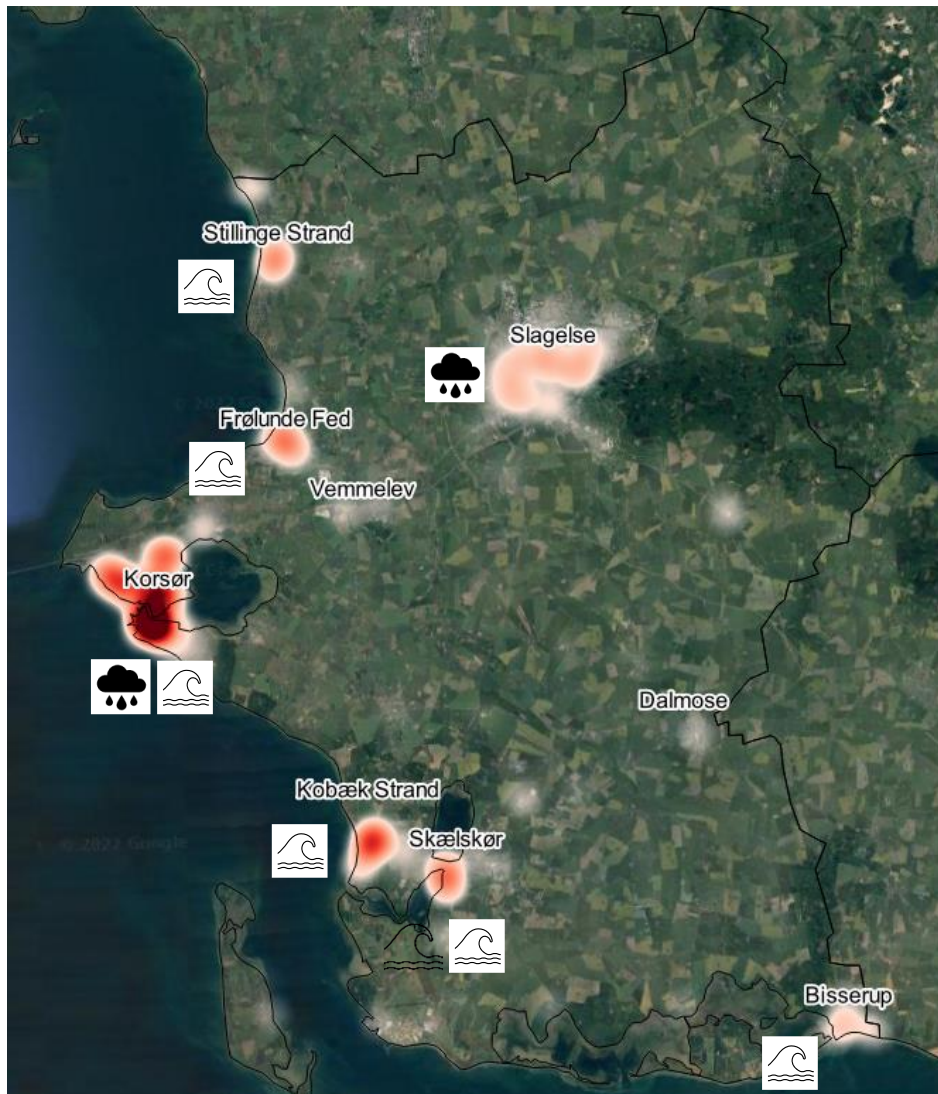


# Kortlægning af oversvømmelsesrisiko – Slagelse Kommune



Forfattere

Per Skougaard Kaspersen, Seniorspecialist LNH water

Karin Löf Drenck, Specialist LNH water

# Indhold

1.	Introduktion.....	3
1.1.	SkadesØkonomi.....	4
1.2.	Skadesberegninger for Slagelse Kommune.....	4
1.3.	Risikokortlægning for Slagelse Kommune.....	5
1.4.	Data.....	6
1.4.1.	Oversvømmelseskort.....	6
1.4.2.	Sektordata.....	7
2.	Udvalgte resultater.....	8
2.1.	Oversvømmelseskort.....	8
2.2.	Skadesberegninger (økonomiske).....	10
2.2.1.	Nedbør.....	11
2.2.2.	Stormflod.....	13
2.3.	Udpegning af andre skader (ikke-økonomiske).....	16
2.3.1.	Nedbør.....	16
2.3.2.	Stormflod.....	18
2.4.	Risikoberegning.....	21
2.4.1.	Risiko - samlet.....	21
2.4.2.	Risiko - nedbør.....	24
2.4.3.	Risiko - stormflod.....	27
	Appendix A – Resultater fra skadesberegningen.....	30
	A.1 Stormflod.....	30
	Appendix B – Korrektioner.....	33
	B1 Korrektion af oversvømmede bygninger.....	33
	Appendix C – Modelparametre.....	34
	Appendix D – Skadesfunktioner for forskellige bygningstyper.....	35

# 1. Introduktion

Dette dokument beskriver forudsætningerne for, og præsenterer resultaterne af kortlægningen af oversvømmelsesrisiko for Slagelse Kommune. Kortlægningen er foretaget ud fra oversvømmelseskort for stormflod, skybrud og vandløb og indeholder beregninger for nutidige og fremtidige hændelser. Kortlægningen indeholder udpegnings af oversvømmelsestruede bygninger, mennesker og helbred, kritisk infrastruktur og offentlig service (Figur 1-1). For bygninger er der beregnet et økonomisk tab som følge af oversvømmelserne, mens antallet af oversvømmelsestruede personer/enheder er identificeret for de andre sektorer. Skades- og risikoberegninger er foretaget med værktøjet SkadesØkonomi, som er et gratis tilgængeligt plugin til QGIS.

 Bygninger	
 Mennesker og helbred	
 Kritisk infrastruktur	
 Offentlig service	

 Der beregnes økonomisk tab

 Der kan tilknyttes prioriteter

**FIGUR 1-1. OVERSICHT OVER SEKTORER SOM DER KAN BEREKNES SKADER OG RISIKO FOR MED MODELLEN SKADESØKONOMI.**

I de følgende afsnit præsenteres beregningsforudsætninger og udvalgte resultater, skadeskort og risikokort sammen med betragtninger og konklusioner. Alt data og kortmateriale udleveres til Slagelse kommune sammen med dette notat og en pptx. hvori resultaterne er i bedre opløsning.

Information vedrørende modelopsætning, modelparametre og anvendte skadesfunktioner er vedlagt i følgende appendix:

Appendix C – Modelparametre" findes information om valg af modelparametre ved beregning af skader med modellen SkadesØkonomi.

- "Appendix D – Skadesfunktioner for forskellige bygningstyper" findes en tabel med detaljeret information om de anvendte skadesfunktioner for de forskellige bygningskategorier.

### **1.1. SkadesØkonomi**

Ideen bag værktøjet SkadesØkonomi (QGIS v.1) er at gøre det muligt at beregne samt udpege skader og omkostninger for flere sektorer end blot bygninger, som mange traditionelt har fokuseret på. I denne model indsættes et oversvømmelseskort for en given hændelse hvorefter modellen eksempelvis udpeger hvor mange personer som bor i de boliger som oversvømmes, eller hvilke offentlige services eller kritisk infrastruktur som ligger i udsatte områder. Ved at kombinere skadeskort for forskellige tidshorisonter og returperioder er det desuden muligt at lave et samlet risikokort (risiko = skade \* sandsynlighed). Risikoen opgøres som det forventede gennemsnitlige årlige økonomiske tab i netto nutidsværdi (NNV) (kr./år) over en 100-årig periode som følge af oversvømmelser.

### **1.2. Skadesberegninger for Slagelse Kommune**

I det følgende gives en kort gennemgang af hvordan modellen håndterer sektorerne vist i figur 1-1 som der er gennemført beregninger for i denne kortlægning for Slagelse kommune. Først præsenteres de sektorer hvor et økonomisk tab beregnes hvorefter de ikke-økonomiske præsenteres. For en uddybende beskrivelse af de enkelte delmodeller og deres beregningsforudsætninger henvises til den fulde modeldokumentation (<https://github.com/skadesokonomi>).

Bygninger: Modellen kan regne to typer af omkostninger for bygninger. Den første er bygningsskaden som beregner et økonomisk tab forbundet med skader på bygninger og indbo. Derudover er det muligt at beregne et værditab forbundet med faldende salgspriser i berørte områder. Det understreges dog, at størrelsen af værditabet er forbundet med stor usikkerhed, hvorfor det kan have stor betydning for resultaterne. Værditab er IKKE inkluderet i beregningerne for Slagelse kommune.

Mennesker og helbred: Modellen beregner antallet af beboere i oversvømmelsestruet helårsboliger.

Kritisk infrastruktur: Modellen udpeger kritisk infrastruktur som er oversvømmelsestruet. Datasættet for kritisk infrastruktur for Slagelse indeholder blandt andet information om placering af jernbaner, bygninger til energiproduktion, forsyning og energidistribution, håndtering af affald og spildevand, vandforsyning.

Offentlig service: Modellen udpeger offentlig service som er oversvømmelsestruet. Datasættet for offentlig service for Slagelse Kommune indeholder daginstitutioner, grundskoler, døgninstitutioner, hospitaler og sygehuse, sundhedscenter, lægehus, og bygninger til undervisning.

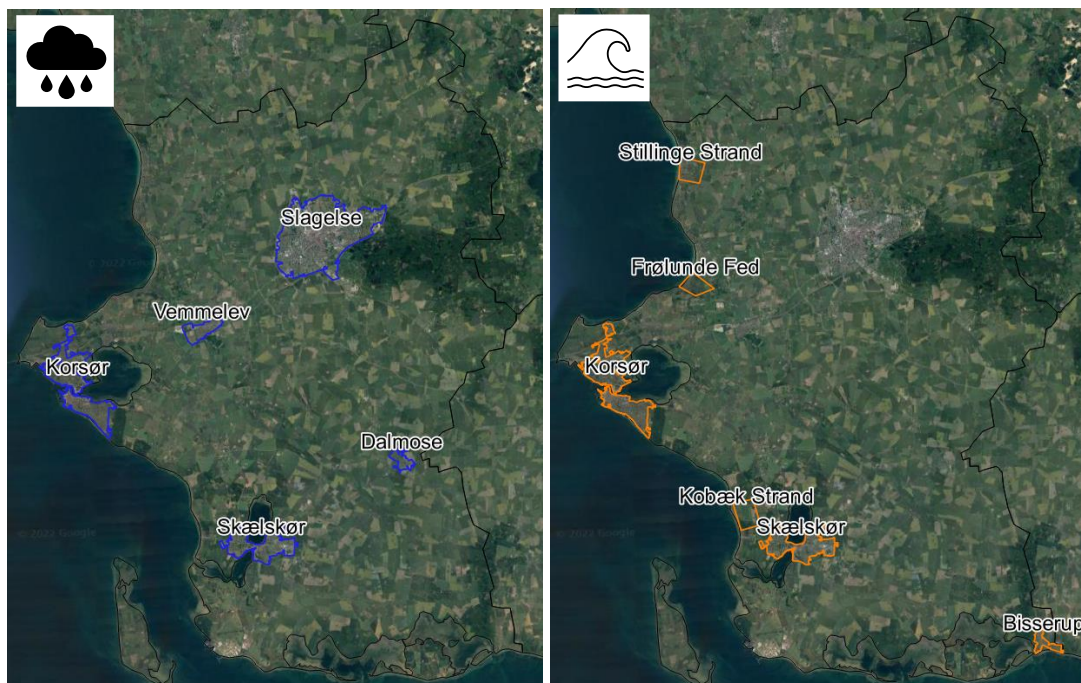
### 1.3. Risikokortlægning for Slagelse Kommune

I dette projekt udføres en risikokortlægning for hver af de to oversvømmelseskilder; nedbør og stormflod, og vandløb. For at give et bedre indtryk af hvordan skaderne geografisk er fordelt og som led i anonymiseringen af data, præsenteres en række af resultaterne i 100 \* 100m celler, hvori risikoen indenfor de enkelte celler er summeret op. Et eksempel herpå er vist i Figur 1-2. Herudover trækkes der resultater ud fra forskellige byer og sommerhusområder i Slagelse kommune, som er særligt udsatte overfor oversvømmelser fra henholdsvis nedbør og stormflod. Dette muliggør en sammenligning af skadesstørrelsen og risikoen for de forskellige udvalgte byer og områder.



FIGUR 1-2: EKSEMPEL PÅ 100\*100 M CELLER SOM ANVENDES TIL AT OPSUMMERE RESULTATERNE. EKSEMPELET VISER RISIKO FOR STORMFLOD.





FIGUR 1-3: BYER OG DELOMRÅDER SOM DER TRÆKES RESULTATER UD FOR, NEDBØR (VENSTRE), STORMFLOD (HØJRE).

#### 1.4. Data

Slagelse kommune har stillet oversvømmelseskort og datasæt for en række af sektorerne til rådighed og analysen vil omfatte følgende:

##### 1.4.1. Oversvømmelseskort

Nedbør: Der laves skadesberegninger for returperioderne T5, T10, T20, T50 og T100 i dag og under fremtidigt klima (RCP 8.5, år 2070).

