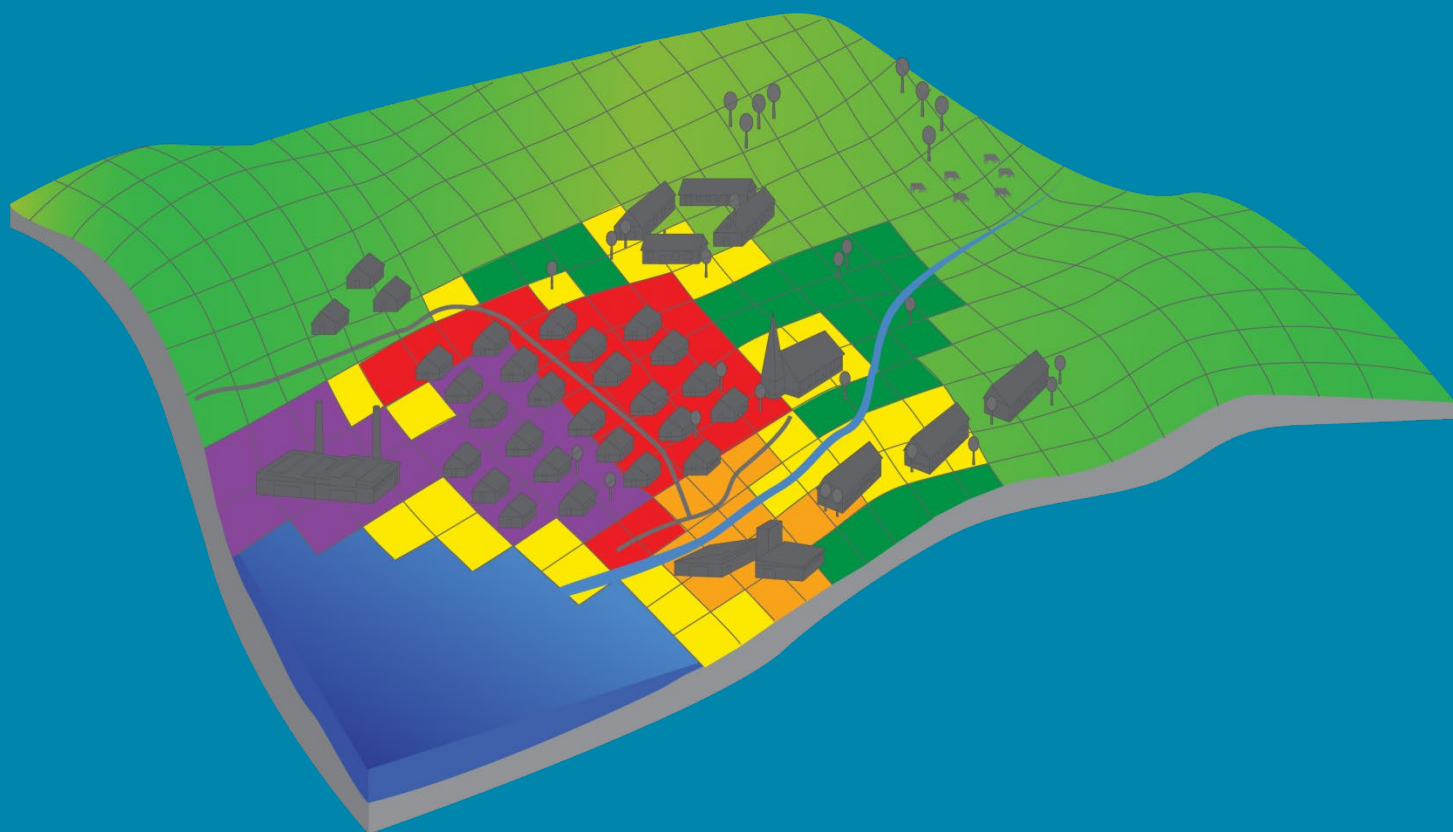




Metode til national risikovurdering af oversvømmelse fra hav og vandløb samt ajourføring af risikoområder

Oversvømmelsesdirektivet
Anden planperiode



Titel:

Metode til national risikovurdering af oversvømmelse fra hav og vandløb samt ajourføring af risikoområder
Oversvømmelsesdirektivet, Anden planperiode

Udgiver:

Kystdirektoratet
Højbovej 1
7620 Lemvig
www.kyst.dk

Udgivelsesår:

December 2018

Forfattere:

Kaija Jumppanen Andersen
Thorsten Piontkowitz
Martin Jebens
Mie Thomsen
Laura Storm Henriksen
Carlo Sass Sørensen
Charlotte Ditlevsen

Illustrationer og layout:

Birgit Byskov Kloster
Ragnhild Kørschen

Forsidegrafik:

Ragnhild Kørschen
Birgit Byskov Kloster

Projektansvarlig:

Ane Højberg Nielsen

Projektleder:

Kaija Jumppanen Andersen

Nøgleord:

Oversvømmelsesdirektivet, oversvømmelsesloven, oversvømmelse, hav, vandløb, risiko, sårbarhed, risikoområder, national risikovurdering.

ISBN nr.:

978-87-93593-84-8

Må citeres med kildeangivelse

Kystdirektoratet, 2018. Metode til national risikovurdering af oversvømmelse fra hav og vandløb samt ajourføring af risikoområder. Oversvømmelsesdirektivet, Anden planperiode.

Forord

Inden for de seneste år har Danmark oplevet flere større oversvømmelser, hvoraf en af de seneste, stormfloden den 4.-5. januar 2017, berørte hele det sydlige Danmark. I fremtiden må vi forvente flere af disse oversvømmelser, hvilket kan medføre store både økonomiske og andre samfundsmæssige konsekvenser for ikke at tale om de personlige omkostninger. Vi kan ikke få stormfloder og lange nedbørsperioder til at gå væk, men vi har bestemt mulighed for at ruste samfundet bedre mod sådanne hændelser. Med en national vurdering af oversvømmelsesrisikoen, som bygger på omfattende data, ligger der et fagligt grundlag for at komme videre i bestræbelserne på at reducere risikoen for skader. Det kræver en lokal planlægningsindsats, og med en risikobaseret tilgang, kan der sættes ind med de nødvendige tiltag, hvor udfordringerne er størst, hvad enten der er tale om forebyggelse, sikring eller beredskab.

Den danske oversvømmelseslov afspejler det faktum, at selvom hav og vandløb både giver udfordringer og rummer muligheder i dag og i fremtiden, så er det langt fra alle områder, der har en væsentlig risiko for oversvømmelse. For at afdække i hvilke områder risikoen for oversvømmelse er størst, foretages en revurdering af den nationale oversvømmelsesrisiko. Et af kernepunkterne i dette arbejde er at inddrage de vigtigste sårbarheder, der evaluerer risici forbundet med menneskers sundhed, miljø, kulturarv og økonomisk aktivitet. Metoden til udpegning af områder skal således kunne håndtere kombinationen af forskellige sårbarheder og sårbarheder, der ikke lader sig opgøre i kroner. Dette er helt i tråd med de anbefalinger, der gives i målene for bæredygtighed (Sustainable Development Goals) og i Sendais Framework for Disaster Risk Reduction, som Danmark har underskrevet.

I denne, den anden planperiode af oversvømmelsesloven, tager metoden til revurdering af den nationale oversvømmelsesrisiko i Danmark som noget nyt afsæt i et landsdækkende risikoindeks, som integrerer sårbarheden med faren for oversvømmelser. Med dette risikoindeks kan oversvømmelsesrisikoen for hav og vandløb sammenlignes på tværs af hele landet.

Risikovurderingen anvender Kystdirektoratet som grundlag for at identificere de områder i Danmark, der har en potentiel væsentlig risiko for oversvømmelse. Risikovurderingen kan dog også anvendes af kommuner og borgere til at få et overblik over risikoen i deres område. På sigt vil det være muligt at følge udviklingen i takt med, at kommunerne i de udpegede risiko-områder, implementerer tiltagene i deres risikostyringsplaner.



Merete Løvschall
Kystdirektør
Kystdirektoratet



Indhold

Forord	3
Resumé	6
1. Indledning	9
2. Generelt om oversvømmelsesdirektivet	11
2.1 Direktivet	11
2.2 Udpegning og revurdering af risikoområder	12
2.3 Implementering i Danmark	13
2.4 Om oversvømmelsesrisiko	14
3. National vurdering af oversvømmelsesrisikoen fra hav og vandløb	17
3.1 Revurdering og justering af metoden til national risikovurdering	17
3.2 Konceptet for den justerede metode	18
4. Historiske oversvømmelser	21
4.1 Oversvømmelser fra hav	21
4.1.1 Metode for beskrivelser af historiske stormfloder	22
4.1.2 Kategorier til beskrivelse af historiske stormfloder	22
4.1.3 Historiske stormfloder	26
4.2 Oversvømmelser fra vandløb	42
4.2.1 Spørgeskemaet	42
4.2.2 Besvarelserne	43
4.2.3 Analysetilgang	43
4.2.4 Generelle betragtninger	44
4.2.5 Nærmere undersøgte hændelser	47
5. National risikoberegning	51
5.1 Fare	51
5.1.1 Anvendt data i screening	52
5.1.2 Beregning af oversvømmelse fra hav	53
5.1.3 Beregning af oversvømmelse fra vandløb	56
5.1.4 Vanddybder	58
5.1.5 Usikkerheder og kritisk analyse af metode	58
5.1.6 Overlap mellem hav og vandløb	58
5.1.7 Endelig farekort	59

5.2	Sårbarhed	61
5.2.1	Befolkning	64
5.2.2	Arealanvendelse	66
5.2.3	Kulturarv	68
5.2.4	Infrastruktur	70
5.2.5	Potentielt forurenende virksomheder	72
5.2.6	Beredskab	76
5.2.7	Kritisk Infrastruktur	78
5.2.8	Økonomisk Aktivitet	80
5.2.9	Samlet sårbarhedsindeks	83
5.3	Risiko	85
5.4	Den nationale risikovurdering	86
6.	Revurdering af risikoområder	89
6.1	Identificering af hot spots	90
6.2	Metode til identifikation af risikoområder	93
6.3	Identifikation af risikoområder	93
6.4	Afgrænsning af risikoområder med klimascenarie	94
7.	Beskrivelse af risikoområder	97
7.1	Vanddistrikt I: Jylland og Fyn	98
7.1.1	Risikoområde Holstebro	100
7.1.2	Risikoområde Randers Fjord	102
7.1.3	Risikoområde Juelsminde	104
7.1.4	Nyt risikoområde Esbjerg	106
7.1.5	Risikoområde Vejle	108
7.1.6	Risikoområde Fredericia	110
7.1.7	Nyt risikoområde Kolding	112
7.1.8	Risikoområde Aabenraa	114
7.1.9	Risikoområde Odense Fjord	116
7.1.10	Nyt risikoområde Nyborg	118
7.2	Vanddistrikt II: Sjælland	121
7.2.1	Udvidet risikoområde Køge Bugt - København	122
7.2.2	Risikoområde Korsør	124
7.2.3	Nyt risikoområde Vordingborg	126
7.2.4	Udvidet risikoområde Sydlolland	128
7.3	Vanddistrikt III: Bornholm	130
7.4	Vanddistrikt IV: Internationalt vanddistrikt Vidå/Kruså	130
	Litteraturhenvisninger	132
	Bilagsliste	134

Resumé

I forbindelse med implementeringen af EU's oversvømmelsesdirektiv skal alle medlemslande planlægge for ekstreme oversvømmelser, som kan medføre væsentlige negative følger for menneskers sundhed, miljø, kulturarv og økonomisk aktivitet. I Danmark er det Miljø- og Fødevareministeren, ved Kystdirektoratet, der er ansvarlig for implementering af direktivet.

Direktivets første seks årige planperiode blev gennemført i tre plantrin i perioden 2010 – 2015, hvor der blev udpeget 10 risikoområder i Danmark, kortmateriale over oversvømmelsesfaren og -risikoen blev produceret, og den første generation risikostyringsplaner blev udarbejdet.

Med udgangspunkt i evalueringen af første planperiode foretages der ved opstarten af anden planperiode (2016 – 2021) en mindre justering af metoden til gennemførelse af den nationale risikovurdering. Denne justering medfører en mere robust vurdering af risikoen for oversvømmelse fra hav og vandløb, som bl.a. tager højde for at oversvømmelsesrisiko ikke er en fast størrelse, men er dynamisk og ændrer sig over tid.

I den justerede metode anvendes et nationalt 100 x 100 m grid-net langs alle kyster og vandløb, i hvilke risikoen bestemmes på en skala fra *Meget lav* til *Meget høj* og illustreres med farvekoderne grøn – gul – orange – rød – lilla.

Nærværende rapport har til formål at redegøre for og uddybe den anvendte metode til vurdering af risikoen for oversvømmelse fra hav og vandløb. Rapporten er således en metoderapport og forholder sig kun overordnet til baggrund for justering af metoden, som er beskrevet nærmere i Hovedrapporten (KDI, 2018a).

Denne rapport redegør for den anvendte metode til bestemmelse af oversvømmelsesrisikoen og argumenterer for de metodiske valg i forbindelse med gennemførelse af risikovurderingen, samt revurdering og ajourføring af risikoområderne.

Risikoen for oversvømmelse bestemmes på baggrund af historiske ekstremhændelser eller statistiske 1000-års hændelser, afhængig af datagrundlaget. Til dette gennemgås først de historiske oversvømmelser. Vedrørende oversvømmelse fra hav opdateres beskrivelsen af de historiske stormfloder med stormfloder, der er indtruffet siden foråret 2011, da tidligere hændelser blev beskrevet under direktivets første planperiode (KDI, 2011). Så vidt vides haves ikke et tilsvarende nationalt overblik over historiske oversvømmelse fra vandløb. Denne viden er derfor blevet indsamlet ved en undersøgelse af kommunernes erfaringer med vandløbs-oversvømmelser.

Til bestemmelse af oversvømmelsesfaren for hav anvendes den kendte model "Havvand på land". En tilsvarende national model til beregning af oversvømmelse fra vandløb, er blevet udviklet og beskrevet.

Til bedst muligt at reflektere sårbarheden i Danmark og for at give et reelt billede af de potentielle konsekvenser ved oversvømmelse, bestemmes sårbarheden som et indeks for otte sårbarhedskategorier, der repræsenterer både håndgribelige og uhåndgribelige værdier (befolkningsantal, arealanvendelse, kulturarv, infrastruktur, risikovirkomheder, beredskab, kritisk infrastruktur, økonomisk aktivitet). Disse otte sårbarheder samles til et nationalt sårbarhedsbil-

lede, som anvendes sammen med faren til at bestemme risikoen for oversvømmelse fra hav og vandløb.

