

Teknisk notat, klimaanalyse for anlægsprojekterne Endrup-Idomlund & Endrup-Grænsen for skybrud og terrænnært grundvand

PROJEKT	Klimaanalyse Vestkysten, Endrup-Idomlund & Endrup-Grænsen
DATO	12. oktober 2021
KUNDE	Energinet
REFERENCE	Joachim Raben-Levetzau
PROJEKTNR.	1322100205
UDARBEJDET AF	Mathias Thomas Lautrup Jepsen
KVALITETSSIKRET AF	Anne Mette Egge Olsen
GODKENDT AF	Rasmus Bang
VERSION	1.0

INDLEDNING

I forbindelse med miljøkonsekvensvurderingen af to anlægsprojekter, Endrup-Idomlung og Endrup-Grænsen, ønskes en klimaanalyse for de fremtidige anlæg (master, kabelovergange og kabelovergangsstationer). Dette tekniske notat redegør for påvirkning af fremtidige anlæg fra fremtidige skybrudshændelser og ændringer i den terrænnære grundvandsstand. Notatet indeholder en beskrivelse af datagrundlaget for analysen, forudsætningerne i beregningerne samt en gennemgang af udvalgte resultater. Vedlagt notatet findes kortbilag med eksempler på klimaanalysen samt et excel-ark med resultater fra analysen ved samtlige master, kabelovergange og kabelovergangsstationer.

KLIMASCENARIO

Analysen indeholder klimaanalyse med fremskrivning af skybrudshændelser og ændringer i det terrænnære grundvand til år 2100 under et højt klimascenarie (RCP 8.5 jf. IPCC's 5. hovedrapport). Klimascenariet beskriver en udvikling i udledning af drivhusgasser, som svarer til øget strålingspåvirkning på 8.5 watt per kvadratmeter i år 2100 og er den mest konservative vurdering af konsekvenserne ved de forventede klimaforandringer.

KLIMAAANALYSE: SKYBRUD

Oversvømmelseskortlægning for skybrud er baseret på Bluespot-metoden. Metoden identificerer lavninger i terræn, som kan være oversvømmelsestruede, og beregner en oversvømmelsesgrad iht. nedbørmængden der falder i det lokale opland. Hertil kan metoden medregne forbindelser imellem lavninger, så eventuelt overskydende nedbør, som tilstrømmer en allerede fyldt lavning, kan videreledes til øvrige lavninger længere nedstrøms.

Skybrudsanalysen omfatter tre selvstændige analyser for hvert tekniske anlæg i de to anlægsprojekter:

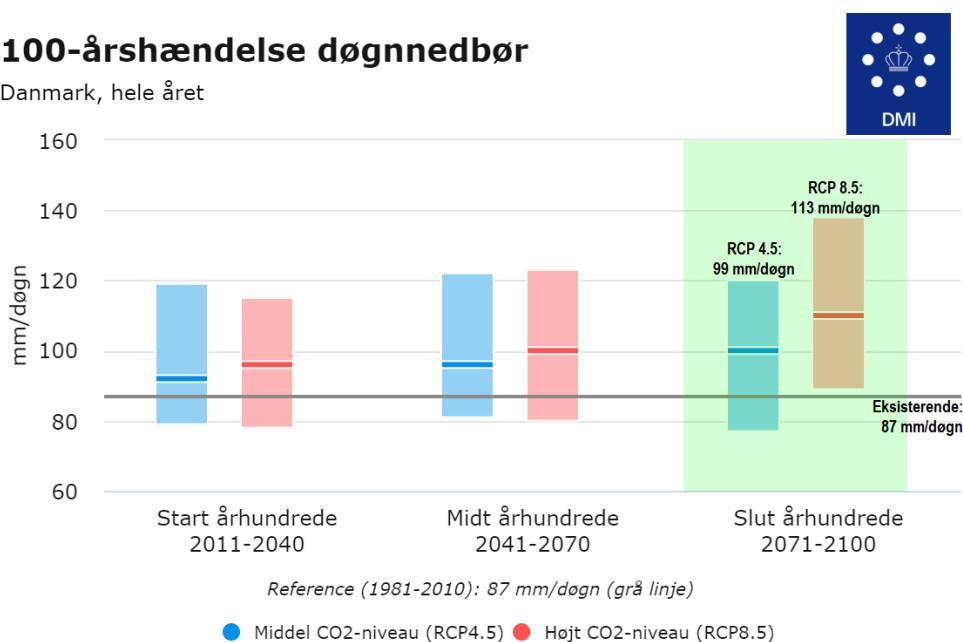
- 1 Identifikation af, hvorvidt et teknisk anlæg er placeret i en oversvømmelsestruet lavning.
- 2 Beregning af ekstreme regnhændelser (gentagelsesperioder), som giver anledning til oversvømmelse i år 2100 (RCP 8.5).
- 3 Beregning af oversvømmelsesgraden under en 1.000 års hændelse i år 2100 (RCP 8.5).