Stormflod: Der laves skadesberegninger for returperioderne T20, T50 og T100 i dag og under fremtidigt klima (RCP 8.5, år 2070).

Vandløb: Der laves skadesberegninger for returperioderne T5, T10, T20, T50 og T100 i dag og under fremtidigt klima (RCP 8.5, år 2070).

En detaljeret beskrivelse af udarbejdelsen af ovenstående oversvømmelseskort findes i afleveringsnotatet "SLAGELSE KOMMUNE DK2020 OVERSVØMMELSESKORTLÆGNING" som er udarbejdet af WSP i marts 2022.

## **Oversvømmelseskortlægning og dennes påvirkning af risiko-kortlægningen**

### Stormflod

Til kortlægning af oversvømmelser for stormfloder er anvendt en "statisk" model, hvilket vil sige at man i praksis antager at stormfloden varer "uendeligt", og altså vil have mulighed for at oversvømme alle arealer med en kote som er lavere end den pågældende stormflodshøjde (så længe disse har kontakt til kysten). Konsekvensen heraf er at det oversvømmede areal overestimeres, hvilket også medfører at den efterfølgende skades- og risikoberegning overestimeres betydeligt.

### Nedbør

Kortlægningen af oversvømmelser fra nedbør er udarbejdet som blue-spot analyser i værktøjet Scalgo (dvs. er beregningen ikke indeholder en kloakmodel). Med dette værktøj har man simuleret 4 timers nedbørshændelser for flere returperiode under nuværende og fremtidigt klima. For både de kloakerede områder og for det åbne land har man fratrukket en 5 års hændelse med en varighed på 4 timer, svarende til 29 mm inden man kørte modellen. Dette er gjort for fjerne den del af nedbøren som henholdsvis afledes af kloakken (kloakerede områder) og nedsiver (åbne land). Der er flere usikkerheder forbundet med den valgte metode. Først og fremmest vil den geografiske placering af oversvømmelserne ikke afspejle at kloaksystemer ofte har "flaskehalse", hvilket vil medføre at oversvømmelserne mange steder skyldes vand som kommer op af kloaksystemet. Konsekvensen heraf er at kortlægningen i flere tilfælde ikke viser de områder som reelt er oversvømmelsestruede. Varigheden af nedbørshændelserne på 4 timer er lang da de kritiske varigheder for kloaksystemer ofte er < 1 time (det varierer dog meget fra område til område). Konsekvensen heraf er at man ved brug af 4 timers hændelser "hælder" for meget vand på overfladen, og derfor overestimeres både det oversvømmede areal og den efterfølgende skades- og risikoberegning.

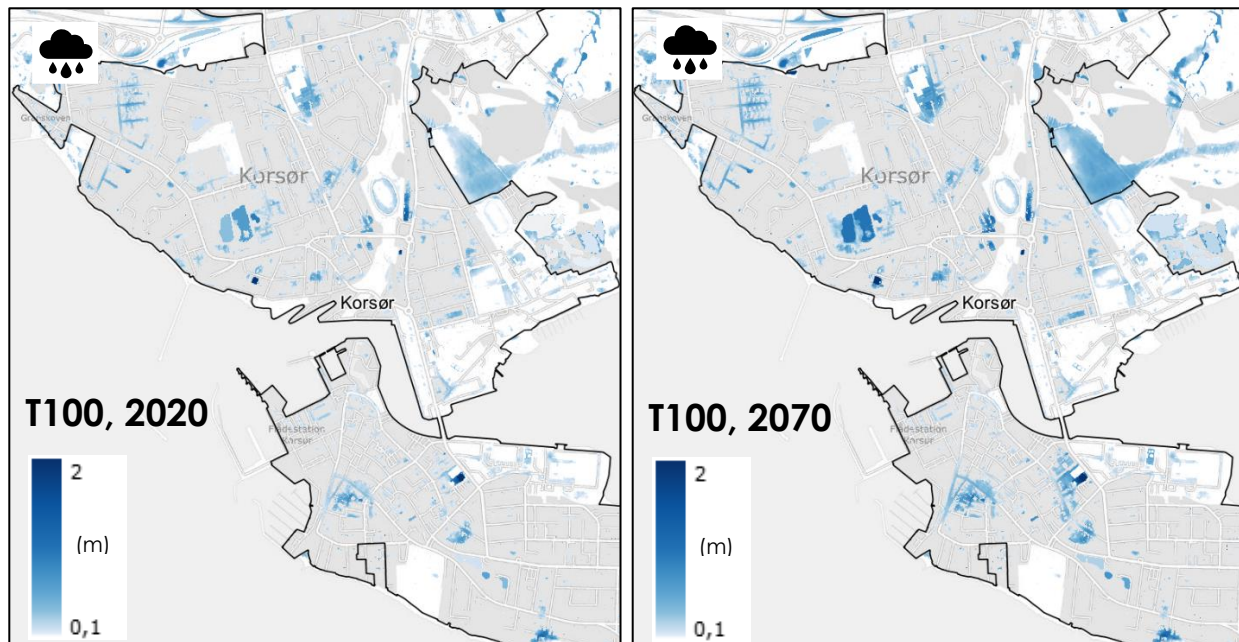
#### **1.4.2. Sektordata**

Slagelse kommune har stillet data til rådighed for følgende sektorer jævnfør Figur 1-1 :Bygninger, Mennesker og Helbred, Kritisk infrastruktur og Offentlig service.

## 2. Udvalgte resultater

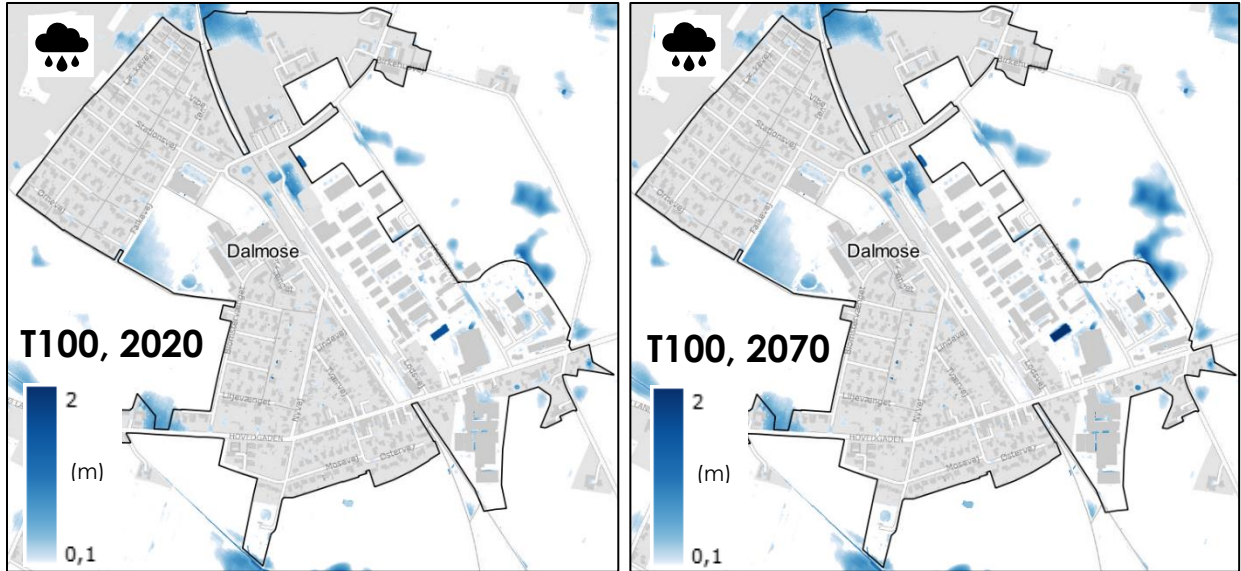
### 2.1. Oversvømmelseskort

Et udpluk af de anvendte oversvømmelseskort vises i Figur 2-1 - Figur 2-2 (nedbør) og Figur 2-3 - Figur 2-4 (stormflod). Disse figurer viser resultatet af oversvømmelsesberegningerne (input til risikokortlægningen) for udvalgte hændelser og områder for nedbør og stormflod. Generelt ses det for begge oversvømmelsestyper, at oversvømmelsesudbredelsen er større for de fremtidige hændelser sammenlignet med de nutidige med samme gentagelsesperioder. Dette er især tilfældet for stormfloder.

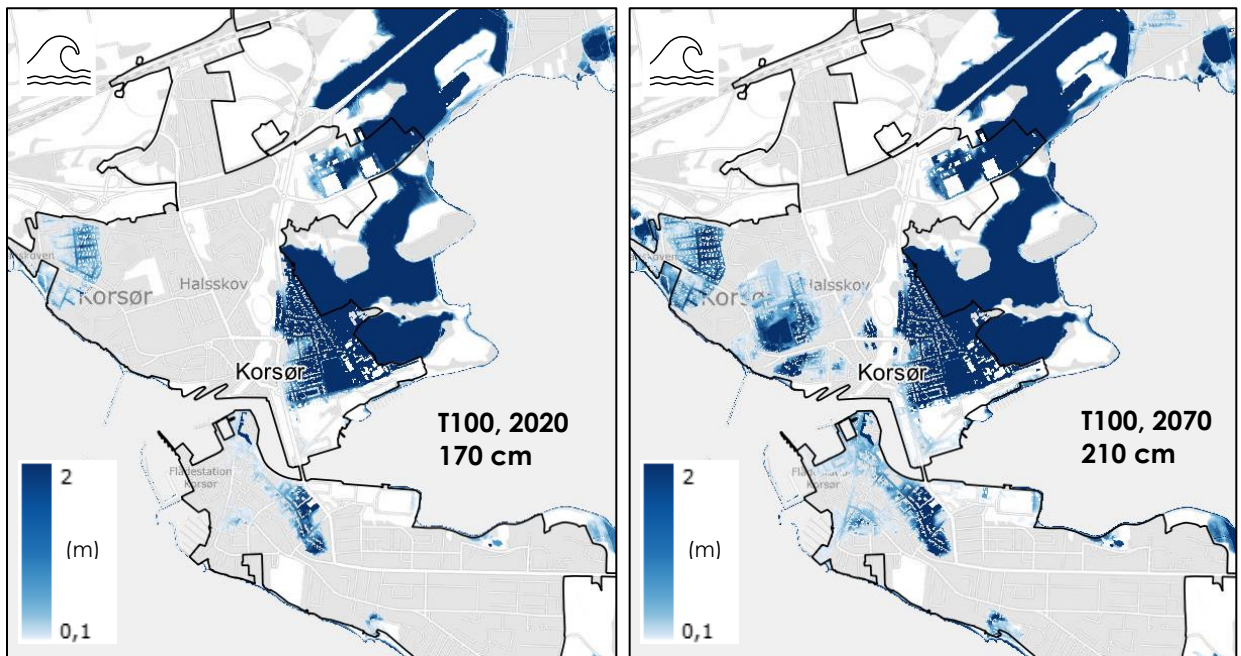


FIGUR 2-1: OVERSVØMMELSESKORT FOR NEDBØR FOR KORSØR. T100, 2020 = NEDBØR MED GENTAGELSESPERIODE PÅ 100 ÅR I ÅR 2020. BLÅ FARVER ANGIVER VANDDYBDEN PÅ TERRÆN.

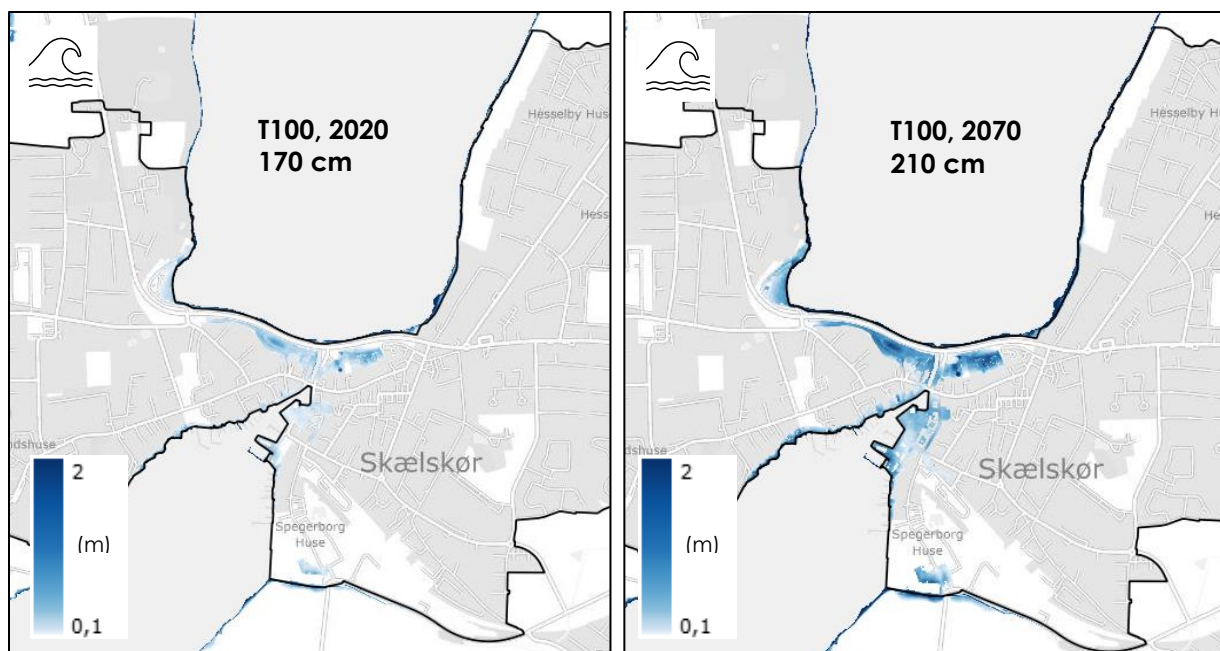




FIGUR 2-2: OVERSVØMMELSESKORT FOR NEDBØR FOR DALMOSE. T100, 2020 = NEDBØR MED GENTAGELSESPERIODE PÅ 100 ÅR I ÅR 2020. BLÅ FARVER ANGIVER VANDDYBDEN PÅ TERRÆN.