På baggrund af den nationale risikovurdering revurderes områder med potentiel væsentlig risiko for oversvømmelse i Danmark. Dette fører til identificering af fire nye risikoområder, væsentlige geografiske udvidelser af to eksisterende risikoområder, samt bevarelse af resterende risikoområder, som ajourføres på baggrund af den nyeste viden om risikoen, potentielle ekstreme oversvømmelser og klimaændringer. På baggrund af revurderingen af den nationale risiko ajourføres risikoområderne, så der nu er 14 risikoområder:

Esbjerg, Kolding, Vordingborg og Nyborg er identificeret som nye risikoområder.

Risikoområderne *Køge Bugt* og *Nakskov* er væsentligt udvidet og benævnt hhv. *Køge Bugt – København* og *Sydjylland*.

Dertil består risikoområderne *Holstebro*, *Randers Fjord*, *Juelsminde*, *Vejle*, *Fredericia*, *Aabenraa*, *Odense Fjord* og *Korsør*.





1. Indledning

Oversvømmelser kan have store konsekvenser for de områder, der bliver ramt, da vandmasserne kan true mennesker på livet, medføre store værditab og beskadigelse af vigtig kritisk infrastruktur, infrastruktur, kulturarv, samt forurening og skader på miljøet. I Danmark er store ødelæggelser oftest sket i forbindelse med stormfloder, hvor havvand har oversvømmet de lavtliggende kystnære arealer. Oversvømmelser kan dog også komme fra vandløb, eksempelvis i forbindelse med kraftige nedbørshændelser. Uanset kilden tegner sig en tendens, at naturfænomenerne, der forårsager oversvømmelserne, vil forekomme hyppigere og mere intensivt i fremtiden, hvorfor risikoen ved oversvømmelse ligeledes kan øges, hvis ikke udfordringerne håndteres. Alene af denne årsag er EU's oversvømmelsesdirektiv særdeles relevant i Danmark.

Formålet med EU's oversvømmelsesdirektiv er at vurdere, kortlægge og håndtere oversvømmelsesrisici. Kystdirektoratet er ansvarlig for implementering af direktivet i Danmark, herunder revurdering og udpegning af områder i Danmark med potentiel væsentlig risiko for oversvømmelse fra hav og vandløb.

Første planperiode af oversvømmelsesdirektivet gennemførtes i årene 2010 – 2015, hvorefter anden planperiode startede i 2016 og løber frem til udgangen af 2021. Under anden planperiode skal der foretages en revurdering og opdatering af arbejdet fra første planperiode, herunder en revurdering af den nationale risiko og de udpegede risikoområder.

Denne rapport beskriver den tekniske fremgangsmåde for, hvordan den nationale risikovurdering for hav og vandløb er udarbejdet for Danmark som del af 1. plantrin i anden planperiode. På baggrund af evaluering og høringssvar fra 1. plantrin i første planperiode har Kystdirektoratet valgt at justere metoden til den nationale risikovurdering til at inkludere flere sårbarhedselementer, hvilket beskrives i Hovedrapporten (KDI, 2018a). Den justerede metode betyder, at væsentlige negative følger for menneskers sundhed, miljø, kulturarv og økonomisk aktivitet integreres bedre i risikovurderingen. Dette er endvidere i tråd med en række internationale aftaler, som Danmark deltager i, bl.a. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (SFDRR)¹ og FN's Verdensmål for bæredygtig udvikling 2015 – 2030 (the Sustainable Development Goals (SDG))².

På baggrund af den justerede nationale risikovurdering, der inkluderer de specifikke krav i direktivet, revurderes og ajourføres de områder i Danmark med potentiel væsentlig risiko for oversvømmelse, eller hvor en sådan må anses for sandsynlig. Den tekniske fremgangsmåde er kendt fra tidligere arbejde publiceret af Kystdirektoratet, herunder kortlægningen i 2. plantrin, første planperiode af oversvømmelsesdirektivet (KDI, 2013) og Kystanalysen (KDI, 2016). Justeringen af metoden sker ved udregning af risikoen som et indeks ved at kombinere faren for oversvømmelse med sårbarheden ved en oversvømmelse. Metoden bygger på konceptet udviklet i RISC-KIT, et EU støttet projekt med deltagelse af FN, rådgivere og nationale euro-

¹ <https://www.unisdr.org/we/coordinate/sendai-framework>

² <http://un.dk/da/om-fn/verdensmaalene>

pæiske interessenter (www.risckit.eu), men er justeret således, at den reflekterer danske forhold.

Rapporten er bygget op, så der i kapitel 2 gives en generel introduktion til oversvømmelsesdirektivets formål, lovmæssige implementering og strukturering i Danmark, såvel som en kort definition af oversvømmelse og oversvømmelsesrisiko samt en beskrivelse af, hvordan der kan forekomme ændringer i risikoområderne i Danmark.

I kapitel 3 introduceres overordnet den justerede metode til national vurdering af risikoen og konceptet for fremgangsmåden. Ønskes en mere dybdegående beskrivelse af det nye koncept og baggrunden for ændringerne henvises til kapitel 3 i Hovedrapporten (KDI, 2018a).

Den nationale risikovurdering vil delvist blive lavet på baggrund af historiske oversvømmelser. Dertil er det et krav i direktivet, at de historiske oversvømmelser af betydning og med omfattende skader skal beskrives. Historiske oversvømmelser fra hav blev beskrevet under første planperiode (KDI, 2011), hvorfor denne rapport blot opdaterer disse beskrivelser med stormfloder, der er indtruffet siden den tidligere beskrivelse. I forhold til oversvømmelse fra vandløb haves der, så vidt vides, ikke et nationalt overblik, hvorfor disse ikke er beskrevet på tilsvarende vis. Beskrivelsen af de historiske oversvømmelser fra vandløb er derfor lavet på baggrund af en undersøgelse hos kommunerne om deres erfaringer. De historiske stormfloder og vandløbsoversvømmelser er beskrevet i kapitel 4.

Hovedvægten i rapporten ligger i kapitel 5, hvor metoden til vurdering af den nationale risiko er nærmere beskrevet. Kapitlet er opdelt i tre underafsnit, der hver især beskriver, hvordan faren, sårbarheden og risikoen er bestemt. Dette fører over i kapitel 6, hvor risikoområderne og deres udstrækning ajourføres, samt kapitel 7, hvor risikoområderne beskrives.

2. Generelt om oversvømmelsesdirektivet

Oversvømmelsesdirektivet har til formål at vurdere og styre risikoen for oversvømmelse. Implementering af direktivet i medlemslandene følger EU's fastlagte planperiode og plantrin, mens det er op til de enkelte lande at fastlægge den nationale ramme for implementering.

2.1 Direktivet

EU's oversvømmelsesdirektiv (se faktaboks), der har til formål at vurdere og styre risikoen for oversvømmelser, blev udarbejdet og vedtaget på baggrund af en række historiske oversvømmelseshændelser. I årene 1998 – 2002 har centrale dele af Europa været udsat for over 100 større ødelæggende oversvømmelser, som medførte ca. 700 dødsfald, evakuering af ca. en halv million mennesker og økonomiske tab på mindst 25 mia. EUR.

Med oversvømmelsesdirektivet er EU-medlemslandene blevet enige om at vurdere og styre risikoen for ekstreme oversvømmelser enten i nationalt regi eller, i tilfælde af grænseoverskridende ekstreme oversvømmelser, ved at samarbejde på tværs af landegrænser. Når der foretages en vurdering af risikoen for sådanne ekstreme oversvømmelser, giver det mulighed for at reducere risikoen for negative følger for menneskers sundhed, miljø, kulturarv og økonomisk aktivitet.

Direktivet gennemføres i planperioder af seks år, som er koordineret med cyklussen for vandrammedirektivet. Det første af direktivets seksårige planperioder gennemførtes i årene 2010 – 2015, hvor den første udpegning af risikoområder blev foretaget (Artikel 4 & 5), det første kortmateriale blev produceret (Artikel 6) og de første risikostyringsplaner blev udarbejdet (Artikel 7). I de efterfølgende planperioder skal dette arbejde opdateres og revurderes (Artikel 14). I anden planperiode og fremadrettet tilføjes kravet om at afdække klimaændringernes indflydelse på oversvømmelsesrisikoen (Artikel 14 stk. 4). Anden planperiode løber over perioden 2016 – 2021. Medlemslandenes gennemførelse af planperioder og plantrinene er forankret i de respektive landes nationale lovgivninger. I Danmark er oversvømmelsesdirektivet implementeret i den danske oversvømmelseslov, se afsnit 2.3.

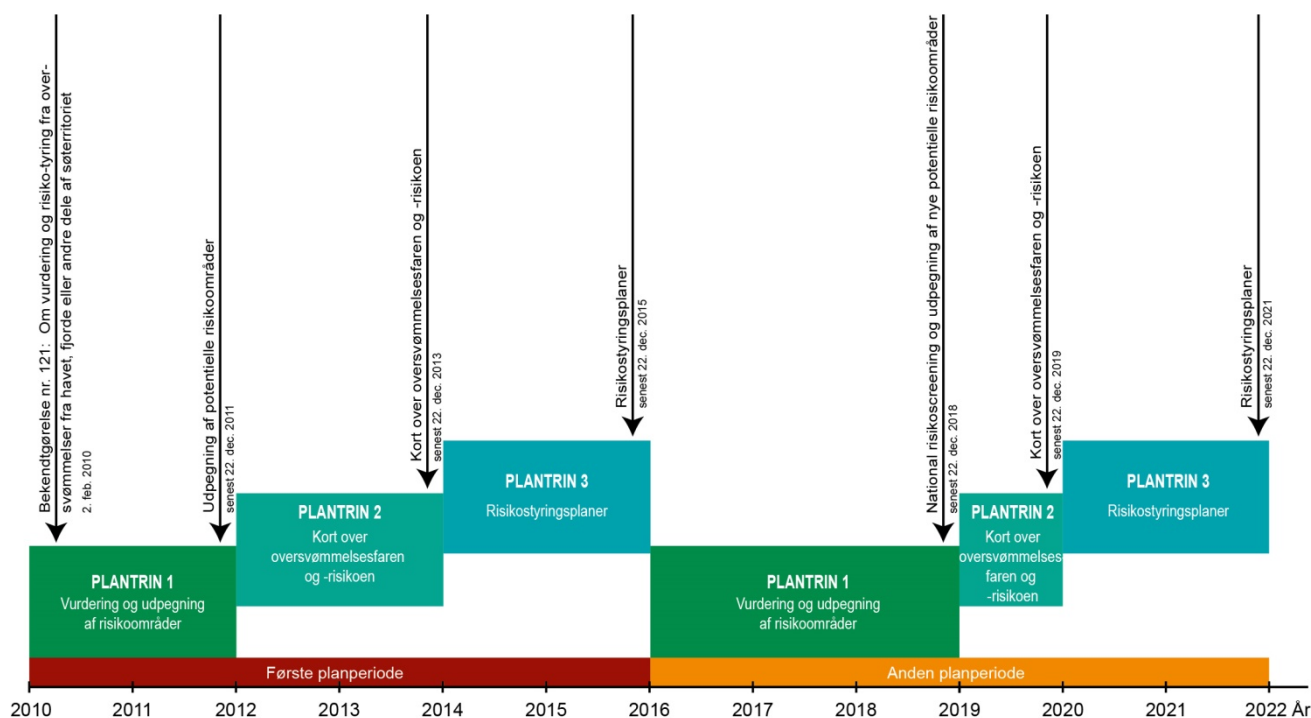
Tidsplanen for anden planperiode af direktivet er fastlagt, som følger:

- Plantrin 1 (2016-2018): Senest 22. december 2018 gennemføres en national vurdering af oversvømmelsesrisikoen og revurdering og, om nødvendigt, ajourføring af områder med en potentiel væsentlig risiko for oversvømmelse. Forud for den endelige revurdering og, om nødvendigt, ajourføring af områder sendes et forslag i høring hos kommunerne.
- Plantrin 2 (2019): Senest 22. december 2019 udarbejdes eller revurderes af kort over faren og risikoen for oversvømmelse i de udpegede risikoområder
- Plantrin 3 (2020-2021): Senest 22. december 2021 udarbejdes eller revurderes risikostyringsplaner for de udpegede risikoområder.

Oversvømmelsesdirektivet

Direktiv 2007/60/EF af 23. oktober 2007 om vurdering og styring af risikoen for oversvømmelser.

Under første planperiode varede hvert plantrin to år. Fra anden planperiode og fremefter er direktivet justeret, så plantrin 1 skal gennemføres på tre år, plantrin 2 på et år og plantrin 3 på to år, som illustreret i figur 2.1.



Figur 2.1: Tidsplan for implementering af oversvømmelsesdirektivet første og anden planperiode, hvor ændringen af processen for 1. og 2. plantrin i anden planperiode fremgår.

2.2 Udpegning og revurdering af risikoområder

Under direktivets første planperiode blev der (i) opstillet en metode for national risikovurdering af oversvømmelse fra havet, fjorde og vandløb og søer, (ii) udpeget de første områder med potentiel væsentlig risiko for oversvømmelse og (iii) udarbejdet den første generation af kommunale risikostyringsplaner. I direktivets kommende planperioder skal dette arbejde revurderes og om nødvendigt ajourføres. En ændring i risikoområder kan derfor ske på baggrund af ændret oversvømmelsesrisiko, som altid vurderes nationalt under direktivets første plantrin.

Der kan ske ændringer i risikoområderne på tre måder:

1. Ændringer i udstrækningen af risikoområderne, særligt udvidelse af eksisterende risikoområder
2. Udpegning af nye risikoområder
3. Et eksisterende risikoområde kan ophøre med at være risikoområde efter nedsættelse af oversvømmelsesrisikoen

En udvidelse af eksisterende risikoområder eller udpegning af nye risikoområder vil kunne ske ved revurdering af den nationale risiko, hvis der vurderes at være nye steder med potentiel væsentlig risiko, som ikke er dækket af den tidligere udpegning. Et område kan blive vurderet til at have en væsentlig potentiel risiko, hvis der i et oversvømmelsestruet område er kommet en øget sårbarhed, eksempelvis hvis der er opført et nyt boligområde, som ikke er beskyttet mod oversvømmelse. Dertil kan et bedre datagrundlag medføre at et område, der ikke tidligere blev vurderet til at have en potentiel væsentlig risiko, vurderes til at have det under revurdering i de efterfølgende planperioder.