Definition af ekstreme regnhændelser i år 2100 (RCP 8.5)

Ekstreme regnhændelser, som kan medføre periodevis oversvømmelse af lavningerne defineres som en 1-døgns hændelse, da denne varighed vurderes at give et repræsentativt indblik i oversvømmelsesgraden. Betragtningen er foretaget på baggrund af, at de tekniske anlæg ligger i det åbne land med varierende lokale oplands- og lavningsstørrelser. De ekstreme regnhændelser er defineret på baggrund af historiske datasæt fra 1981-2010 og fremskrevet til år 2071-2100 jf. IPCC's klimascenarie RCP 8.5. Data er hentet fra DMI's KlimaAtlas (<https://www.dmi.dk/klima-atlas/>). Et eksempel på en ekstrem 24-timer regnhændelse kan ses på Figur 1.

100-årshændelse døgnnedbør

Danmark, hele året



v2020b 12/10/2021 12:13

Figur 1: Eksempel på klimafremskrivning af regnhændelser. I den grønne boks ses fremskrivning til slut århundrede 2071-2100.

På baggrund af data fra DMI's Klimaatlas, kan nuværende og fremtidige ekstreme regnhændelser beskrives på baggrund af gentagelsesperioden for hændelsen, se Tabel 1. Gentagelsesperioden beskriver hyppigheden hvormed den ekstreme regnhændelse forventes at opstå. En gentagelsesperiode på 100 år forventes heraf kun at opstå én gang i århundredet.

Tabel 1: Ekstreme regnhændelser med en varighed på 24 timer under nuværende forhold og i år 2100, RCP 8.5.

Gentagelsesperiode [år]	Regnvarighed [timer]	NUVÆRENDE FORHOLD		FREMTIDIGE FORHOLD	
		Nedbørsintensitet [$\mu\text{m/s}$]	Nedbørsintensitet [mm/døgn]	Ændring i nedbør år 2100, RCP 8.5 [%]	Nedbørsintensitet år 2100, RCP 8.5 [mm/døgn]
5	24	0.57	49	20%	59
10	24	0.66	57	22%	70
15	24	0.71	62	23%	76
20	24	0.75	65	24%	81
30	24	0.81	70	25%	88
40	24	0.86	74	26%	94
50	24	0.89	77	26%	97
75	24	0.96	83	28%	106
100	24	1.01	87	29%	113
150	24	1.08	94	31%	122
250	24	1.18	102	33%	135
500	24	1.32	114	36%	155
1.000	24	1.47	127	40%	178

Identifikation af anlæg placeret i oversvømmelsestruede lavninger

På baggrund af det nationale lavningskort (Kortforsyningen, SDFE) kan anlæg med placering i lavninger i terrænet identificeres. Det er dog ikke alle lavninger, som vil oversvømme fuldstændigt. Oversvømmelsesgraden afhænger hovedsageligt af, at der forefindes en lavning i terrænet som ikke har et udløb, eller som har et begrænset udløb (f.eks. dræn, rør eller pumper). Dog afhænger oversvømmelsesgraden samtidig af, at nedbør ledes til lavningen, og derfor at der findes et lokalt opland til lavningen med en sådan størrelse, at lavningen oversvømmer. På baggrund af beregningsmodellen SCALGO Live, kan denne analyse foretages. Lavninger, som oversvømmer under en 1.000 års regnhændelse i år 2100 (RCP 8.5), beregnes og anlæg som er placeret i disse oversvømmelsestruede lavninger identificeres.