FIGUR 2-3: OVERSVØMMELSESKORT FOR STORMFLOD FOR KORSØR. T100, 2020 = STORMFLOD MED GENTAGELSESPERIODE PÅ 100 ÅR I ÅR 2020. BLÅ FARVER ANGIVER VANDDYBDEN PÅ TERRÆN.



**FIGUR 2-4: OVSVØMMELSESKORT FOR STORMFLOD FOR SKÆLSKØR. T100, 2020 = NEDBØR MED GENTAGELSESPERIODE PÅ 100 ÅR I ÅR 2020. BLÅ FARVER ANGIVER VANDDYBDEN PÅ TERRÆN.**

## 2.2. Skadesberegninger (økonomiske)

Risikoberegningen som præsenteres i 2.4 Risikoberegning er baseret på de skadesberegninger der er gennemført for hvert enkelt oversvømmelseskort. Tabel 2-1 opsummerer de økonomiske skader udregnet for hver oversvømmelsestype. Af Tabel 2-1 ses det at skadesomkostningerne for en given returperiode stiger i fremtiden sammenlignet med den samme returperiode i nutiden, hvilket også er forventeligt. Derudover ses det for stormflod, at forholdet mellem skadesomkostninger i nutid og fremtid er større end mellem returperioderne indenfor samme år, hvilket antyder at fremtidige havspejlsstigninger kan have meget store økonomiske konsekvenser.

I "Appendix A – Resultater fra skadesberegningen" præsenteres flere resultater af skadesberegningerne for både stormflod og nedbør, hvor der er zoomet mere ind på udvalgte områder.

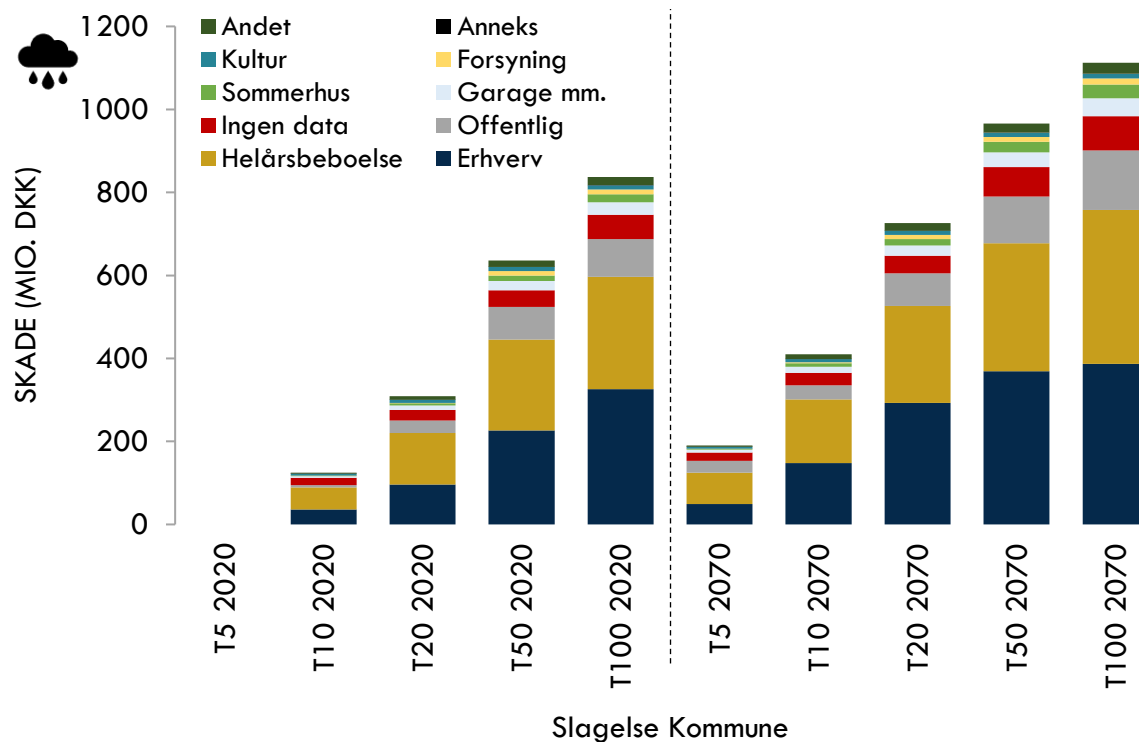
**TABEL 2-1 ØKONOMISKE SKADER FOR BYGNINGER (I Mio. DKK) OG ANTAL BERØRTE BYGNINGER OG MENNESKER FOR SLAGELSE KOMMUNE FOR OVERSVØMMELSER FRA STORMFLOD, NEDBØR OG VANDLØB.**

	Stormflod		Nedbør		Vandløb	
	2020	2070	2020	2070	2020	2070
<b><u>T5</u></b>						
Bygningsskade (mio. DKK)			0	190	0,5	3
Antal bygninger	Ingen data		0	937	11	56
Antal mennesker			0	1.252	0	6
<b><u>T10</u></b>						
Bygningsskade (mio. DKK)			125	410	0,6	4
Antal bygninger	Ingen data		628	2.069	13	75
Antal mennesker			882	2.650	0	6
<b><u>T20</u></b>						
Bygningsskade (mio. DKK)	368	2.336	309	726	0,7	6
Antal bygninger	874	6.845	1.633	3.274	15	92
Antal mennesker	627	3.684	2.163	3.963	0	6
<b><u>T50</u></b>						
Bygningsskade (mio. DKK)	448	2.596	636	966	0,7	9
Antal bygninger	1.139	7.708	3.006	4.481	16	132
Antal mennesker	740	4.180	3.664	5.435	0	14
<b><u>T100</u></b>						
Bygningsskade (mio. DKK)	1.512	3.082	837	1.112	0,7	11
Antal bygninger	3.982	9.015	3.835	5.398	16	167
Antal mennesker	2.449	4.754	4.766	6.813	0	17

### 2.2.1. Nedbør

Resultaterne for nedbør som er præsenteret i Tabel 2-1 udfoldes yderligere i Figur 2-5 - Figur 2-6 og i Tabel 2-2. Først præsenteres bygningskader som søjlediagram for hele Slagelse Kommune og herefter for udvalgte delområder.

Samlet for Slagelse Kommune er det særligt skader på erhvervsbygninger og helårsboliger efterfulgt af offentlige bygninger der leder til store skadesomkostninger.



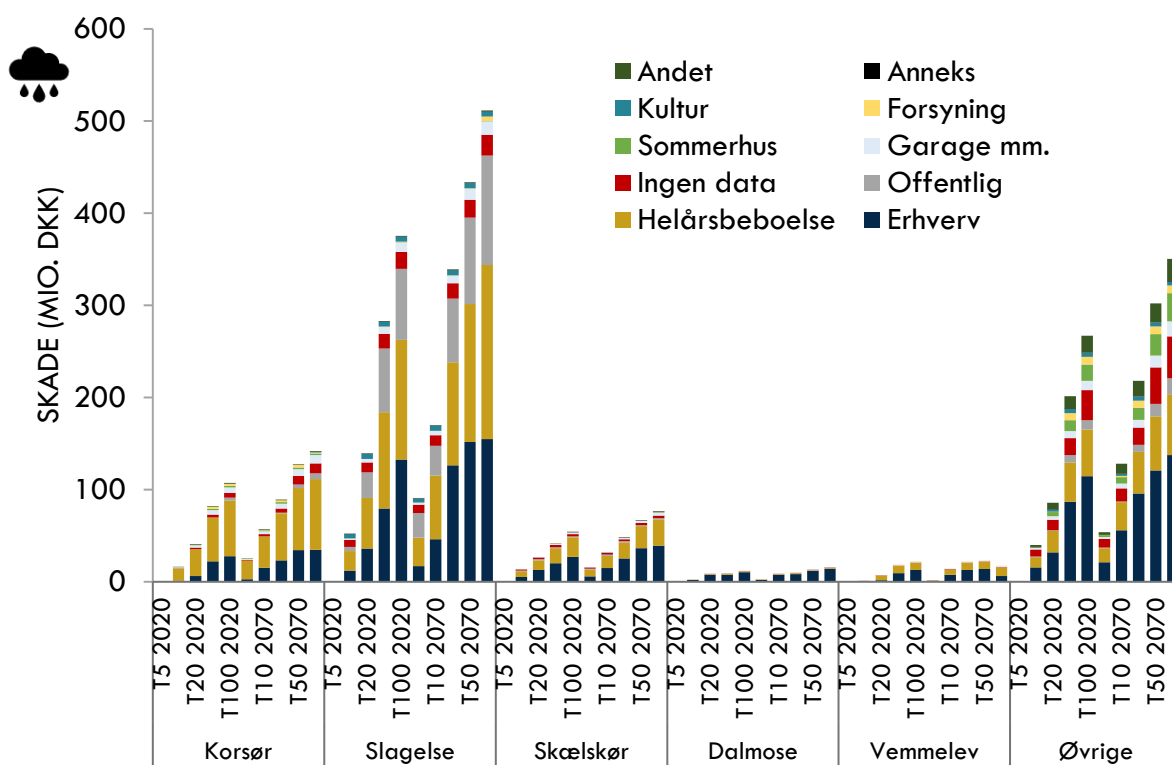
FIGUR 2-5: BYGNINGSSKADER FRA NEDBØR FORDELT PÅ BYGNINGSKATEGORIER FOR SLAGELSE KOMMUNE.

I Tabel 2-2 er værdierne i Figur 2-5 præsenteret i tabelform, hvilket gør det nemmere at vurdere og sammenligne størrelsen på skaderne for de forskellige bygningskategorier (især for de kategorier som udgør en mindre andel af de samlede skader).

TABEL 2-2: BYGNINGSSKADER FRA NEDBØR FORDELT PÅ BYGNINGSKATEGORIER FOR SLAGELSE KOMMUNE. ALLE TAL I MIO. DKK.

(mio. DKK)	2020					2070				
	T5	T10	T20	T50	T100	T5	T10	T20	T50	T100
Andet	0	3	8	15	20	3	12	18	22	26
Anneks	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
Erhverv	0	36	96	226	326	49	148	292	369	387
Forsyning	0	0	0	10	11	0	2	10	12	15
Garage mm.	0	4	11	23	30	6	15	25	36	44
Helårsbeboelse	0	53	124	220	271	76	154	234	308	371
Ingen data	0	17	26	40	59	20	30	42	71	82
Kultur	0	4	8	10	10	4	8	10	10	11
Offentlig	0	6	30	78	92	28	34	79	112	144
Sommerhus	0	1	5	14	20	2	8	15	25	33
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>125</b>	<b>309</b>	<b>636</b>	<b>837</b>	<b>190</b>	<b>410</b>	<b>726</b>	<b>966</b>	<b>1.112</b>

Fra Figur 2-6, som viser bygningskaderne for forskellige byområder i Slagelse kommune for nedbør, ses det tydeligt at det er i de største byer, herunder i Slagelse by og Korsør, at man finder de største andele af skaderne. Herudover er det også værd at bemærke at en større andel af skaderne ses udenfor byområderne (Øvrige i Figur 2-6). Skader på helårsboliger udgør den største andel af skaden for Slagelse by og Korsør. Skader på offentlige bygninger udgør desuden en væsentlig andel af skaderne for Slagelse by. Omvendt er det skader på erhvervsbygninger som er størst for de resterende byområder (Skælskør, Dalmose og Vemmelev) og for de øvrige områder.



