



# Klimatilpasning

- Fagnotat

Ny bane Hovedgård - Hasselager

banedanmark



Revideringsdato	Resume af ændringer	Ændringer markeret	Udført	Kontrolleret	Godkendt
24.08.2018	Endelig	Nej	ASB	JBN	JBN

**banedanmark** Klimatilpasning



Banedanmark  
Anlægsudvikling  
Amerika Plads 15  
2100 København Ø

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

**ATKINS**  
**NIRAS**

# Klimatilpasning

	<b>Indhold</b>	<b>Side</b>
<b>1</b>	<b>Indledning</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Ikke-teknisk resume</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Lovgrundlag</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Baggrund og metode</b>	<b>8</b>
4.1	Baggrundsinformation om projektet	8
4.2	Baggrund for klimatilpasning	9
4.2.1	FN's Klimascenarier	9
4.2.2	Anvendt klimascenarie	10
4.2.3	Ekstremnedbør og statistiske hændelser	11
4.2.4	Gentagelsesperioder	12
4.2.5	Klimapåvirkninger som følge af ekstremnedbør	13
4.2.6	Klimarelaterede hændelser på jernbaneanlæg	13
4.3	Metode	13
4.3.1	Anvendt klimascenarie	13
4.3.2	Hvordan udføres screening	14
4.3.3	Data og software	14
<b>5</b>	<b>Eksisterende forhold</b>	<b>16</b>
5.1	Naturgeografiske forhold i projektområdet	16
5.1.1	Geologi	16
5.1.2	Jordbundsforhold	17
5.1.3	Større recipienter i projektområdet	18
5.2	Klimasikring af jernbaneanlæg – tekniske standarder	19
5.2.1	BN3-12-2 Vejledning til miljø- og vandløbssager	19
5.2.2	BN1-11-1 Afvanding af sporarealer	20
5.2.3	Dansk standard	21
5.2.4	Spildevandskomiteens skrifter	22
5.2.5	Kommunale retningslinjer	24
<b>6</b>	<b>Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i anlægsfasen – midlertidige påvirkninger</b>	<b>25</b>
6.1	Miljøpåvirkninger i anlægsfasen	25
<b>7</b>	<b>Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i driftsfasen – varige påvirkninger</b>	<b>26</b>
7.1	Miljøpåvirkninger i driftsfasen	26
7.1.1	Klimakonsekvenser i projektområdet	26
7.2	Kritiske lokaliteter	27
7.2.1	Vestlig linjeføring	28
7.2.2	Central linjeføring	30

7.2.3	Tilvalg Station i Solbjerg	31
7.2.4	Østlig linjeføring	32
7.2.5	Sydøstligt alternativ	32
7.3	Afværgeforanstaltninger i driftsfasen	33
7.3.1	Klimatilpasning af afvandingssystemet	33
7.3.2	Afværgeforanstaltninger for kritiske lokaliteter	33
7.4	Konsekvensvurdering for driftsfasen	34
7.4.1	Særlige risikoområder på Central linjeføring	35
<b>8</b>	<b>Myndighedsbehandling</b>	<b>36</b>
<b>9</b>	<b>Kumulative effekter</b>	<b>37</b>
<b>10</b>	<b>0-alternativet</b>	<b>38</b>
<b>11</b>	<b>Oversigt over eventuelle mangler ved undersøgelsen</b>	<b>39</b>
<b>12</b>	<b>Referencer</b>	<b>40</b>
<b>13</b>	<b>Bilag</b>	<b>42</b>

# 1 Indledning

Som led i et politisk forlig af 14. januar 2014 mellem den daværende regering (S, SF og R), DF og Ø skal der etableres en ny bane mellem Horsens og Aarhus. Den nye banestrækning forventes at blive ca. 23 km lang og løber fra Hovedgård nord for Horsens til Hasselager syd for Aarhus. Der er afsat 3,3 mia. kr. til projektet.

Den nye strækning vil reducere baneafstanden mellem Horsens og Aarhus med ca. seks kilometer. *Ny bane Hovedgård - Hasselager* vil også aflaste den 29 km lange strækning, der løber over Skanderborg, ved at øge kapaciteten mellem Aarhus og Trekantområdet. Det giver mulighed for flere afgang og højere hastigheder.

Den nye strækning vil skære seks minutter af rejsetiden. Derfor er strækningen en forudsætning for planen for at reducere rejsetiden mellem Danmarks største byer, og den vil gøre det muligt at køre mellem Odense og Aarhus på kun en time.

Projektet for *Ny bane Hovedgård - Hasselager* gennemgår en VVM-lignende proces (Vurdering af Virkninger på Miljøet). Dette fagnotat for klimatilpasning er et bilag til VVM-redegørelsen, som udgives i forbindelse med den VVM-lignende proces. VVM-redegørelsen har til formål at skabe overblik over projektets samlede miljøpåvirkninger.

VVM-redegørelsen og de 15 tilhørende fagnotater danner grundlag for inddragelse af offentligheden i en høringsfase, og senere sammen med høringsnotatet for politisk beslutning om projektet.

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

Der er udarbejdet tre forslag til linjeføring for den nye bane, et vestligt forslag, over Stilling-Solbjerg Sø vest for Solbjerg, et centralt forslag mellem Solbjerg Sø og Solbjerg samt et østligt forslag øst for Solbjerg. Fra Hovedgård går linjeføringen i hovedforslaget gennem Hovedskov. Hertil er der udarbejdet en alternativ linjeføring øst om skoven, Sydøstligt alternativ. De tre linjeføringsforslag og Sydøstligt alternativ vurderes ligeværdigt i VVM-redegørelsen.

Den centrale linjeføring for *Ny bane Hovedgård - Hasselager* undersøges med mulighed for en station ved Solbjerg. Konsekvenserne af en station ved Solbjerg beskrives i dette fagnotat for klimatilpasning.

## 2 Ikke-teknisk resume

Som ramme for analyse og beskrivelse af behov for klimatilpasning anvendes FN's A1B-scenarie, der beskriver et ændret klima frem mod år 2100, som er karakteriseret ved et varmere og vådere vejr med flere ekstremer.

Den største påvirkning fra et ændret klima for en ny bane mellem Hovedgård og Hasselager vurderes at være hyppigere og mere ekstrem nedbør, som medfører øget overfladeafstrømning, og dermed større risiko for oversvømmelse og erosion.

Linjeføringerne er derfor screenet på baggrund af en 100 års regn for at identificere risikoområder, hvor der er behov for klimatilpasning. Risikoområderne er typisk lavninger i terrænet, også kaldet bluespots, hvor vand stuver op på terræn og udgør en oversvømmelsesrisiko for enten banen eller nærliggende beboelse, eller lokaliteter hvor banen krydses af vandets strømningsveje.

Den overordnede vurdering er, at jernbaneanlægget kan klimasikres tilstrækkeligt ved at designe afvandingssystemet til at håndtere de øgede vandmængder. Det skyldes, at linjeføringerne primært løber i åbent land, hvor der er gode nedsivnings- og dræningsforhold, og hvor der er mindre risiko for opstuvning af vand på terræn.

På kritiske lokaliteter, hvor linjeføringerne gennemløber bebyggede arealer eller krydser vandløb, veje etc., sikres banen ved at anvende et højere sikkerhedsniveau i dimensioneringen af afvandingssystemet i overensstemmelse med gældende standarder.

Hvor linjeføringerne krydser vandløb, skal der i dimensioneringen af underføringerne tages højde for de særlige terrænmæssige og jordbundsmæssige forhold i projektområdet, hvor de mange stejle hældninger tilsammen med de lerede jorder er med til at forøge overfladeafstrømningen, som kan føre til erosion og oversvømmelse.

Passagen igennem Solbjerg er på Central linjeføring et særligt risikoområde, hvor der skal udføres yderligere afværgeforanstaltninger. Her ligger baneanlægget nedstrøms mellem to mellemstore vandløb og udgør en barriere for afstrømning fra oplandet ned mod Stilling-Solbjerg Sø. Området er udpeget af Aarhus Kommune som et prioriteret indsatsområde, og Aarhus Kommune har igangsat yderligere undersøgelser. Der er planlagt forsinkelsesbassiner i tilknytning til de to vandløb, og baneskråningerne omkring gennemføringen af vandløbene skal armeres for at undgå erosion. Derudover skal der i detailfasen udføres en detaljeret undersøgelse, hvor screeningen kobles med en hydraulisk modellering af underføringerne af de to vandløb.



# 3 Lovgrundlag

Klimatilpasning af jernbaneanlæg er ikke omfattet af et egentligt lovgrundlag. Temaet er dog omfattet af retningslinjer og anbefalinger i en række notater og strategier, herunder Regeringens Strategi for Klimatilpasning i Danmark fra 2008, Banenorm BN1-11-1 [1] om afvanding af sporareal og Spildevandskomiteens skrifter 27-30 om håndtering af regnvand [2], [3], [4] og [5]. Disse udredninger danner grundlag for det foreliggende fagnotat om klimatilpasning af *Ny bane Hovedgård og Hasselager*.

Nærværende notat tager afsæt i regeringens Strategi for Klimatilpasning i Danmark, som er baseret på FN's klimapanel IPCC's (Intergovernmental Panel on Climate Change) scenarier for udledning af klimagasser frem mod år 2100, samt EU's målsætning om at den globale menneskeskabte opvarmning ikke må overstige 2 °C i forhold til førindustrielt tid [6].

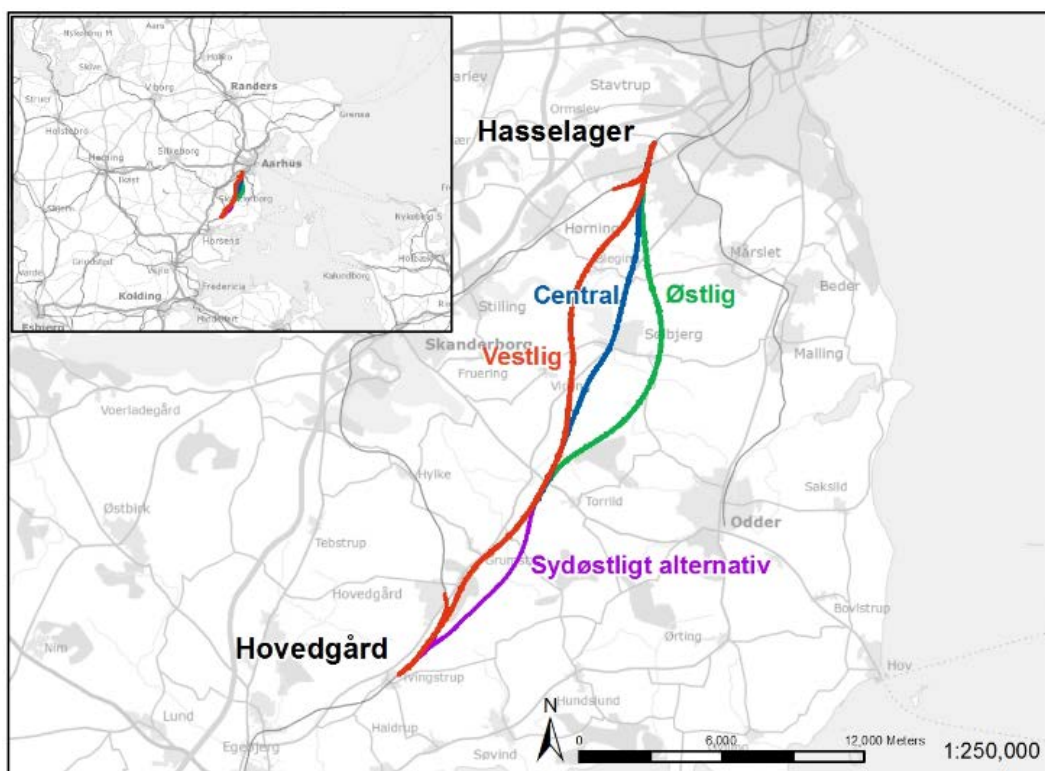
# 4 Baggrund og metode

## 4.1 Baggrundsinformation om projektet

Projektet omhandler en ca. 23 km ny, dobbeltsporet bane fra Hovedgård til Hasselager. Banen bliver elektrificeret og bygges med mulighed for at køre op til 250 km/t.

Der er udarbejdet tre forslag til linjeføring for *Ny bane Hovedgård - Hasselager*. De tre forslag til linjeføring indgår ligeværdigt i VVM-redegørelsen.

På den første del af strækningen fra Hovedgård og frem til vest for Torrild går forslagene til linjeføring gennem Hovedskov og Vedslet. På denne strækning er der en alternativ linjeføring øst om Hovedskov og øst om Assendrup og Vedslet, kaldet **Sydøstligt alternativ**. Det sydøstlige alternativ kan anvendes i kombination med alle tre forslag til linjeføring.



Herefter forløber de tre forslag til linjeføring således:

- **Vestlig linjeføring** forløber vest for Solbjerg og passerer Stilling-Solbjerg Sø på en bro. Linjeføringen passerer tæt forbi Hvilsted samt øst om Viring og vest om Blegind. Den vestlige linjeføring er ca. 23,6 km lang.
- **Central linjeføring** forløber gennem Solbjerg by tæt ved Gl. Århusvej. Linjeføringen passerer gennem Solbjerg mellem byen og



Solbjerg Sø og passerer tæt forbi byerne Hvilsted og Tiset. Den centrale linjeføring er med ca. 23,4 km det korteste af de tre forslag.

- **Østlig linjeføring** forløber umiddelbart øst for Solbjerg, hvor den passerer vest om Astrup Kirke. Linjeføringen passerer tæt forbi byerne Ravnholt og Tiset. Den østlige linjeføring er med ca. 24,7 km det længste af de tre forslag.

De tre forslag til linjeføring sluttes til den eksisterende bane syd for Aarhus ved Hasselager.

Den centrale linjeføring undersøges både med og uden etablering af station i Solbjerg. Med en station vil der fra Solbjerg Hovedgade etableres adgang til en forplads ved stationen. Det eksisterende stisystem i området omlægges og tilpasses stationen. Der etableres perroner med en længde på 240 meter med mulighed for en senere udvidelse op til 400 meter lange perroner.

Eksisterende veje og stier, som forslagene til linjeføring går på tværs af, føres over eller under den nye bane. Enkelte steder kan det være nødvendigt at omlægge eksisterende veje. Banen passerer landskabets terrænforskelle på dæmning eller i afgravning. Der etableres landskabsbroer, hvor terræn- og miljøforhold nødvendiggør det. De steder, hvor banen passerer landskabet i terræn, vil tracebredden være ca. 20 meter. På nogle strækninger vil banen passere i afgravninger op til 15 meter dybe, og på andre strækninger på dæmninger med en højde op til 15 til 20 meter, og banens bredde vil variere alt efter om banen forløber i terræn, afgravning eller på dæmning.

## 4.2 Baggrund for klimatilpasning

---

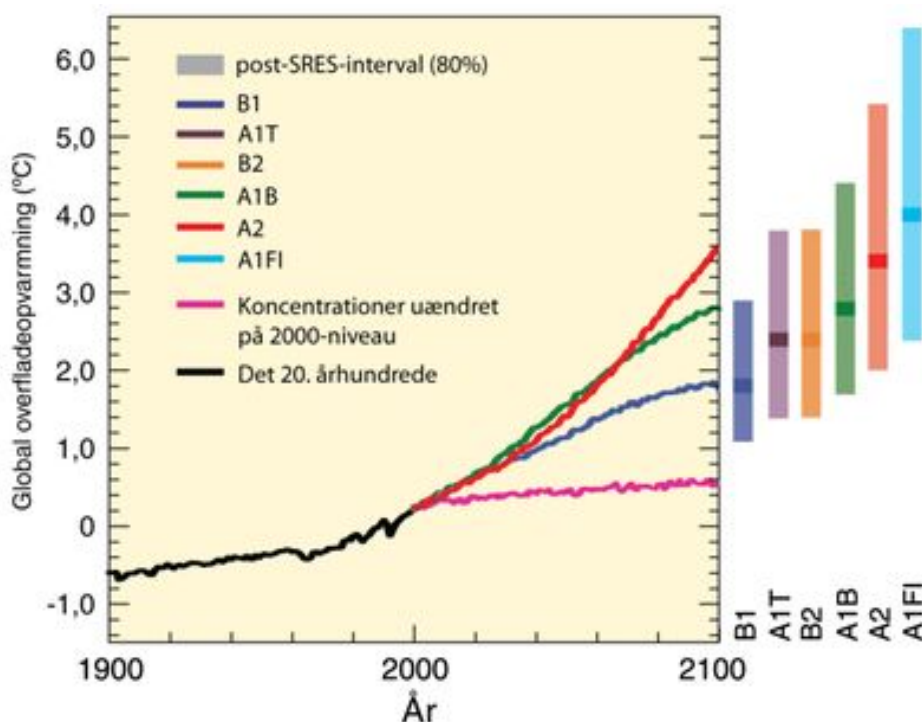
Temperaturen i Danmark er siden 1873 steget med 1,5 °C. I samme periode er nedbøren steget med 15 % og vindforhold og vandstanden i havene omkring os har ændret sig. På global skala er gennemsnitstemperaturen steget med 0,74 °C og samtidig er indholdet af CO<sub>2</sub> i jordens atmosfære næsten fordoblet siden industrialiseringen. Det vurderes, at det især er afbrænding af fossile brændstoffer, herunder kul, olie og gas, og udslip af metan fra et stadig større dyrehold, som bidrager til denne udvikling.

Der er både positive og negative konsekvenser ved et varmere klima, men for Danmark er en af de negative, at vi får øget nedbørvolumen i vinterhalvåret, samt en mere hyppig frekvens af ekstremregnhændelser i sommerhalvåret. Samtidig forventes der en generel vandstandsstigning i havene omkring Danmark, kombineret med flere storme og flere stormflodshændelser.

### 4.2.1 FN's Klimascenarier

For at forberede sig på et ændret klima opererer FN's klimapanel, IPCC, med en række forskellige klimascenarier for fremtiden, se Figur 1. Ud over de naturlige processer indgår også elementer som befolkningsforøgelse, arealanvendelse, ressourcer til miljøvenlige energiformer og teknologisk

udvikling, som menes at have betydning for det fremtidige klima. Scenarierne inddeles i fire hovedgrupper; A1, A2, B1 og B2.