Et eksisterende risikoområde kan ophøre med at være risikoområde, hvis det kan påvises, at risikoen er væsentlig nedsat gennem implementering af tiltagene i risikostyringsplanen. Dette kan ske via de tre indsatsområder til risikostyring; forebyggelse, sikring og beredskab. Det forventes ikke, at risikoen er væsentligt nedsat i et udpeget risikoområde efter en enkelt planperiode, da dette er normalt en længerevarende proces.

2.3 Implementering i Danmark

Oversvømmelsesdirektivet er implementeret i dansk lovgivning ved LBK nr. 1085 af 22. september 2017 og BEK nr. 894 af 21. juni 2016 (se faktaboks). Oversvømmelsesloven omhandler oversvømmelser fra vandløb, søer, hav, fjorde og andre dele af søterritoriet. Direktivet implementeres derfor i Danmark med udgangspunkt i oversvømmelse fra hav og oversvømmelse fra vandløb (eller søer knyttet til vandløb). Da der ikke er lavet en sådan afgrænsning i direktivet, vil der være mulighed for at udvide implementeringen af direktivet i Danmark med andre kilder (f.eks. grundvand, ekstremnedbør/skybrud), hvis dette vurderes påkrævet.

Oversvømmelser som følge af skybrud i spildevandssystemet og ændringer i grundvand er ikke inkluderet i den danske udpegning og kortlægning. Oversvømmelse fra spildevandssystemet er håndteret i kommunernes klimatilpasningsplaner. I overensstemmelse med direktivet indgår oversvømmelser fra spildevandssystemer og grundvand på nuværende tidspunkt således ikke i vurderingen, fordi hovedformålet med direktivet er planlægning og styring af risici for ekstreme oversvømmelser.

Det er Miljø- og Fødevareministeren, ved Kystdirektoratet, der er ansvarlig for gennemførelse af loven. Første og andet plantrin varetages af Kystdirektoratet for både hav og vandløb. I tredje plantrin er det de udpegede kommuners ansvar at udarbejde og senere opdatere deres egne risikostyringsplaner på baggrund af Kystdirektoratets kortmateriale og efter anvisning af Kystdirektoratet.

Afhængig af kilden til oversvømmelse i et risikoområde kan håndtering af risikoen påvirke tilstanden af det tilknyttede vandområde. Da EU's vandrammedirektiv³ har til formål at sikre god tilstand i vandløb, søer o.l., er der behov for at sikre sammenhæng mellem tiltag defineret under vandrammedirektivet og oversvømmelsesdirektivet. Implementeringen af oversvømmelsesdirektivet følger derfor strukturen fra vandrammedirektivet, hvor Danmark inddeles i fire vanddistrikter med tilhørende hovedvandområder, som vist i figur 2.2:

Vanddistrikt I: Jylland og Fyn

Vanddistrikt II: Sjælland

Vanddistrikt III: Bornholm

Vanddistrikt IV: Internationalt vanddistrikt Vidå/Kruså

Af rapportering af oversvømmelsesdirektivet foregår på vanddistriktsniveau, hvorfor revurdering af risikoområderne foretages på dette niveau, ligesom der ved udgangen af planperioden laves en opsamling af risikostyringsplanerne inden for hvert vanddistrikt.

For det internationale vanddistrikt (IV), hvor vandområdet er grænseoverskridende, skal risikovurderingen, udpegning samt en evt. kortlægning koordineres med Tyskland. Dette gøres

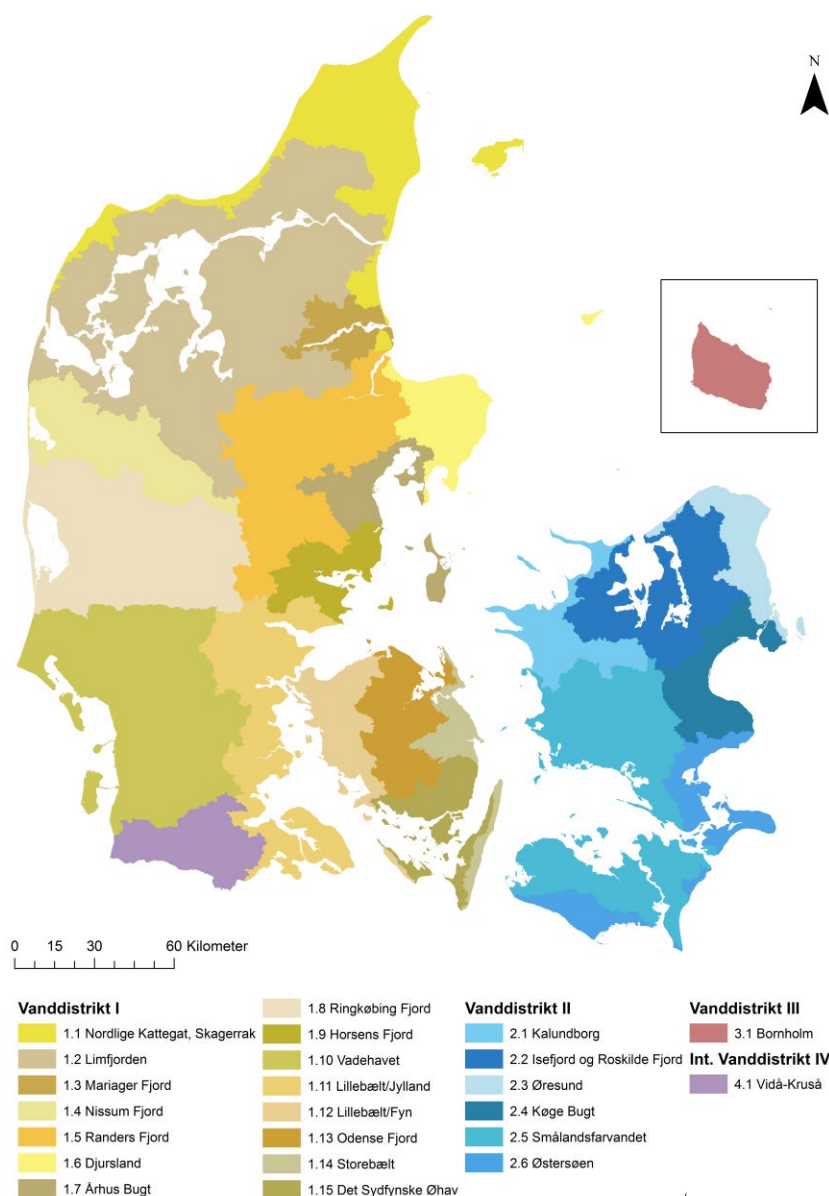
Oversvømmelsesdirektivet er implementeret i Danmark ved:

Oversvømmelsesloven

- LBK nr. 1085 af 22. september 2017 om vurdering og styring af oversvømmelsesrisikoen fra vandløb og søer.
- BEK nr. 894 af 21. juni 2016 om vurdering og risikostyring for oversvømmelser fra havet, fjorde eller andre dele af søterritoriet.

³ Direktiv 2000/60/EF om fastlæggelse af en ramme for Fællesskabets politiske foranstaltninger. Er implementeret i dansk lovgivning ved LBK nr. 126 af 26. januar 2017 om vandplanlægning.

via årlige møder med *Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung* i den tyske delstat Slesvig-Holsten.



Figur 2.2: De fire vanddistrikter og tilhørende hovedvandområder i Danmark

2.4 Om oversvømmelsesrisiko

En oversvømmelse betegnes som en midlertidig vanddækning af landarealer, der normalt ikke er dækket af vand. Vandløb og floder går over deres bredder i forbindelse med længerevarende nedbørsperioder, og lavtliggende kystområder bliver oversvømmet ved højvande i havet. Det er en del af den naturlige proces, at visse områder indimellem oversvømmes. Oversvømmelsernes størrelse og omfang varierer over tid, og i nogle tilfælde kan oversvømmelserne påvirke et væsentligt større område end under normale omstændigheder. Det er disse ekstreme oversvømmelser, som til tider medfører store konsekvenser for mennesker og menneskelige værdier.

Oversvømmelsesrisiko er en kombination af *faren for oversvømmelsen*, i form af sandsynligheden for og omfanget af en oversvømmelse, og *sårbarheden*, forstået som de potentielle

negative følger for menneskers sundhed, miljø, kulturarv og økonomiske aktiviteter, der er forbundet med oversvømmelsen.

For at der kan være en risiko for oversvømmelse, skal der derfor være både en fare for, at en oversvømmelse kan forekomme, og værdier, som kan tage skade af en oversvømmelse.

Risikoen kan beregnes i forskellig detaljeringsgrad, men generelt gælder, at de to faktorer indgår på lige fod, og at oversvømmelsesrisikoen defineres som:

$$Risiko = Fare \times Sårbarhed$$

For yderligere beskrivelse af forskellige oversvømmelsesfarer, sårbarhed og risiko henvises til KDI (2011), NST & KDI (2011) samt KDI (2013).



3. National vurdering af oversvømmelsesrisikoen fra hav og vandløb

Oversvømmelsesdirektivets første 6-årige planperiode blev gennemført i tre plantrin i perioden 2010 – 2015, hvor der blev udpeget 10 risikoområder i Danmark, kortmateriale over oversvømmelsesfaren og – risikoen blev produceret og den første generation risikostyringsplaner blev udarbejdet.

I første planperiode er risikokonceptet for første gang anvendt i forhold til oversvømmelse på national skala i Danmark. Der er efterfølgende lavet en evaluering af arbejdet under de enkelte plantrin på baggrund af høringssvarene i forbindelse med udpegning af risikoområder 2011, tilbagemeldinger fra kommunerne, samt med udgangspunkt i arbejdet med oversvømmelsesrisiko i andre lande.

I evalueringen fremgår det bl.a., at kriterierne for udpegning af risikoområder under direktivets første planperiode (over 500 husstande og 2 mia. kr. i ejendomsværdi berørt ved en historisk ekstremhændelse) var for snævert. Dertil kan det konstateres, at den anvendte metode til national vurdering af oversvømmelsesrisikoen ikke i tilstrækkelig grad indfrie intentionen i direktivets Artikel 4 og 5. Evalueringen af første planperiode beskrives i Hovedrapportens kapitel 3 (KDI, 2018a).

Sammenfattende har evalueringen af første planperiode givet anledning til, at der er foretaget nogle justeringer af gennemførelsen i alle tre plantrin af anden planperiode. Justeringerne i forhold til plantrin 1 (revurdering og evt. ajourføring af udpegning af risikoområder) redegøres kort for i det efterfølgende afsnit og mere dybdegående i Hovedrapportens kapitel 3 (KDI, 2018a). Justeringerne i forbindelse med implementeringen af plantrin 2 og plantrin 3 meddeles de berørte kommuner i løbet af 2019.

3.1 Revurdering og justering af metoden til national risikovurdering

Loven bygger på en risikobaseret tilgang til oversvømmelse, hvor oversvømmelsesrisiko defineres som en kombination af faren, herunder sandsynligheden, for en oversvømmelse, og de potentielle negative følger for menneskers sundhed, miljø, kulturarv og økonomiske aktiviteter, der er forbundet med oversvømmelser. En justering af metoden for national risikovurdering for oversvømmelse og udpegning af risikoområder skal derfor i højere grad inkorporere risikobegrebet i sin helhed.

Justering af metoden til national vurdering af risikoen for oversvømmelse fra hav og vandløb skal skabe en mere robust vurdering af risikoen ved at bruge en metodisk fremgangsmåde der hviler på et kvantitativt grundlag (gennem f.eks. formler og statistik). Derved bliver metoden også lettere forståelig for kommunerne.

Den justerede metode tager bl.a. højde for, at oversvømmelsesrisiko ikke er en fast størrelse, men er dynamisk og ændrer sig over tiden. Ændring af oversvømmelsesrisikoen i et område kan ske som følge af en forøget fare, eksempelvis i form af hyppigere og voldsommere oversvømmelser eller en øgning af sårbarheden, dvs. de potentielle skader ved en oversvømmelse bliver større, eksempelvis ved tilflytning af nye borgere i et oversvømmelsestruet område. Dertil kan oversvømmelsesrisikoen mindskes ved risikonedsettende tiltag, som kommunerne foretager i oversvømmelsestruede områder, eksempelvis i henhold til deres risikostyringsplaner eller deres kommuneplaner, som jf. planlovsændringen i 2018 lovbinder kommunerne i at lade oversvømmelse og kysterosion indgå i den fysiske planlægning. Efter gennemførelse af tiltagene nedsættes oversvømmelsesrisikoen i disse områder.

Bestemmelse af den nationale risikovurdering for oversvømmelse fra hav og vandløb produceres viden og data, som er let anvendelig og kan give kommunerne og borgere viden og informationer om oversvømmelsesfaren, -sårbarheden og -risikoen i alle områder langs kysten og vandløbene uafhængig, om et område er udpeget eller ej.

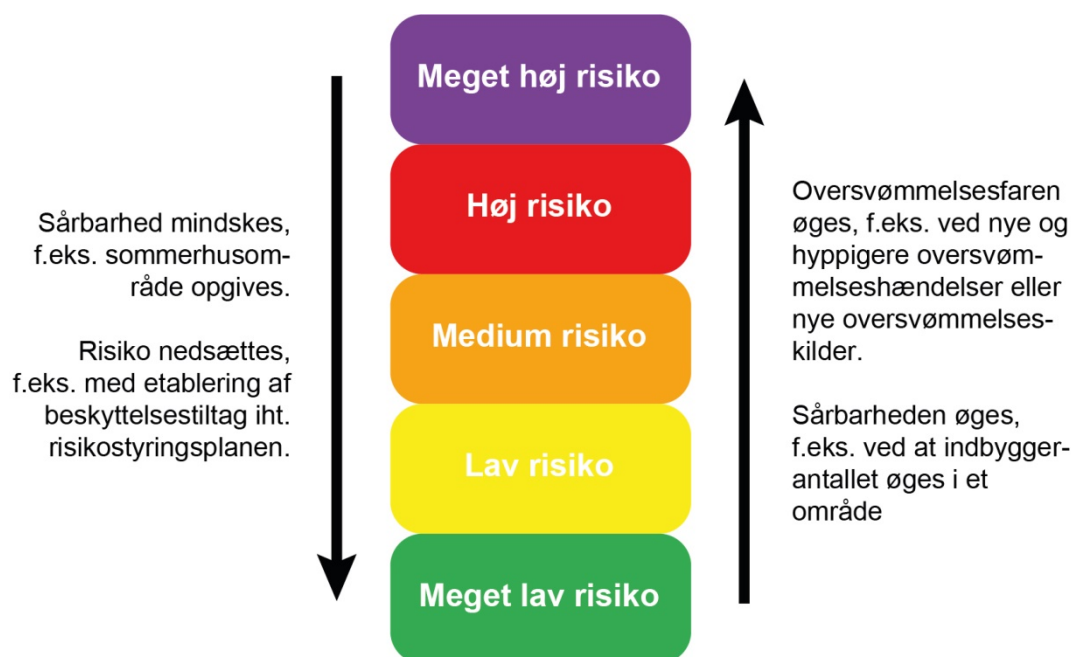
Der er foretaget nogle justeringer af den eksisterende metode, så den i højere grad

- inkorporerer risikobegrebet i sin helhed, hvor der udover ejendomsværdi og antal berørte husstande også inddrages andre sårbarhedskategorier for at give et mere reelt billede af oversvømmelsesrisikoen (befolkningstæthed, arealanvendelse, kulturarv, infrastruktur, risikovirksomheder, beredskab, kritisk infrastruktur og økonomisk aktivitet).
- inkorporerer det dynamiske aspekt i oversvømmelsesrisikoen, som udgør ændringer i oversvømmelsesfaren og sårbarheden.
- resulterer i produkter, som kan anvendes selvstændigt, uanset om en kommune er berørt af en udpegning eller ej.
- danner en metode og et koncept, der anvendes som udgangspunkt over flere planperioder uden at der nødvendigvis foretages ændringer eller fornyede justeringer hvert 6. år.