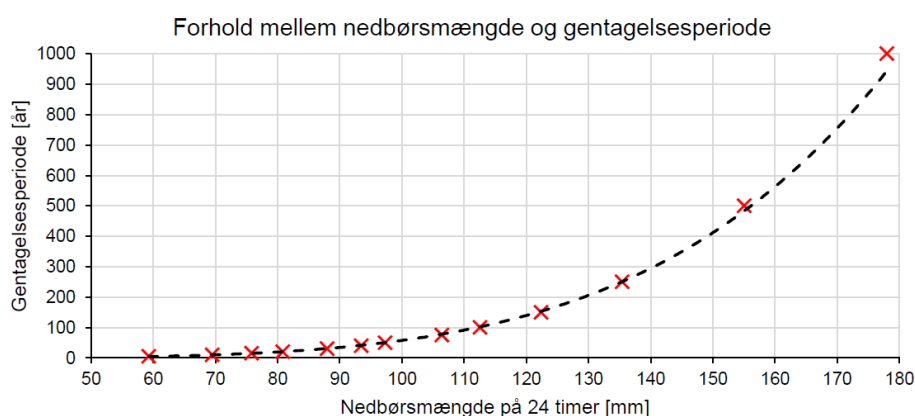
Det forudsættes i beregningerne, at anlæggene er etableret med et serviceniveau på minimum 5 år, hvilket vil sige, at en regnhændelse med en 5 års gentagelsesperiode ikke vil give anledning til oversvømmelser. Denne regndybde i år 2100, RCP 8.5 på 59 mm (se Tabel 1), fratrækkes regndybden på ekstreme regn med en højere gentagelsesperiode. Som eksempel vil en 100 års hændelse give 113 mm regn i år 2100, hvoraf 59 mm (T=5 år) vil kunne håndteres af anlægges via dræn, nedsivning eller anden afværge. Den samlede regndybde som giver anledning til oversvømmelse er således 113 mm - 59 mm = 54 mm regn.

Identifikationen af anlæg, som er placeret i oversvømmelsestruede lavninger (i mere eller mindre grad), giver følgende resultat:

- 1 **Master EDR-IDO:** 21 ud af 263 er placeret i oversvømmelsestruede lavninger.
- 2 **Master EDR-GRA:** 30 ud af 117 er placeret i oversvømmelsestruede lavninger.
- 3 **Kabelovergange EDR-IDO:** 4 ud af 7 er delvist placeret i oversvømmelsestruede lavninger.
- 4 **Kabelovergange EDR-GRA:** 6 ud af 7 er delvist placeret i oversvømmelsestruede lavninger.
- 5 **Kabelovergangsstationer EDR-GRA:** 2 ud af 2 er delvist placeret i oversvømmelsestruede lavninger.