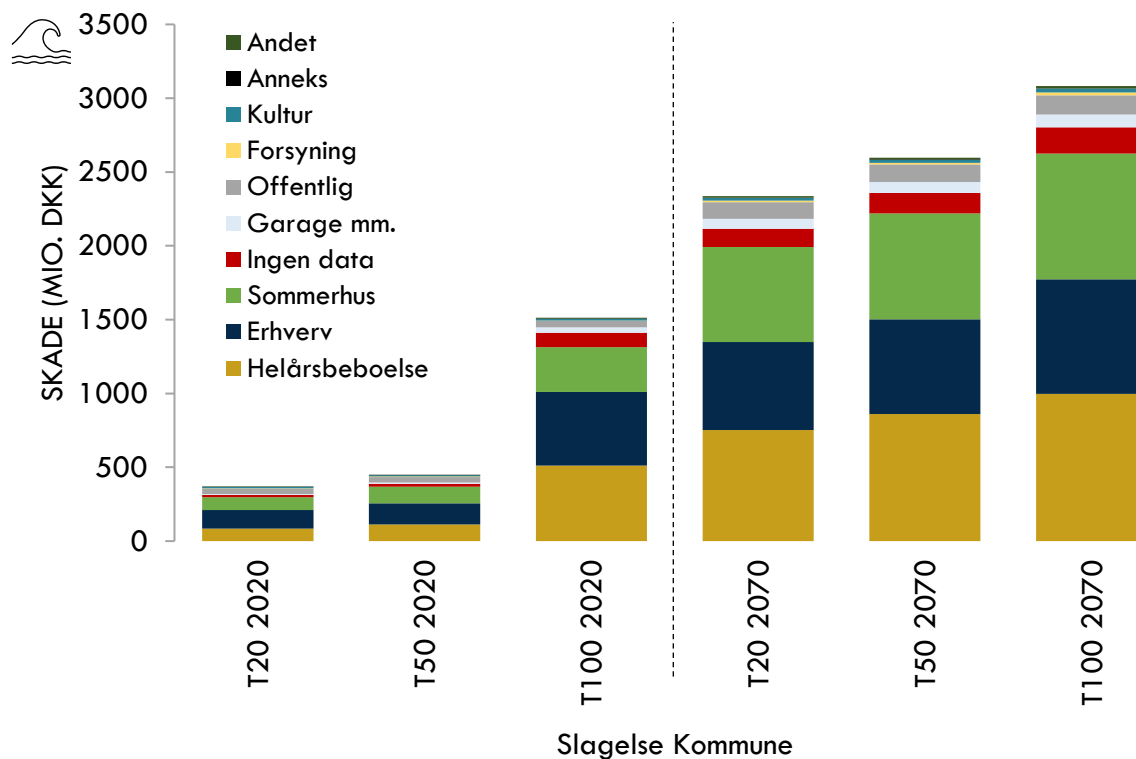
FIGUR 2-6: BYGNINGSSKADER FRA NEDBØR FORDELT PÅ BYGNINGSKATEGORIER FOR UDVALGTE BYER JÆVNFØR FIGUR 1-3.

### 2.2.2. Stormflod

Resultaterne for stormflod som er præsenteret i Tabel 2-1 udfoldes yderligere i Figur 2-7 - Figur 2-8 og i Tabel 2-3. Først præsenteres bygningskader fra Tabel 2-1 som søjlediagram for hele Slagelse kommune, og herefter for udvalgte delområder.

For Slagelse Kommune som helhed ses det at de største (og næsten ens) andele af bygningskaderne kan knyttes til erhvervsbygninger, helårsbeboelse og sommerhuse (Figur 2-7). Det er desuden værd at bemærke at de samlede bygningskader stiger markant mellem en 50-års og en 100-årshændelse, og at skader ved fremtidige stormfloder er meget større end ved nutidige.





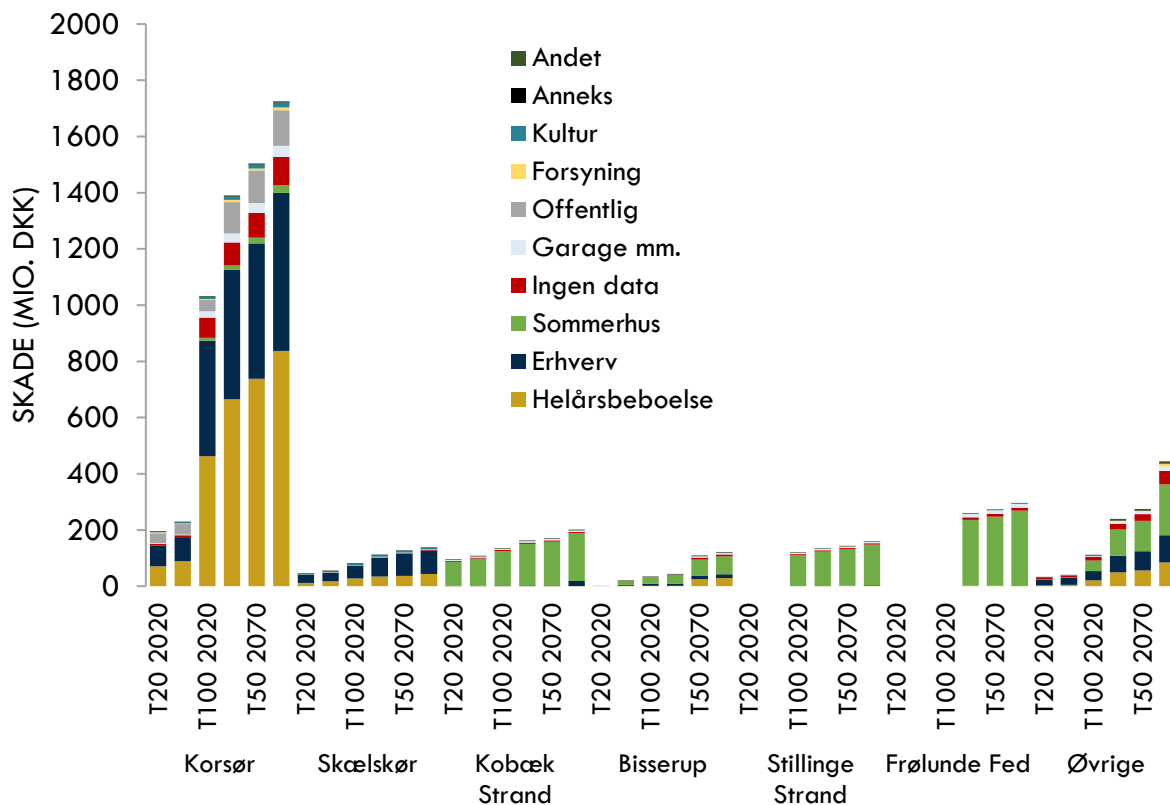
FIGUR 2-7: BYGNINGSSKADER FRA STORMFLOD FORDELT PÅ BYGNINGSKATEGORIER FOR SLAGELSE KOMMUNE.

I Tabel 2-3 er værdierne i Figur 2-7 præsenteret i tabelform, hvilket gør det nemmere at vurdere og sammenligne størrelsen på skaderne for de forskellige bygningskategorier (især for de kategorier som udgør en mindre andel af de samlede skader).

TABEL 2-3: BYGNINGSSKADER FRA STORMFLOD FORDELT PÅ BYGNINGSKATEGORIER FOR SLAGELSE KOMMUNE. ALLE TAL I MIO. DKK.

(mio. DKK)	2020			2070		
	T20	T50	T100	T20	T50	T100
Andet	2	2	6	10	11	14
Anneks	0	0.5	1	2	3	3
Erhverv	124	143	498	595	642	777
Forsyning	2	3	3	9	10	19
Garage mm.	7	8	37	66	74	86
Helårsbeboelse	86	112	511	752	860	997
Ingen data	16	20	96	124	139	178
Kultur	8	9	12	19	21	26
Offentlig	37	38	43	114	120	131
Sommerhus	87	112	305	644	718	851
<b>Total</b>	<b>368</b>	<b>448</b>	<b>1.512</b>	<b>2.336</b>	<b>2.596</b>	<b>3.082</b>

Fra Figur 2-8, som viser bygningskaderne for forskellige delområder i Slagelse kommune for stormflod, ses det at langt størstedelen af skaderne finder sted i Korsør. Her udgøres skaderne af helårsboliger og erhvervsbygninger efterfulgt af offentlige bygninger. Der er sammenlignelige skader for Skælskør, Kobæk Strand og Bisserup, dog udgør sommerhuse den primære andel af skaderne for de to sidstnævnte områder. For Stillinge Strand og Frølunde Fed er det værd at bemærke at der kun forekommer skader ved de største hændelser og at sommerhuse udgør den overvejende andel af skaderne.



FIGUR 2-8: BYGNINGSSKADER FRA STORMFLOD FORDELT PÅ BYGNINGSKATEGORIER FOR UDVALGTE BYER JÆVNFØR FIGUR 1-3.

### 2.3. Udpegning af andre skader (ikke-økonomiske)

Udover de økonomiske skader gennemgået i sektion 2.2 er der også blevet udpeget skader for andre kategorier, som kan være svære at sætte kroner og øre på. Dette omfatter offentlig service og kritisk infrastruktur i forbindelse med oversvømmelser fra nedbør og stormflod. For både offentlig service og kritisk infrastruktur udpeges enkeltstående bygninger som værende oversvømmet og håndteres ikke som en samling af bygninger tilhørende eksempelvis den samme skole. Det er således ikke antallet af skoler, hospitaler mm. som præsenteres i det følgende, men derimod bygninger som tilhører disse (en skole, hospital mm. består ofte af flere enkeltstående bygninger). For begge typer vandboringer (kritisk infrastruktur) gælder det at de er kategoriseret som "oversvømmet" hvis der er vand på terræn indenfor 25m af boringen.

#### 2.3.1. Nedbør

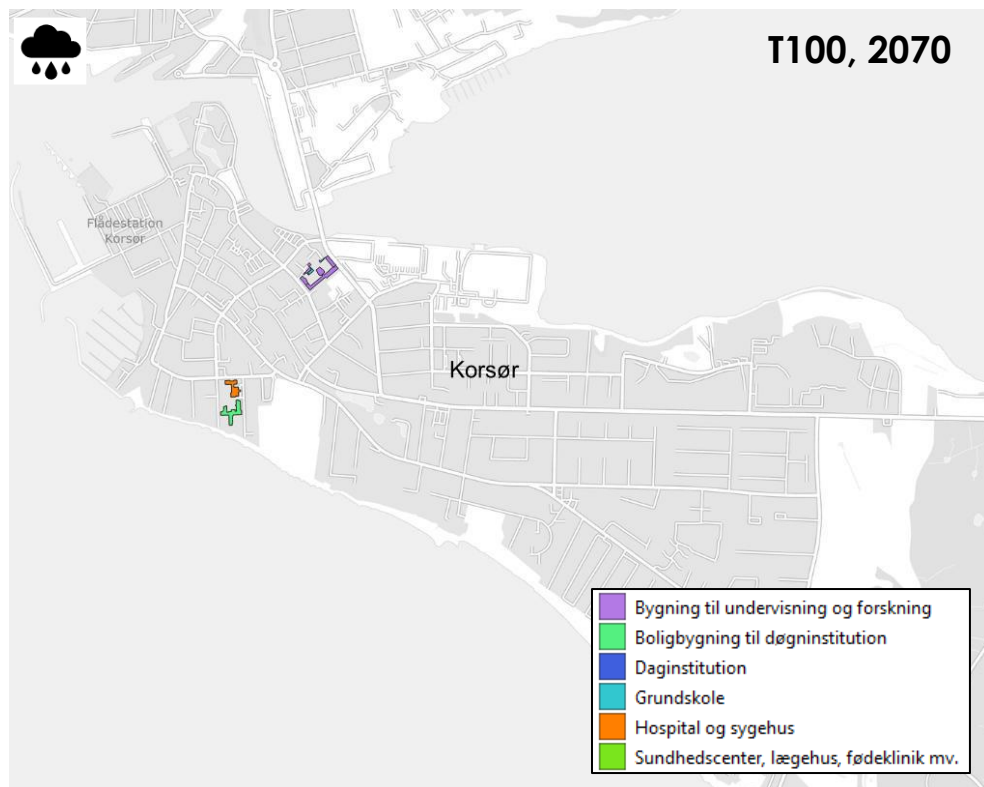
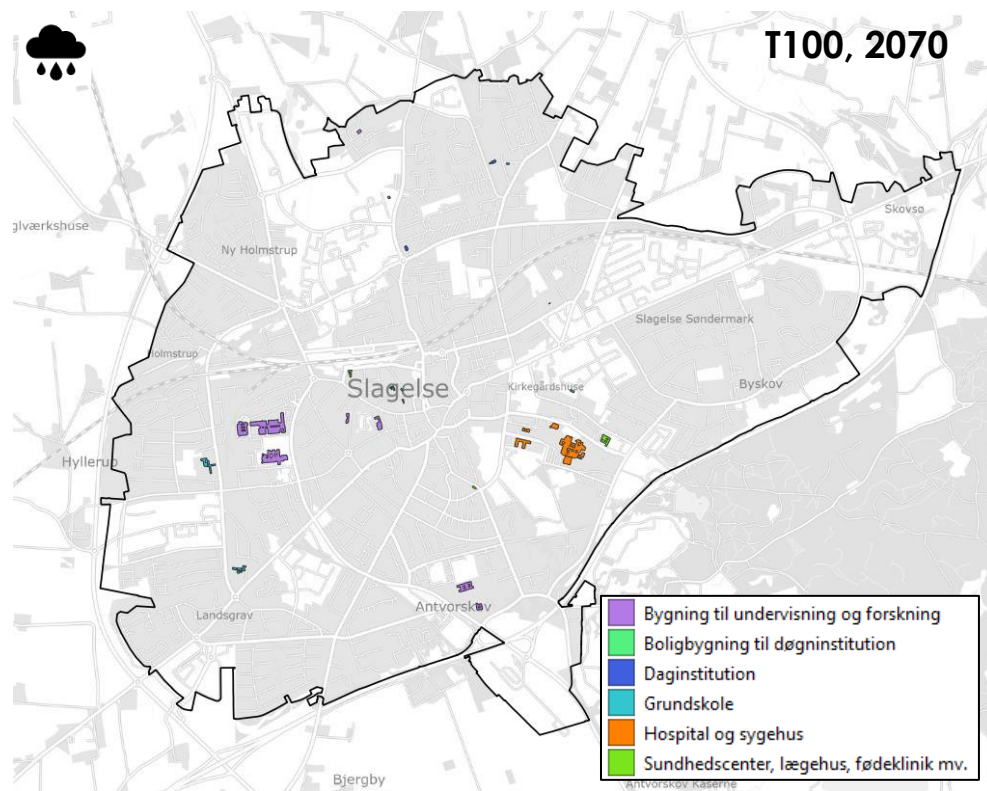
##### Skader – offentlig service

Resultaterne af analysen af oversvømmede bygninger som anvendes til offentlig service fra nedbør, er samlet i Tabel 2-4. Her ses det at flere forskellige typer af offentlige services er oversvømmelsestruet, herunder bygninger i forbindelse med grundskoler, sundhedscentre, daginstitutioner, døgninstitutioner, hospitaler og undervisning og forskning. Resultaterne viser tydeligt at fremtidige klimacændringer vil medføre at flere bygninger til offentlig service vil blive oversvømmelsestruet. I alt er 39 og 61 bygninger oversvømmelsestruet under henholdsvis nutidigt og fremtidigt klima.