For yderligere beskrivelse henvises til Hovedrapportens kapitel 3 (KDI, 2018a).

3.2 Konceptet for den justerede metode

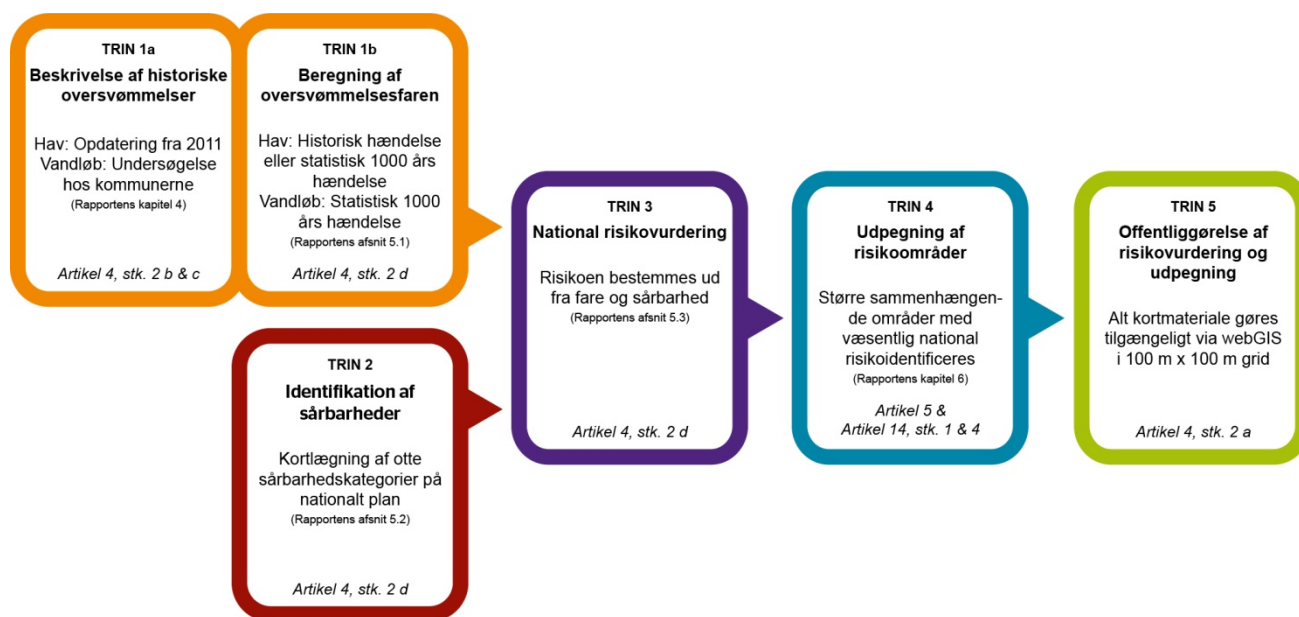
I den justerede metode bestemmes risikoen langs alle kyster og vandløb på en skala fra *Meget lav* til *Meget høj* og illustreres med farvekoderne grøn – gul – orange – rød – lilla, som vist i figur 3.1.



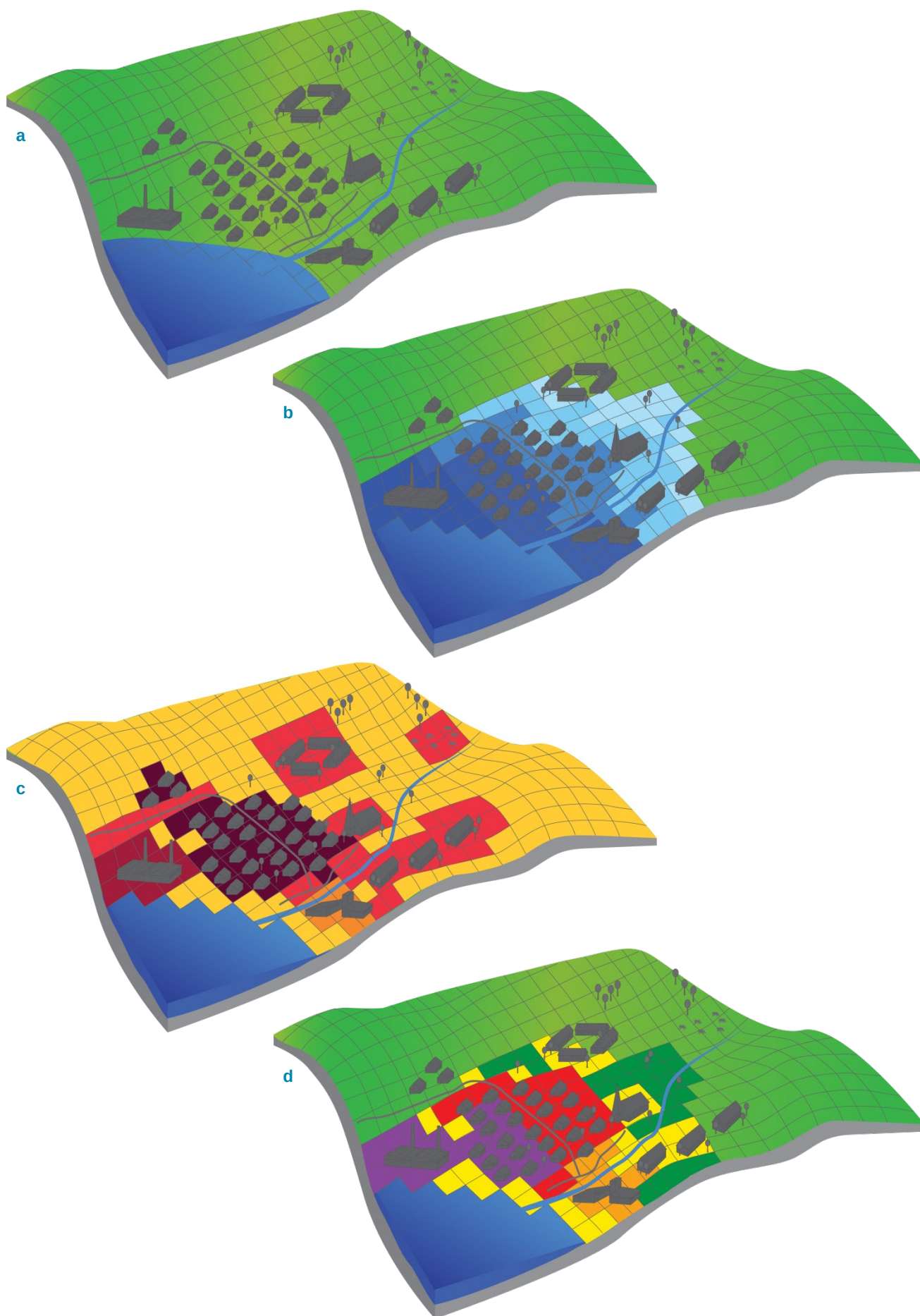
Figur 3.1: Inddeling af risikoindekset på en skala fra *Meget lav* (grøn) til *Meget høj* oversvømmelsesrisiko (lilla).

Processen for den justerede metode er illustreret i figur 3.2 og figur 3.3. Beregningerne foretages i det nationalt fastlagte 100 x 100 m grid-net, dansk Kvadratnet. I dette bestemmes faren for oversvømmelse fra hav og vandløb for en historisk ekstremhændelse eller en statistisk 1000 års hændelse (se kapitel 4 for trin 1a og afsnit 5.1 for trin 1b). Tilsvarende bestemmes sårbarheden ved anvendelse af otte sårbarhedskategorier (se beskrivelse af trin 2 i afsnit 5.2). Ud fra disse to datasæt vurderes risikoen i hver grid-celle, som bliver farvelagt for at illustrere risikoen (trin 3 beskrevet i afsnit 5.3).

På baggrund af den nationale risikovurdering foretages en revurdering og ajourføring af risikoområderne (trin 4, beskrevet i kapitel 6), som offentliggøres i forbindelse med høringen (trin 5).



Figur 3.2: Metodisk fremgangsmåde for national risikovurdering og revurdering af risikoområder i relation til direktivets Artikel 4 og 5.



Figur 3.3: Geografisk inddeling i grid-net med celler i størrelse 100 x 100 m - (a) grid-net for topografisk højde, (b) grid-net for oversvømmelsesdybden, (c) grid-net for sårbarheden og (d) grid-net for oversvømmelsesrisikoen.

4. Historiske oversvømmelser

Oversvømmelser forekommer med mellemrum og har gjort det op gennem historien. Nogle oversvømmelser har været omfattende i udbredelse, har medført store konsekvenser for befolkningen, mens andre oversvømmelser har været begrænset og medført mindre konsekvenser.

Det er beskrevet i oversvømmelsesdirektivet (Artikel 4 b & c), at historiske oversvømmelser, der tidligere har medført stor skade eller ville kunne medføre det, hvis de forekom i dag, skal beskrives. På den baggrund kan de indgå i vurderingen af risikoen, hvis oversvømmelserne skulle forekomme i dag, og føder derved ind i den videre proces for ajourføring af risikoområder, som beskrevet i kapitel 3 (Trin 1a i figur 3.2).

I Danmark er det historiske oversvømmelser i forbindelse med stormfloder, der har medført de største konsekvenser i forhold til oversvømmelser fra vandløb. Dertil kan oversvømmelse fra stormfloder ramme større dele af landet, mens vandløbsoversvømmelser ofte er lokale, og derfor ikke får samme bevågenhed. Historiske oversvømmelser fra havet er derfor generelt bedre dokumenteret end oversvømmelser fra vandløb.

Historiske oversvømmelser fra havet er gennemgået og beskrevet i detalje i den tekniske baggrundsrapport til udpegningsen under direktivets første planperiode (KDI, 2011). Til denne planperiode beskrives de stormfloder, der er indtruffet siden april 2011.

Så vidt vides er der hidtil ikke udarbejdet et nationalt overblik over historiske oversvømmelser fra vandløb. Oversvømmelser fra vandløb varierer meget på tværs af landet og afhænger af lokale forhold som vandløbets størrelse og forløb, forholdene i oplandet samt mange andre faktorer. Det bedste kendskab til oversvømmelser må derfor ligge lokalt, hvorfor Kystdirektoratet har foretaget en undersøgelse hos kommunerne om deres erfaringer med oversvømmelser fra vandløb, samt hvilke udfordringer og skader disse har skabt. I denne rapport opsummeres resultaterne fra undersøgelsen.

De historiske oversvømmelser fra hav beskrives i kapitel 4.1, mens opsamlingen af oversvømmelser fra vandløb beskrives i kapitel 4.2

4.1 Oversvømmelser fra hav

Under første planperiode af oversvømmelsesdirektivet blev der i 2011 udarbejdet en detaljeret gennemgang af historiske oversvømmelser fra hav. Denne gennemgang byggede på Gram-Jensens (1991) beskrivelser af stormfloder i perioden fra år 350 f.v.t. til 1981 og Kystdirektoratets efterfølgende arbejde på området (KDI, 2011). Foruden at beskrive de historiske stormfloder, var formålet med gennemgangen også at være kildekritisk over for de historiske betegnelser samt udvælge de mest troværdige og omfattende stormfloder til screening af risiko og udpegning af risikoområder i 2011.

I dette afsnit opdateres beskrivelsen med stormfloder, der er forekommet i perioden fra 2011 og frem til sommeren 2018. For beskrivelse af tidligere stormfloder henvises til det tidligere arbejde (Gram-Jensen, 1991 & KDI, 2011).

4.1.1 Metode for beskrivelser af historiske stormfloder

Gram-Jensen (1991) udgav en detaljeret oversigt over historiske stormfloder, der menes at have fundet sted i Danmark og Slesvig-Holsten fra år 350 f.v.t. frem til 1981. Ved brug af registrerede og tilgængelige oplysninger har Gram-Jensen udarbejdet en oversigt, der tager højde for forhold som stormflodens troværdighed (kilder samt evidens), størrelse (udbredelse), vandstand, meteorologiske forhold, skadesomfang samt menneskelige konsekvenser til sammenligning af nyere stormfloder med ældre.

Kystdirektoratets tekniske baggrundsrapport fra 2011 (KDI, 2011) præsenterer en opdateret oversigt over stormflodshændelser, hvor data og datatilgængelighed for historiske hændelser (meteorologisk, hydrologisk og skadesomfang) indgår. Som fremhævet af Gram-Jensen (1991) er det ikke altid optimalt eller muligt at sammenligne størrelsen af stormfloder på tværs af tid og sted, ligesom der kan være forskellige antagelser lagt til grund for vurderinger af enkelthændelser. Således er ikke alle hændelser tilbage i tid medtaget i KDI (2011), hvis disse er karakteriseret som små, selvom de lokalt kan have forårsaget signifikant oversvømmelse.