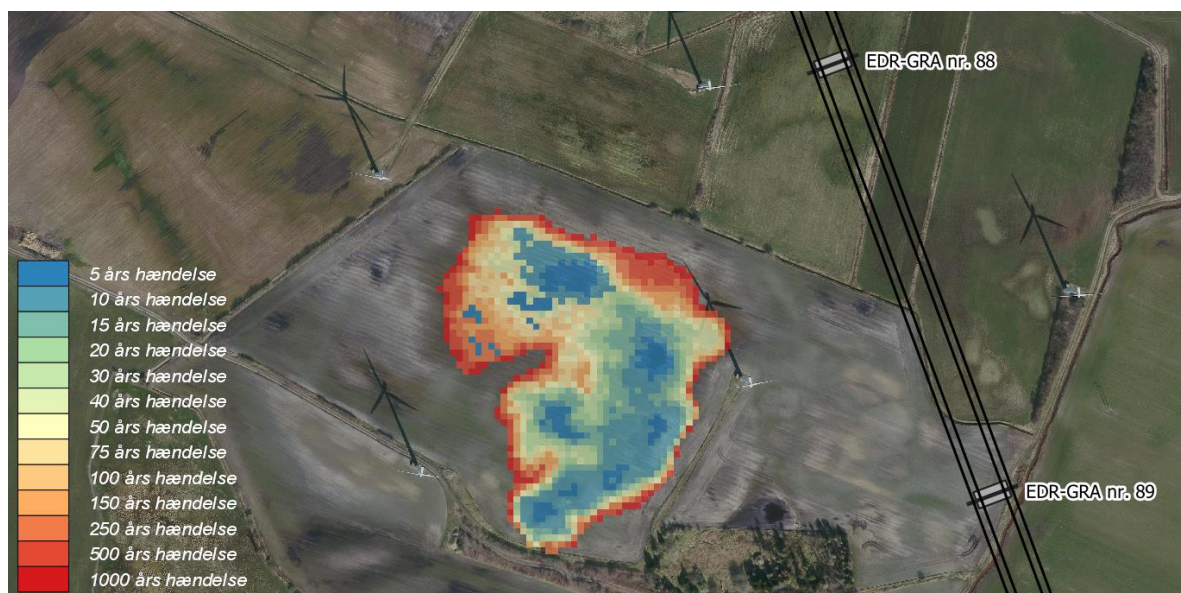
Beregning af ekstremhændelsen, som giver anledning til oversvømmelse i år 2100 (RCP 8.5)

For de master, kabelovergange og kabelovergangsstationer, som er placeret i oversvømmelsestruede lavninger, er der foretaget en udregning af hyppigheden hvormed det kan forventes at arealet omkring anlæggene oversvømmes. Denne analyse er foretaget ved at udarbejde en korrelation imellem den beregnede regndybde, som skaber oversvømmelse på terræn og den gentagelsesperiode som regndybde tilsvarende. Det kan herfra beskrives, om et teknisk anlæg står i en lavning som kan forventes at oversvømme én gang hvert 5. år eller én gang hvert 500. år. Korrelationen er udregnet via ekstremstatistisk Log Pearson type III m. Weibull fit.



Figur 2: Korrelation imellem nedbørsmængde under en 24-timers regn og regnens gentagelsesperiode i år 2100 RCP 8.5.

På baggrund af korrelationen kan hver lavning beskrives ift. gentagelsesperioden som giver oversvømmelse i den. Et eksempel kan være, at de dybeste partier i en lavning oversvømmes under en 5 års hændelse, mens der skal en 500-års hændelse til at oversvømme lavningens højeste partier, se eksemplet på Figur 3.



Figur 3: Lavning med korrelerede gentagelsesperioder, som viser hændelsen, der skal til for at skabe oversvømmelse.

Beregning af oversvømmelse ved en 1.000 års hændelse i år 2100 (RCP 8.5)

På baggrund af den definerede 1.000 års hændelse i år 2100 RCP 8.5 (se Tabel 1) på 178 mm (119 mm fratrukket en 5-års hændelse), beregnes oversvømmelsen ved de tekniske anlæg, som ligger i udsatte lavninger. Beregningen indikerer vanddybden, som forventes at kunne opstå omkring de tekniske anlæg.

Kabelstationer og kabelovergange er beskrevet ved et areal for det tekniske anlæg på hhv. 50x140 m og 65x155 m. Indenfor disse flader beregnes den maksimale vanddybde indenfor arealet og den laveste gentagelsesperiode, som kan give anledning til oversvømmelser. Master er beskrevet som et punkt, hvor vanddybden beregnes.

I Tabel 2 ses en oversigt over master, kabelovergange og kabelovergangsstationer, som kan opleve særlige oversvømmelser.

Tabel 2: Særligt udsatte tekniske anlæg under en 1.000 års regn i år 2100, RCP 8.5.