Figur 1. Scenarier for temperaturændringer [6].

A1 scenariet forudsætter, at der vil være en moderat stigning i klimagasudslippet, samt en relativ høj økonomisk vækst.

A2 scenariet forudsætter en mindre økonomisk vækst, dog med lige så massive klimagasudslip.

B1 scenariet arbejder med en høj økonomisk vækst og relativ lille miljøbelastning grundet en bred introduktion af miljøvenlige teknologier og mindre ressourcebelastning.

B2 scenariet forudsætter en smal økonomisk vækst og en relativ langsom miljøteknisk udvikling, som giver en lavere udledning af klimagasser.

A1 scenariet underinddeles yderligere i tre scenarier A1F1, A1T og A1B, som henviser til henholdsvis intensiv brug af fossile brændsler, hurtig teknologisk udvikling væk fra fossile brændsler og endeligt en balanceret udvikling imellem de to [7].

#### 4.2.2 Anvendt klimascenarie

Vejledning til klimatilpasning i Danmark er overvejende baseret på sidstnævnte scenarie. Ifølge A1B-scenariet toppes de menneskelige udledninger af drivhusgasser omkring 2050, hvorefter de falder. Det forudsætter en hurtig økonomisk vækst med en global befolkning, 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 [7].

Scenariet beskriver en udvikling, hvor vinteren vil være mildere, men der vil forekomme mere regn. Om sommeren vil der være flere og længere tørkeperioder og hyppigere og kraftigere regnskyl. Der forventes en generel havspejlsstigning i havene omkring Danmark, og der vil være flere og kraftigere storme.

De forventede temperaturstigninger i Danmark ifølge A1B scenariet er oplistet i Tabel 1.

<i>Klimaændringer i Danmark for 2050 og 2100 i forhold til referenceperioden 1961 – 1990 ifølge A1B-scenariet</i>		
	<b>2050</b>	<b>2100</b>
Årsmiddeltemperatur	+1,2 °C	+ 2,9 °C
Vinter	+1,5 °C	+ 3,9 °C
Sommer	+0,9 °C	+ 2,2 °C
Årsmiddelnedbør	+ 7 %	+ 14 %
Vinter	+ 11 %	+ 25 %
Sommer	+ 4 %	+ 5 %

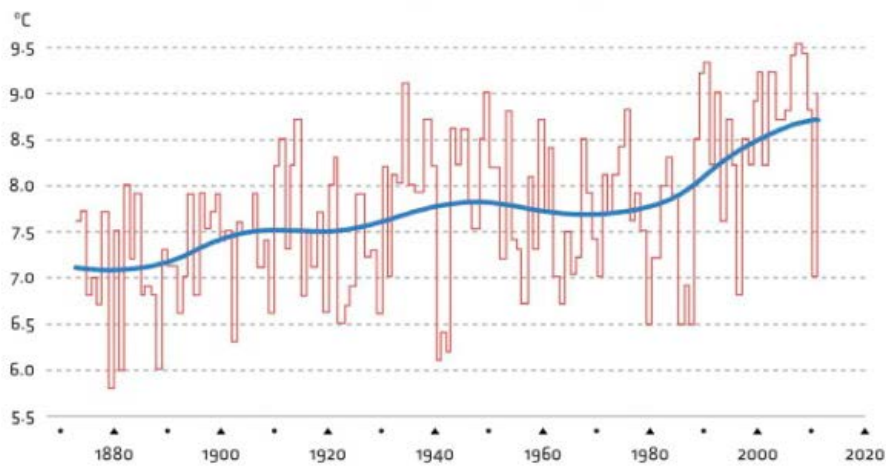
Tabel 1. Forventede temperaturstigninger i følge A1B scenariet [6].

#### **4.2.3 Ekstremnedbør og statistiske hændelser**

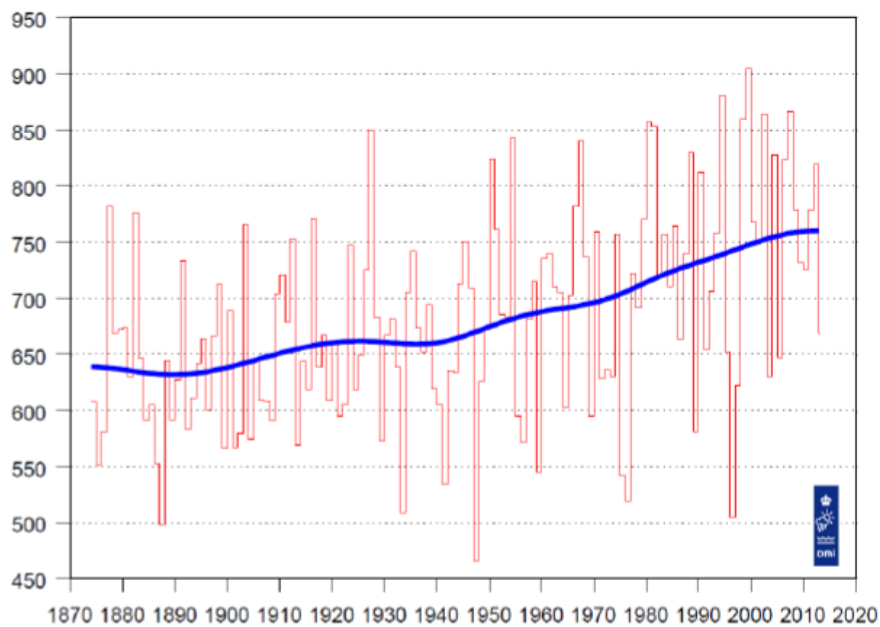
Det er små ændringer i den hydrologiske cyklus, der kan fremprovokere ekstreme nedbørshændelser, og de er ifølge DMI en konsekvens af den globale opvarmning, der bevirker at nedbørmønsteret både i Danmark og på globalt plan bliver ændret.

Der er en direkte sammenhæng mellem varmere temperatur og mere nedbør. Varm luft kan indeholde mere vand end kold luft. Som tommelfingerregel kan det siges, at indholdet af vanddamp i atmosfæren stiger med 7 % for hver grad temperaturen stiger.

I Danmark er temperaturen siden slutningen af 1800-tallet steget med ca. 1,5 °C. Samtidig er den årlige nedbør steget fra ca. 650 mm til 750 mm, se Figur 2. Denne udvikling menes ifølge DMI at give yderligere gunstige forhold for dannelse af nedbør, herunder også for hyppigere ekstremnedbørshændelser.



Figur 2. Danmarks årsmiddeltemperatur 1873 – 2011 [8].



Figur 3. Danmarks årsnedbør (mm) 1873 - 2011 [8].

#### 4.2.4 Gentagelsesperioder

I forbindelse med ekstremnedbør beskrives den statistiske hyppighed med gentagelsesperioder. I dag opereres der typisk med 5, 10, 20, 50 og 100 års hændelser. Disse ændrer sig i takt med klimaforandringerne.

Gentagelsesperioden indikerer sandsynligheden for en hændelse med udregningen  $1/T$ , hvor  $T$  = gentagelsesperioden. Dette vil sige, at sandsynligheden for en 100 årshændelse er 0,01 og for en 200 årshændelse 0,005 og så fremdeles [6].

#### 4.2.5 Klimapåvirkninger som følge af ekstremnedbør

I Danmark er den altoverskyggende konsekvens af ekstremnedbør oversvømmelse. Oversvømmelse sker, når regnintensiteten er større end afvandingskapaciteten. Påvirkningen eller skadernes omfang afhænger af områdets arealanvendelse, topografi, nedsivningsforhold mm.

I byområder er der store befæstede områder og dermed ringere nedsivningsforhold end i det åbne land. Vandet løber derfor som overfladestrømning og håndteres derefter af afløbssystemet. Hvis afløbssystemet ikke er dimensioneret tilstrækkeligt, vil overfladevand samle sig i topografiske lavninger, som i byområder vil være kældre og viadukter osv.

#### 4.2.6 Klimarelaterede hændelser på jernbaneanlæg

Det er uvist hvor store konsekvenser et ændret klima vil have for jernbaneanlæg. Dog er der igennem de sidste år sket en række nedbørsrelaterede hændelser på danske jernbaneanlæg, der kan give et fingerpeg om behovet for klimasikring af en ny banestrækning. Det drejer sig om både oversvømmelse af sporarealer, dæmningsskred og ophobning af vand i jernbanens bærende lag.

Det er dog især to forhold der gør, at et jernbaneanlæg generelt er mindre sårbart for ekstremregn end f.eks. veje og lavtliggende boligkvarterer.

For det første forløber størstedelen af landets jernbanestrækninger i åbent land, hvor der generelt er bedre nedsivningsforhold end i byerne. Skulle der ske mindre, midlertidige oversvømmelser nær jernbanen har det ikke den store påvirkning af selve jernbanedriften eller anlægget, da jernbanen, modsat veje, ofte ligger over terræn. Dog kan jernbaneanlægget netop af den grund være en indirekte årsag til oversvømmelser i nærliggende områder.

For det andet er jernbanens konstruktion designet til at kunne modtage og håndtere store mængder nedbør. Når nedbøren falder på sporets overbygning siver vandet videre ned igennem ballasten, som typisk er et skærvelag. Her møder vandet banens underbygning, som er et hårdt, stampet lag af stabilgrus, der hælder svagt væk fra banen. Vandet ledes således videre ud til banens sider, hvorefter det samles i banegrøfter eller naturlige recipienter.

### 4.3 Metode

---

I dette afsnit beskrives den anvendte metode for tilgangen til klimatilpasning i dette fagnotat.

#### 4.3.1 Anvendt klimascenarie

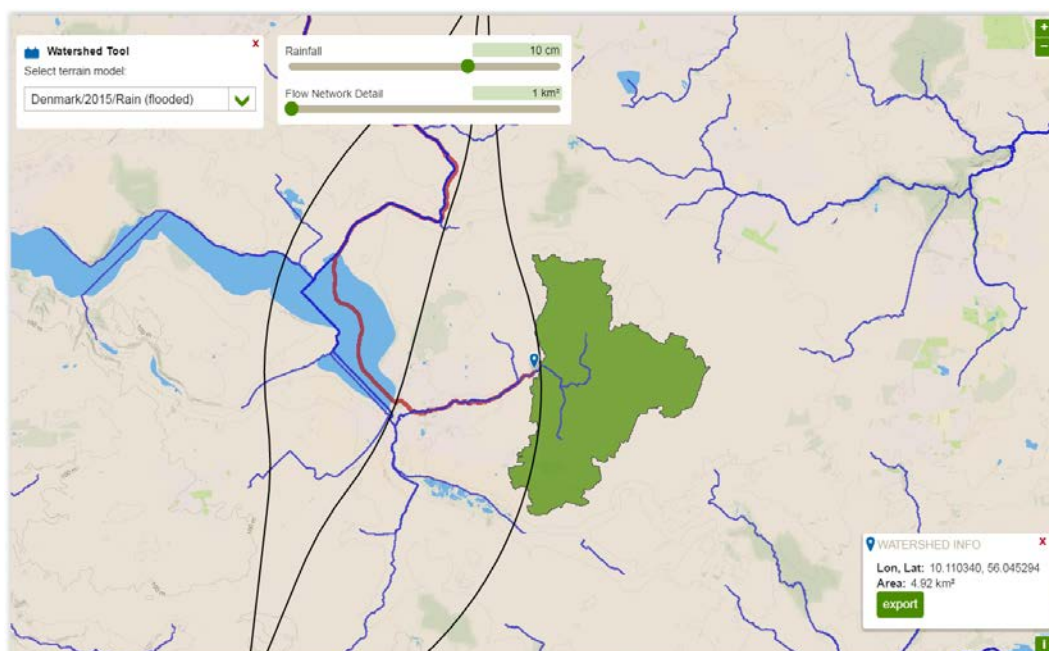
Som baggrund for analysen anvendes A1B scenariet, i overensstemmelse med de officielle anbefalinger fra staten [6]. Scenariet forudsætter en stigning i årsmiddeltemperaturen på 2,9 grader og en stigning i årsmiddelnedbør på 14

% frem til 2100. Vinternedbøren forventes øget til 25 % og hyppigheden af ekstremregnhændelser vil øges, især i sommermånederne.

#### 4.3.2 Hvordan udføres screening

For at udpege særlige kritiske områder i terrænet langs linjeføringerne udføres en GIS-baseret screening på baggrund af en 100 års hændelse, som med tilnærmelse svarer til 100 mm regn. Der screenes for to typer af risikoområder, hhv. krydsende strømningsveje og lavninger.

Den første type er områder, hvor banen krydses af vandets strømningsveje. Strømningsveje omfatter eksisterende vandløb, men kan også være 'tørre strømningsveje', hvor overfladeafstrømningen løber ved stor regnintensitet. Det er ved disse krydsninger, at der er særlig risiko for erosion, og i værste fald dæmningskred. De beregnede strømningsveje er vist med blå på Figur 4. Linjerne med sort er de undersøgte linjeføringer. Krydsningen er markeret med en blå markør og det grønne område er det beregnede opland til strømningsejnen.



Figur 4. Eksempel på screening. Linjeføringerne er vist med sort. Strømningsejnene er vist med blå. Den fortsatte strømningsejnen er vist med rød. Det beregnede opland til krydsningen er vist med grøn.

Den anden type er lavninger i landskabet, såkaldte bluespots, hvor vandet vil stuve op på terrænet og udgøre en oversvømmelsestrussel for enten banen eller nærliggende beboelse.

#### 4.3.3 Data og software

Screeningen udføres på baggrund af terrænmodellen *Denmark/2015/Rain*, som leveres af SCALCO, som er en del af Center for Massive Data Algorithms på Aarhus Universitet [9]. Terrænmodellen har en opløsning på 40 cm og er hydrologisk tilpasset, hvilket betyder at broer, underføringer og anden infrastruktur, er indarbejdet i terrænet således, at vandet kan strømme frit på



overfladen. Modellen er konservativ, i det den ikke tager hensyn til dynamik i form af vandføringsevne af eksempelvis vandløb, nedsivning osv. og kan derfor sammenlignes med vand, der strømmer på en glasplade. Der hvor vandet vil samle sig, er der er potentiel risiko for oversvømmelse.

Vurderingen af behovet for klimatilpasning baseres derved på det værst tænkelige scenarie. Projektets samlede påvirkninger pga. klimatilpasning er vurderet ud fra skalaen ubetydelig, mindre, moderat eller væsentlig.

# 5 Eksisterende forhold

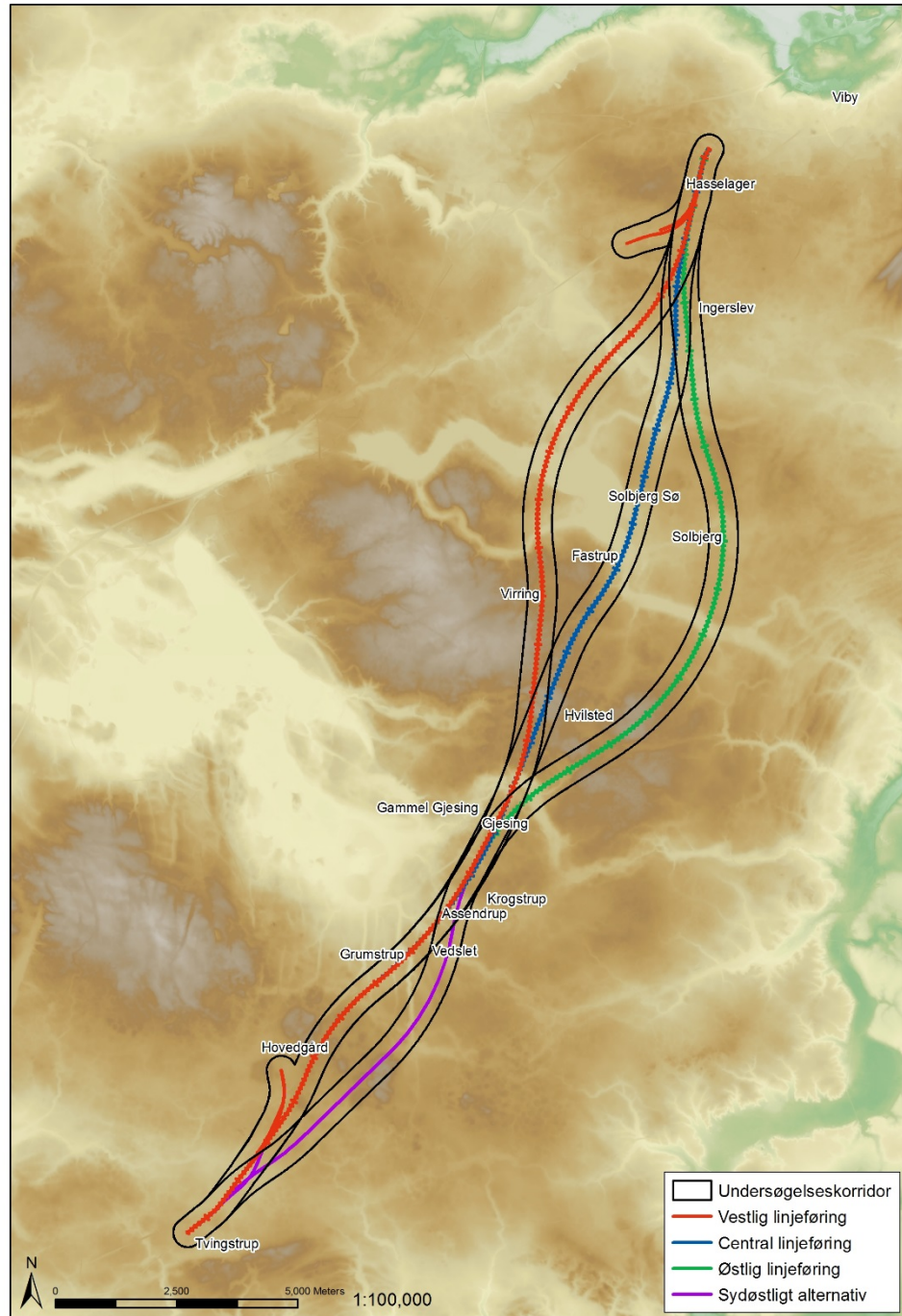
De eksisterende forhold i projektområdet beskrives ud fra de naturgeografiske forhold, herunder geologi, jordbundsforhold samt større recipienter i nærområdet. Herudover gives en beskrivelse af de tekniske standarder, som ligger til grund for projekteringen af klimasikring af jernbaneanlægget.