Kystdirektoratets arkiv indeholder stormflodsrapporter fra den jyske vestkyst og Vadehavet fra midten af 1970'erne, der beskriver hændelserne og de skader, der forekom. Kystdirektoratet har siden 1991 udarbejdet udtalelser til Stormrådet (www.stormraadet.dk) i forbindelse med storm og ledsagende højvande, der statistisk set overgår en 20 års hændelse. En 20 års hændelse svarer til, at der i et givent år er fem procents sandsynlighed for, at en vandstand nås eller overskrides.

I den opdaterede beskrivelse af stormfloder i perioden 2011 – 2018 medtages de tilfælde, hvor der af Stormrådet efterfølgende er erklæret stormflod. Stormfloderne beskrives efter samme princip som i 2011 (KDI, 2011). Alle data og figurer anvendt til beskrivelse af historiske stormfloder er leveret af DMI og Stormrådet, medmindre andet er angivet.

4.1.2 Kategorier til beskrivelse af historiske stormfloder

I 2011 blev de historiske stormfloder vurderet og beskrevet med fem kategorier: *Vandstand*, *Meteorologi*, *Oversvømmelse*, *Skader* og *Menneskelige konsekvenser*. For hver kategori blev parametrene *Datarådighed*, *Datakvalitet* og *Fænomen* vurderet på en skala fra 0 til 3. *Datarådighed* og *Datakvalitet* er oftest sammenhængende for de forskellige kategorier, mens *Fænomen* varierer mellem dem. Hver kategori er beskrevet i de følgende afsnit og en opsummering af parametrene til vurdering af disse ses i tabel 4.2. For yderligere beskrivelser af kategorier og parametre henvises til KDI (2011).

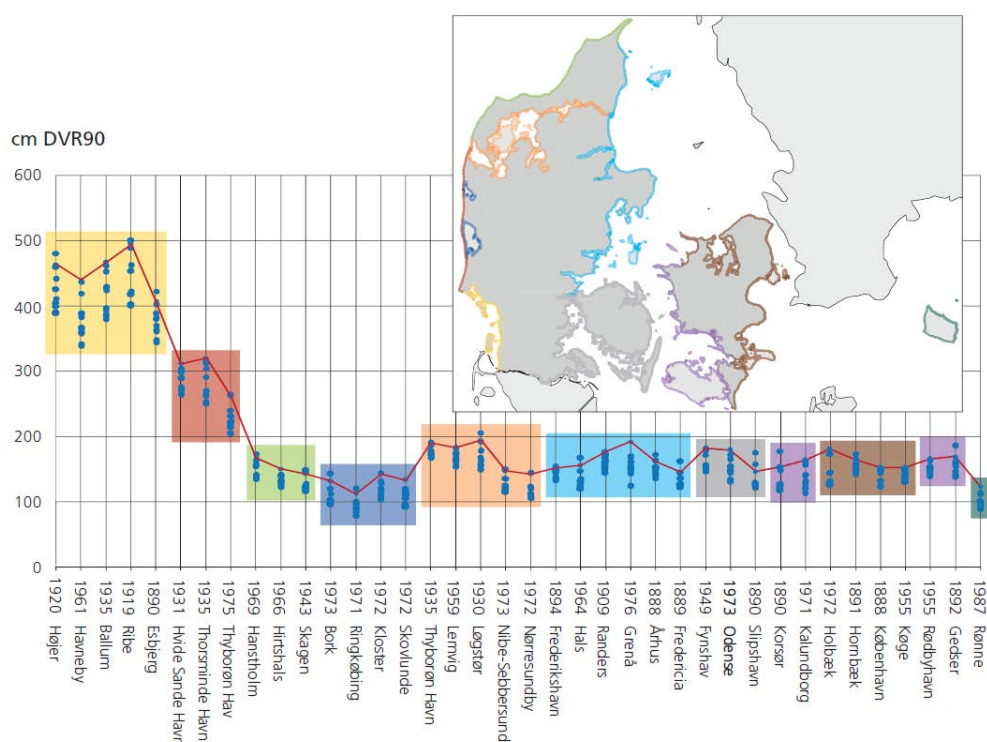
Vandstand

Den maksimale vandstand under en stormflodshændelse beskriver, hvor ekstrem hændelsen har været på en given lokalitet. Den maksimale vandstand bestemmes ved hjælp af data indsamlet fra marine vandstandsmålere, der er placeret rundt langs de danske kyster. I nogle tilfælde kan vandstande under konkrete hændelser i områder uden marin vandstandsmåler være vurderet på baggrund af billeder, besigtigelser og beretninger fra oversvømmelsen. I dag er vandstande angivet i relation til det gældende nationale højdesystem DVR90, og er således korrigeret for terræændringer. Vurderingen af *fænomenet* foretages med udgangspunkt i disse data af vandstanden og sammenlignes med den aktuelle højvandsstatistik, som Kystdirektoratet opdaterer og udgiver hvert femte år (bl.a. KDI, 2007; KDI, 2013 & KDI, 2018b).

Det bør noteres, at længere perioder med middelhøj vandstand i nogle områder kan medføre større oversvømmelser end korte perioder med ekstrem vandstand. Dette sker, hvis eksempelvis et dige, en klit e.l. ikke kan modstå den lange periode med vandpres på den ene side, og der derfor sker gennembrud. Denne parameter beskriver udelukkende maksimale vandstande uden at tage højde for den tidsmæssige faktor.

Der kan være flere usikkerheder i vandstandsmålinger (KDI, 2011 & KDI, 2017) og på trods af de mange marine vandstandsmålere i Danmark, findes der strækninger uden målere. De målte vandstande er derfor vejledende for den strækning eller kystområde, de er målt på, og en direkte sammenligning mellem historiske og nylige hændelser på en lokalitet kan være vanskelig. Det skyldes ændringer i de lokale fysiske forhold. Jo længere tilbage i tid en hændelse betragtes, jo større opmærksomhed bør der være på usikkerheden ved de angivne vandstande som følge af varierende kvalitet af data og ændringer i fysiske forhold. Se KDI (2011) og KDI (2017) for en mere uddybende gennemgang af vandstandsmålingshistorik og målerfunktion.

Vandstandene varierer meget på tværs af landet, som illustreret i figur 4.1, og nogle områder oplever oftere højere vandstande end andre. *Fænomenet under Vandstand* vurderes i forhold til, hvor høje vandstandene har været under en bestemt hændelse.



I afsnit 4.1.3 beskrives de meteorologiske forhold for de stormfloder, der har fundet sted 2011 – 2018, og *Fænomenet* for kategorien vurderes i forhold til, hvor voldsomt vejret har været. Stormklassifikationen for disse beskrivelser følger DMI's klassifikation (www.dmi.dk), eksempelvis er en storm betegnet E2 en landsdækkende østenvindsstorm (E) af klasse 2 styrke. Stormene inddeles desuden i regional eller national udstrækning afhængig af, hvor stort et område, der rammes. Se tabel 4.1 for klassifikation af storme.

Tabel 4.1: Indeks for klassifikation af storme i Danmark, 1897 – 2017, f.eks. E2 (www.dmi.dk).

Klassifikation			
Klassifikation af storme er baseret på en klimatologisk vurdering, baseret på højeste 10-minutters middelvind			
N eller n - Vind fra nord	E eller e - Vind fra øst	S eller s - Vind fra syd	W eller w - Vind fra vest
X eller x - Variable vindretninger		* - snestorm (ingen vindretninger indikeret i de fleste tilfælde)	
Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4
Stormlignende/Stormende kuling > 21 m/s	Storm > 24,5 m/s	Stærk storm til orkanlignende > 26,5 m/s	Stærk storm til orkan > 28,5 m/s
Regional: 10 – 30 %		National > 30 %	

Oversvømmelse

Under forhøjet vandstand vil der ske oversvømmelse af lavtliggende områder, der ikke er beskyttet af eksempelvis diger. Nogle historiske stormfloder har medført store oversvømmelser, som ikke vil forekomme i dag, fordi der efterfølgende er bygget højvandsbeskyttelse. Oversvømmelsesrisikoen ved nogle historiske stormfloder kan derfor ikke sammenlignes med en lignende hændelse i dag, da den samme oversvømmelse ikke nødvendigvis ville forekomme.

Omfanget af en oversvømmelseshændelse kan ses i relation til den geografiske udstrækning, hastigheden af oversvømmelsesudbredelse og oversvømmelsesdybden. *Fænomenet* for *Oversvømmelse* vurderes ud fra omfanget af oversvømmelsen i relation til både vandstand og geografisk udstrækning.

Skader

Det er komplekst at opgøre skadesomfang efter en stormflod. Selvom de direkte materielle skader som følge af oversvømmelsen kan opgøres, vil en samlet opgørelse kræve, at de afledte effekter også inkluderes, som skitseret i figur 5.6 i kapitel 5. Eksempelvis kan oversvømmelse af et kemisk anlæg i første omgang medføre ødelagte bygninger og indbo, men vil også på længere sigt kunne føre til tab i produktion og miljørelaterede skader.

Ved oversvømmelser, hvor vandstanden på en given lokalitet er lig med eller overgår en 20 års hændelse, udbetaler Stormrådet normalt erstatning for de direkte materielle tab. Stormrådet udarbejder udtalelser med beskrivelser af områder, der er berettiget til erstatning, og der opgøres årligt antal udbetalinger og de totale summer, der er tilknyttet de enkelte stormflodshændelser. I Stormrådets beskrivelser er udbetalte beløb vejledende i forhold til den samlede økonomiske skade ved en oversvømmelse, bl.a. fordi nogle skadesudregninger strækker sig over flere år.

Fænomenet for kategorien *Skader* vurderes som omfanget af skaderne i relation til både størrelsen og den geografiske udstrækning.

Menneskelige konsekvenser

Foruden tab af menneskeliv skal menneskelige konsekvenser ved oversvømmelse også forstås som evakuering fra hjem under hændelsen, midlertidig genhusning eller permanent fraflytning efter hændelsen.

I kategorien *Menneskelige konsekvenser* vurderes *Fænomenet* som ofrene for hændelsen: omfanget af evakueringer og eventuelle dødsfald direkte grundet oversvømmelse.

Tabel 4.2: Opsummering af kategorier og parametre til vurdering af historiske stormfloder (KDI, 2011).

Skala 0-3	Datarådighed	Datakvalitet	'Fænomen'
VANDSTANDMLING			'Højde'
0	Ingen måling eller angivelse af vandstands-højde	Ingen information, udelukkende kvantitative eller modstridende oplysninger	Ingen datarådighed, målinger uden indikation af ekstremer, ubetydelige oversvømmelser
1	En eller få angivelser; relativt høje vandstande målt udenfor stormflodsområde	Begrundet tvivl af oplysninger, oplysninger med stor usikkerhed eller indirekte information	Relativt høje, men dog almindeligt forekommende vandstande på lokaliteter
2	Sikker registrering og/eller samtidige beretninger fra flere lokaliteter	Samtidige og uafhængige kilder med sammenlignelige vandstande, troværdige målinger	Meget høje vandstande ved flere lokaliteter, ekstrem høj ved enkeltlokalitet
3	Flere sikre registreringer eller anden sikker dokumentation, f.eks. stormflodssten	Dokumenteret ved målinger eller efterfølgende videnskabelig analyse foretaget	Ekstremt høje vandstande ved flere stationer, specielt hvis langvarigt høje vandstande.
METEOROLOGI			'Vejr'
0	Oplysninger om vindretning og vindstyrke indenfor stormflodsområde mangler	Kun kvantitative udsagn eller ikke samtidig kilde, eller modstridende information	Dårligt beskrevne forhold eller vejr, der karakteriseres som almindeligt
1	Oplysninger om vindretning og vindstyrke eksisterer indenfor stormflodsområde	Kun enkelte beskrivelser af vindretning og -styrke men ingen beskrivelse af vejrudvikling	Dårligt beskrevne men betydelig oversvømmelse, eller godt beskrevne uden ekstraordinært vejr
2	Troværdig beretning, eller muligt ud fra data, af vejrudvikling op til og under stormflod	Adskillige samtidige og løbende målinger, der også dækker det ramte område	Kraftig storm/orkan med kortvarig påvirkning
3	Målinger fra flere stationer i DK og/eller forhold tidligere analyseret og beskrevet	Uafhængige vind- og trykmålinger, dækkende afrapportering/analyse af forløb foretaget	Meteorologiske forhold forårsager kraftig stormflod; eller andre ekstraordinære vejrforhold
OVERSVØMMELSE			'Udstrækning'
0	Ingen kilder, der oplyser om oversvømmelse eller sandsynliggør, at der har været oversvømmelse	Ingen eller ringe datarådighed	Ingen datarådighed, ingen eller ringe oversvømmelse, eller begrænset til havnearealer mv.
1	Oplysning om oversvømmelse, men ikke redegjort for omfanget på oversvømmede lokaliteter	Ingen samtidig kilde med angivelse af lokalitet og omfang. Fragmentarisk kildedækning.	Betydelig oversvømmelse er forekommet på en eller enkelte lokaliteter
2	Oplysning om lokaliteter, og kilder sandsynliggør, at omfang berører mennesker direkte	Oversvømmelsens udstrækning synes geografisk dækket, men med mangelfuld oplysning om omfang	Betydelig oversvømmelse er forekommet langs en længere kyststrækning
3	Uddybende beskrivelser fra flere lokaliteter af uafhængige kilder.	Oversvømmelsens omfang og udstrækning er dokumenteret for betydende lokaliteter	Betydelig oversvømmelse er forekommet vidt udbredt indenfor et eller flere farvandsområder
SKADER			'Omfang'
0	Ingen oplysning om oversvømmelse eller lokalitet, eller hvor skader ikke direkte henføres til stormflod	Kun ikke-samtidige kilder, der ikke synes at bygge på historisk/videnskabelig dokumentation	Ingen oversvømmelse eller ingen betydelig oversvømmelse i beboede områder
1	Oplysning om oversvømmelser, hvor det er overvejende sandsynligt, at der er sket skader	Specifik reference til skader, men oversvømmelse ufuldstændig beskrevet	Lokale skader, der ikke anses som omfattende indenfor det stormflodsramte område
2	Samtidige kilder, der eksplicit beretter om skader på navngivne lokaliteter	Detaljeret beskrivelser af lokal stormflod, eller, samstemmende beretninger om ødelæggelser.	Relativt omfattende skader på enkeltlokaliteter, eller betydelige langs en længere kyststrækning
3	Stormflodsskader formidlet på nationalt niveau, eller sandsynligt at oplysninger eksisterer i arkiver	Nogenlunde tilstrækkelig afdækning af skadesomfang i kilder, herunder gerne efterfølgende vedr. udbedring	Omfattende skader i større by eller på en del lokaliteter på tværs af farvandsområder eller vanddistrikter
MENNESKELIGE KONSEKVENSER			'Ofre'
0	Ingen oplysninger	Ingen eller tvivlsomme oplysninger	Ingen oplysninger, ingen oversvømmelse, eller meddelelse om, at der ikke har været ofre.
1	Tvivlsomme oplysninger eller oplysninger, der ikke er samtidige	Kilder baseret på mundtlig overlevering	Der er foretaget koordineret evakuering forud for eller under stormfloden
2	Oplysninger fra flere kilder, koblet direkte til lokaliteter for oversvømmelsen	Kilder er samtidige og officielle	Flygtninge efterfølgende stormfloden, eller efterfølgende fraflytning, ekspropriation o. lign.
3	Hvis der er foretaget opgørelse over ofre: døde, evakuerede, forflyttede, eller der meddeles 'ingen ofre'	Udførlige beskrivelser/opgørelser over evakuerede, flygtninge eller døde med stedfæstelse for dødsfald	Dødsfald på land, der direkte kan relateres til stormfloden

4.1.3 Historiske stormfloder

Danmark har oplevet otte stormfloder siden 2011. Tabel 4.3 er en opdatering af de historiske stormfloder, der er indgået i oversvømmelsesdirektivet. For beskrivelse af de 127 ældste henvises til Gram-Jensen (1991) og KDI (2011).