TABEL 2-4: OVERSVØMMET OFFENTLIG SERVICE FRA NEDBØR FOR SLAGELSE KOMMUNE. ANTAL BYGNINGER.

[Antal]	T5		T10		T20		T50		T100	
	2020	2070	2020	2070	2020	2070	2020	2070	2020	2070
<b>Offentlig service</b>										
Grundskole	0	4	2	7	7	14	14	18	17	23
Sundhedscenter, lægehus, fødeklinik	0	2	2	2	2	2	2	2	2	4
Daginstitution	0	2	2	2	2	2	2	2	2	3
Døgninstitution	0	1	0	1	1	2	2	3	2	5
Hospital og sygehus	0	1	0	3	1	5	5	6	6	7
Undervisning og forskning	0	0	0	1	0	5	4	14	10	19
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>30</b>	<b>29</b>	<b>45</b>	<b>39</b>	<b>61</b>

De oversvømmelsestruede offentlige services for nedbør ses overvejende for de to største byer i Slagelse Kommune; Slagelse By og Korsør By. Figur 2-9 viser de berørte offentlige services for en nedbørshændelse med en 100 års gentagelsesperiode under fremtidigt klima.



**FIGUR 2-9. OVERSVØMMET OFFENTLIG SERVICE FRA NEDBØR FOR SLAGELSE BY OG KORSØR BY FOR T100-2070 (FREMTIDIGT KLIMA)**

### Skader – kritisk infrastruktur

Resultaterne af analysen af oversvømmet kritisk infrastruktur fra nedbør, er samlet i Tabel 2-5. Her ses det at flere forskellige typer af kritisk er oversvømmelsestruet, herunder bygninger til affald og spildevand, energiforsyning og distribution, vandforsyning og energiproduktion. Herudover ligger flere vandværks- og vandforsyningsboring i områder som påvirkes af oversvømmelser fra stormfloder. Resultaterne viser også for kritisk infrastruktur at fremtidige klimaændringer vil medføre at flere enheder vil blive oversvømmelsestruet. I alt er 85 og 103 kritisk infrastruktur oversvømmelsestruet under henholdsvis nutidigt og fremtidigt klima.

TABEL 2-5: OVERSVØMMET KRITISK INFRASTRUKTUR FRA NEDBØR FOR SLAGELSE KOMMUNE. ANTAL BYGNINGER.

[Antal]	T5		T10		T20		T50		T100	
	2020	2070	2020	2070	2020	2070	2020	2070	2020	2070
<b>Kritisk infrastruktur</b>										
Bygninger til affald og spildevand	0	2	1	2	2	2	2	4	3	6
Bygninger til forsyning- og energidistribution	0	1	1	4	2	7	7	7	7	9
Bygninger til vandforsyning	0	0	0	2	0	2	2	3	2	5
Bygninger til energiproduktion	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2
Vandværksboring	0	12	10	20	18	23	22	26	25	26
Vandforsyningsboring	0	23	20	38	29	42	40	49	46	55
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>38</b>	<b>30</b>	<b>67</b>	<b>51</b>	<b>77</b>	<b>74</b>	<b>91</b>	<b>85</b>	<b>103</b>

### 2.3.2. Stormflod

#### Skader – offentlig service

Resultaterne af analysen af oversvømmede bygninger som anvendes til offentlig service fra stormflod, er samlet i Tabel 2-6. Her ses det at flere forskellige typer af offentlige services er oversvømmelsestruet, herunder bygninger i forbindelse med grundskoler, sundhedscentre, daginstitutioner, døgninstitutioner, og undervisning og forskning. Resultaterne viser også for stormfloder at fremtidige klimaændringer vil medføre at flere bygninger til offentlig service vil blive oversvømmelsestruet. Det er for stormfloder værd at bemærke at forskellen mellem antallet af oversvømmet offentlig service ikke ændrer sig markant mellem de forskellige returperioder indenfor det samme år. I alt er 18 og 33 bygninger oversvømmelsestruet under henholdsvis nutidigt og fremtidigt klima.



TABEL 2-6: OVERSVØMMET OFFENTLIG SERVICE FRA STORMFLOD FOR SLAGELSE KOMMUNE. ANTAL BYGNINGER.

[Antal]	T20		T50		T100	
	2020	2070	2020	2070	2020	2070
<b>Offentlig service</b>						
Grundskole	8	8	8	8	8	8
Sundhedscenter, lægehus, fødeklunik	1	2	1	2	2	5
Daginstitution	1	2	1	4	1	4
Døgninstitution	0	0	0	1	0	1
Undervisning og forskning	7	12	7	12	7	15
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>24</b>	<b>17</b>	<b>27</b>	<b>18</b>	<b>33</b>

De oversvømmelsestruede offentlige services for stormflod ses overvejende for de Korsør By. Figur 2-10 viser de berørte offentlige services for stormfloder med en 100 års gentagelsesperiode under nuværende og fremtidigt klima.





FIGUR 2-10. OVERSVØMMET OFFENTLIG SERVICE FRA STORMFLOD FOR KORSØR BY FOR T100-2020 (NUTIDIGT KLIMA) OG T100-2070 (FREMTIDIGT KLIMA)

### Skader – kritisk infrastruktur

Resultaterne af analysen af oversvømmet kritisk infrastruktur fra stormflod, er samlet i Tabel 2-7. Her ses det at flere forskellige typer af kritisk er oversvømmelsestruet, herunder bygninger til affald og spildevand, energiforsyning og distribution og vandforsyning. Herudover ligger flere vandværks- og vandforsyningsboring i områder som påvirkes af oversvømmelser fra stormfloder. Resultaterne viser også for kritisk infrastruktur at fremtidige klimacændringer vil medføre at flere enheder vil blive oversvømmelsestruet. Det er også for kritisk infrastruktur værd at bemærke at forskellen mellem antallet af oversvømmet kritisk infrastruktur ikke ændrer sig markant mellem de forskellige returperioder indenfor det samme år. I alt er 19 og 44 kritisk infrastruktur oversvømmelsestruet under henholdsvis nutidigt og fremtidigt klima.

**TABEL 2-7: OVERSVØMMET KRITISK INFRASTRUKTUR FRA STORMFLOD FOR SLAGELSE KOMMUNE. ANTAL BYGNINGER.**

[Antal]	T20		T50		T100	
	2020	2070	2020	2070	2020	2070
<b>Kritisk Infrastruktur</b>						
Bygninger til affald og spildevand	1	5	1	6	1	7
Bygninger til forsyning- og energidistribution	2	8	2	8	7	12
Bygninger til vandforsyning	0	1	0	1	0	1
Vandværksboring	0	1	0	1	1	1
Vandforsyningsboring	5	19	9	20	10	23
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>34</b>	<b>12</b>	<b>36</b>	<b>19</b>	<b>44</b>

## 2.4. Risikoberegning

Skadesberegningerne er gennemført for hver oversvømmelsestype, hvorefter skaderne er blevet omregnet til risiko. Resultaterne af risikoberegningen præsenteres i

Tabel 2-8 (oversigt) og i Figur 2-11 - Figur 2-15 (hotspots fra risikokortlægningerne for hver af de tre oversvømmelsestyper samt et samlet kort hvor risikoen for alle typer er inkluderet). For bedre at kunne sammenligne risikoen på tværs af oversvømmelsestyper er denne beregnet med udgangspunkt i T20, T50 og T100. Det bør noteres at den beregnede risiko kun bygger på tre returperioder (T20, T50 og T100) hvilket er noget lavere end anbefalingen ift. at beregne den mest præcise risiko jævnfør den Samfundsøkonomiske metode som er beskrevet i bek. Nr. 2276 af 29/12/20 (*Vejledning om fastsættelse af serviceniveau for tag- og overfladevand efter den samfundsøkonomiske metode i serviceniveaubekendtgørelsen*). Dette medfører i alle tilfælde at den beregnede risiko for Slagelse Kommune er underestimeret.

Risikoen beregnes med udgangspunkt i størrelsen på det økonomiske tab i forbindelse med en given oversvømmelse, hyppigheden af den givne oversvømmelse i dag og i fremtiden, samt en diskonteringsrente, som muliggør en sammenligning af værdien af økonomiske strømme på forskellige tidspunkter (f.eks. mellem tidspunkter i dag og de næste 100 år). Risikoen er et udtryk for et forventet økonomisk tab pr. år, og dette kan udregnes som en tilbagediskonteret nutidsværdi (NNV). Der er for Slagelse Kommune beregnet et forventet årligt økonomisk tab som følge af oversvømmelser fra nedbør, stormfloder og vandløb. Risikoberegningen er foretaget med udgangspunkt i de anvendte oversvømmelseskort som er beskrevet i sektion 1.4 Data . I Appendix A findes risikokort som celledag for udvalgte områder i Kommunen.

### 2.4.1. Risiko - samlet

For Slagelse Kommune ses den største risiko for stormflod, hvor risikoen er beregnet til 27,3 mio. kr./år efterfulgt af nedbør på 14,0 mio. kr./år. Risikoen for vandløbsoversvømmelser er minimal i forhold hertil (0,06 mio. kr./år) (Tabel 2-8).

TABEL 2-8: RISIKOBeregning for Slagelse Kommune for nedbør og stormflod samt [mio. kr./år i NNV].

Risiko [mio. kr./år i NNV].	Nedbør	Stormflod	Vandløb	Total
<b>Slagelse kommune</b>	<b>14,0</b>	<b>27,3</b>	<b>0,06</b>	<b>41,3</b>

Figur 2-11 viser den geografiske placering af risiko hotspots for den samlede risikoberegning hvor nedbør, stormflod og vandløb er lagt sammen.

## Nedbør + Stormflod + vandløb



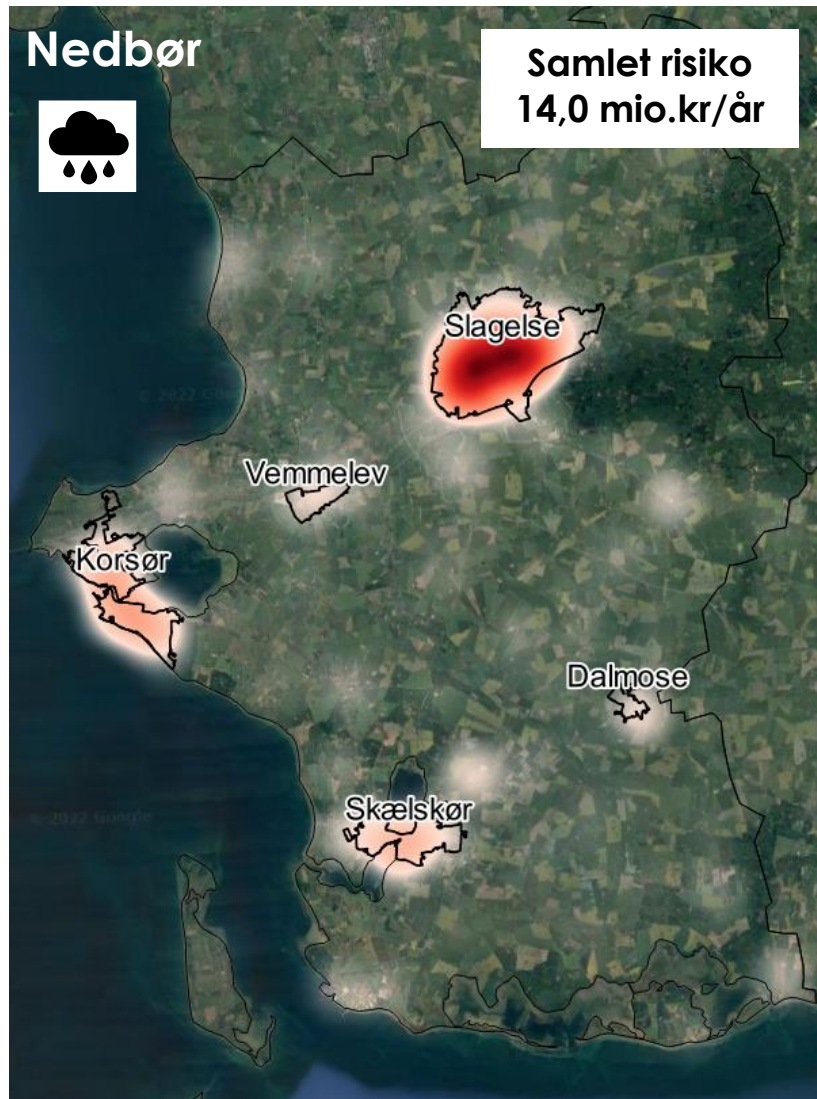
FIGUR 2-11: SAMLET RISIKOKORT FOR NEDBØR, STORMFLOD OG VANDLØB FOR SLAGELSE KOMMUNE PRÆSENTERET SOM HEAT MAP, HVOR RISIKOFYLDTE HOTSPOTS UDPEGES (RØD = HØJ RISIKO). SYMBOLERNE ANGIVER HVLKEN OVERSVØMMELSESTYPE DEN OVERVEJEDE DEL AF RISIKOEN KOMMER FRA.

