark
- /25/ [http://naturstyrelsen.dk/media/nst/66847/Klimahandlingsplan\\_dec\\_2012.pdf](http://naturstyrelsen.dk/media/nst/66847/Klimahandlingsplan_dec_2012.pdf)
- /26/ Ovesen, N. B., Iversen, H. L., Larsen, S. E., Müller-Wohlfeil, D.-I., Svendsen, L.-M., Blicher, A. S., Jensen, P. M., (2000), Afstrømningsforhold i danske vandløb. Danmarks Miljøundersøgelser, Faglig rapport fra DMU nr. 340.
- /27/ Danmarks Miljøportal  
(<http://miljoegis.mim.dk/?profile=miljoegis-klimatilpasningsplaner>)
- /28/ Hastighedsopgradering Aarhus-Hobro. Anlægsbeskrivelse. Bandedanmark 2016