De otte stormfloder, der er forekommet siden 2011, er beskrevet nedenfor. Vurderingen af stormfloderne forefindes i Bilag A, og et opdateret stormflodskatalog for alle stormfloder findes i Bilag B.

Alle meteorologiske data og figurer i stormflodsbeskrivelserne er leveret af DMI, medmindre andet er angivet. Vandstande for alle otte stormfloder er tilgængelig i Bilag C.



Tabel 4.3: Historiske stormfloder. Datoer for 135 historiske stormfloder. Heraf indgik de 127 ældste i den tidlige screening og udpegning af risikoområder (KDI, 2011).

135 Historiske stormfloder			
1. - 4. november 1532	2. - 3. februar 1843	31. december 1921 - 1. januar 1922	20. - 21. december 1991
1. - 3. oktober 1575	20. - 21. august 1845	30. august 1923	17. januar 1992
24. december 1593	20. - 21. oktober 1845	9. - 12. oktober 1926	11. - 13. januar 1993
30. juni 1596	9. - 10. januar 1852	23. - 24. november 1928	21. - 23. januar 1993
25. september 1597	1. - 2. januar 1855	18. oktober 1936	21. - 22. februar 1993
30. november - 1. december 1615	23. - 24. august 1860	27. - 28. oktober 1936	10. - 11. januar 1995
25. november 1623	15. - 16. november 1861	23. - 24. november 1938	3. - 4. november 1995
25. november 1624	19. - 20. december 1862	13. november 1941	17. november 1995
9. - 10. december 1624	29. - 30. december 1867	9. november 1945	6. - 7. februar 1995
10. februar 1625	6. - 7. februar 1868	24. - 26. oktober 1949	3. - 4. december 1999
20. - 21. marts 1625	12. - 13. november 1872	4. januar 1954	29. - 30. januar 2000
6. juni 1630	16. - 17. december 1873	22. december 1954	30. oktober 2000
11. - 12. oktober 1634	20. - 24. oktober 1874	16. - 17. februar 1962	16. november 2001
10. - 11. januar 1694	14. - 15. oktober 1881	23. - 24. februar 1967	20. december 2001
8. - 9. januar 1714	24. - 26. november 1890	15. januar 1968	2. januar 2002
24. - 25. december 1717	19. - 20. november 1893	19. - 20. november 1973	28. - 29. januar 2002
25. - 26. februar 1718	10. - 13. februar 1894	3. - 4. januar 1976	20. - 23. februar 2002
31. december 1720	23. december 1894	20. - 22. januar 1976	6. december 2003
20. januar 1756	5. - 8. december 1895	14. - 15. februar 1979	8. - 9. januar 2005
13. oktober 1760	24. - 27. marts 1898	24. - 25. november 1981	1. - 2. november 2006
7. - 12. december 1792	26. december 1902	18. - 19. januar 1983	12. januar 2007
24. - 26. januar 1794	6. april 1904	28. november 1983	19. januar 2007
24. - 26. december 1806	30. - 31. december 1904	1. - 4. januar 1984	18. marts 2007
15. - 16. januar 1818	12. - 13. marts 1906	13. - 14. januar 1984	9. november 2007
1. - 4. december 1821	3. - 4. december 1909	6. - 7. november 1985	1. marts 2008
12. - 15. november 1824	5. - 6. november 1911	2. - 3. december 1986	25. - 28. november 2011
3. - 5. januar 1825	30. - 31. december 1913	12. - 13. januar 1987	9. - 11. december 2011
3. - 5. februar 1825	9. - 10. januar 1914	16. oktober 1987	5. - 6. december 2013 (Bodil)
27. november - 1. december 1825	29. september 1914	30. november 1988	9. - 10. januar 2015 (Dagmar/Egon)
17. oktober 1828	4. december 1914	14. - 15. februar 1989	29. november 2015 (Gorm)
16. - 18. oktober 1834	16. - 17. februar 1916	28. november 1989	26. december 2016 (Urd)
18. - 19. december 1835	23. - 24. oktober 1921	26. januar 1990	4. - 5. januar 2017
26. december 1836	2. november 1921	26. - 28. februar 1990	29. - 30. oktober 2017 (Ingolf)
7. - 8. januar 1839	17. - 19. december 1921	9. - 10. januar 1991	

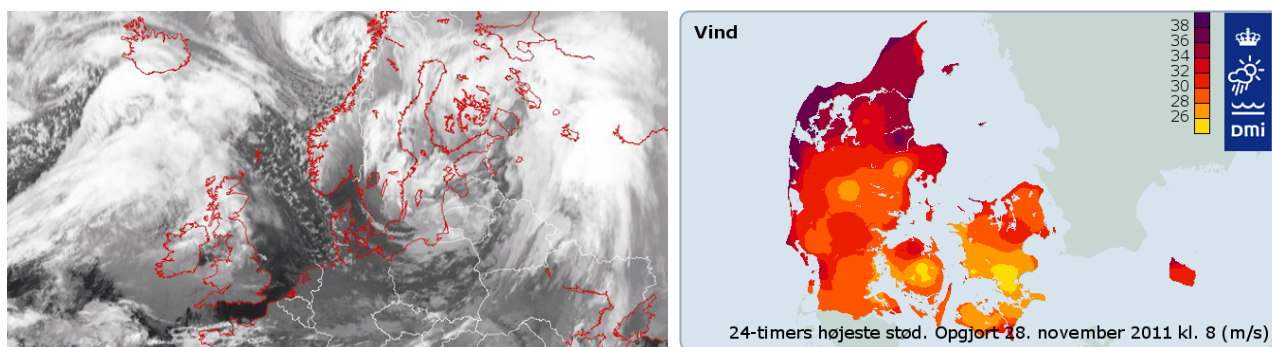
Stormfloden den 25. - 28. november 2011

Den 27. november 2011 blev Danmark ramt af et stormlavtryk, som gav høje vandstande i særligt det nordlige Jylland og nordøstlige Sjælland. Oversvømmelser fandt sted omkring Limfjorden samt det nordlige Sjælland. Under forløbet blev der, i det nordlige Jylland og på Sjælland, registreret vindstød af orkanstyrke.

Meteorologiske forhold og vandstande

Søndag den 27. november 2011 om morgenen lå der et lavtryk på 967 hPa nordøst for Shetlandsøerne samt et lavtryk på 972 hPa over det sydlige Norge, som vist i figur 4.2 venstre. Lavtrykket over Norge skabte en koldfront over den centrale del af Nordsøen. Lavtrykkene og koldfronten bevægede sig østpå og lige efter middag lå koldfronten fra Ålandsøerne til Den Engelske Kanal.

Der var kraftig vind op til, samt på bagsiden af koldfronten, hvilket resulterede i vinde af stormstyrke. Det var primært Nordvest- og Nordjylland, Nordøstsjælland og det nordlige Bornholm, som blev ramt af vind af stormstyrke og med vindstød af orkanstyrke, som vist i figur 4.2 højre. Mest voldsomme forhold blev målt i Thyborøn, hvor der var vindstød på 38,2 m/s om eftermiddagen, efterfulgt af vindstød på 37,0 m/s ved Sjællands Odde og 36,2 m/s ved Hammer Odde på Bornholm. Stormen blev klassificeret som W2.



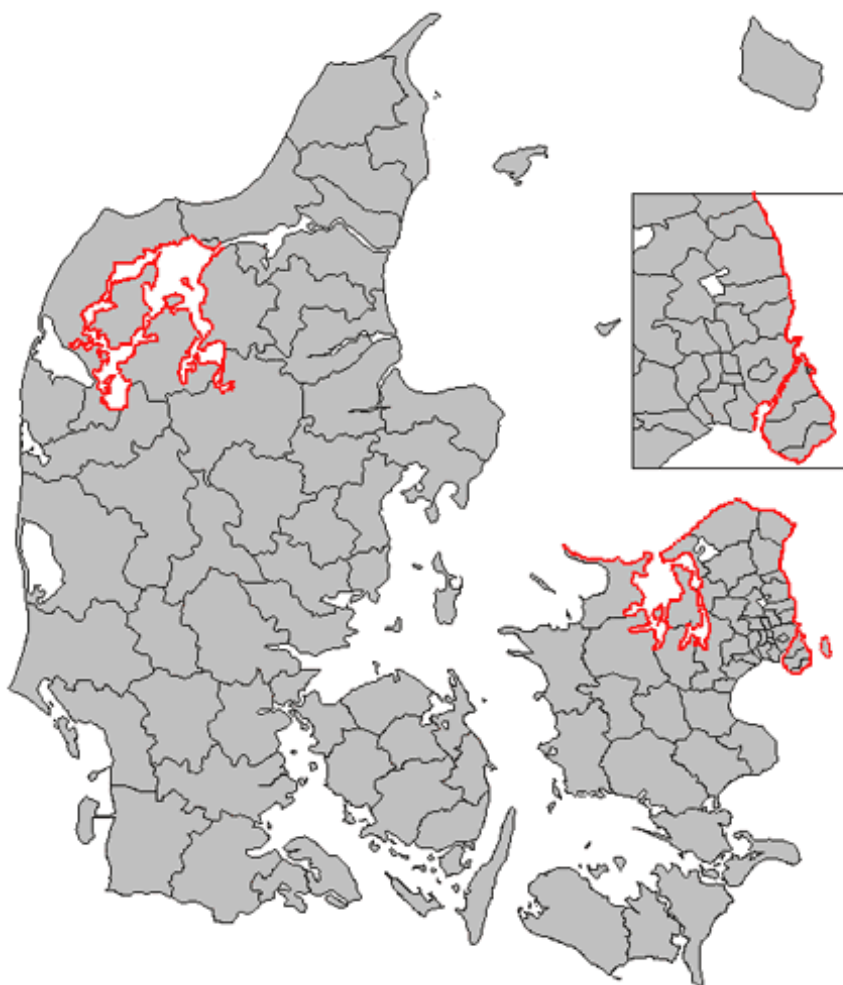
Figur 4.2: Lavtryk over nordlige Europa d. 27. november 2011 (venstre) og højeste vindstød i m/s målt over 24 timer d. 28. november 2011 (højre).

Stormen gav anledning til stormflod i Vadehavet, Limfjorden (særligt den vestlige del af Limfjorden fra Oddesundbroen mod vest til Aggersundbroen mod øst), det sydlige Skagerrak, hele det sydlige Kattegat og Øresund (fra Sjællands Odde mod vest, over fjordene til Avedøre Holme ved København mod sydøst). Stormrådets udpegning af stormflodsramte områder fremgår af figur 4.3.

De højeste vandstande målt i bl.a. København med 140 cm, svarende til en 38 års hændelse på daværende tidspunkt (KDI, 2007). I Løgstør målt 187 cm svarende til en 70 års hændelse, og i Hornbæk målt 166 cm svarende til en 120 års hændelse.

Oversvømmelser, skader og menneskelige konsekvenser

Stormrådets årsopgørelse (Stormrådet, 2012) melder ud, at der i 2011 blev udbetalt ca. 3 mio. kr. i erstatning vedrørende skader forårsaget af stormflod. Disse udbetalinger dækker også skader ved stormfloden 9. - 11. december 2011.



Figur 4.3: Områder der blev erklæret stormflodsramt efter stormfloden den 25. - 28. november 2011 (Stormrådet, 2012).

Stormfloden 9. - 11. december 2011

Den 8. - 9. december passerende et lavtryk som førte til stormflod d. 9. - 11. december. Oversvømmelser fandt sted i Limfjorden samt det nordlige Sjælland. Der blev under stormen målt vindstyrker af orkanstyrke i det nordlige Jylland.

Meteorologiske forhold og vandstande

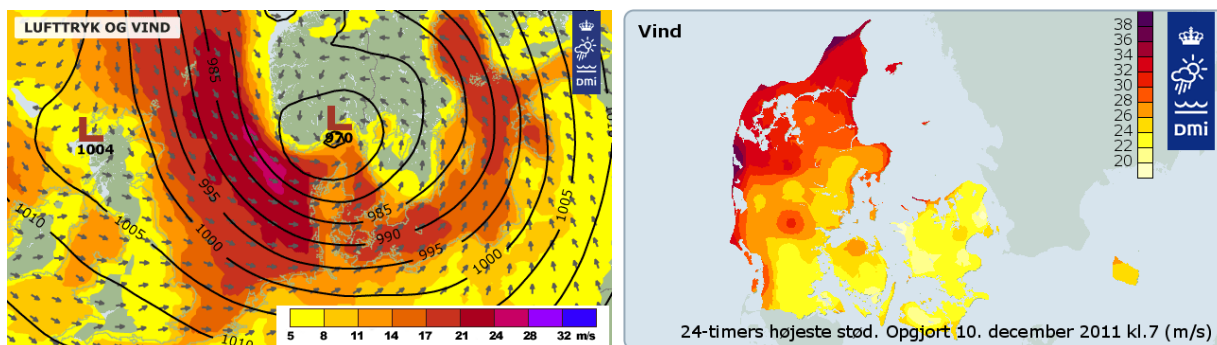
Et lavtryk nord for Skotland bevægede sig mod det sydlige Norge, hvor det fredag den 9. december passerende lige nord om Danmark.