## 5.1 **Naturgeografiske forhold i projektområdet**

---

### 5.1.1 **Geologi**

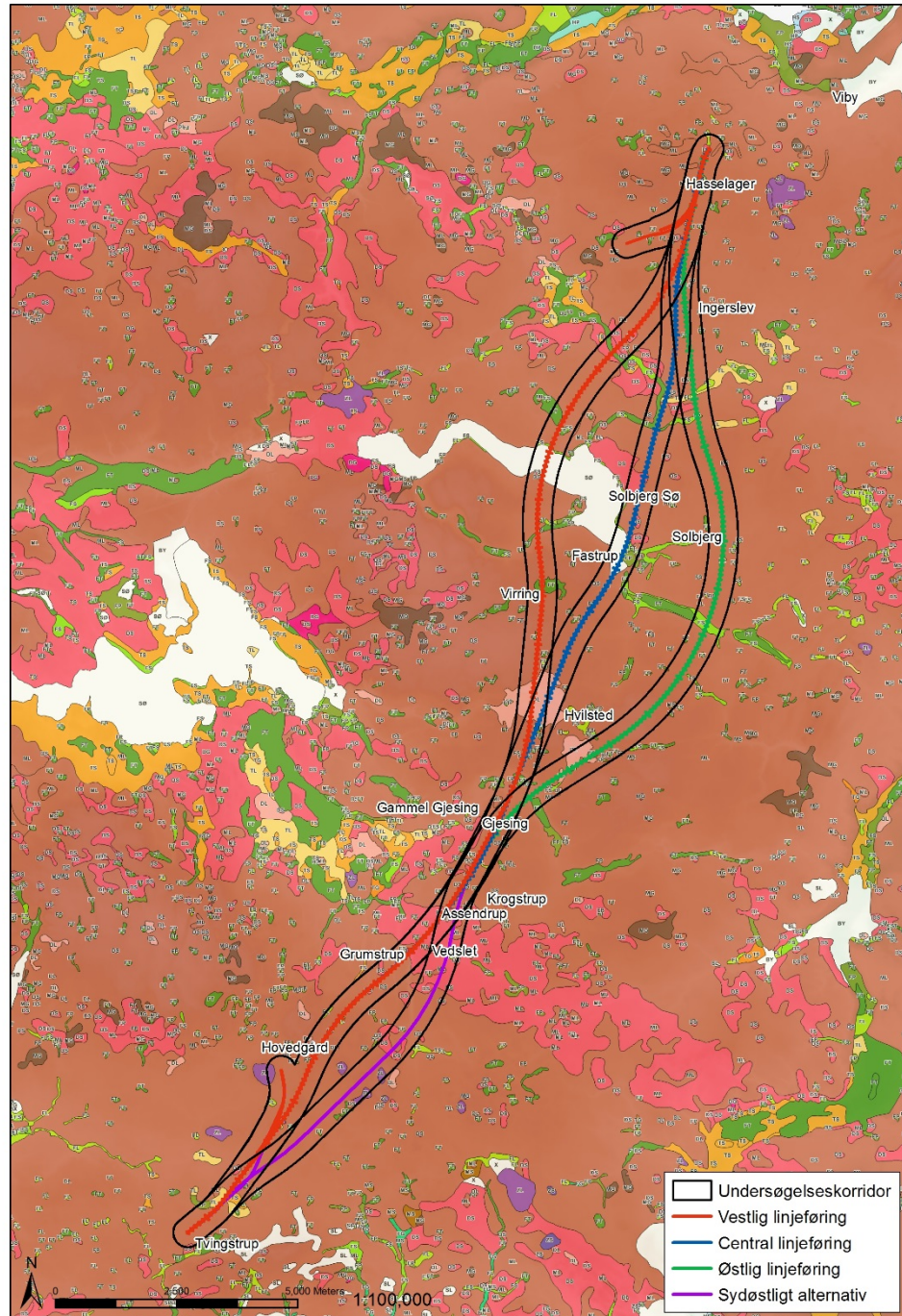
Linjeføringerne skærer igennem et østjysk morænelandskab, der er karakteriseret ved store bakker, der er gennemskåret af tunneldale i forskellig størrelse, som har forbindelse til det bagvedliggende søområde. Det har resulteret i et landskab præget af større højdeforskelle og stejle hældninger, se Figur 5. Landskabet er primært fremkommet som følge af det ung-baltiske isfremstød i Weichel-istiden, som havde sin maksimale udbredelse for ca. 15.000 år siden.



Figur 5. Højdeforskelle i projektområdet.

### 5.1.2 Jordbundsforhold

Jordbunden er i projektområdet domineret af istidsaflejringer, som omfatter moræneler, morænesand, smeltevandssand, samt terrassesand i dalstrøgene. Jorden er finkornet, næringsrig og fugtig og har dårlige nedsvivningsegenskaber, jf. Figur 6. Projektområdets geologi og jordbund er yderligere beskrevet i Fagnotat Grundvand og drikkevand [10].



Figur 6. Jordbundsforhold i projektområdet (brun: leret morænejord, lyserød: sandet jord, grøn: ferskvandsaflejringer) [11].

### 5.1.3 Større recipienter i projektområdet

Stilling-Solbjerg Sø og Århus Å er de to største recipienter i projektområdet. Hertil kommer flere små og enkelte mellemstore vandløb.

Stilling-Solbjerg Sø har et overfladeareal på 3,83 km<sup>2</sup>. og et opland på 48,42 km<sup>2</sup>. Vestlig linjeføring føres over søen, mens Central linjeføring går parallelt

med søens østlige bred. Østlig linjeføring ligger øst for Solbjerg og berører ikke søen.

Århus Å har sit udspring ved Stilling-Solbjerg Sø. Aarhus Å er 40 km lang og har et oplandsareal på 324 km<sup>2</sup>. Åen krydses af Vestlig linjeføring.

## 5.2 **Klimasikring af jernbaneanlæg – tekniske standarder**

---

*Ny bane Hovedgård-Hasselager* har en forventelig levetid på 120 år og skal derfor tilpasses fremtidens klimapåvirkninger. I praksis betyder det, at afvandingsystemet skal designes således, at det kan håndtere de større vandmængder, som forventes at komme med et ændret klima.

Det endelige afvandingsdesign udarbejdes i detailfasen og vil bestå af en detaljeret dimensionering af grøfter og rørlægninger langs med banen, underføringer af krydsende vandløb, og samling af grøfter på tværs af banen. Den konkrete projekteringspraksis er baseret på en række normer og vejledninger, hvoraf nogle er udviklet direkte med fokus på afvanding af jernbaner, mens andre omhandler generelle afløbssystemer. Disse omfatter:

Banedanmark normer:

- BN3-12-2 Vejledning til miljø- og vandløbssager [12]
- BN1-11-1 Afvanding af sporarealer [1]

Dansk Standard;

- DS432 (Norm for afløbsinstallationer) [13]

Skrifter fra Spildevandskomiteen:

- Skrift 27 Funktionspraksis for afløbssystemer under regn [2]
- Skrift 28 Regional variation af ekstremregn i Danmark - ny bearbejdning (1979-2005) [3]
- Skrift 29 Forventede ændringer i ekstremregn som følge af klimaændringer [4]
- Skrift 30 Opdaterede klimafaktorer og dimensionsgivende regnintensiteter [5]

Derudover er der nogle kommunale retningslinjer fra Aarhus, Horsens, Skanderborg og Odder kommune [14], [15], [16], [11], [17] og [18] som projektet, skal indgå i dialog med kommunerne om.

### 5.2.1 **BN3-12-2 Vejledning til miljø- og vandløbssager**

Banenorm BN3-12-2 er en vejledning til miljø- og vandløbssager i forbindelse med afvandingsanlæg, hvor der redegøres for miljølovgivningen inden for afvandingsager. Da banenormen er vejledende kan fravigelse ske uden

dispensation. Dette selvfølgelig forudsat, at BN1- og BN2 regler samt love og bekendtgørelser ikke overtrædes.

Banenorm BN3-12-2 har et afsnit, der specifikt omhandler nyanlæg af baner. Ved etablering af ny banestrækning, hvor der skal erhverves/eksproprieres areal, kan Banedanmark som anlægsmyndighed beslutte at udarbejde en vandsynsprotokol.

Vandsynsprotokollen skal beskrive de nødvendige indgreb i de eksisterende afvandingsforhold og redegøre for de fremtidige afvandingsforhold. Vandsynsprotokollen skal sikre, at vandløbslovens formål om vandløbenes funktion til afledning af vand overholdes.

Selvom banenormen forholder sig til miljølovgivningen på et overordnet plan, angives der også vejledende værdier for afløbskoefficienter, regndybder og dimensionsgivende regnintensiteter. Anbefalede værdier for afløbskoefficienter fremgår af Tabel 2.

Område	Arealtype	Normal opbygning	$\phi$
<b>Fri banestrækning (hovedspor)</b>	Sporareal	Sporarealet er anlagt med ballast-skærver og underballast af stabilt grus med fald mod planumskant.	0,6
	Baneskråning	Græsbevoksning fra skråningstop til skråningsfod	0,2
<b>Stationsanlæg</b>	Sporareal	Sporarealet er anlagt med ballast-skærver og underballast af stabilt grus med fald mod dræn.	0,6
	Perron, bygninger mv.	Asfalt, beton, tagarealer, fliser	1,0

Tabel 2. Afløbskoefficienter for hovedspor- og stationsanlæg (ved normal ombygning).

### 5.2.2 BN1-11-1 Afvanding af sporarealer

Banedanmark's regler for etablering af afvanding fra sporarealer er beskrevet i Banenorm BN1-11-1. De tekniske regler heri kan ikke afviges, med mindre der indhentes dispensation, jf. Tabel 3.



Afvandingselement	Regel
<b>Generelt</b>	Afvandingsarbejder skal udføres i overensstemmelse med DS432
<b>Grøfter</b>	Langsgående fald på minimum 2 ‰  Vand må ikke stige højere end til 0,30 m under råjordsplanum, med mindre grøftesider sikres ved beklædning med betonplader eller lignende.  Vandhastigheden må ikke overstige 0,3 m/s, med mindre grøftesider sikres ved beklædning med betonplader eller lignende.
<b>Rørlagte grøfter</b>	Indvendig rørdiameter på mindst 300 mm.  Længdefald mindst 3 ‰
<b>Dræn</b>	Indvendig rørdiameter på mindst 100 mm.  Længdefald mindst 3 ‰  Maksimal afstand mellem samleledninger maks. 100 m.
<b>Gennemløb</b>	Indvendig rørdiameter på mindst 300 mm.  Længdefald mindst 3 ‰  Relativ vanddybde $y/d$ må højst være 0,7.

Tabel 3. Tekniske regler vedr. dimensionering - uddrag fra BN1-11-1.

### 5.2.3 Dansk standard

Dansk standard og banenormerne skelner mellem normale og kritiske lokaliteter. Kritiske lokaliteter er defineret som områder, hvor oversvømmelser medfører store konsekvenser for bygninger, inventar eller lignende, jf. Tabel 4.

Byggeri og anlæg	Hydrauliske parametre	Sikkerhedsniveau
<b>Landbrugsarealer og øvrige ikke bebyggede områder</b>	Åbne grøfter uden væsentlige sidetilløb	Normal
<b>Broer, tunneler, vejkrydsninger, bebyggede arealer, tekniske anlæg</b>	Lange grøfter, rørlagte grøfter og underføringer, dybdepunkter i terræn, større sidetilløb, udløb til recipienter, bassiner, vandbremsere, pumper, automatisk styring	Kritisk lokalitet

Tabel 4. Normale og kritiske lokaliteter.

Den dimensionsgivende regnintensitet anbefales under normale forhold til 110 l/s/ha og på kritiske lokaliteter til 140 l/s/ha. Intensiteterne svarer til et ti minutters regnskyl, som forekommer henholdsvis hvert og hvert andet år.

Der dimensioneres til fuldtløbende rør efter de nævnte intensiteter. Omregnet svarer det typisk til stuvning til dækselkote med en gentagelsesperiode på  $T=5$  og  $T=10$  år. Ofte gælder begge krav, da man så kan skitsedimensionere ved håndberegninger til fuldtløbende rør og eftervise med modelberegninger

til stuvning til terræn. Det valgte sikkerhedsniveau er bestemmende for valg af gentagelsesperiode for dimensionsgivende regnhændelse og beregningsniveau, jf. Tabel 5.

Opstuvning over	Gentagelsesperiode
Landbrugsarealer og øvrige ikke bebyggede områder.	T x 2
Nærliggende vej/sti (kun risiko for let oprettelige skader)	T x 5
Teknisk anlæg mm. (risiko for svært oprettelige skader)	T x 10
Særlige kritiske punkter såsom tunneler (risiko for ulykker og sundhedsfare for dyr og mennesker).	T x 25

Tabel 5. Gentagelsesperiode for oversvømmelser.

Ved lange rørlagte strækninger anbefales i beregningerne at tage hensyn til afstrømningstiden. Det anbefales at dimensionere underføringer under jernbaner for en afstrømning på 3 l/s/ha i det topografiske opland. Der er ikke anbefalet brug af sikkerhedsfaktorer i forbindelse med klimaændringer.

Banenorm BN1-11-1 angiver, at DS432 (Norm for afløbsinstallationer) generelt skal anvendes i forbindelse med afvandingsarbejder. Siden udgivelsen af Banenormen i 2006 er DS432 i 2009 revideret bl.a. med en supplerende beskrivelse om valg af dimensionsgivende regnintensitet og klimafaktor. De anbefalede anvendelser af regnintensiteter fremgår af Tabel 6.

N	Dimensionsgivende regnintensitet i L/s x ha	Anvendelsesområde
1	110	Hvor der kun er risiko for ulemper, f.eks. mindre oversvømmelser uden for bygninger
½	140	Hvor der kun er risiko for let oprettelige skader på bygninger, inventar og lignende. Skader bør kunne oprettes ved almindelig rengøring og kortvarig udtørring. Der bør kun kunne forekomme oversvømmelse i rum med vandtætte gulvkonstruktioner
1/10	230	Hvor der er risiko for svært oprettelige skader på bygninger, inventar og lignende
~0		Hvor der er risiko for ulykker og sundhedsfare for dyr og mennesker

Tabel 6. Dimensionsgivende regnintensiteter.

#### 5.2.4 Spildevandskomiteens skrifter

Spildevandskomiteens arbejdsområde er de ingeniørmæssige opgaver vedrørende projektering, udførelse og drift af kloakanlæg, herunder tilpasning af teknikken til fremtidige rensningskrav og klimapåvirkninger. Resultaterne af komiteens arbejde publiceres bl.a. i skrifter, som danner baggrund for den faglige praksis inden for spildevandsområdet.

Skrift 27 omhandler en anbefaling af, hvorledes *rørlagte* afløbssystemer skal fungere under regn. Minimumsfunktionskravet for opstuvning til terræn i et

afløbssystem for regnvand defineres som tilladeligt hvert 5. år. Når simple regnvandssystemer dimensioneres med rationel metode anbefales at dimensionere for fuld udnyttelse af rørkapacitet en gang årligt.

Følgende beregningsniveauer kan anvendes:

- Niveau 1. Den rationelle metode (bidragydende oplandsareal ganget med den for systemet kritiske regnintensitet). Dimensioneringsmetode for mindre afløbssystemer.
- Niveau 2. Dynamisk model kombineret med CDS-regn (syntetisk regnhændelse). Analyse af forholdsvis ukomplicerede afløbssystemer.
- Niveau 3. Dynamisk model kombineret med historiske regn. Analyse af komplicerede afløbssystemer.

Skrift 27 – Funktionspraksis for afløbssystemer under regn - anbefaler anvendelse af sikkerhedstillæg i forbindelse med dimensionering af afløbssystemer. Den usikkerhed, der ligger i forudsætninger og beregninger, kompenseres ved anvendelse af en statistisk usikkerhed (modelusikkerhed), som typisk ligger mellem 1,2 og 1,3. Usikkerheden forbundet med fremtidsscenarier og klimaændringer kompenseres ved anvendelse af en scenarieusikkerhed (klimafaktor). Der er nærmere redegjort for de konkrete anbefalede niveauer for klimafaktorer i Skrift 29, og videre opdateret i skrift 30.

Skrift 28 – Regional variation af ekstremregn i Danmark - ny bearbejdning omhandler en anbefaling vedrørende valg af dimensionsgivende regnhændelser for niveau 1, 2 og 3 beregninger.

Skrift 29 – Forventede ændringer i ekstremregn som følge af klimaændringer - omhandler en undersøgelse af de forventede klimaændringer i relation til anvendelse af en sikkerhedsfaktor (klimafaktor) ved dimensionering af afløbssystemer. Undersøgelsen er baseret på IPCC's klimascenarie A2 og output fra DMI's regionale klimamodel. Det konkluderes, at det ikke er muligt at beskrive lokale forskelle i Danmark, hvorfor anbefalinger bliver i form af nationale estimater. Det konkluderes endvidere, at klimafaktoren stiger med stigende gentagelsesperioder og faldende varighed af hændelsen. Dette hænger sammen med forventningen om flere og mere ekstreme regnhændelser i sommerperioden i fremtiden.

Spildevandskomiteens forslag til klimafaktorer fremgår af Tabel 7.

<b>Regnens gentagelsesperiode</b>	<b>2 år</b>	<b>10 år</b>	<b>100 år</b>
<b>Klimafaktor</b>	1,2	1,3	1,4

Tabel 7. Anbefalede klimafaktorer i Skrift 29.

Skrift 30 - Opdaterede klimafaktorer og dimensionsgivende regnintensiteter indeholder en ny bearbejdning af regndata, og generering af designregn. Der anbefales to sæt klimafaktorer: (1) Standard klimafaktor der svarer til et bedste bud på den forventede klimateffekt, og: (2) Høj klimafaktor der svarer

til et bedste bud på middelværdien plus én gange standardafvigelsen på klimafaktoren.