TYPE	PROJ. NAVN	ID	VANDDYBDE, T = 1000 ÅR ÅR 2100, RCP 8.5 [CM]	BEMÆRKNING
Kabelovergangsstation	EDR-GRA	Placering: Svanstrup	46	Se bilag 1
Kabelovergang	EDR-GRA	Placering: Ribe Mark	43	Se bilag 2
Kabelovergang	EDR-GRA	Placering: Sæd	37	-
Mast	EDR-IDO	T-BM-27 Nr. 28	39	Se bilag 5
Mast	EDR-GRA	T-BM-30 Nr. 104	41	Se bilag 7
Mast	EDR-IDO	T-BM-30 Nr. 125	48	-
Mast	EDR-GRA	T-GKM-27-10 Nr. 150	63	-
Mast	EDR-GRA	T-BM-30 Nr. 27	72	Se bilag 8
Mast	EDR-IDO	T-BM-27 Nr. 259	92	-

Energinet bemærker, at periodevise oversvømmelser omkring master som udgangspunkt ikke er nogen udfordring, da der ikke er nogle strømførende elementer eller andre vandfølsomme anlæg nært fundamentet. Periodevise oversvømmelser omkring kabelovergange skaber heller ikke nogen væsentlige problemer, da kabelovergange ikke indeholder reaktorer eller tilhørende styring/beskyttelse af samme.

For kabelovergangsstationer findes der reaktorer samt tilhørende styring/beskyttelse. For disse tekniske anlæg må vanddybden ikke overstige 30 – 40 cm over terræn. Overstiger vandstanden dette niveau, så risikeres det, at reaktorernes olieudskillere oversvømmes, samt at vand begynder at trænge ind i 'det lille teknikhus', som indeholder styring/beskyttelse af reaktorerne. Dette kan være en udfordring ved f.eks. kabelovergangsstationen v. Svanstrup, hvor der ifølge analysen kan opstå en vanddybde på 46 cm indenfor kabelovergangsstationens areal, se bilag 1.

KLIMAAANALYSE: TERRÆNNÆRT GRUNDVAND

Kortlægningen af det terrænnære grundvand er baseret på data fra HIP-modellen, Hydrologisk Informations- og Prognosesystem (<https://hip.dataforsyningen.dk/>). HIP-modellen er baseret på en landsdækkende koblet grundvands- og vandløbsmodel kaldet DK-modellen og beskriver det terrænnære grundvand i et 100x100 m grid. Modellen har hertil via maskinlæring på baggrund af vandstandsloggere af det terrænnære grundvand udarbejdet en forfinet model som beskriver det terrænnære grundvand i et 10x10 meter grid. Modellen indeholder beskrivelser af den nuværende terrænnære grundvandsstand indenfor referenceperioden 1990-2020 og en beskrivelse af den forventede ændring i det terrænnære grundvand i slut århundredet 1971-2100 under et "Højt CO₂-niveau" tilsvarende RCP 8.5.