Vinden omkring lavtrykket var kraftigst sydvest for lavtrykkets centrum, som var det område, der passerende over Danmark, vist i figur 4.4 venstre. Den kraftige vindstyrke førte til stormflod, som ramte hele Limfjorden samt Sjællands nordkyst fra Kalundborg Havn til Københavns Nordhavn.

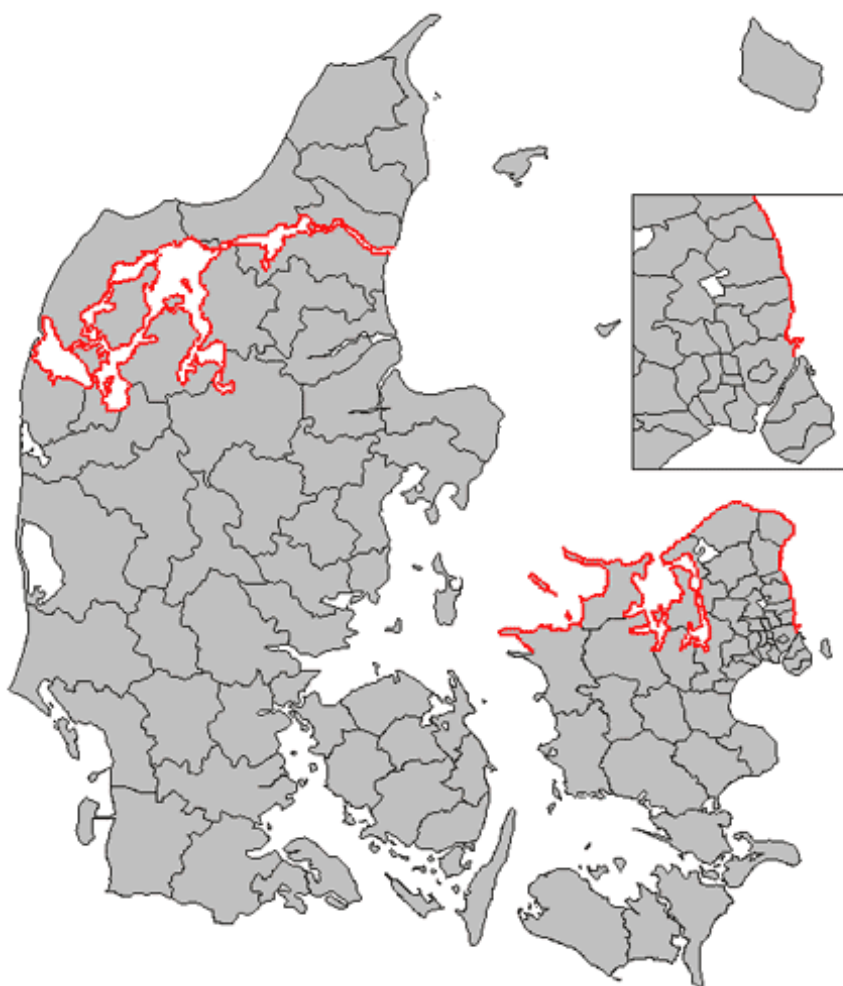
De højeste vindstød blev målt ved Hirtshals om morgenen og senere ved Thorsminde. Begge steder var stødene oppe på 38,1 m/s, hvilket er orkanstyrke, jævnfør figur 4.4 højre. Stormen blev klassificeret som en W1 storm.

Den kraftige vind understøttede det dybe lavtryk, som var mellem Island og det mellemste Norge. Lavtrykket trak vand fra Norskehavet og førte det ned i den nordlige del af Nordsøen. Derfra blæste vandet videre ned i Nordsøen samt igennem Limfjorden og Skagerrak. Vandet blev ført ned gennem de indre danske farvande og nåede til Østersøen.

Maksimalvandstanden i Thyborøn var 191 cm svarende til en 100 års hændelse; i Lemvig 182 cm (90 års hændelse) og Sjællands Odde 132 cm (22 års hændelse). Se figur 4.5 for Stormrådet udpegning af stormflodsramte områder.



Figur 4.4: Lufttryk og vind i forbindelse med stormen d. 8. - 9. december 2011, hvor det blandt andet ses, hvordan lavtrykket over Skotland bevæger sig øst på mod det sydlige Norge (venstre) og højeste vindstød over en 24 timers måleperiode (højre).



Figur 4.5: På kortet vises med rødt de områder, som er erklæret stormflodsramt af Stormrådet (Stormrådet, 2012).

Oversvømmelser, skader og menneskelige konsekvenser

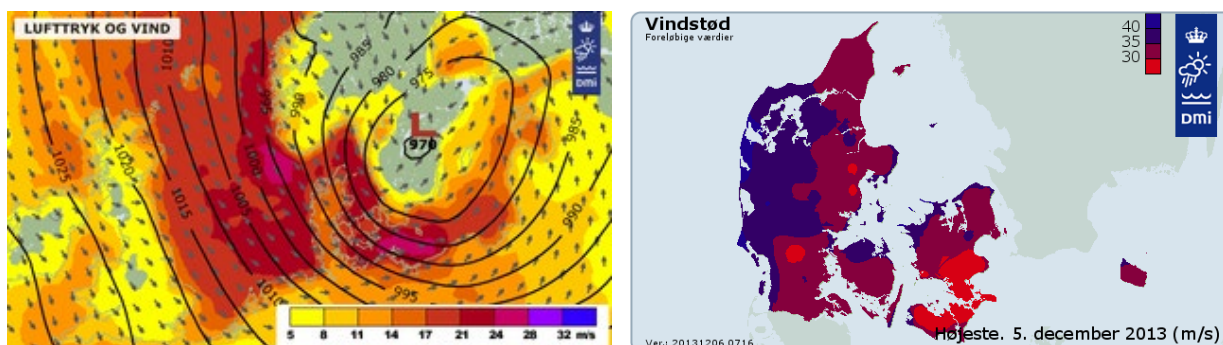
For Stormrådets opgørelse se stormen 25.-28. november 2011.

Stormen Bodil 5.-6. december 2013

Stormen Bodil rasede gennem det nordvestlige Europa fra den 4. december 2013 og ramte Danmark d. 5. december, hvor den forblev aktiv til den 7. december. DMI udsendte varsel om høj risiko for stormflod. Det første sted, der blev ramt af rekordhøje vandstande, var Jyllands vestkyst, hvorefter det nordlige Sjælland blev ramt et døgn senere.

Meteorologiske forhold og vandstande

DMI observerede en uge i forvejen et lavtryk over Grønland, hvilket gjorde varsling mulig fem dage inden stormen ramte Danmark. Lavtrykket lå den 5. december ved Shetlandsøerne, hvorfra det bevægede sig over Sydnorge og var over Gotland ved midnatstid natten til den 6. december, jævnfør figur 4.6 venstre. De kraftigste vindstød målt til 44,3 m/s ved Sjællands Odde den 5. december, jævnfør figur 4.6 højre.



Figur 4.6: Lufttryk og vind under Bodil d. 5. december 2013 med lavtrykket lige nord for Danmark samt vindstød af orkanstyrke vest for Jyllands vestkyst (venstre) og de kraftigste vindstød d. 5. december 2013 (højre).

Store dele af Danmark blev ramt af ekstremt høje vandstande, jævnfør figur 4.7. I Hornbæk lå vandstanden generelt højt under hele Bodil, og her blev den højeste vandstand registreret til 196 cm, som overgik den estimerede 100 års hændelse på 169 cm. Et af de værst ramte steder var i Roskilde Fjord, hvor vandstanden i Roskilde nåede 206 cm, som langt overgik den estimerede 100 års hændelse på 153 cm. Selv efter vinden næsten tog helt af i løbet af natten til lørdag, blev vandet ved med at stå ekstremt højt i fjordene. Før vandet kunne løbe ud, skulle vandstanden i Kattegat normaliseres.

Bodil endte med at blive klassificeret som en Kategori 4 (NW4) på DMI's stormliste, som er den højeste kategori også benævnt *Orkanlignende*. Danmark har haft 13 Kategori 4 hændelser siden slutningen af 1800-tallet.

Oversvømmelser, skader og menneskelige konsekvenser

Med vandstigningen på over 2 meter i Roskilde Fjord blev Vikingskibsmuseet i Roskilde skadet. Omkring Frederikssund og Jyllinge Nordmark blev ca. 600 huse oversvømmet, og i lavtliggende områder tog det op til en uge efter Bodil at pumpe vandet væk.

Bodil resulterede i en række ændringer af stormflodsloven (lov nr. 377 af 15. april 2014). Lovændringen indebærer blandt andet en ændring af stormflodsordningens dækningsområde til også at omfatte bl.a. udgifter forbundet med genhusning og bekæmpelse af skimmelsvamp, som er opstået som følge af stormflod eller oversvømmelse.

Der blev anmeldt 2.955 stormflodsskader (primo juni 2014), hvilket gør Bodil til den næststørste stormflod målt i antal skader, siden stormflodsordningens start i 1991 (Stormrådet, 2013).

STORMFLODEN

D. 5.-6. DECEMBER 2013



Figur 4.7: På kortet ses de kyststrækninger, der blev erklæret stormflodsramte efter stormen Bodil, d. 5.-6. december 2013 (Stormrådet, 2013).

Stormene Dagmar og Egon 9.-10. januar 2015

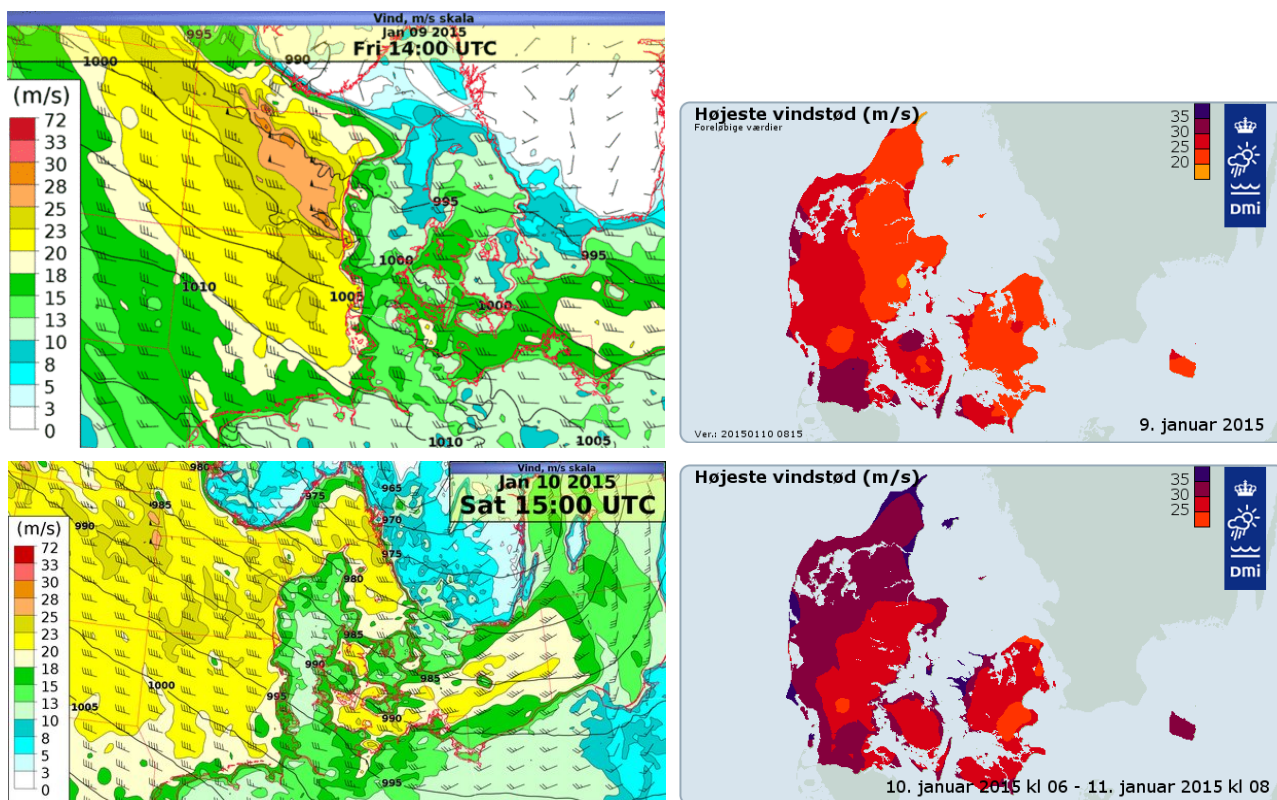
Fredag d. 9. januar 2015 bevægede stormen Dagmar sig ind over det sydvestlige Danmark. Dagen efter var det stormen Egon, der forstærkede den effekt, Dagmar havde på vandstanden langs den jyske vestkyst og i Limfjorden. Det er ifølge DMI mindst 114 år siden, at to storme har ramt Danmark med kun omkring et døgn mellemrum. I Limfjorden nåede vandstanden op på det, som svarer til en 100 års hændelse. Isefjord og Roskilde Fjord blev også berørt af indtrængende vand fra Kattegat.

Meteorologiske forhold og vandstande

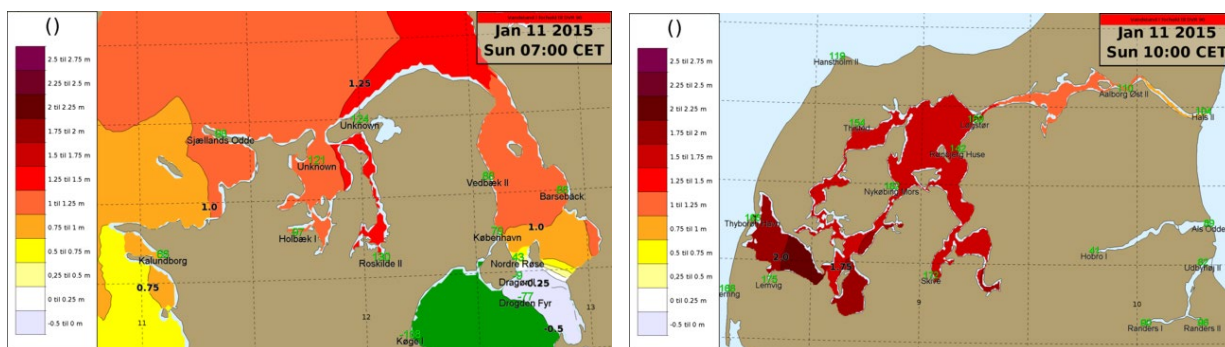
Dagmar og Egon var to storme, der ramte Danmark henholdsvis fredag den 9. og lørdag den 10. januar 2015. Dagmar var stærkest i sydvest; Egon i resten af landet. De konstant hårde vinde pressede store mængder vand ind mod kysterne. Der blev varslet med forhøjet vandstande ved Vadehavet, Vestkysten, i Limfjorden, Roskilde Fjord, i Nordsjælland og langs kysterne i Øresund. Sammenfaldet af de kraftige storme, på få dage, er en sjælden oplevelse og omtales som såkaldte tvillingestorme. Der har kun været seks i løbet af 114 år (DMI).