For dimensionering og analyse af maksimal afstrømning fra afløbssystemer anbefales generelt at anvende klimafaktorer svarende til 1 time, også for systemer, der har højere og lavere koncentrationstid. Disse er vist i Tabel 8.

<b>Regnens gentagelsesperiode</b>	<b>2 år</b>	<b>10 år</b>	<b>100 år</b>
<b>Klimafaktor standard</b>	1,2	1,3	1,4
<b>Klimafaktor høj</b>	1,45	1,7	2

Tabel 8. Anbefalede klimafaktorer baseret på tre nedskaleringsmetoder, 17 klimamodelkørsler og fem emissionsscenerier.

### 5.2.5 Kommunale retningslinjer

Aarhus, Skanderborg, Odder og Horsens kommuner har udarbejdet spildevandsplaner [14], [16], [17] og [19], der stiller krav til håndtering af regnvand og beregningsgrundlag. Der skal i forbindelse med detailprojektering af projektet være en tæt dialog i forhold til udledning af spildevand til recipienter i kommunerne.

Derudover har kommunerne krav til klimatilpasning, som også skal overholdes. Aarhus, Skanderborg, Odder og Horsens kommuner har udarbejdet klimatilpasningsplaner [18], [15], [20] og [19], hvor der er udarbejdet oversvømmelseskort, værdikort og risikokort. For alle fire kommuner er gældende, at de største oversvømmelsesrisici primært er i byerne.

Gennemgående for kommunernes krav er, at ved planlægning for byggeri, vejanlæg eller tekniske anlæg indenfor et oversvømmelsestruet område i eksisterende og planlagt by, skal det indgå i planlægningen, hvordan oversvømmelsesrisikoen håndteres i lokalområdet. I forbindelse med detailprojektering af projektet skal der være en dialog om, hvordan denne håndtering kan bidrage til at forøge området visuelle og rekreative kvaliteter.

# 6 Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i anlægsfasen – midlertidige påvirkninger

## 6.1 **Miljøpåvirkninger i anlægsfasen**

---

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

Der kan naturligvis forekomme oversvømmelser under anlægsfasen i risikoområderne, hvis ekstreme hændelser indtræffer.

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.

Ved detailprojekteringen skal det vurderes, om der er behov for beredskab, hvis en ekstrem nedbørshændelse skulle forekomme under anlægsfasen.

# 7 Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i driftsfasen – varige påvirkninger

## 7.1 Miljøpåvirkninger i driftsfasen

---

I dette afsnit redegøres for konsekvenser og afværgeforanstaltninger i driftsfasen. Det forudsættes, at projektet har en planlægningshorisont på >100 år, og der tages derfor udgangspunkt i et ændret klima i år 2100, som beskrevet i A1B-scenariet [8].

### 7.1.1 Klimakonsekvenser i projektområdet

De forventede konsekvenser som følge af klimaændringerne er mere nedbør, overfladeafstrømning, vandløbsafstrømning, grundvands- og havspejlsstigning.

I år 2100 vil årsmiddelnedbøren i Danmark været steget med 14 % og vinternedbøren vil stige til 25 % i forhold til nu. I projektområdet forventes det, at nedbøren i januar vil stige med 30-40 %, mens nedbørsmængden i juli vil være forholdsvis uændret. Overordnet set forventes der flere ekstreme regnskyl, som vil forårsage en øget overfladeafstrømning.

Om sommeren og tidligt efterår vil der oftere komme længerevarende tørkeperioder, og regnen vil falde sjældnere, men mere intensivt. Om sommeren kan et kraftigt regnskyl efter en længerevarende tørkeperiode give øget afstrømning fra de grønne arealer, der kan være tilnærmelsesvist impermeable, når de er meget tørre. Om vinteren vil der falde mere regn, hvorfor jorden ofte vil være vandmættet. Jorden kan derfor ikke optage de kraftige regnskyl, som i vid udstrækning vil strømme af på overfladen, og der kan opstå overløb i vandløbene.

Afhængig af de geologiske forhold i oplandet til vandløbene vil det ændrede nedbørsmønster resultere i et ændret afstrømningsmønster i vandløbene. GEUS har gennemført en hydrologisk modellering af Sjælland og Vestjylland for at vurdere de ændrede afstrømningsforhold i et ændret klima [21]. Her har de beregnet karakteristiske ændringer i vandløbsafstrømningen for syv udvalgte hydrometriske målestationer på Sjælland. Resultatet af disse beregninger er, at årsmiddelvandføringen vil øges med 12-18 % i A2 scenariet og 26-34 % for B2 scenariet. Hen over året vil vandføringen øges med 30-50 % om vinteren og reduceres med 30-70 % om sommeren.

Eftersom de geologiske forhold i Østjylland er sammenlignelige med de geologiske forhold på Sjælland vurderes det, at disse resultater er anvendelige til vurdering af klimaændringernes effekt på vandføringen i vandløb i Østjylland.



Klimaændringerne vil give en øget grundvandsdannelse, fordi den årlige nettonedbør stiger. Desuden ændres nedbørmønstret, så mere regn falder i vinterhalvåret, hvor fordampningen er mindre. For de lerede jorder vil det forøge den terrænnære afstrømning mod vandløbet og kun en mindre del af den øgede nedbør vil give anledning til, at grundvandsstanden hæves. På de sandede jorder, hvor en stor del af nedbøren kan infiltrere ned til grundvandsmagasinet, vil en forøget nedbørmængde medføre forhøjet grundvandsstand.

Betragtes resultatet af GEUS beregninger for Sjælland er der et meget varieret billede af ændringen af grundvandsstanden for det terrænnære grundvandsmagasin. Derimod er det forholdsvis entydigt, at det kun er i det sandede område af Sjælland, at der observeres en stigning i grundvandsniveauet.

Eftersom geologien i Østjylland i udpræget grad er leret vurderes det, at grundvandsstigninger som følge af klimaændringer vil være begrænset i området omkring de tre linjeføringer og Sydøstligt alternativ.

## 7.2 Kritiske lokaliteter

---

De forventede klimapåvirkninger vil have konsekvenser for risikoforholdene i projektområdet. Dette påvirkes yderligere af de stejle hældninger og de lerede jorder i området, som skal medtages i estimering af det valgte sikkerhedsniveau.

Eftersom linjeføringerne løber i åbent land, primært udgjort af landbrugsarealer, med kun spredt bebyggelse, vurderes risikoen for oversvømmelse at være mindre. Dette svarer til et normalt sikkerhedsniveau, jf. Tabel 4.

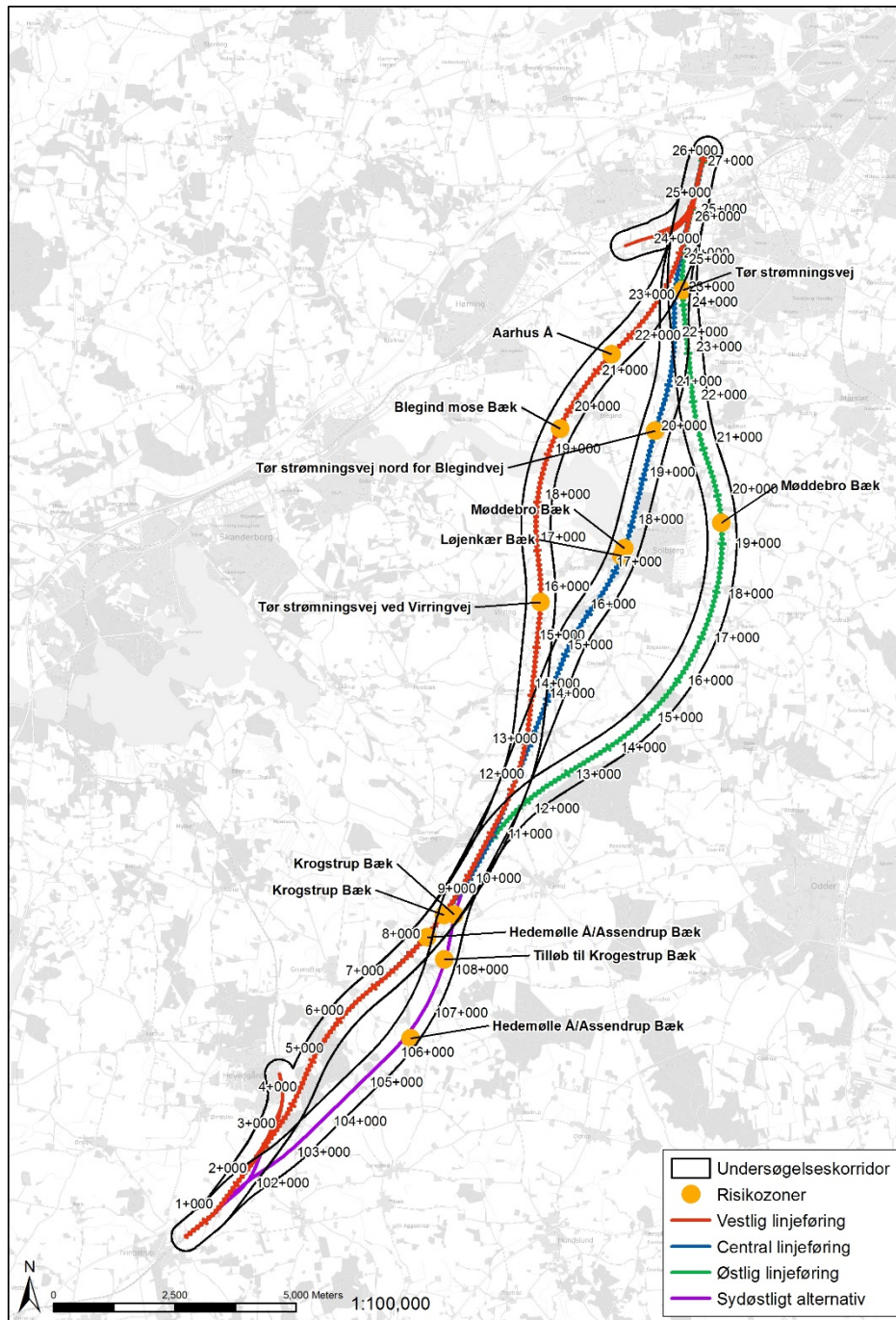
Det vurderes dog, at hvor linjeføringerne passerer større højdeforskelle, f.eks. vandløb, veje og/eller tunneldale, er der øget risiko for dæmningskred og/eller oversvømmelse. Disse områder defineres som kritiske lokaliteter.

For udpegning af kritiske lokaliteter er der foretaget en screening på baggrund af en hydrologisk tilpasset terrænmodel, jf. 4.3.2. De undersøgte lokaliteter er registreret i Bilag 1, hvor der er angivet stationering, stednavnsbetegnelse, evt. vandløb eller vej, samt beregnet opland til strømningsvejen.

Udvælgelsen af risikoområder er gjort på baggrund af strømningsvejens opland, hvor kun strømningsveje som afvander et opland over 1 km<sup>2</sup> (100 ha) vurderes at udgøre en risiko.

Derudover har den valgte tekniske løsning på lokaliteten betydning for risikoniveauet. Hvor der f.eks. er planlagt en dalbro er det vurderet, at brospændet kan føre vandet, hvorfor risikoen elimineres.

De udpegede risikoområder for alle undersøgte linjeføringer er vist på Figur 7. Derudover er der for hvert risikoområde udarbejdet et risikokort. Disse er vedlagt i bilag 2. Indholdet i kortene er forklaret i afsnit 4.3.2.



Figur 7. Kritiske lokaliteter.

### 7.2.1 Vestlig linjeføring

De udpegede risikoområder på Vestlig linjeføring er vist i Tabel 9. De individuelle kort for risikoområderne på Vestlig linjeføring er vedlagt i bilag 2.1.

St. (ca.)	Navn	Stednavnsbetegnelse/ beskrivelse	Note [22]	Opland km <sup>2</sup>
8+500	Hedemølle Å/Assendrup Bæk	Assendrup	Faunapassage A1 våd, 14 m bred og 4 m høj	2,3
9+080	Krogstrup Bæk	Nord for Krogstrupvej	Faunarør B1 våd, 6 m bred og 1 m høj	4,4
15+900	Tør strømningsvej	Virringvej		1,6
19+600	Blegind Mose Bæk	Mellem Blegind Mose og Stilling-Solbjerg Sø	Faunapassage A1 våd, 14 m bred og 4 m høj	2,2
21+470	Århus Å	Nord for Blegind	Faunapassage A1 våd 78 m bred og 9 m høj (4- fags bro)	57,9

Tabel 9. Udpegede kritiske lokaliteter for Vestlig linjeføring.

I st. 8+500 nord for Hovedgård ved Assendrup krydser Vestlig, Central og Østlig linjeføring Hedemølle Å, jf. bilag 2.1. Der er ved krydsningsstedet beregnet et opland på 2,3 km<sup>2</sup>, hvor der ved en ekstremregnhændelse er risiko for opstuvning af vand øst for banen. Der opføres en 14 m bred og 4 m høj faunapassage, og det vurderes, at broen kan føre vandet og derfor udgør krydsningen ingen risiko for oversvømmelse.

I st. 9+080 nord for Krogstrupvej krydser Vestlig, Central og Østlig linjeføring Krogstrup Bæk, jf. bilag 2.1. Der er ved krydsningsstedet beregnet et opland på 4,4 km<sup>2</sup>, hvor der ved en ekstremregnhændelse er risiko for opstuvning af vand øst for banen. Sporene har yderligere et dybdepunkt her [23]. Der opføres et B1 Faunarør, 6 m bredt og 1 m højt, og det vurderes, at røret kan føre vandet og derfor udgør krydsningen ingen risiko for oversvømmelse.

I st. 15+900 nord for Virringvej krydser Vestlig linjeføring en tør strømningsvej, jf. bilag 2.1. Der er ved krydsningsstedet beregnet et opland på 1,6 km<sup>2</sup>, hvor der ved en ekstremregnhændelse er risiko for opstuvning af vand vest for banen. Da oplandet er forholdsvis lille vurderes risikoen for at være mindre, men det er vigtigt, at strømningsvejen indarbejdes i projektet. Eftersom strømningsvejen er tør, og således ikke er et registreret landskabelement, vil der blive indhentet mere viden i detailfasen.

I st. 19+600 krydser Vestlig linjeføring Blegind Mose Bæk, jf. bilag 2.1. Der er ved krydsningsstedet beregnet et opland på 2,11 km<sup>2</sup>, hvor der ved en ekstremregnhændelse er risiko for opstuvning af vand øst for banen. Sporene har yderligere et dybdepunkt her [23]. Over vandløbet etableres en faunapassage, der er 14 m bred og 4 m høj, og det vurderes, at broen kan føre vandet og krydsningen derfor ikke udgør en risiko for oversvømmelse.

I st. 21+470 krydser Vestlig linjeføring Århus Å, jf. bilag 2.1. Der er ved krydsningsstedet beregnet et opland på 57,92 km<sup>2</sup>. Over vandløbet etableres en faunapassage som en 4-fags bjælkebro, der er 78 m bred og 9 m høj, og det vurderes, at broen kan føre vandet, og krydsningen derfor ikke udgør en risiko for oversvømmelse.

## 7.2.2 Central linjeføring

De udpegede risikoområder på Central linjeføring er vist i Tabel 10. De individuelle kort for risikoområderne på Central linjeføring er vedlagt i bilag 2.2.

St. (ca.)	Navn	Stednavnsbetegnelse/beskrivelse	Note	Opland km <sup>2</sup>
8+500, 9+100	Samme som Vestlig linjeføring jf. tabel 9.			
17+400	Løjenkær Bæk	Stilling-Solbjerg Sø	Ø150	13,6
17+500	Møddebro Bæk	Stilling-Solbjerg Sø	Ø180	8,7
20+000	Tør strømningsvej til Århus Å	Nord for Blegindvej		1,4

Tabel 10. Udpegede kritiske lokaliteter for Central linjeføring.

I st. 17+400 i den sydlige del af Solbjerg krydser Central linjeføring Løjenkær Bæk, jf. bilag 2.2. Der er ved krydsningsstedet beregnet et opland på 13,6 km<sup>2</sup>, hvor der ved en ekstremregnshændelse er risiko for opstuvning af vand øst for banen. Vandløbet føres under banen i en rørunderføring, der som minimum har samme dimensionering som den eksisterende underføring under Gl. Horsensvej på Ø150.

Da området i forvejen ligger lavt, og der er konstateret stående vand ved besigtigelse, jf. bilag 2.2, vurderes denne lokalitet til at være i høj risiko for oversvømmelse.



Figur 8. Stående vand i området ved Løjenkær Bæk – besigtigelse januar 2016.

I st. 17+500 krydser Central linjeføring Møddebro Bæk, jf. bilag 2.2. Der er ved krydsningsstedet beregnet et opland på 8,7 km<sup>2</sup>, hvor der ved en ekstremregnshændelse er risiko for opstuvning af vand øst for banen.



Vandløbet føres under banen i en underføring i et firkantet profil, der som minimum har samme dimensionering som den eksisterende underføring under Gl. Horsensvej på Ø180.

Da området i forvejen ligger lavt, og der hyppigt er konstateret stående vand i den eksisterende underføring under Gl. Horsensvej, jf. Figur 9, vurderes denne lokalitet til at være i høj risiko for oversvømmelse.



Figur 9. Møddebro Bæk ved besigtigelse 27. januar 2016.

I st. 20+000 krydser Central linjeføring en tør strømningsvej, som udløber i Århus Å vest for banen, jf. Figur 17. Afstrømningen løber langs Blegindvej, som føres under Landevejen. Ved en ekstremregnshændelse vil vandet opstuve øst for banen. På grund af banens tætte beliggenhed til Århus Å vurderes denne lokalitet til at være i moderat risiko for oversvømmelse/erosion.

### 7.2.3 Tilvalg Station i Solbjerg

En station i Solbjerg er planlagt til at ligge på Central linjeføring i st. 17+600. Stationen vil ligge i kote over terræn og forventes ikke at være i fare for oversvømmelse. Der er dog risiko for oversvømmelse i det tilstødende område.