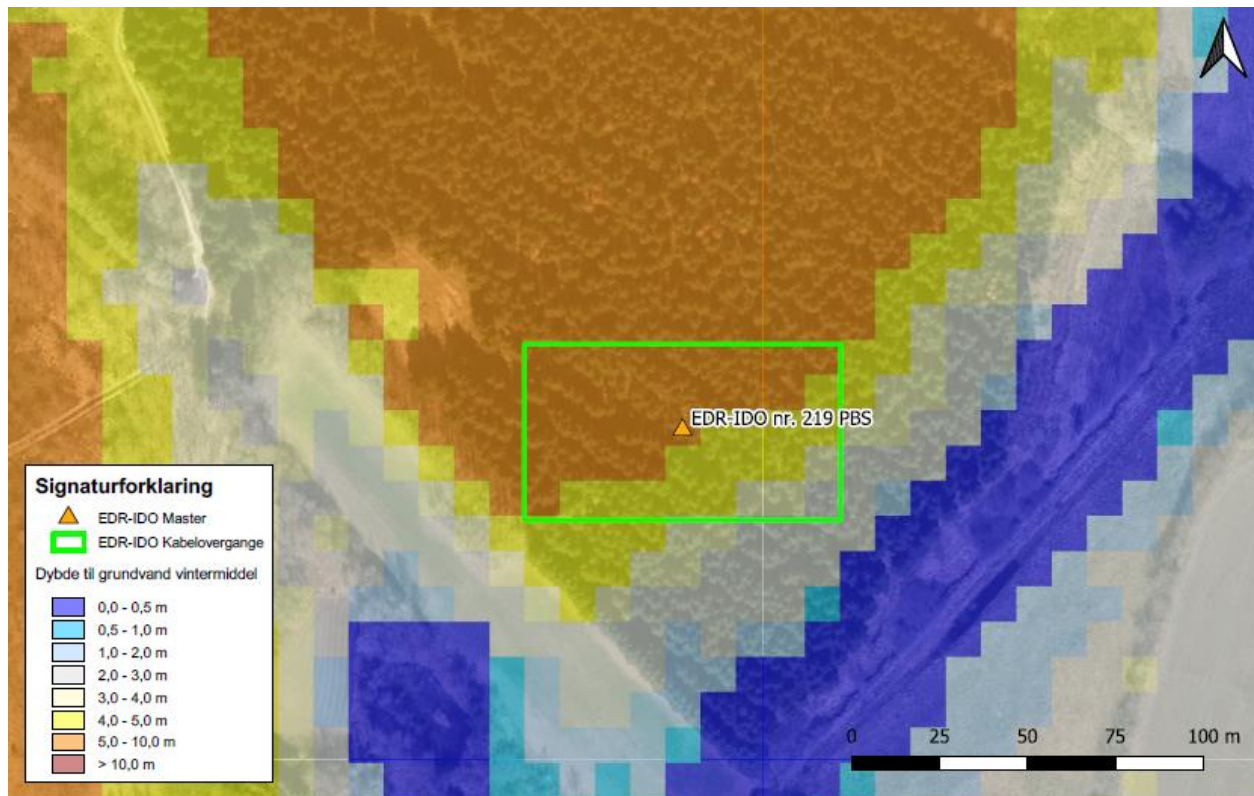
På baggrund af HIP-modellens resultater kan den nuværende terrænnære grundvandsstand ved anlægsprojekternes tekniske anlæg beskrives, samt den forventede ændring i det terrænnære grundvand i år 2100 under RCP 8.5.

Beskrivelse af den nuværende terrænnære grundvandsstand (1990-2020)

Den nuværende terrænnære grundvandsstand beskrives som en gennemsnitlig vintermiddel vandstand.

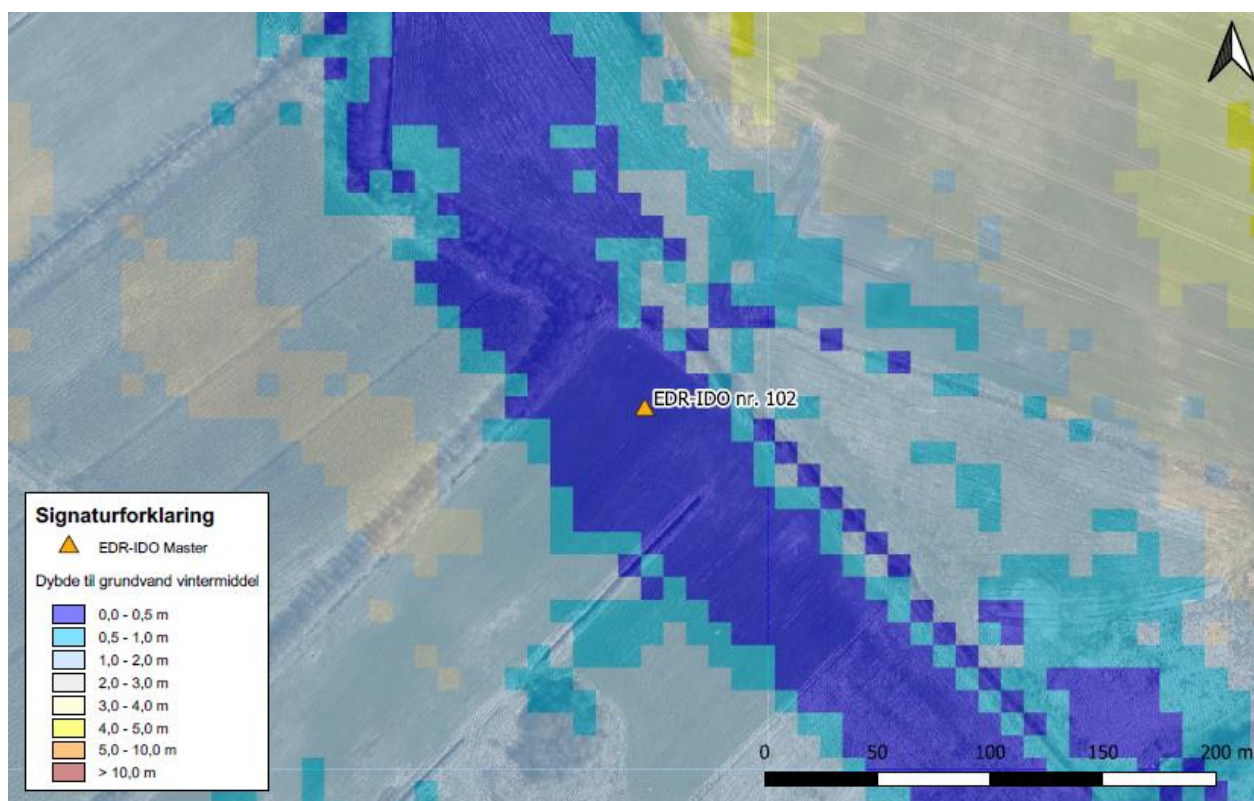
Analysen viser, at ekstreme vandstande i det terrænnære grundvand medfører vand til terræn mange steder, særligt pga. fænomenet kaldet "hængende vandspejle", hvor nedbøren ikke kan nå at nedsive til dybereliggende grundvandsmagasiner og derfor stuver til terræn. I denne analyse vurderes det mere retvisende at beskrive de gennemsnitlige forhold, som de tekniske anlæg vil være påvirket af, hvorfor der vælges at analysere på en gennemsnitlig terrænnær grundvandsstand i vinterhalvåret.