Den største risiko ses for Korsør, denne udgøres af en kombination en høj risiko for både nedbør og stormflod, efterfulgt af Slagelse (nedbør) og Skælskør (stormflod og nedbør), Købæk Strand (primært stormflod), Frølunde Fed (primært stormflod), Stillinge Strand (primært stormflod) og Bisserup (primært stormflod).



### 2.4.2. Risiko - nedbør

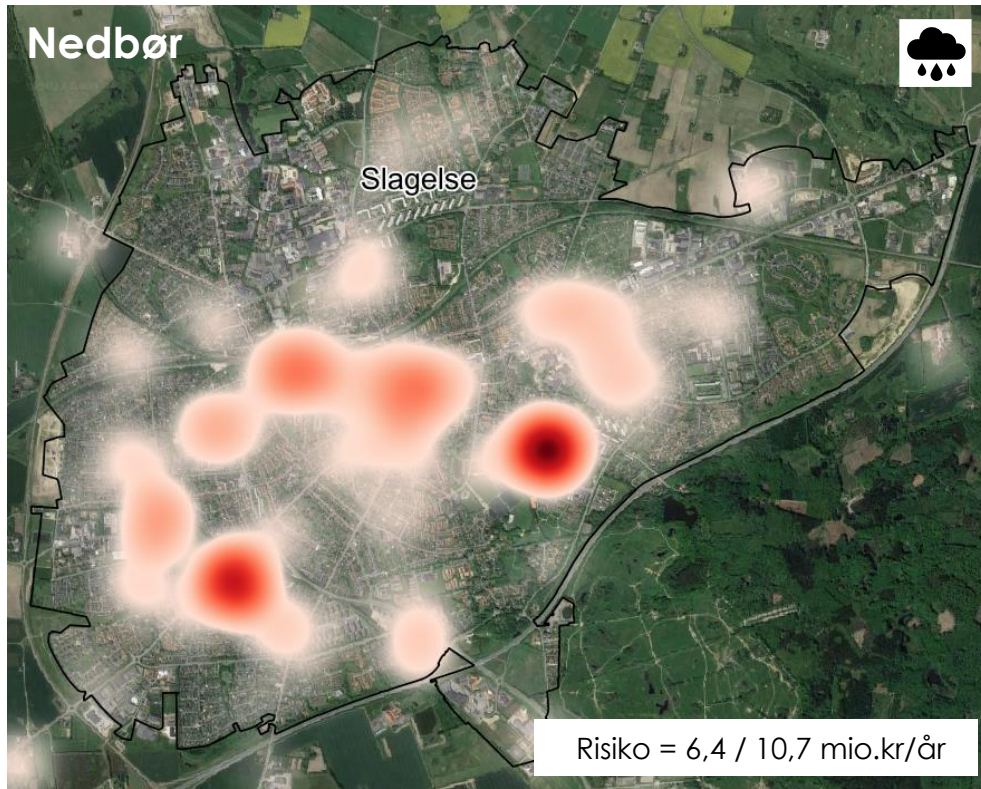
Den geografiske placering af risiko hotspots for nedbør i Slagelse Kommune ses i Figur 2-12.



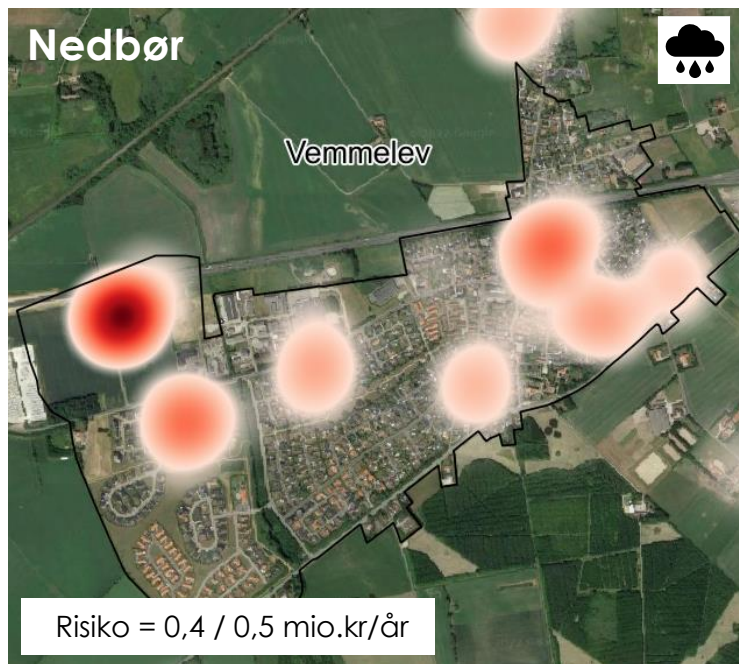
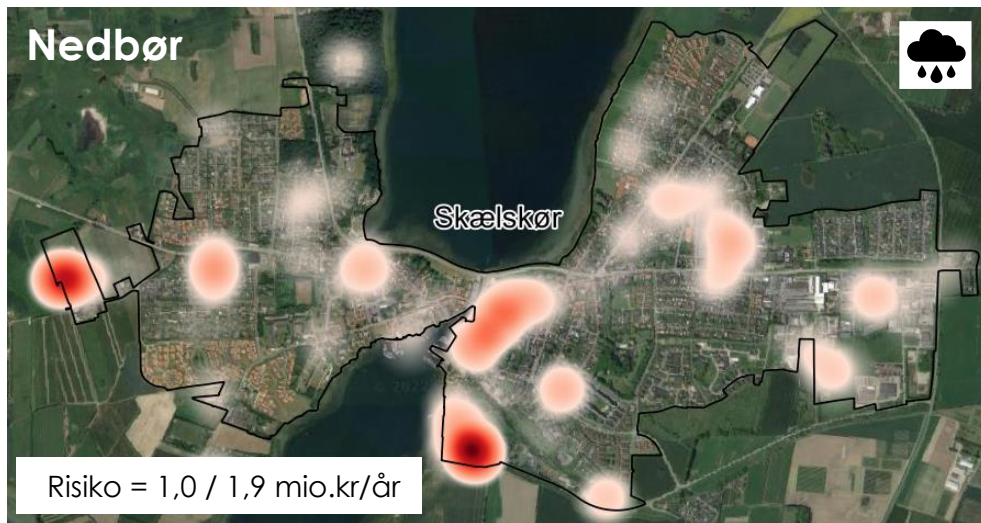
**FIGUR 2-12: RISIKOKORT FOR OVERSVØMMELSER FRA NEDBØR I SLAGELSE KOMMUNE PRÆSENTERET SOM HEAT MAP, HVOR RISIKOFYLDTE HOTSPOTS UDPEGES (RØD = HØJ RISIKO).**

Den største risiko er lokaliseret i Slagelse by efterfulgt af Korsør, Skælskør, Vemmelev og Dalmose. Slagelse bys andel er ca. 40 % af den samlede risiko for nedbør.

Figur 2-13 viser tilsvarende kort for udvalgte byer i Slagelse Kommune, hvor der er zoomet ind, så man bedre kan hvilke områder inden for de enkelte byer hvor der er en stor risiko.



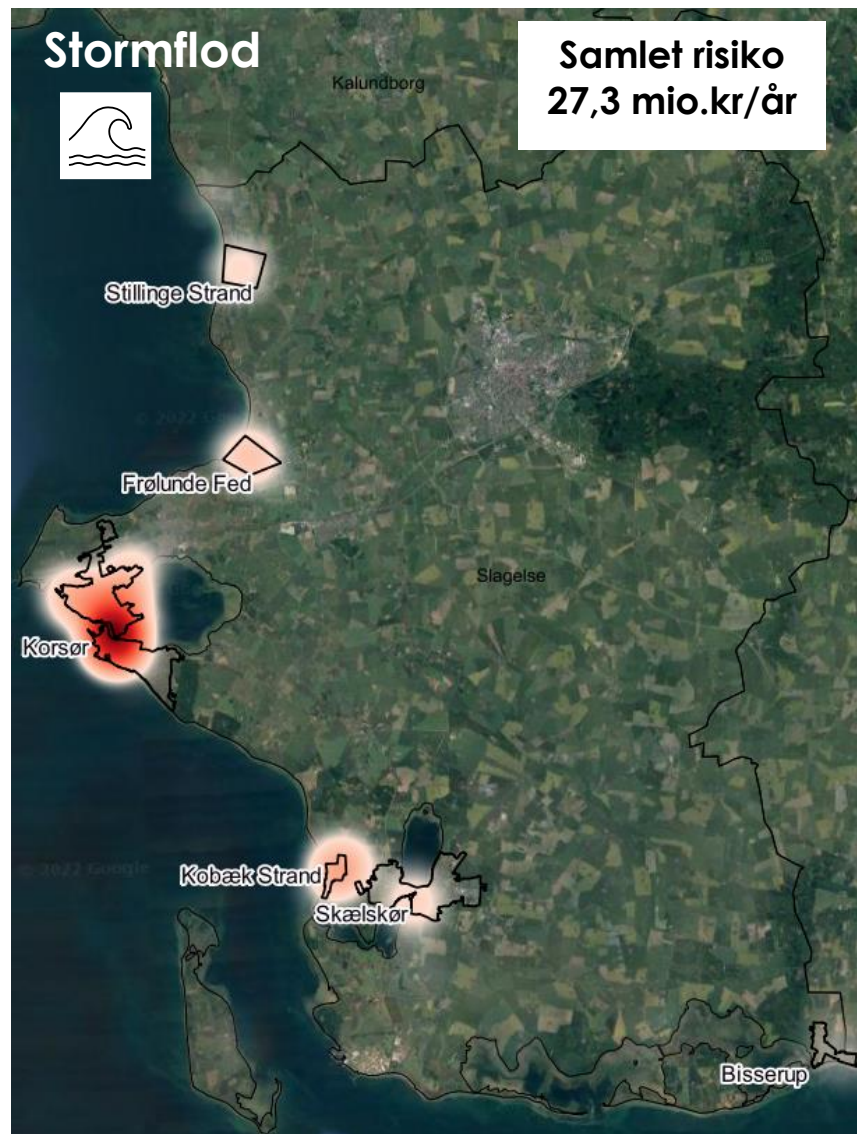




FIGUR 2-13: RISIKOKORT FOR OVERSVØMMELSER FRA NEDBØR FOR UDVALGTE BYER I SLAGELSE KOMMUNE PRÆSENTERET SOM HEAT MAP, HVOR RISIKOFYLDTE HOTSPOTS UDPEGES (RØD = HØJ RISIKO). RISIKOEN ER BEREGNET FOR T20, T50 OG T100 (LAV VÆRDI) OG FOR T5, T10, T20, T50 OG T100 (HØJ VÆRDI).