Strækningen langs Stilling-Solbjerg Sø fra ca. st. 17+400 til 17+800 ligger lavt og nedstrøms for oplandene til Løjenkær Bæk og Møddebro Bæk, som begge har deres udløb i søen, jf. 7.2.2.

Området er af Aarhus Kommune udpeget til risikoområde, som skal yderligere undersøges, jf. Bilag 3. Resultatet af denne undersøgelse forventes at foreligge i 2017 [15].

#### 7.2.4 Østlig linjeføring

De udpegede risikoområder på Østlig linjeføring er vist i Tabel 11. De individuelle kort af risikoområderne på Østlig linjeføring er vedlagt i bilag 2.3.

St. (ca.)	Navn	Stednavnsbetegnelse/ beskrivelse	Note	Opland km <sup>2</sup>
8+500, 9+100	Samme som Vestlig linjeføring jf. Tabel 9.			
19+440	Møddebro Bæk	Thyholm	Faunapassage A1 våd, 18 m bred og 6 m høj	4,92
23+000	Tør strømnings- vej	Mellem Landevejen og Skovgårdsvej		4

Tabel 11. Udpegede kritiske lokaliteter for Østlig linjeføring.

I st. 19+440 krydser Østlig linjeføring Møddebro Bæk, jf. bilag 2.3. Der er ved krydsningsstedet beregnet et opland på 4,92 km<sup>2</sup>, hvor der ved en ekstremregnshændelse er risiko for opstuvning af vand øst for banen. Over vandløbet etableres en faunapassage A1, 18 m bred og 6 m høj, og det vurderes, at broen kan føre vandet og krydsningen derfor ikke udgør en risiko for oversvømmelse.

I st. 23+000 krydser Østlig linjeføring en tør strømningsvej, jf. bilag 2.3. Der er ved krydsningsstedet beregnet et opland på 4 km<sup>2</sup>. Sporene ligger i afgravning med dybdepunkt mod nord [23]. Eftersom der er tale om en tør strømningsvej, der afvander et relativt stort areal og at strømningsvejen ikke er registreret som et vandløb, vurderes krydsningen at udgøre en betydelig risiko, som skal indarbejdes i projektet. Det konkrete afvandingsdesign på lokaliteten vil blive afklaret i detailfasen.

#### 7.2.5 Sydøstligt alternativ

De udpegede risikoområder på Sydøstligt alternativ er vist i Tabel 12. De individuelle kort for risikoområderne på Sydøstligt alternativ er vedlagt i bilag 2.4

St. (ca.)	Navn	Stednavnsbetegnelse/ beskrivelse	Note	Opland km <sup>2</sup>
106+730	Vandløb fra Gangsted sogneskel	Vedslet	Faunapassage A1-våd, 18 m bred og 6 m høj	4,06
108+420	Assendrup Bæk	Krogstrup	Faunapassage A1-våd, 18 m bred 6 m høj	2,03
109+360	Krogstrup Bæk	Krogstrupvej	Faunapassage A1-våd, 14 m bred og 4 m høj	4,23

Tabel 12. Udpegede kritiske lokaliteter for Sydøstligt alternativ.

I st. 106+730 krydser Sydøstligt alternativ Hedemølle Å/Assendrup Bæk, jf. bilag 2.4. Der er ved krydsningsstedet beregnet et opland på 4,06 km<sup>2</sup>, hvor der ved en ekstremregnshændelse er risiko for opstuvning af vand øst for banen. Der opføres en 18 m bred og 6 m høj faunapassage, og det vurderes,



at broen kan føre vandet og krydsningen derfor ikke udgør en risiko for oversvømmelse.

I st. 108+420 krydser Sydøstligt alternativ Assendrup Bæk, jf. bilag 2.4. Der er ved krydsningsstedet beregnet et opland på 2,03 km<sup>2</sup>, hvor der ved en ekstremregnshændelse er risiko for opstuvning af vand øst for banen. Der opføres en 18 m bred og 6 m høj faunapassage, og det vurderes, at broen kan føre vandet og krydsningen derfor ikke udgør en risiko for oversvømmelse.

I st. 109+360 krydser Sydøstligt alternativ Krogstrup Bæk, jf. bilag 2.4. Der er ved krydsningsstedet beregnet et opland på 4,23 km<sup>2</sup>, hvor der ved en ekstremregnshændelse er risiko for opstuvning af vand øst for banen. Banen har samtidig et lavpunkt her [23]. Der opføres en 14 m bred og 4 m høj faunapassage, og det vurderes, at broen kan føre vandet og krydsningen derfor ikke udgør en risiko for oversvømmelse.

## 7.3 Afværgeforanstaltninger i driftsfasen

### 7.3.1 Klimatilpasning af afvandingssystemet

For at tilpasse banen til fremtidens klima skal afvandingsystemet designes til at kunne håndtere de øgede vandmængder. Det konkrete afvandingsdesign vil blive udført i detailfasen og vil blive baseret på de samme dimensioneringskriterier som på *Ny bane København – Ringsted* jf. Tabel 13 og Tabel 14.

Hvor	Hvad	Overskridelses hyppighed	Beregnings niveau	Sikkerheds faktor
Afgravning	Regnvandsbassin	T=25 år	3	1,56
	Transportsystem	T=2 år	3	1,56
Tunnel, Sporskifte, trug	Regnvandsbassin	T=25 år	3	1,56
	Transportsystem	T=25 år	3	1,56

Tabel 13. Dimensioneringsforudsætninger for kritiske lokaliteter på *Ny bane Hovedgård - Hasselager* [23].

Hvor	Hvad	Overskridelses hyppighed	Beregnings niveau	Sikkerheds faktor
Påfyldning	Regnvandsbassin	T=10 år	2	1,56
	Transportsystem	T=1 år	2	1,56

Tabel 14. Dimensioneringsforudsætninger for ikke-kritiske lokaliteter *Ny bane Hovedgård - Hasselager* [23].

### 7.3.2 Afværgeforanstaltninger for kritiske lokaliteter

For Vestlig linjeføring skal strømningsvejen i st. 15+900 nord for Virringvej, jf. bilag 2.1, indarbejdes i projektet. Eftersom strømningsvejen er tør, og således ikke et registreret landskabselement, skal der indhentes mere viden i detailfasen.

For Central linjeføring er banens passage igennem Solbjerg et særligt risikoområde, hvor der skal etableres yderligere afværgeforanstaltninger for at undgå opstuvning af vand på banens østlige side, med oversvømmelse i de tilstødende områder som følge. Der er i projektet planlagt forsinkelsesbassiner på 1.000 m<sup>3</sup> i forbindelse med gennemføringen af Løjenkær og Møddebro Bæk i hhv. st.17+400 og st.17+500 [23].

Derudover skal baneskråningerne omkring gennemføringen af vandløbene armeres for at undgå erosion.

Området omkring Stilling-Solbjerg Sø i Solbjerg er i forvejen udpeget som et prioriteret indsatsområde i Aarhus Kommunes risikoplaner, og Aarhus Kommune er i gang med yderligere undersøgelser [15].

Omfanget og udformningen af de endelige afværgeforanstaltninger på denne strækning skal genovervejes, når resultaterne fra disse undersøgelser foreligger.

## 7.4 **Konsekvensvurdering for driftsfasen**

---

I dette afsnit gennemgås behovet for klimatilpasning i forhold til driftsfasen for *Ny bane Hovedgård - Hasselager*.

De undersøgte linjeføringer løber alle i åbent land med gode nedsivnings – og dræningsforhold. Det vurderes derfor overordnet, at jernbaneanlægget kan klimasikres tilstrækkeligt ved at designe afvandingsystemet til at kunne håndtere større vandmængder med anvendelse af et normalt sikkerhedsniveau.

På kritiske lokaliteter, hvor banen krydser vandløb/tørre strømningsveje, veje eller løber i bymæssig bebyggelse, skal der anvendes et højere sikkerhedsniveau i overensstemmelse med gældende standarder.

Derudover skal det konkrete afvandingsdesign, som udarbejdes i detailfasen, tage højde for de særlige terrænmæssige og jordbundsmæssige forhold i projektområdet. De mange stejle hældninger, er tilsammen med de lerede jorder med til at forøge overfladeafstrømning, som øger risikoen for erosion og oversvømmelse.

Når banen er færdigbygget og i drift er vedligehold af grøfter og dræn, samt jævnlig besigtigelse af vandunderføringer, nøglen til en robust klimasikring af jernbanen.

I området omkring Solbjerg på Central linjeføring skal der udføres særlige afværgeforanstaltninger, for at sikre en tilstrækkelig klimasikring af baneanlægget. Derfor er der i nedenstående afsnit fremhævet de særlige risikoområder for Central linjeføring.

#### **7.4.1 Særlige risikoområder på Central linjeføring**

Baneanlægget ligger på Central linjeføring nedstrøms to mellemstore vandløb og vil ligge som barriere for eventuel afstrømning fra oplandet ned mod søen. Udføres der ikke tilstrækkelig afværgeforanstaltninger er der forøget risiko for oversvømmelse af boliger i umiddelbar nærhed til banen.

For at sikre en effektiv klimasikring skal der i detailfasen laves en detaljeret analyse, hvor oversvømmelseskortlægningen kobles med en hydraulisk modellering af underføringerne af Løjenkær Bæk (st.17+400) og Møddebro Bæk (st.17+500) for at afgøre, om de skal dimensioneres med en høj klimafaktor, jf. afsnit 5.2.4.

Denne analyse skal også sikre, at der ikke opstår flaskehals mellem Gl. Horsensvej og banen, der vil løbe parallelt. Vælges en større dimensionering bør rørføringen under vejen opgraderes.

Dette giver samtidig mulighed for, at indarbejde resultaterne af undersøgelsen igangsat af Aarhus Kommune, som har udpeget området som et prioriteret indsatsområde i deres risikoplaner.

## 8 Myndighedsbehandling

Der skal i Odder, Horsens, Skanderborg og Aarhus kommuner ansøges om udledning af afvanding fra baneanlægget til recipient i de respektive kommuner.

## 9 Kumulative effekter

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

Der er ikke kendskab til øvrige projekter i området, der kan give anledning til kumulative effekter i forhold til klimatilpasning.

# 10 0-alternativet

0-alternativet er jernbanens trafikale situation, hvis *Ny bane Hovedgård - Hasselager* ikke bliver anlagt. 0-alternativet bruges som reference til miljøvurdering af alle fagemner for de foreslåede linjeføringer. Naboprojekter på den eksisterende strækning så som *Elektrificering og hastighedsopgradering Fredericia - Aarhus* og *Signalprogrammet (ERTMS)* forudsættes at blive udført.

Trafiksituationen i 0-alternativet er fremskrevet til år 2030.

I dag kører dagligt cirka 130 persontog mellem Horsens og Aarhus på den eksisterende strækning over Skanderborg. Rejsetiden er i dag mellem 28 og 31 minutter afhængig af togets standsningsmønster.

Uden en ny bane mellem Hovedgård og Hasselager vil al togtrafik fortsat skulle køre ad den eksisterende bane. Rejsetiden vil være omtrent som i dag. I 2030 vil der dagligt køre cirka 150 persontog på strækningen.

# 11 Oversigt over eventuelle mangler ved undersøgelsen

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

Undersøgelserne vedrørende klimatilpasning vurderes at være dækkende på det nuværende stadie af projektet med de data og informationer, der er tilgængelige. Dog er vurderingen baseret på scenarietfremskrivning, hvilket er forbundet med usikkerheder.

# 12 Referencer

- [1] Bøhl-Møller, Helle, »BN1-11-1 Afvanding af sporarealer,« Banedanmark, nr. BN1-11-1, 2006.
- [2] Spildevandskomiteen, »27 Funktionspraksis for afløbssystemer under regn,« Spildevandskomiteens skrifter, nr. 27, 2005.
- [3] Spildevandskomiteen, »28 Regional variation af ekstremregn i Danmark - ny bearbejdning (1979-2005),« Spildevandskomiteens skrifter, nr. 28, 2006.
- [4] Spildevandskomiteen, »29 Forventede ændringer i ekstremregn som følge af klimaændringer,« Spildevandskomiteens skrifter, nr. 29, 2008.
- [5] Spildevandskomiteen, »30 Opdaterede klimafaktorer og dimensionsgivende regnintensiteter,« Spildevandskomiteens skrifter, nr. 30, 2014.
- [6] [www.klimatilpasning.dk](http://www.klimatilpasning.dk), 2016. [Online].
- [7] <http://www.klimatilpasning.dk/viden-om/klima/klimascenarier.aspx>. [Online].
- [8] Olesen, Martin m.fl., »Fremtidige klimaforandringer i Danmark,« DMI, København, 2014.
- [9] »<http://scalgo.com/live/>,« 2016. [Online].
- [10] Atkins/Niras, Grundvand og drikkevand - Fagnotat. Ny bane Hovedgård - Hasselager, Banedanmark, 2017b.
- [11] GEUS, »Danmarks digitale jordartskort 1:200.000,« 2016. [Online]. Available: <http://www.geus.dk/DK/data-maps/Sider/j200-dk.aspx>.
- [12] O. B. Ulstrup, »BN3-12-2 Vejledning til miljø- og vandløbsager i forbindelse med afvandingsanlæg,« Banedanmark, nr. BN3-12-2, 2003.
- [13] Dansk Standard, »DS 432 - Norm for afløbsinstallationer 4.udg.,« DS 432, nr. 4, 2009.
- [14] Aarhus Kommune, »Spildevandsplan,« 2016. [Online]. Available: <http://www.aarhus.dk/~media/Dokumenter/Teknik-og-Miljoe/Natur-og-Miljoe/Vand/Spildevand/Spildevandsplan-2013-2016/Dokumentationsdel---Spildevandsplan-2013-2016-samlet.pdf>.
- [15] Aarhus Kommune, »[www.aarhus.dk](http://www.aarhus.dk),« 2016. [Online]. Available: <http://www.aarhus.dk/da/borger/natur-og-miljoe/Vand/oversvoemmelse/~media/Dokumenter/Teknik-og-Miljoe/Natur-og-Miljoe/Vand/Oversvoemmelse/Planer-og-projekter/Klimatilpasningsplan-2014-december.pdf>.
- [16] Horsens Kommune, »Spildevandsplan 2012-2015,« Horsens Kommune, Horsens, 2016.
- [17] Odder Kommune, »Spildevandsplan,« 2016. [Online]. Available: [http://planportal.odder.dk/dk/vand/spildevandsplan\\_2015/introduktion/](http://planportal.odder.dk/dk/vand/spildevandsplan_2015/introduktion/).
- [18] Odder Kommune, »[www.oddernettet.dk](http://www.oddernettet.dk),« 2016. [Online]. Available:



[http://www.oddernettet.dk/dokumenter/Klimatilpasningsplan2014\\_Odder\\_Kommune.pdf](http://www.oddernettet.dk/dokumenter/Klimatilpasningsplan2014_Odder_Kommune.pdf).

- [19] Skanderborg Kommune, »[www.skanderborg.dk](http://www.skanderborg.dk),« 2016. [Online]. Available:  
<http://pdf.skanderborg.dk/Naturogmilj/Klima/Klimatilpasningsplan/>.
- [20] Horsens Kommune, »Vind med vandet - forslag til Kommuneplantillæg 1-2013 Klimatilpasningsplan,« Horsens Kommune, Horsens, 2013.
- [21] Sonnenborg, Torben O., »Klimaændringernes betydning for vandkredsløbet i Danmark,« GEUS, København, 2006.
- [22] COWI, »Ny Bane Hovedgård - Hasselager VVM-redegørelse - broteknisk beskrivelse,« Banedanmark, København, 2016.
- [23] COWI, »Ny bane Hovedgård - Hasselager VVM-redegørelse - afvandingsteknisk beskrivelse,« Banedanmark, København, 2016.
- [24] A. kommune, »Klimatilpasning - Oversvømmelseskort,« 28 August 2016. [Online]. Available:  
<http://webgis.aarhus.dk/klimatilpasning/kort.htm>. [Senest hentet eller vist den 28 August 2016].