På Figur 4 ses et eksempel på resultaterne fra HIP-modellen (se også bilag 3). Ved EDR-IDO kabelovergangen placeret ved Præstbjerg Syd vil man opleve en gennemsnitlig terrænnær grundvandsstand omkring 70 cm under terrænen, men ned til 50 cm under terrænen nogle steder indenfor det tekniske anlæg.



Figur 4: Eksempel på eksisterende dybde til det terrænnære grundvand (vintermiddel) v. kabelovergang Præstbjerg Syd.

Andre steder påpeger modellen, at der under nuværende gennemsnitlige vinterforhold allerede står vand ved eller tæt ved terrænen. Det kan f.eks. ses ved EDR-IDO mast nr. 102 (Figur 5 eller Bilag 5), hvor masten er placeret indenfor et areal, som allerede i dag er sumpet.



Figur 5: Eksempel på eksisterende dybde til det terrænnære grundvand (vintermiddel) v. mast EDR-.

Analyse af anlæg, som er placeret i områder med højtstående terrænnært grundvand, giver følgende resultat:

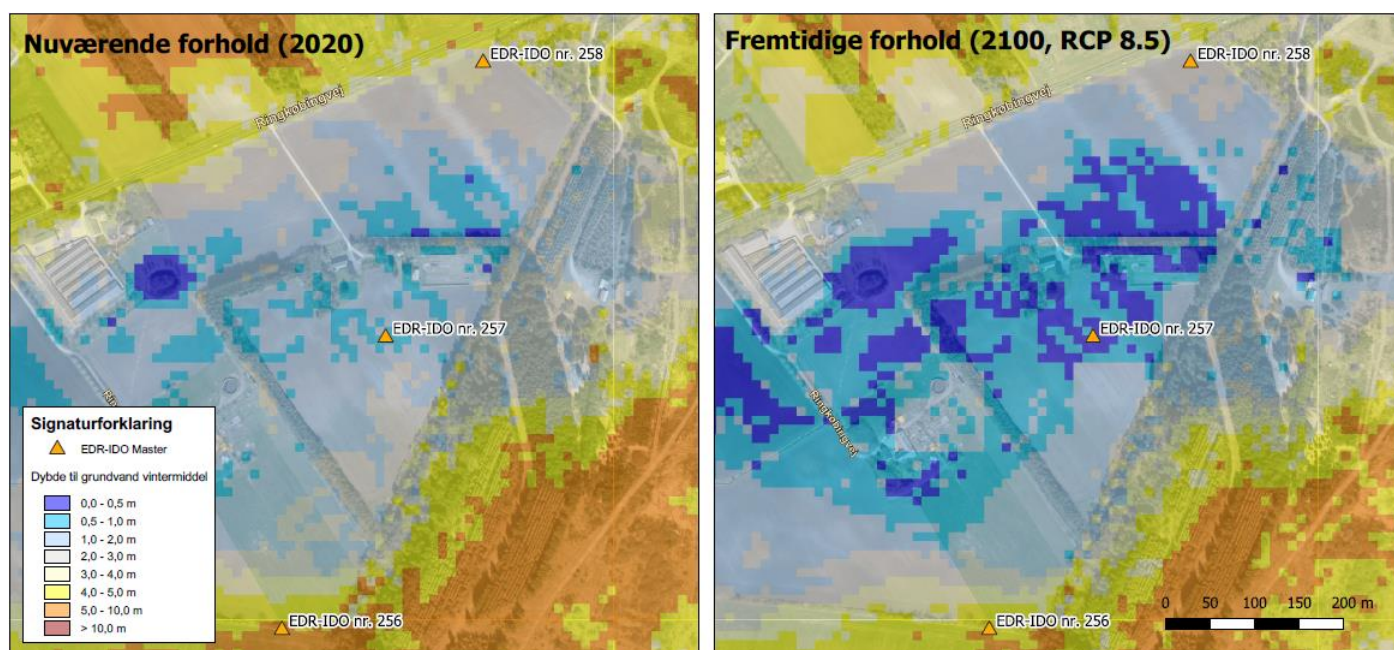
- 1 **Master EDR-IDO:** 3 ud af 263 er placeret med < 50 cm til det terrænnære grundvand.
- 2 **Master EDR-GRA:** 26 ud af 177 er placeret med < 50 cm til det terrænnære grundvand.
- 3 **Kabelovergange EDR-IDO:** 0 ud af 7 er delvist placeret med < 50 cm til det terrænnære grundvand.
- 4 **Kabelovergange EDR-GRA:** 0 ud af 7 er delvist placeret med < 50 cm til det terrænnære grundvand.
- 5 **Kabelovergangsstationer EDR-GRA:** 0 ud af 2 er delvist placeret med < 50 cm til det terrænnære grundvand.

Beskrivelse af den fremtidige terrænnære grundvandsstand i år 2100 (RCP 8.5)

På baggrund af IPCC's 5. hovedrapport er der i DK-modellen, som HIP-modellen bygger på, inkorporeret de fremtidige klimatiske ændringer, som RCP 8.5 klimascenariet påpeger for år 2100. Det indeholder ændringer i temperatur, nedbør, fordampning, vindforhold m.v. Modellen resultater for ændringerne i den terrænnære grundvandsstand kan således både være stigende og faldende afhængigt af lokale forhold. Overvejende vil man opleve en mindre stigning i det terrænnære grundvand, dog vil de fleste steder være relativt upåvirkede.

Ved analyse af anlæg, som er placeret i områder, hvor der forventes en væsentlig stigning i det terrænnære grundvand står det hurtigt klart, at der ikke vil være mange anlæg, hvor der forventes nogle forandringer af betydning. Nogle anlæg, der som tidligere nævnt, allerede i dag står i sumpede områder, kan forvente at opleve en mindre stigning i grundvandsstanden, og kun ét anlæg kan forvente en væsentlig forandring.

Det omhandler EDR-IDO mast nr. 257, som under nuværende forhold har 67 cm til det terrænnære grundvand, men som i år 2100 kan forvente en 60 cm hævnings i grundvandsstanden. Forholdene omkring masten vil således gå fra relativt tørre til sumpede. Kortbilag beskrivende nuværende og fremtidige forhold i det terrænnære grundvand ved masten, kan ses på Figur 6 eller bilag 6.1 og 6.2.



Figur 6: Ændring i det terrænnære grundvand ved mast EDR-IDO nr. 257 på 67 cm fra år 2020 til år 2100 (RCP 8.5).