### 2.4.3. Risiko - stormflod

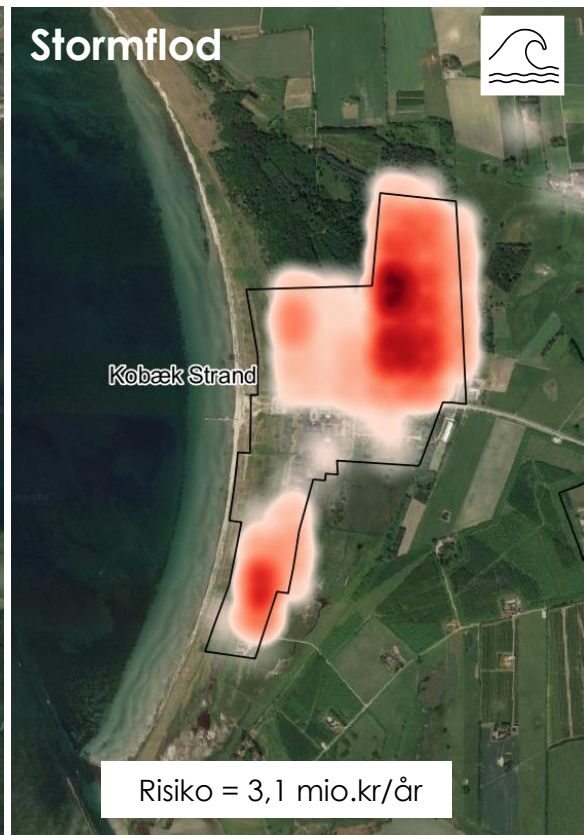
Den geografiske placering af risiko hotspots for Stormflod i Slagelse Kommune ses i Figur 2-14.



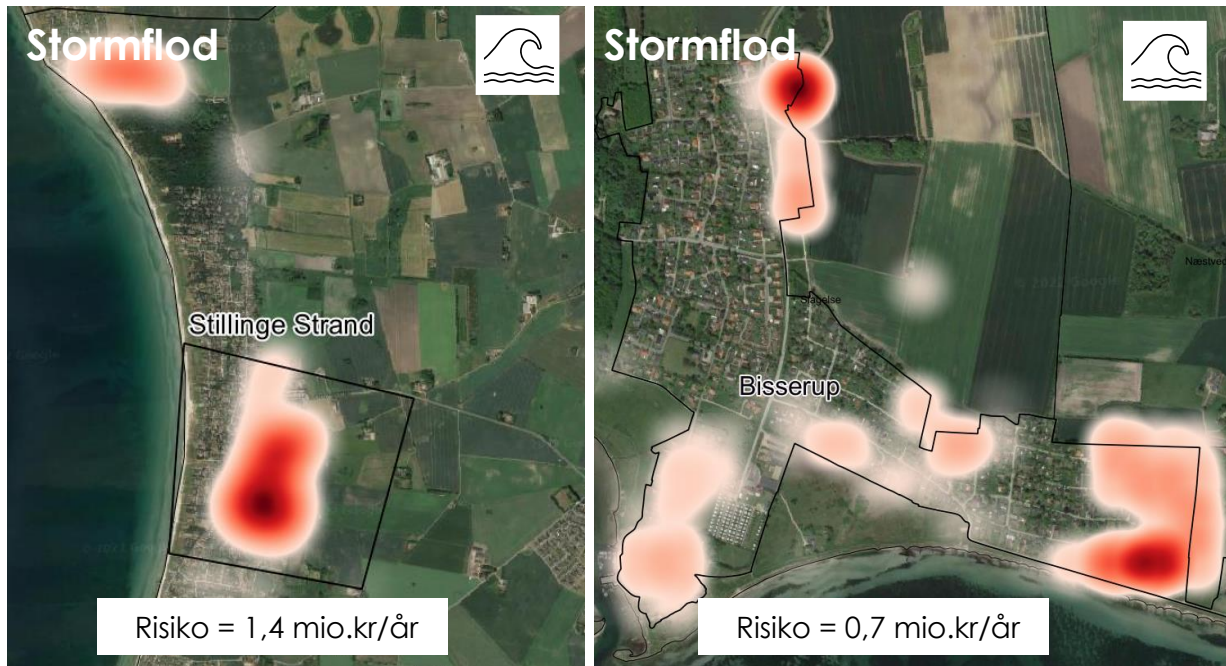
FIGUR 2-14: RISIKOKORT FOR OVERSØMMELSER FRA STORMFLOD I SLAGELSE KOMMUNE PRÆSENTERET SOM HEAT MAP, HVOR RISIKOFYLDTE HOTSPOTS UDPEGES (RØD = HØJ RISIKO).

Her ses den største risiko for Korsør efterfulgt af Frølunde Fed, Købæk Strand, Skælskør, Stillinge Strand og Bisserup. Korsørs andel er ca. 60 % af den samlede risiko for stormflod. Figur 2-15 viser tilsvarende kort for udvalgte byer i Slagelse kommune, hvor der er zoomet ind, så man bedre kan hvilke områder inden for de enkelte byer hvor der er en stor risiko.





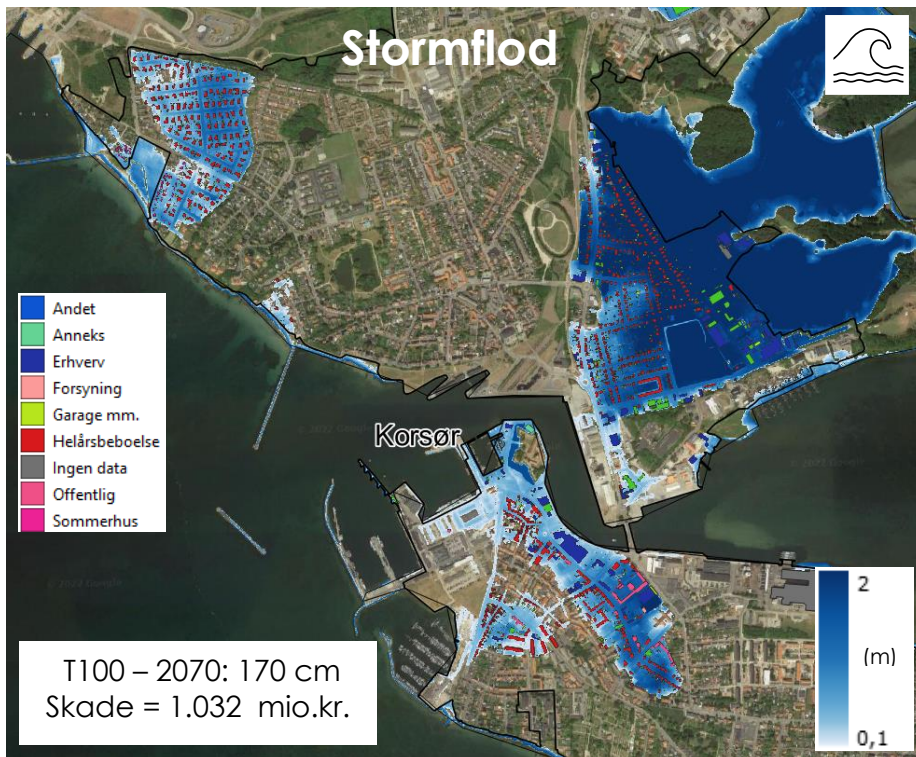
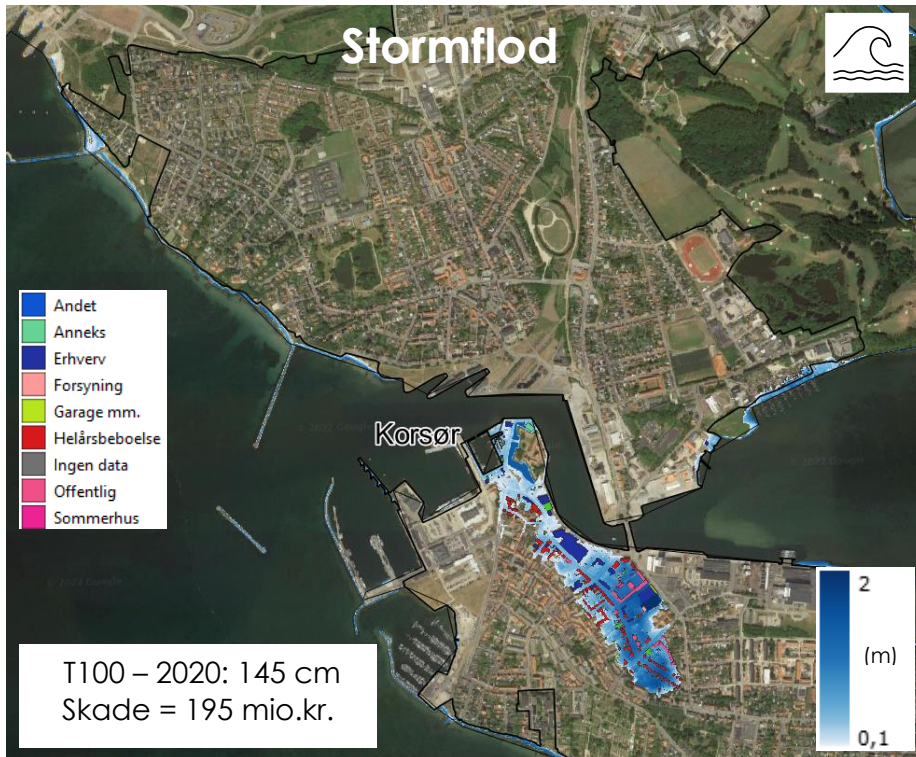




FIGUR 2-15: RISIKOKORT FOR OVERSVØMMELSER FRA STORMFLOD FOR UDVALGTE BYER I SLAGELSE KOMMUNE PRÆSENTERET SOM HEAT MAP, HVOR RISIKOFYLDTE HOTSPOTS UDPEGES (RØD = HØJ RISIKO).

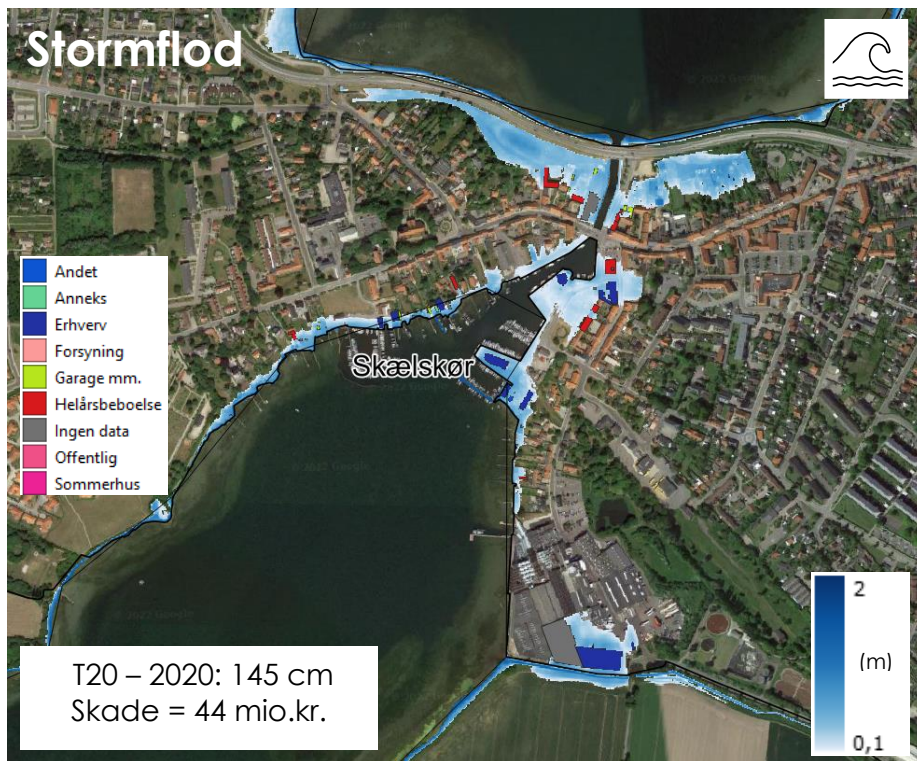
# Appendix A – Resultater fra skadesberegningen