# 13 Bilag

## Bilag 1. Undersøgte potentielt kritiske lokaliteter

- Bilag 1.1 Vestlig linjeføring
- Bilag 1.2 Central linjeføring
- Bilag 1.3 Østlig linjeføring
- Bilag 1.4 Sydøstligt alternativ

## Bilag 2. Kortbilag - Udpegede kritiske lokaliteter

- Bilag 2.1 Vestlig linjeføring
- Bilag 2.2 Central linjeføring
- Bilag 2.3 Østlig linjeføring
- Bilag 2.4 Sydøstligt alternativ

## Bilag 3. Kortbilag – Oversvømmelseskort, prioriterede indsatsområder i Solbjerg

# Bilag 1. Undersøgte potentielle lokaliteter

## 1.1 Vestlig linjeføring

St. (ca.)	Navn	Stednavnsbetegnelse/ beskrivelse	Note	Opland km <sup>2</sup>
5+500	Skovgrøft	Hovedskov		< 1
5+500	Skovgrøft	Krydser ikke - langs v. Hovedskov		< 1
5+500	Skovgrøft	Hovedskov		< 1
7+450	Tilløb til Kirkedal Bæk	Vedslet genbrugsplads	Rørlagt	< 1
7+850	Assendrup Bæk/tilløb til Hedemølle Å	Nordøst for Vedslet genbrugsplads	Dalbro	4,9
8+500	Hedemølle Å/Assendrup Bæk	Assendrup	Faunapassage A1 våd, 14 m bred og 4 m høj	2,3
8+900	Tilløb til Krogstrup Bæk	Krogstrupvej	Rørlagt	< 1
9+080	Krogstrup Bæk	Nord for Krogstrupvej	Faunapassage B1 våd, 6 m bred og 1 m høj	4,4
10+650	Sophienlund Bæk	Syd for Nygårdsvej ved Gjesing	Rørlagt	< 1
10+800	Tilløb til Sophienlund Bæk	Nord for Nygårdsvej ved Gjesing	Rørlagt	< 1
11+950	Rindelev Bæk	Syd for Hvilsted vest for Nørreskov	Dalbro	5,2
14+250	Hvolbæk	Øst for Svinsager	Rørlagt	< 1
14+300	Grøft	Øst for Svinsager	Rørlagt	< 1
15+900	Tør strømningsvej	Virringvej		1,6
16+200	Grøft	Øst for Virring	Rørlagt	< 1
16+200	Grøft	Øst for Virring	Rørlagt	< 1
17+300	Vitved Bæk	Øst for Vitved	Dalbro	3,6
19+600	Blegind mose Bæk	Mellem Blegind mose og Solbjerg Sø	Faunapassage A1 våd, 14 m bred og 4 m høj	2,2
21+470	Århus Å	Nord for Blegind	Faunapassage A1 våd, 9 m høj og 78 m bred (4-fags bro)	57,9

# Bilag 1. Undersøgte potentielle lokaliteter

## 1.2 Central linjeføring

St. (ca.)	Navn	Stednavnsbetegnelse/ beskrivelse	Note	Opland km <sup>2</sup>
5+500 – 11+950	Samme som Vestlig linjeføring jf. Bilag 1.1.			
16+550	Fastrupmark Bæk	Syd for Solbjerg		< 1
17+400	Løjenkær Bæk	Solbjerg Sø	Ø150	13,6
17+500	Møddebro Bæk	Solbjerg Sø	Ø180	8,7
18+200	Grøft	Ved agilitybanen i Solbjerg		< 1
20+000	Tør strømningsvej til Århus Å	Nord for Blegindvej		1,4

# Bilag 1. Undersøgte potentielle lokaliteter

## 1.3 Østlig linjeføring

St. (ca.)	Navn	Stednavnsbetegnelse/ beskrivelse	Note	Opland km <sup>2</sup>
5+500 – 10+800	Samme som Vestlig linjeføring jf. Bilag 1.1.			
12+100	Rindelev Bæk	Syd for Hvilsted vest for Nørreskov	Dalbro	2,3
12+100	Halshave Grøft/tilløb til Rindelev Bæk	Vest for Nørreskov	Dalbro	< 1
14+700	Onsted Bæk	Nord for Nørreskov	Rørlagt	< 1
15+400- 15+500	Grøft	Lille Nørreskov		< 1
17+200	Løjenkær Bæk	Vest for Astrup-Ballen	Dalbro	4,6
19+440	Møddebro Bæk	Øst for Solbjerg	Faunapas- sage A1 våd, 18 m bred og 6 m høj	4,9
21+500	Afløb fra Ravnholt	Vest for Ravnholt		< 1
23+000	Tør strømningsvej	Mellem Landevejen og Skovgårdsvej		4,1

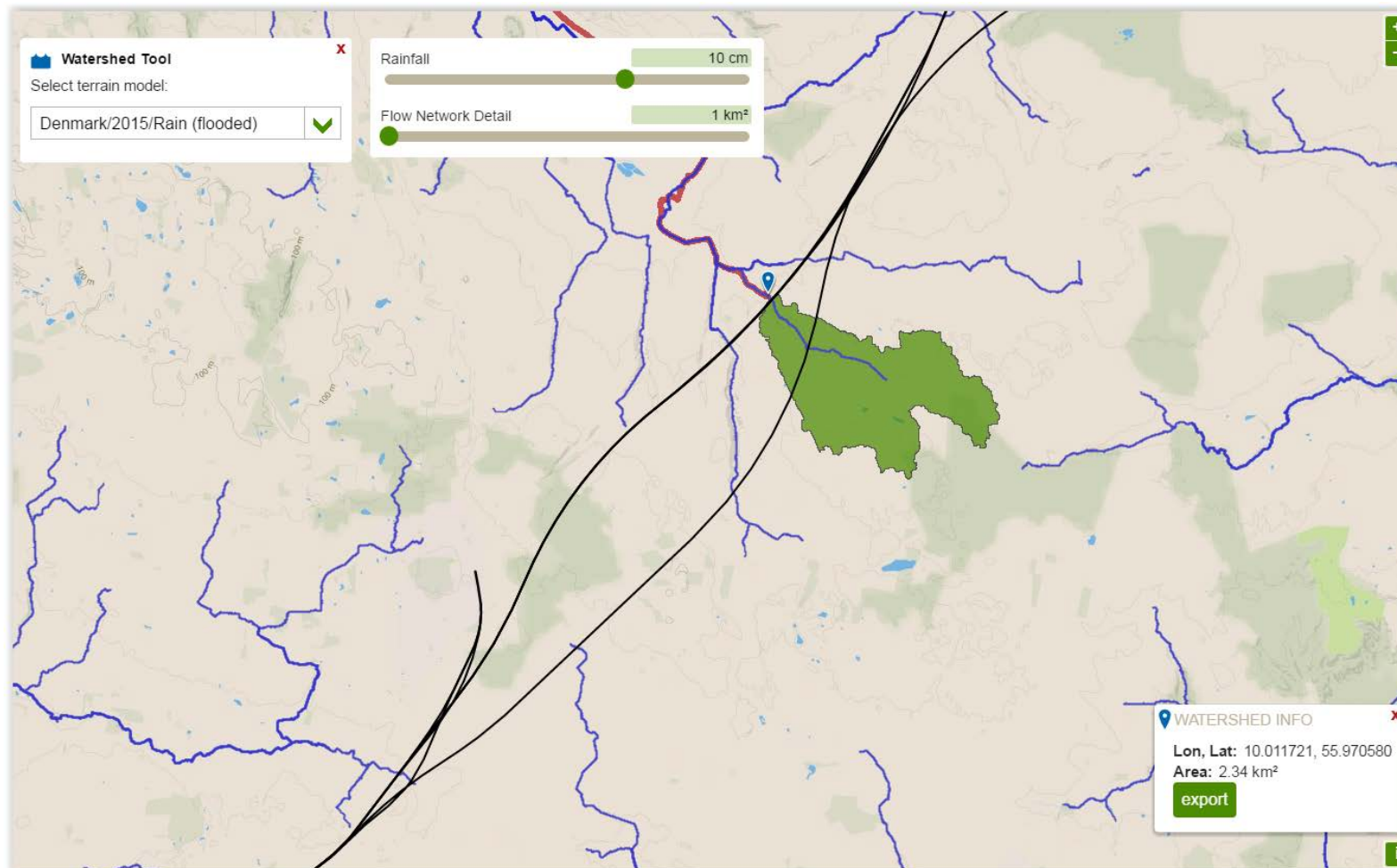
# Bilag 1. Undersøgte potentielle lokaliteter

## 1.4 Sydøstligt alternativ

St. (ca.)	Navn	Stednavnsbetegnelse/beskrivelse	Note	Opland km <sup>2</sup>
106+700	Hedemølle Å/Assendrup Bæk	Vedslet	Faunapas- sage A1- våd, 18 m bred 6 m høj	4,06
108+400	Tilløb til Krogstrup Bæk	Krogstrup	Faunapas- sage A1- våd, 18 m bred og 6 m høj	2,03
109+300	Krogstrup Bæk	Krogstrupvej	Faunapas- sage A1- våd, 14 m bred og 4 m høj	4,23

## Bilag 2 Kortbilag – Udpegede kritiske lokaliteter

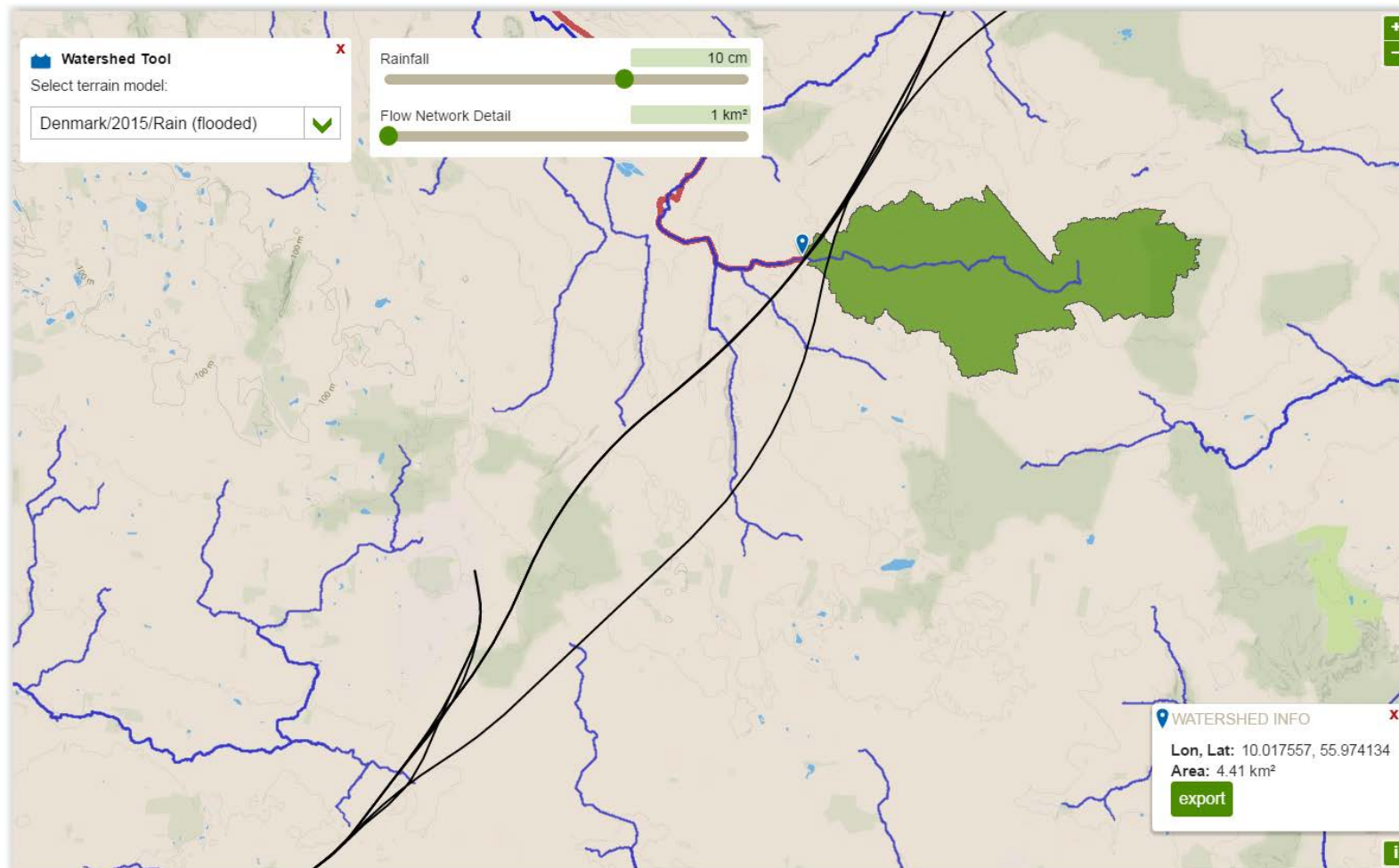
### Bilag 2.1 Vestlig linjeføring



Hedemølle Å/Assendrup Bæk, st.8+500.

## Bilag 2 Kortbilag – Udpegede kritiske lokaliteter

### Bilag 2.1 Vestlig linjeføring

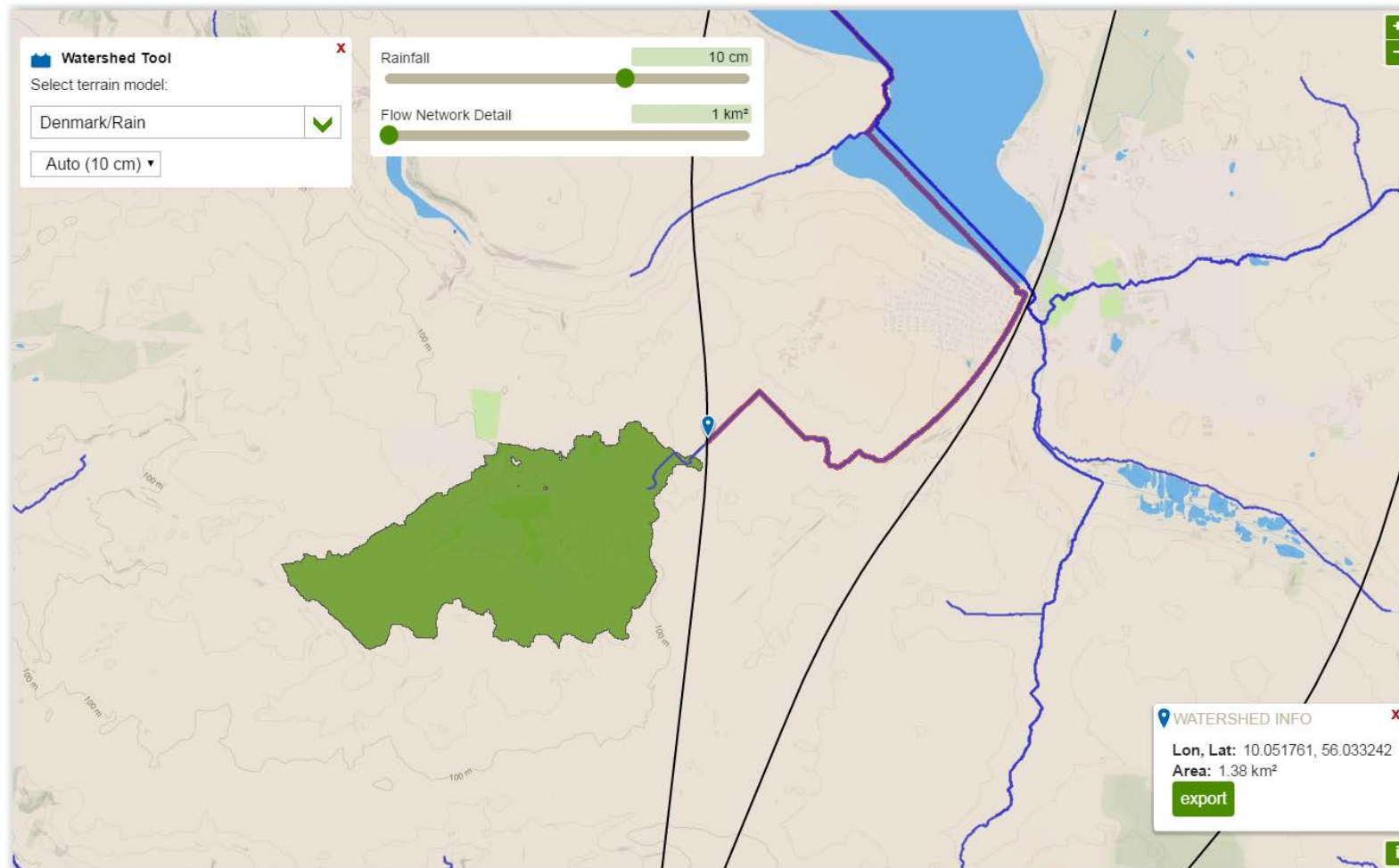


Krogstrup Bæk, st.9+100.



## Bilag 2 Kortbilag – Udpegede kritiske lokaliteter

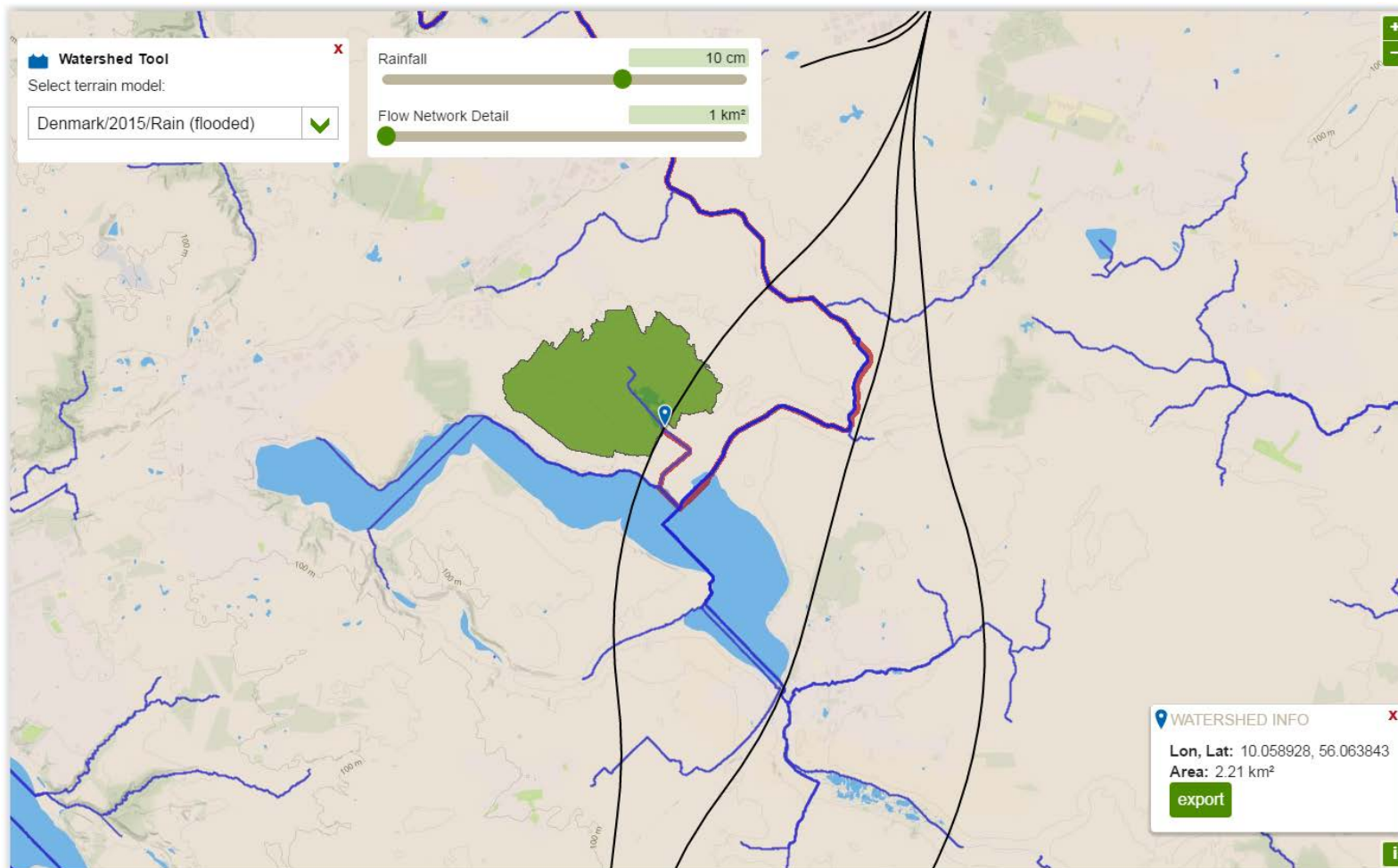
### Bilag 2.1 Vestlig linjeføring



Tør strømningsev ved Virringvej, st.15+900 (Bemærk kilde er Denmark Rain DEM, og ikke Denmark/2015/Rain).

## Bilag 2 Kortbilag – Udpegede kritiske lokaliteter

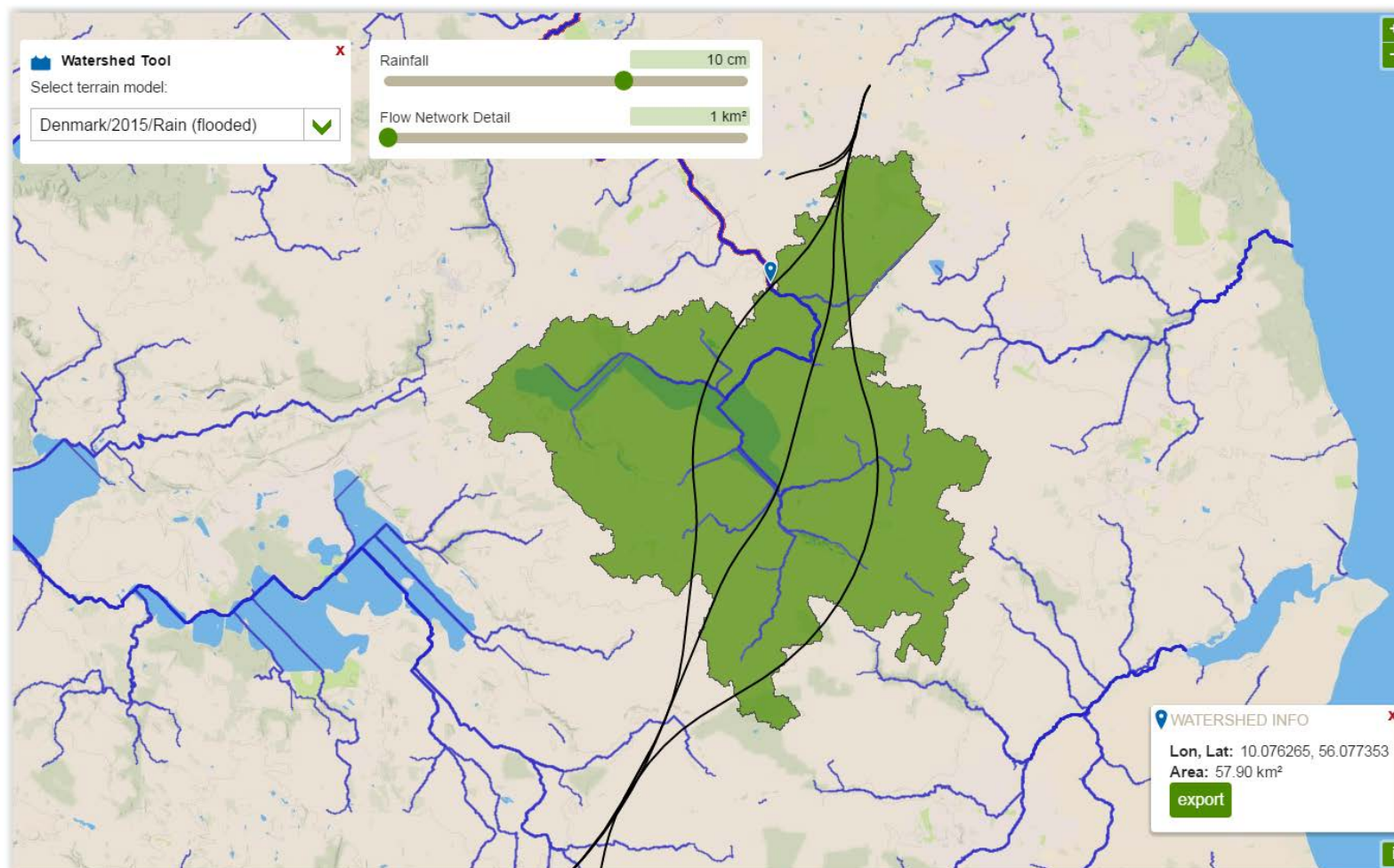
### Bilag 2.1 Vestlig linjeføring



Blegind Mose Bæk, st.19+600.

## Bilag 2 Kortbilag – Udpegede kritiske lokaliteter

### Bilag 2.1 Vestlig linjeføring

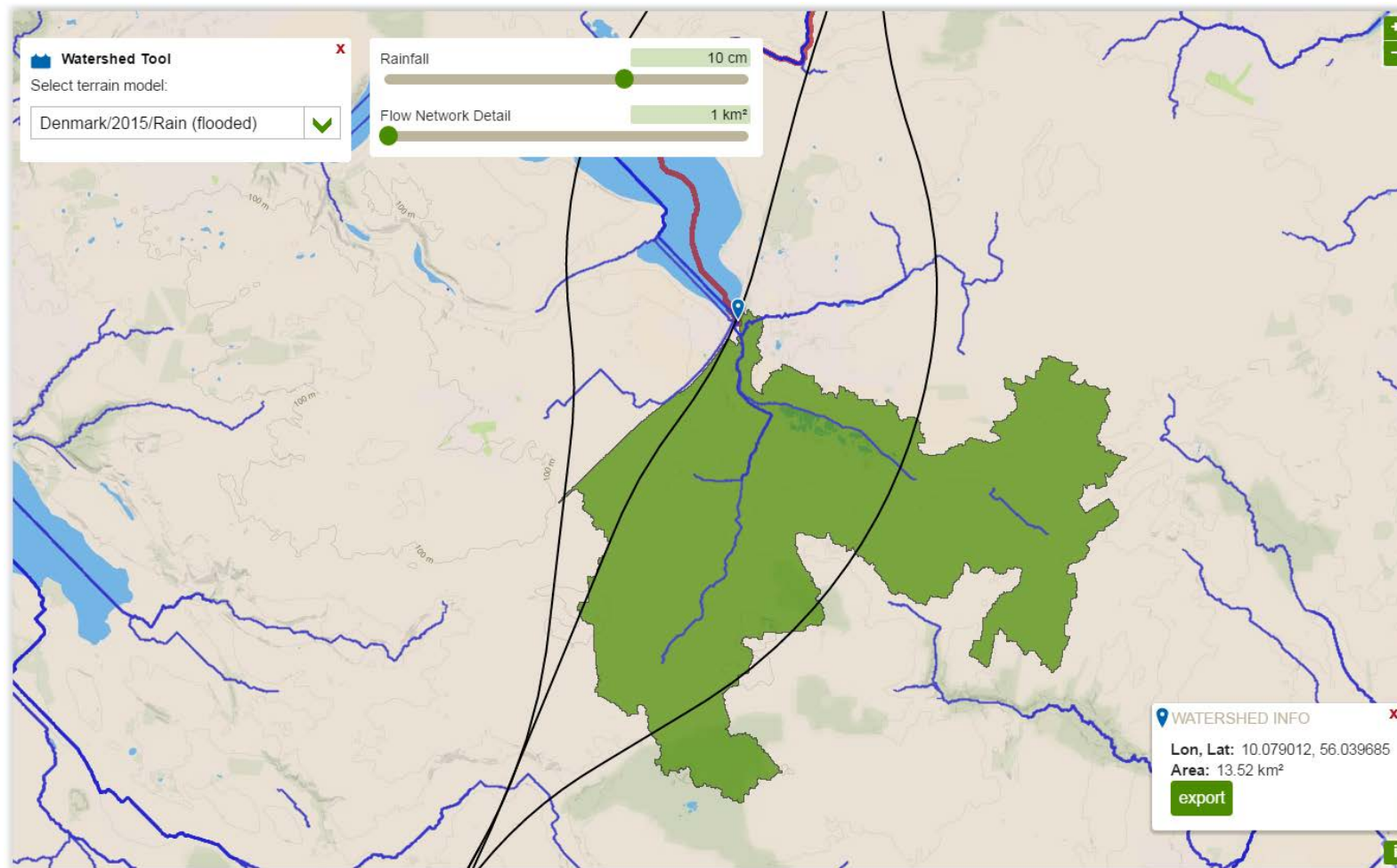


Århus Å, st.21+450.



## Bilag 2 Kortbilag – Udpegede kritiske lokaliteter

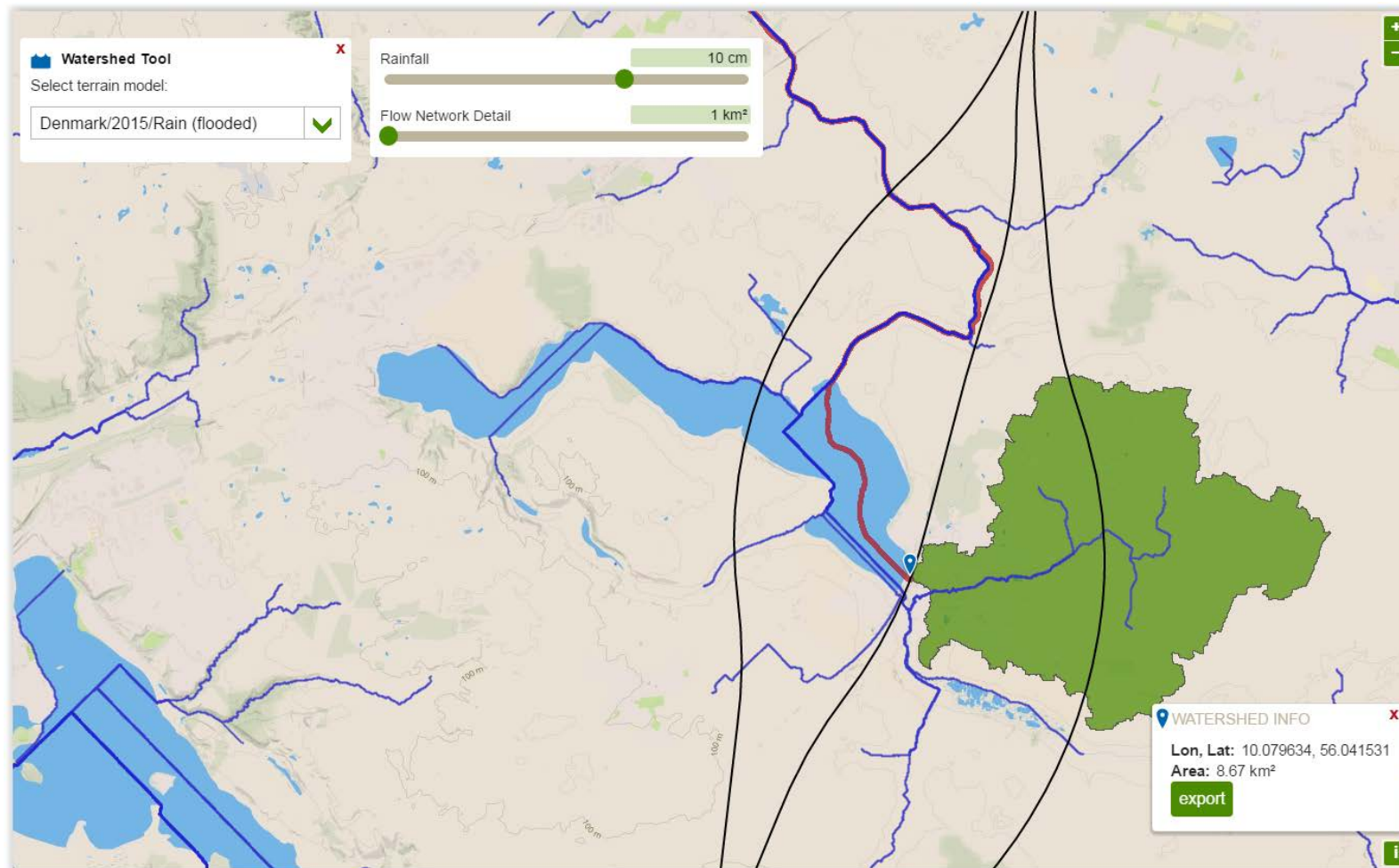
### Bilag 2.2 Central linjeføring



Løjenkær Bæk, st.17+400.

## Bilag 2 Kortbilag – Udpegede kritiske lokaliteter

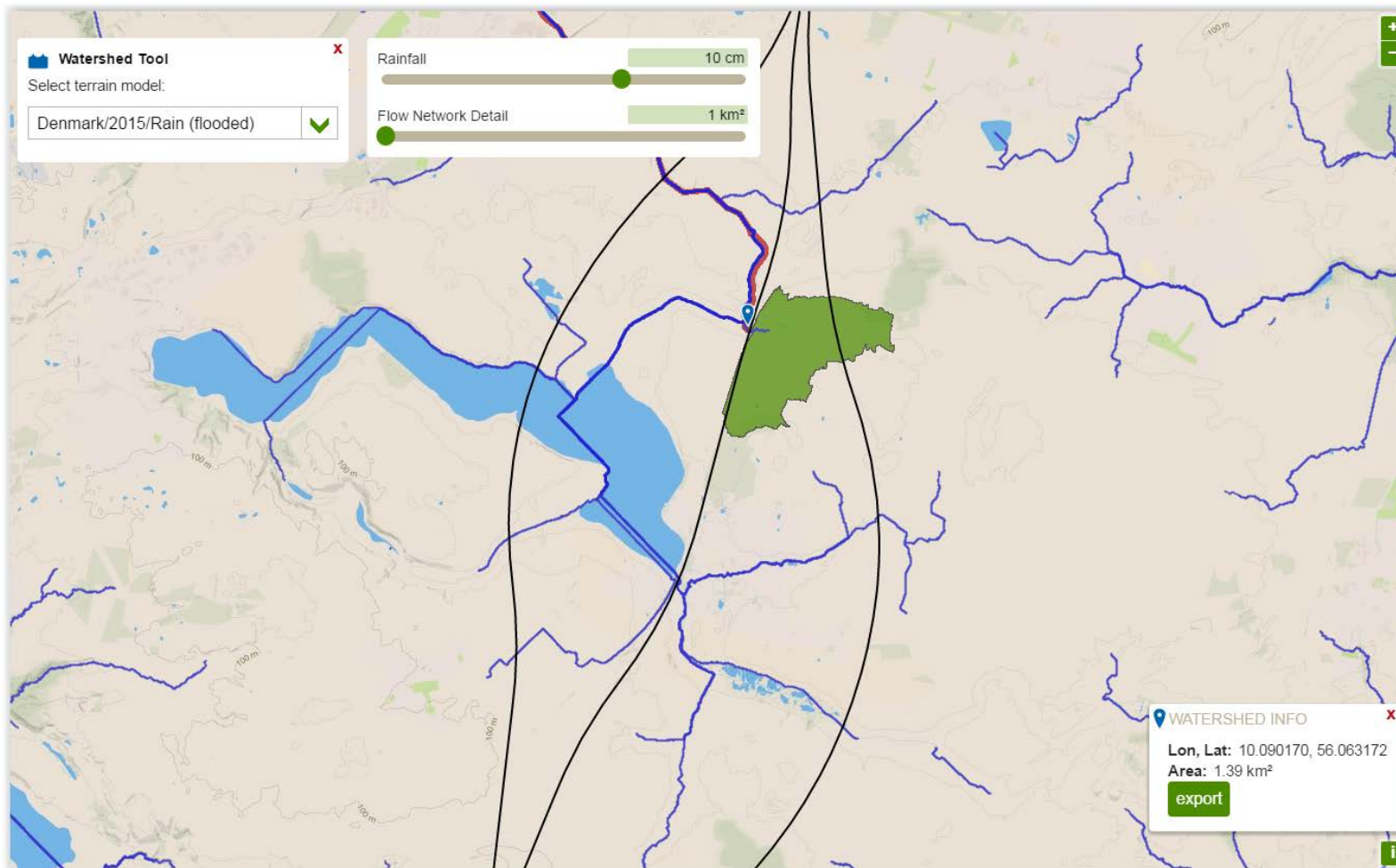
### Bilag 2.2 Central linjeføring



Møddebro Bæk, st. 17+500.