## A.1 Stormflod

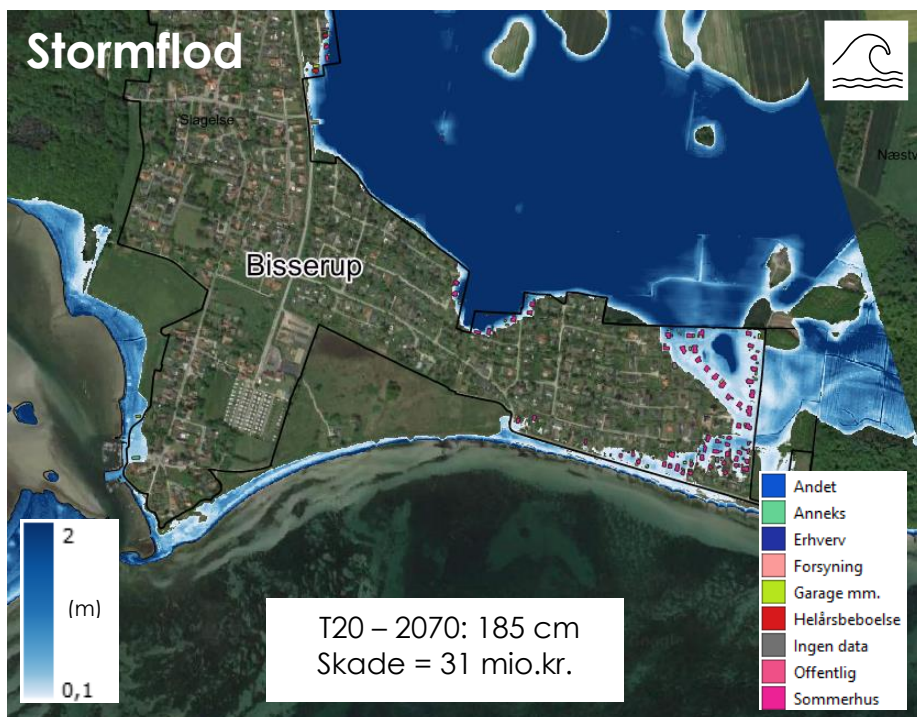
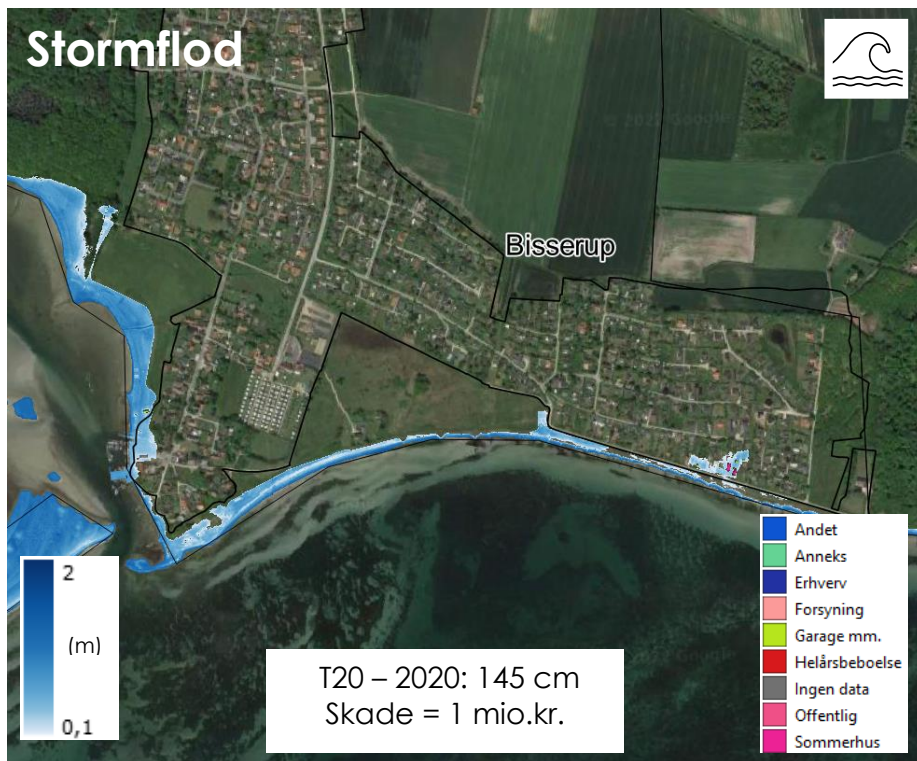


Figur A2-1. Skadesberegninger stormflod – byningskategorier, Korsør





Figur A2-2. Skadesberegninger stormflod – bygningskategorier, Skælskør



Figur A2-2. Skadesberegninger stormflod – bygningskategorier, Bisserup

## Appendix B – Korrektioner

### B1 Korrektion af oversvømmede bygninger

Til skadesberegningen er der lavet en korrektion for oversvømmede bygninger, således at bygninger som kun akkurat berøres af vand ikke tilknyttes en skade. Denne korrektion udføres for alle lag, som afhænger af bygningslaget. Denne korrektion udføres for alle lag, som afhænger af bygningslaget. I oversvømmelseskortene for skybrud og stormflod er bygninger klippet ud af oversvømmelseskortet, hvoraf det ofte kun er hjørner af pixels som berører bygningernes omkreds. Korrektionen er især vigtig for oversvømmelser fra nedbør hvor små arealer med vand på terræn er spredt ud over et meget stort område.

Der er derfor foretaget nedenstående korrektion for nedbør, stormflod og vandløb

#### KORREKTIONER

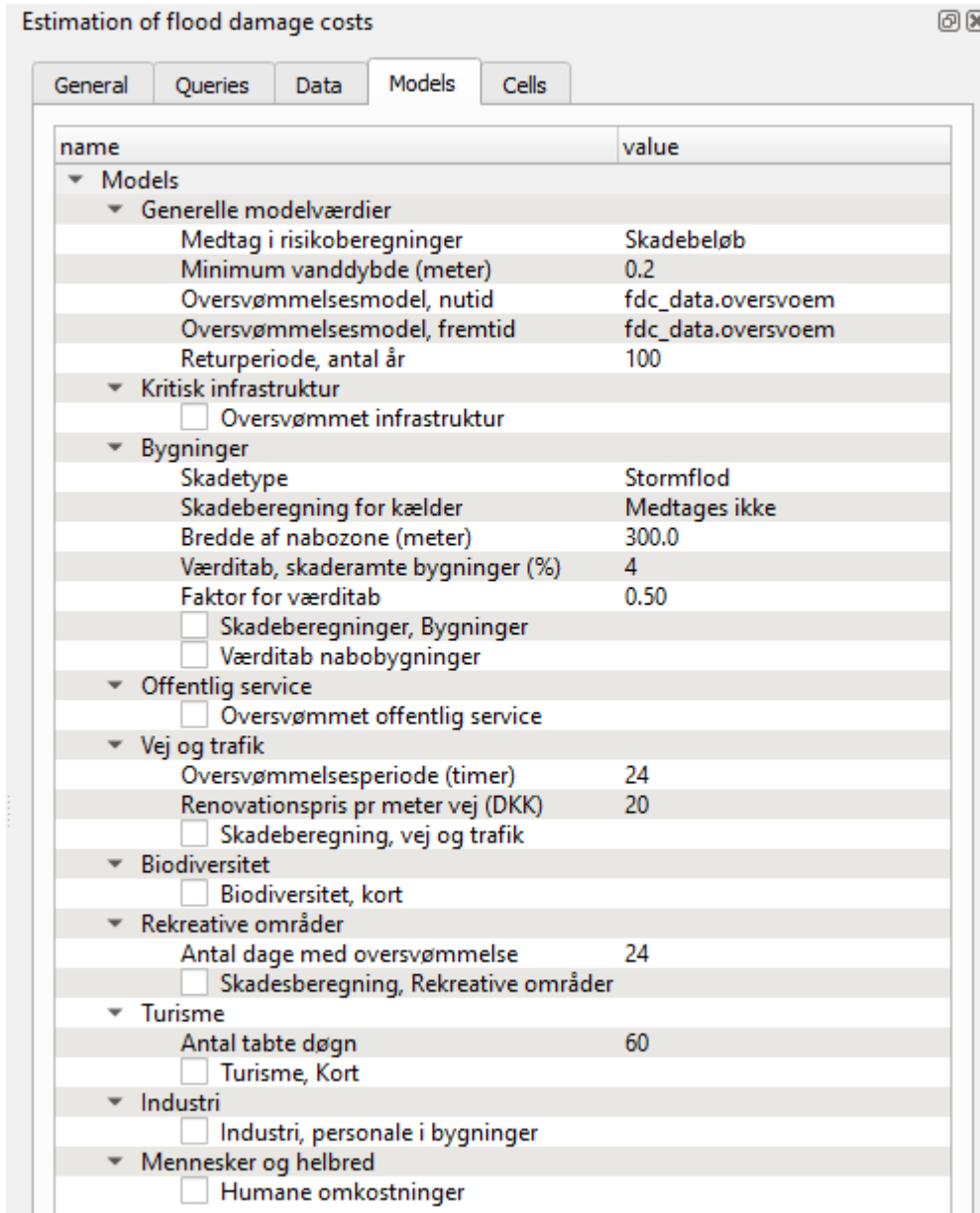
- Skaden sættes til 0 for alle bygninger som kun røres af 1 oversvømmet celle
- Derudover sættes skaden til 0 for bygninger der har:
  - $(\text{Count\_oversvoem}/\text{areal}) * 100 < 1$
  - **OG**
  - $(\text{Count\_oversvoem}/\text{perimeter}) * 100 < 3$

Note: Count\_oversvoem er antallet af pixels fra oversvømmelseskortet som rør bygningen



## Appendix C – Modelparametre

Nedenstående figur viser de valgte modelparametre ved beregning af skader ved brug af værktøjet SkadesØkonomi. Bemærk at skadetyper (Nedbør, Stormflod, vandløb) er blevet ændret mellem kørslerne for de forskellige oversvømmelsestyper.



name	value
▼ Models	
▼ Generelle modelværdier	
Medtag i risikoberegninger	Skadebeløb
Minimum vanddybde (meter)	0.2
Oversvømmelsesmodel, nutid	fdc_data.oversvoem
Oversvømmelsesmodel, fremtid	fdc_data.oversvoem
Returperiode, antal år	100
▼ Kritisk infrastruktur	
<input type="checkbox"/> Oversvømmet infrastruktur	
▼ Bygninger	
Skadetype	Stormflod
Skadeberegning for kælder	Medtages ikke
Bredde af nabozone (meter)	300.0
Værditab, skaderamte bygninger (%)	4
Faktor for værditab	0.50
<input type="checkbox"/> Skadeberegninger, Bygninger	
<input type="checkbox"/> Værditab nabobygninger	
▼ Offentlig service	
<input type="checkbox"/> Oversvømmet offentlig service	
▼ Vej og trafik	
Oversvømmelsesperiode (timer)	24
Renovationspris pr meter vej (DKK)	20
<input type="checkbox"/> Skadeberegning, vej og trafik	
▼ Biodiversitet	
<input type="checkbox"/> Biodiversitet, kort	
▼ Rekreative områder	
Antal dage med oversvømmelse	24
<input type="checkbox"/> Skadesberegning, Rekreative områder	
▼ Turisme	
Antal tabte døgn	60
<input type="checkbox"/> Turisme, Kort	
▼ Industri	
<input type="checkbox"/> Industri, personale i bygninger	
▼ Mennesker og helbred	
<input type="checkbox"/> Humane omkostninger	

Figur. Oversigt over valgte modelparametre ved beregning af skader med SkadesØkonomi. Screenshot fra QGIS-plugin.



## Appendix D – Skadesfunktioner for forskellige bygningstyper

Stormflod	Skadesfunktion	Enhed(er)
Helårsbeboelse	Areal (m2 stueetage) * (1167.86*np.log(X) - 571.21)	X = vanddybde
Erhverv	Areal (m2 stueetage) * (1387.94*np.log(X) - 881.8)	X = vanddybde
Forsyning	Areal (m2 stueetage) * (1387.94*np.log(X) - 881.8)	X = vanddybde
Offentlig	Areal (m2 stueetage) * (1387.94*np.log(X) - 881.8)	X = vanddybde
Kultur	Areal (m2 stueetage) * (1387.94*np.log(X) - 881.8)	X = vanddybde
Sommerhus	Areal (m2 stueetage) * (1681.71*np.log(X) - 2128.87)	X = vanddybde
Garage	30000	Skade pr bygning ved 20 cm vand.
Anneks	30000	Skade pr bygning ved 20 cm vand.
Andet	2000 kr./m2	Skade pr m2 stueetage ved 20cm vand.
Ingen data	2000 kr./m2	Skade pr m2 stueetage ved 20cm vand.
Kælder	578	Skade pr m2 kælder ved 20cm vand
<b>Skybrud</b>		
Helårsbeboelse	1257	Skade pr m2 stueetage ved 20cm vand
Erhverv	1407	Skade pr m2 stueetage ved 20cm vand
Forsyning	1407	Skade pr m2 stueetage ved 20cm vand
Offentlig	1407	Skade pr m2 stueetage ved 20cm vand
Kultur	1407	Skade pr m2 stueetage ved 20cm vand
Sommerhus	1249	Skade pr m2 stueetage ved 20cm vand
Garage	30000	Skade pr bygning ved 20cm vand.
Anneks	30000	Skade pr bygning ved 20cm vand.
Andet	1000 kr/m2	Skade pr m2 stueetage ved 20cm vand.
Ingen data	1000 kr/m2	Skade pr m2 stueetage ved 20cm vand.
Kælder	578	Skade pr m2 kælder ved 20cm vand
<b>Vandløb</b>		
Helårsbeboelse	Areal (m2 stueetage) * (389.29*np.log(X) - 190.40)	X = vanddybde

Erhverv	Areal (m2 stueetage) * (462.65*np.log(X) - 293.93)	X = vanddybde
Forsyning	Areal (m2 stueetage) * (462.65*np.log(X) - 293.93)	X = vanddybde
Offentlig	Areal (m2 stueetage) * (462.65*np.log(X) - 293.93)	X = vanddybde
Kultur	Areal (m2 stueetage) * (462.65*np.log(X) - 293.93)	X = vanddybde
Sommerhus	Areal (m2 stueetage) * (560.57*np.log(X) - 709.62)	X = vanddybde
Garage	30000	Skade pr bygning ved 20cm vand.
Anneks	30000	Skade pr bygning ved 20cm vand.
Andet	1000 kr./m2	Skade pr m2 stueetage ved 20cm vand.
Ingen data	1000 kr./m2	Skade pr m2 stueetage ved 20cm vand.
Kælder	578	Skade pr m2 kælder ved 20cm vand