## Bilag 2 Kortbilag – Udpegede kritiske lokaliteter

### Bilag 2.2 Central linjeføring

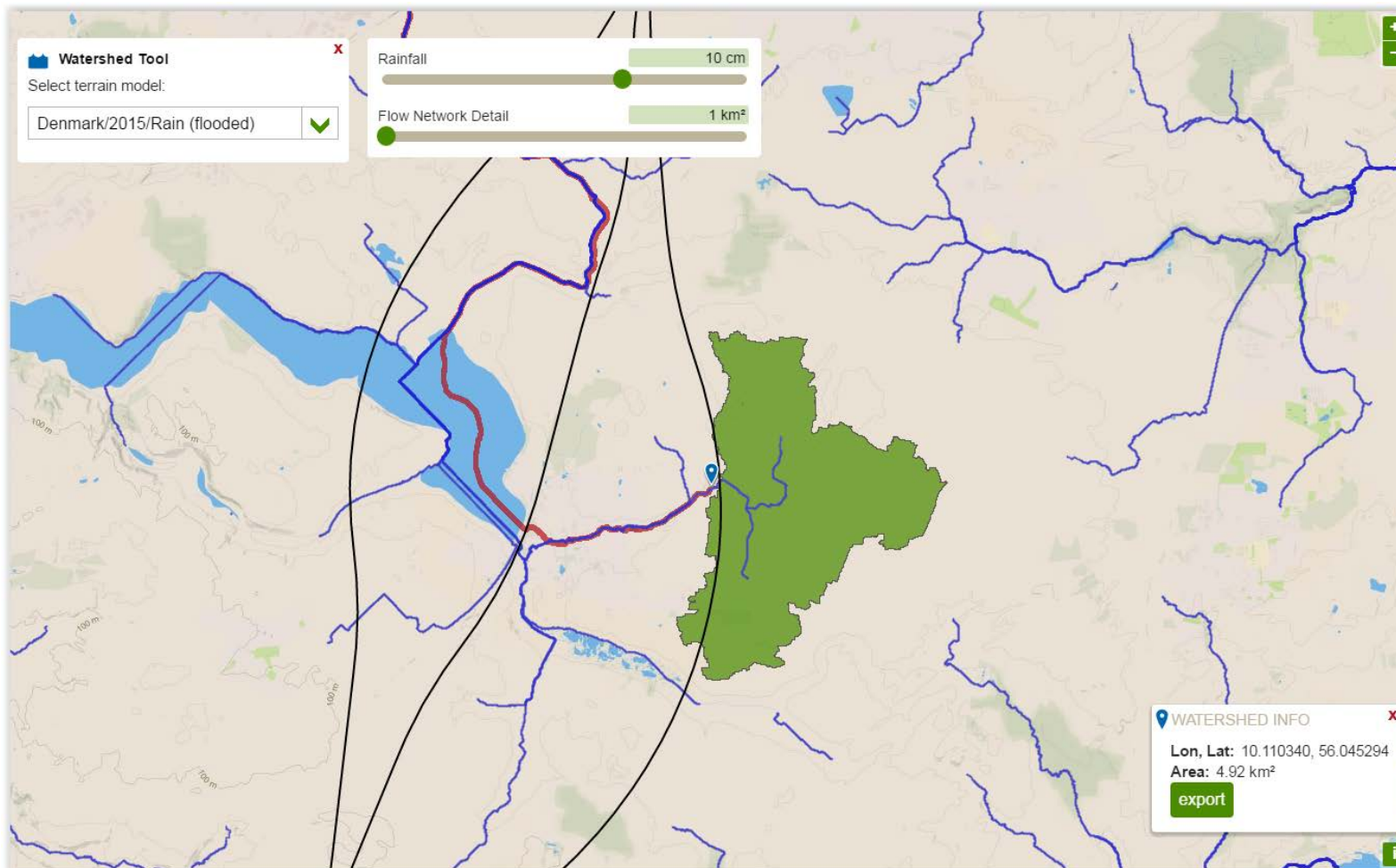


Tør strømningsev til Århus Å, st.20+000.



## Bilag 2 Kortbilag – Udpegede kritiske lokaliteter

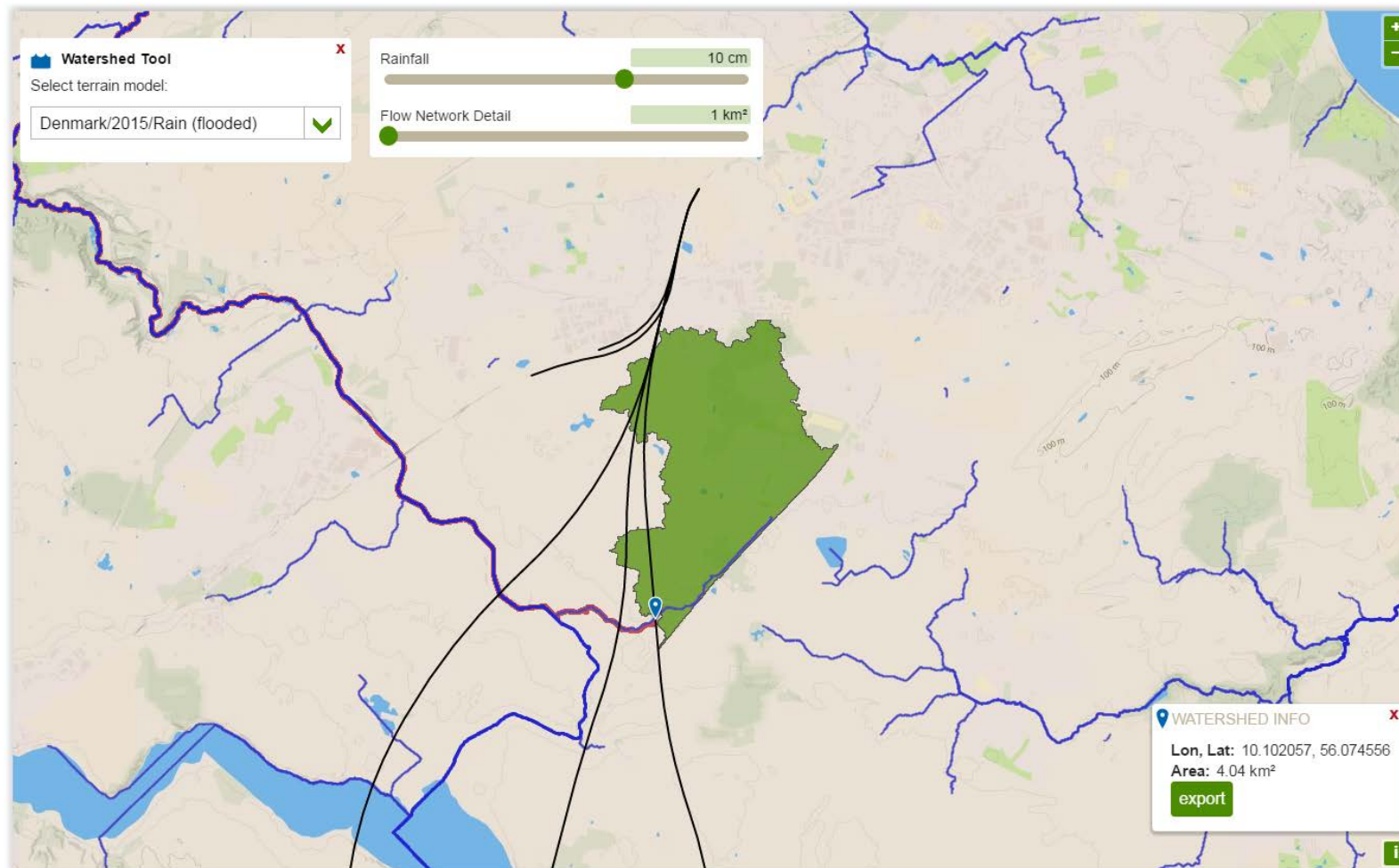
### 2.3 Østlig linjeføring



Møddebro Bæk, st. 18+400.

## Bilag 2 Kortbilag – Udpegede kritiske lokaliteter

### Bilag 2.3 Østlig linjeføring

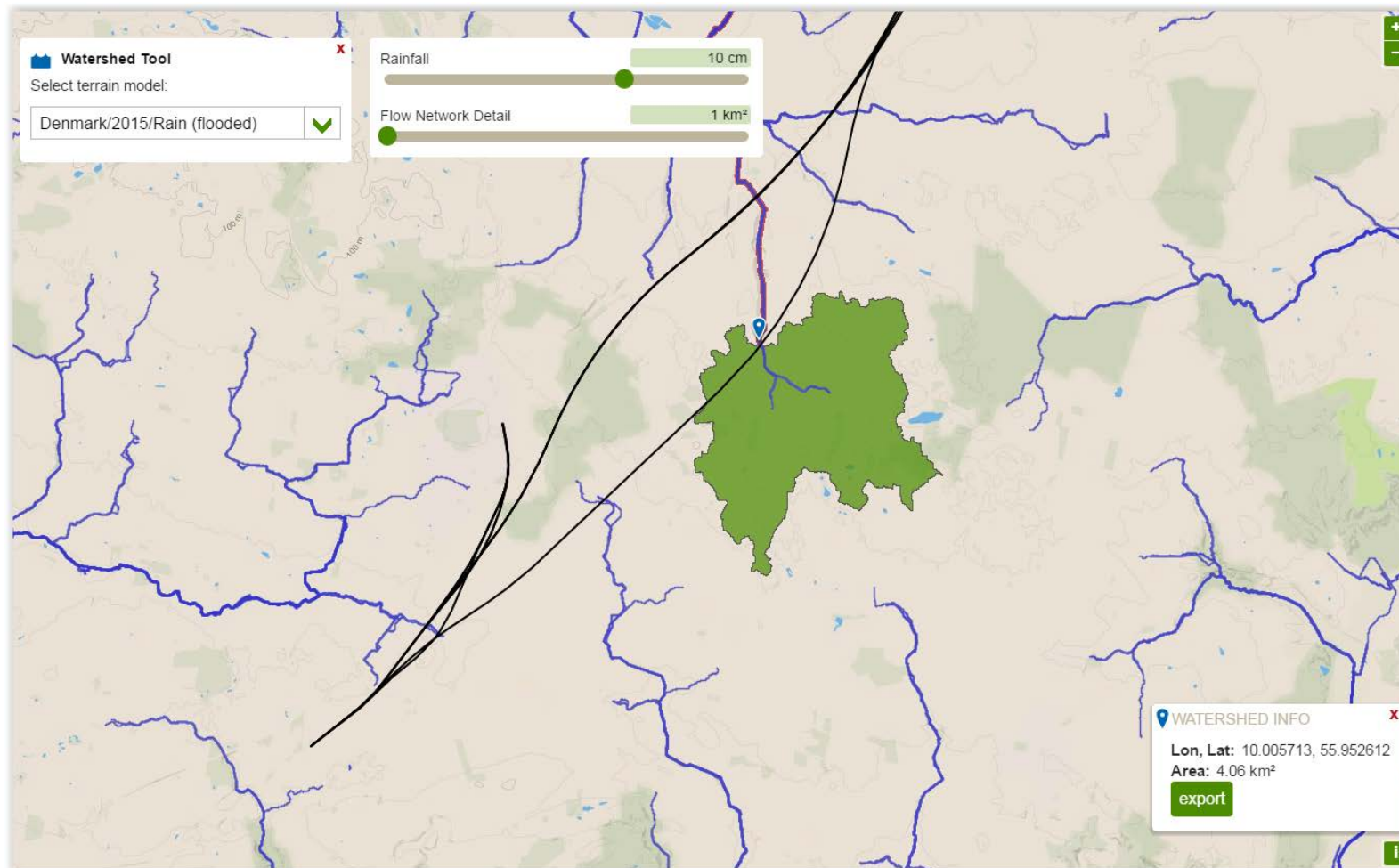


Tør strømningvej, st.23+000.



## Bilag 2 Kortbilag – Udpegede kritiske lokaliteter

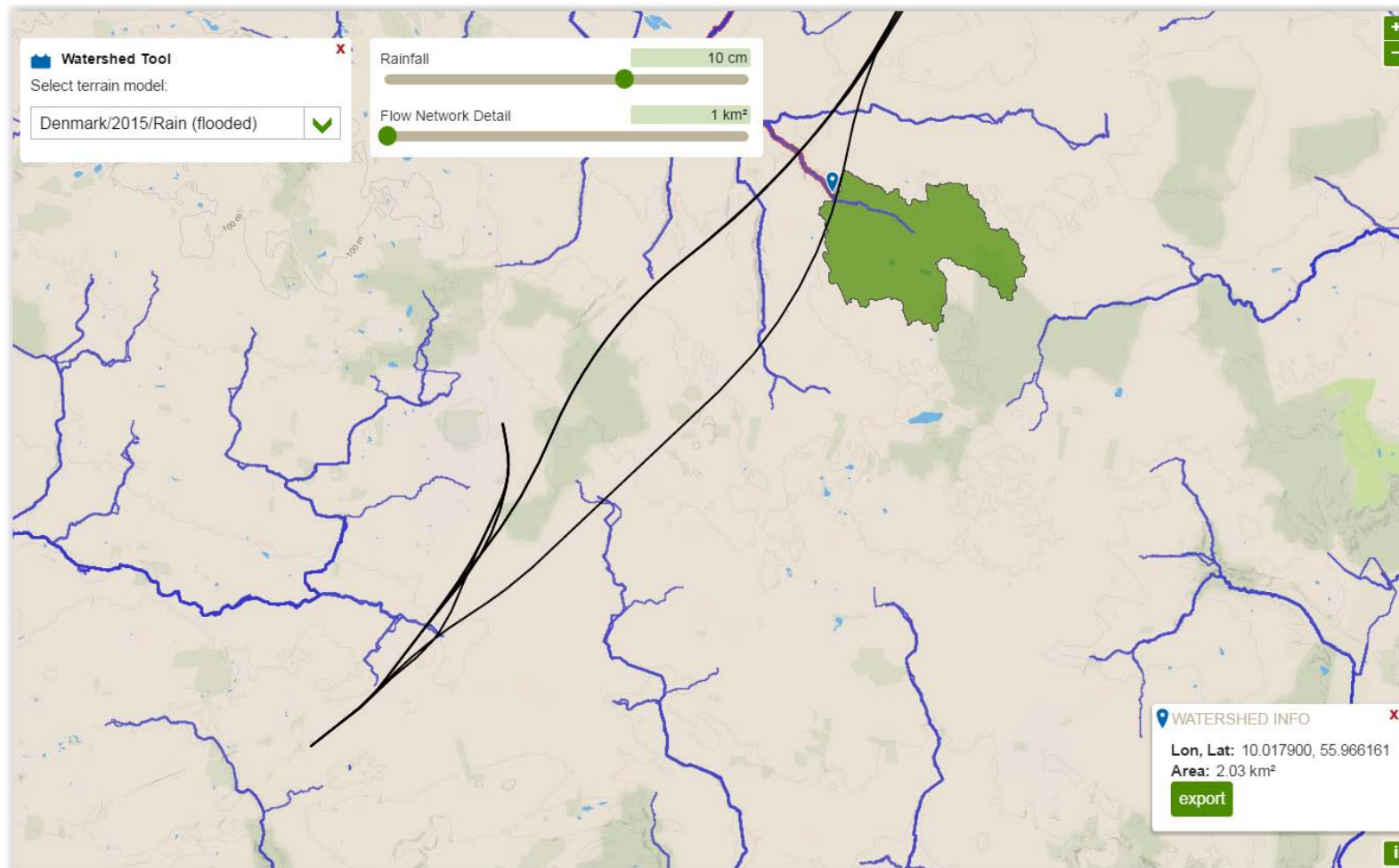
### 2.4 Sydøstligt alternativ



Hedemølle Å/Assendrup Bæk, st.106+700.

## Bilag 2 Kortbilag – Udpegede kritiske lokaliteter

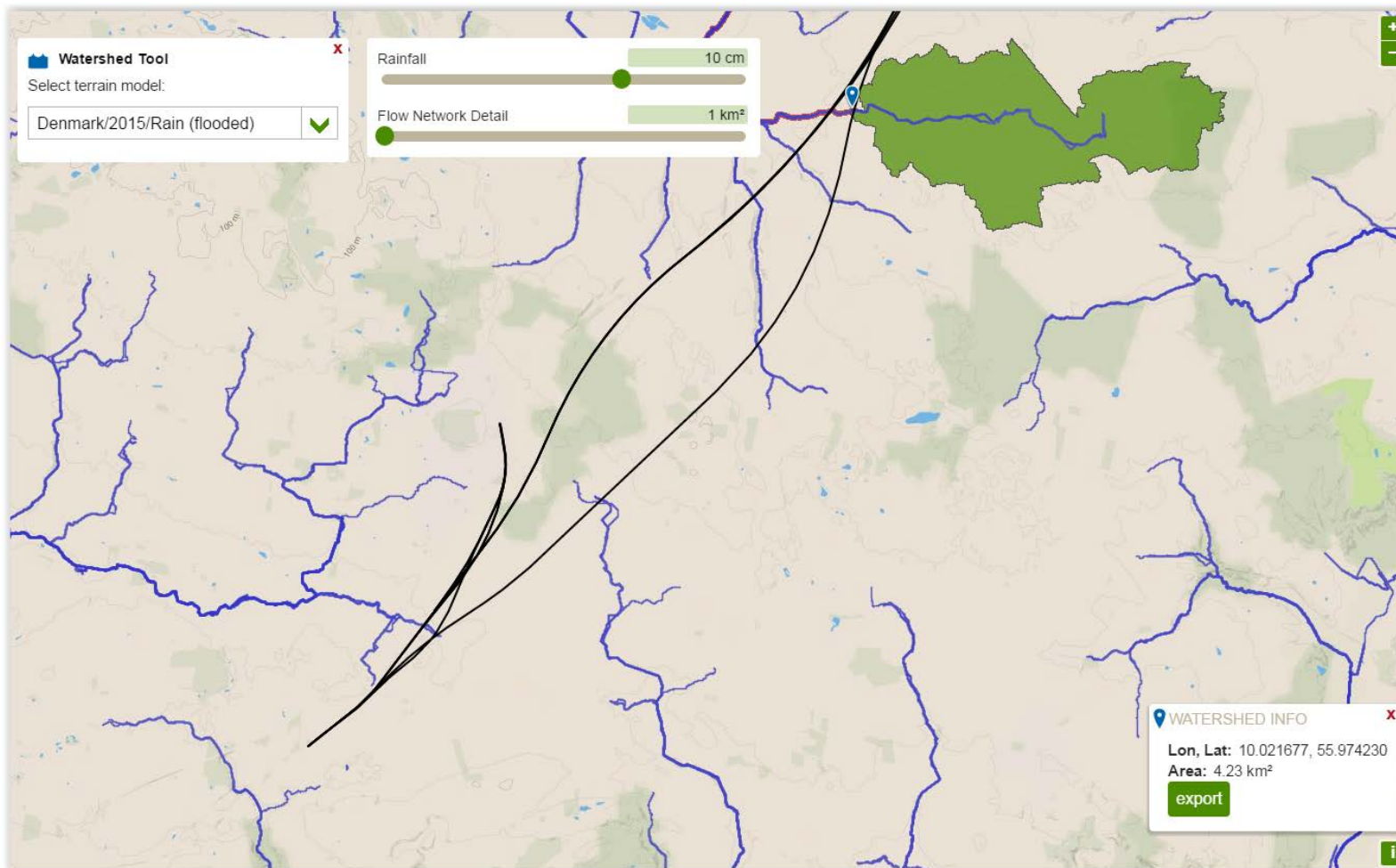
### Bilag 2.4 Sydøstlig alternativ



Tilløb til Krogstrup Bæk, st.108+400.

## Bilag 2 Kortbilag – Udpegede kritiske lokaliteter

### Bilag 2.4 Sydøstlig alternativ



Krogstrup Bæk, st.109+300.



### Bilag 3 Kortbilag – Oversvømmelseskort, prioriterede indsatsområder i Solbjerg [24]