Den 9. januar 2015, da Dagmar ramte landet, blev der om formiddagen registreret middelvind af stormstyrke og vindstød op til 35 m/s, som er i orkanstyrke på det sydlige Als. Midt på dagen gjorde stormen sit indtog på den jyske vestkyst, hvor der blev målt vindstød på 25 m/s i Thorsminde. Stormen Dagmar blev efterfulgt af Egon, da et dybt lavtryk bevægede sig ind over Sydnorge og videre mod øst, hvilket ligeledes gav vindstød af orkanstyrke over Danmark. Her blev højeste vindstød målt til 38,6 m/s natten til den 11. januar. Se figur 4.8 for vindforholdene under Dagmar (øverst) og Egon (nederst). Dagmar og Egon blev klassificeret som hhv. en W1 og W2 storm.

Vandet blev presset ind mod kysterne under Dagmar fredag den 9. januar 2015. I løbet af lørdagen, under Egon, blev yderligere vand presset ind i fjordsystemerne. Lige inden middags-tid søndag den 11. januar 2015 nåede vandstanden i Limfjorden op til 195 cm, hvilket svarer til en 100-års hændelse flere steder i Limfjorden. I Roskilde Fjord blev højeste vandstand målt til 134 cm, jævnfør figur 4.9. Se figur 4.10 for Stormrådets udpegning af stormflod.



Figur 4.8: Vindforhold under Dagmar og Egon. Øverst viser vindstyrke og retning under Dagmar den 9. januar (venstre) og de kraftigste vindstød (højre). Nederst vises tilsvarende for stormen Egon lørdag d. 10. januar, vindstyrke (venstre) og kraftigste vindstød (højre).



Figur 4.9: Vandstande d. 11. januar 2015 ved det nordlige Sjælland (venstre) og i Limfjorden (højre). Målinger er vist med grønt.



Figur 4.10: På kortet er markeret de områder, som er erklæret stormflodsramt af Stormrådet (Stormrådet, 2015).

Oversvømmelser, skader og menneskelige konsekvenser

Som følge af vandmasserne brød diger på Mors, og beredskabet forsøgte at lappe det 30-40 meter store hul med sandsække, sten og jord.

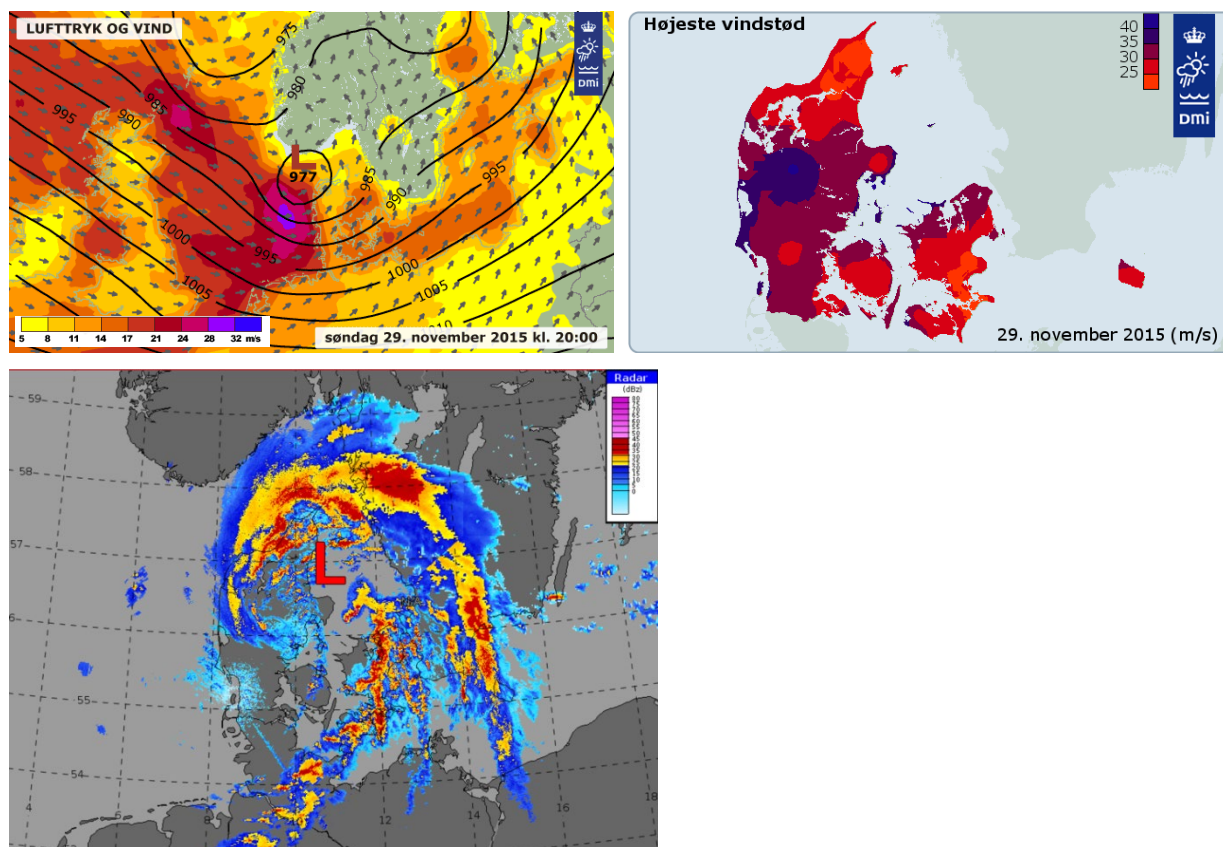
Stormrådet har opgivet i deres årsopgørelse 2015, at der var stormflod to gange i løbet af 2015, i januar (Dagmar og Egon) og i november (Gorm). Udgifterne til disse hændelser forventes, at ville resultere i udbetalinger på ca. 12 mio. kr. Stormrådet modtog 97 anmeldelser fra Dagmar/Egon (Stormrådet, 2015).

Stormen Gorm 29. november 2015

Stormen Gorm med den 'giftige hale' ramte Jyllands vestkyst søndag den 29. november 2015 om eftermiddagen. Den førte til oversvømmelser i blandt andet Hvide Sande og i Limfjorden.

Meteorologiske forhold og vandstande

Lavtrykket blev registreret 12 timer forinden over Skotland før det bevægede sig indover Thy og resten af Danmark. Stormen krydsede efterfølgende Danmark på cirka fire timer og videre til Sverige. Lavtrykket var ikke specielt dybt (ca. 970 hPa), men stormen havde en såkaldt 'giftig hale', hvilken er potentiel farlig grundet kraftige vindstød, jævnfør figur 4.11. Der blev målt middelvindstyrker på 35,9 m/s og vindstød op til 45 m/s på Sjællands Odde. Gorm blev registreret som en regional W3 grundet vindmålinger over danske landområder.

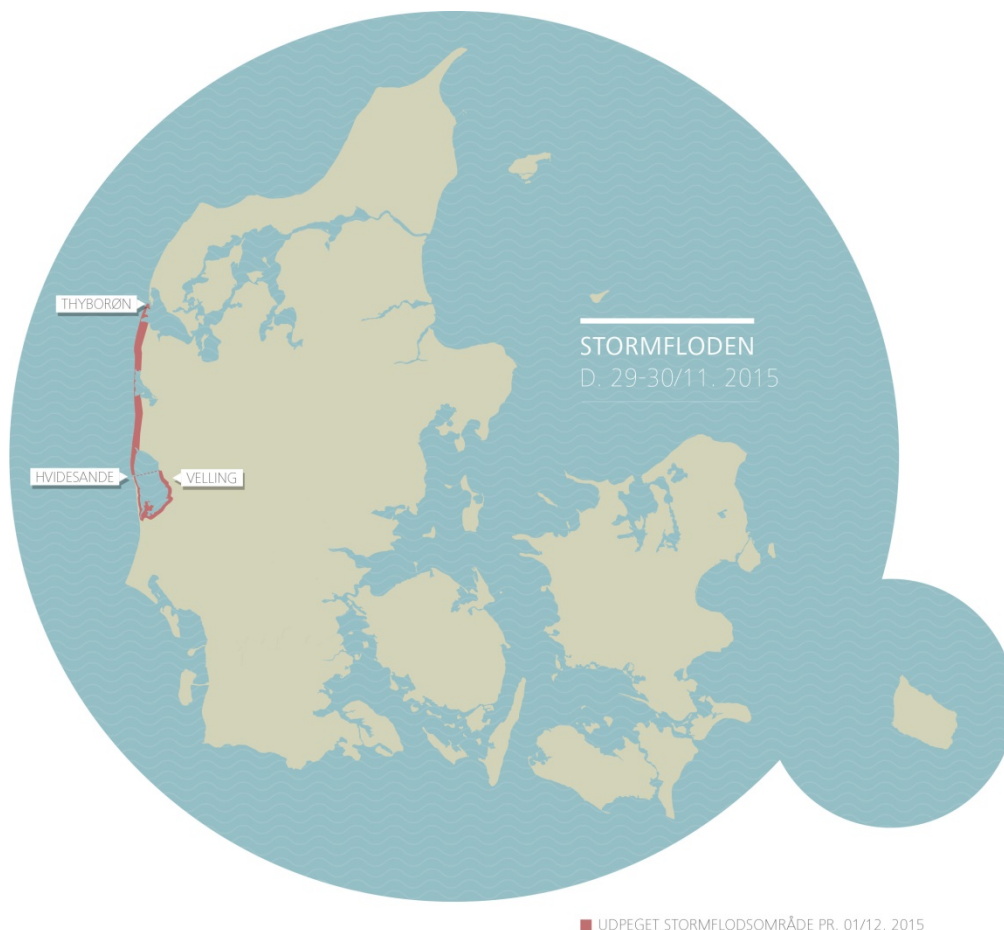


Figur 4.11: Lufttrykket og vindretning, samt vindstyrke under Gorm d. 29. november 2015 (øverst venstre), kraftigste vindstød under stormen (øverst højre) og et radarbillede af Gorm over Danmark d. 29. november 2015 kl. 20:00, hvor den 'giftige hale' kan ses (nederst).

DMI varslede allerede d. 28. november høje vandstande i Vadehavet, på den centrale del af Vestkysten, i den vestlige Limfjord, langs Nordsjællands kyst og i Øresund. De højeste vandstande blev målt i Thorsminde, hvor vandstanden toppede på 308 cm, hvilket svarer til mere end en 1000 års hændelse. Der blev også målt vandstande over 3 m i Vadehavet. Som følge af Gorm blev dele af Vestkysten og Ringkøbing Fjord udpeget som stormflodsramt, som vist i figur 4.12.

Oversvømmelser, skader og menneskelige konsekvenser

Stormrådet modtog 26 anmeldelser forbundet med oversvømmelser fra stormfloden og delte med Dagmar/Egon et udbetalings beløb på 12 mio. kr.



Figur 4.12: På kortet vises de områder, som er erklæret stormflodsramt af Stormrådet (Stormrådet, 2015).

Stormen Urd 26. december 2016

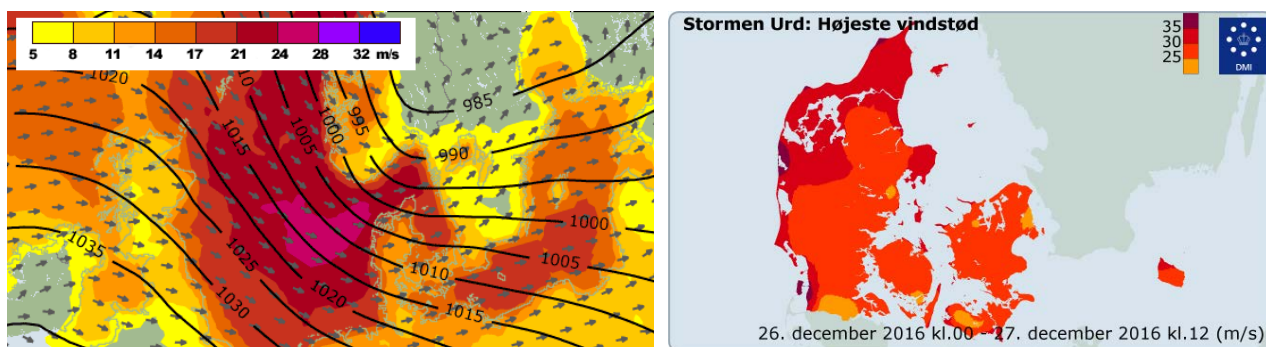
Selvom Urd var klassificeret som orkan andre steder, var den "blot" en storm, da den ramte landet i juledagene og førte til stormflod, særligt langs Kattegat og Øresundskyster.

Meteorologiske forhold og vandstand

Stormen Urd ramte Nordeuropa den 25. og 26. december 2016. Stormen blev kategoriseret som orkan uden for Danmark, men da den ikke oversteg de 32,6 m/s, som er den angivne tærskel for en orkan, var den i Danmark kun i kategoriseret som en W2.

Lavtrykket bevægede sig ind fra Island. I både Danmark, Norge og på Færøerne blev der målt vindstød af orkanstyrke (over 32,6 m/s). Urd slog færøsk rekord med vindstød op til 78,7 m/s ved Norðadalsskarð og middelvinden 52 m/s. Den højest målte vindstyrke i Danmark var i Thorsminde med vindstød op til 37,8 m/s, jævnfør figur 4.13.

Urd var kraftig nok til at give stormflod, hvilket blandt andet forekom langs Kattegats og Øresunds kyster som vist i figur 4.14. Isefjord og Roskilde Fjord var også udsat. Den højeste registrerede vandstand var i Hornbæk på Sjællands nordkyst med 171 cm. Det var desuden den tredjehøjeste vandstand målt i havnen siden 1891.



Figur 4.13: Lufttryk, vindretning og styrke under stormen Urd d. 26. december 2016 (venstre) og kraftigste vindstød (højre).



Figur 4.14: På kortet vises de områder, som er erklæret stormflodsramt af Stormrådet efter stormen Urd (Stormrådet, 2016).

Oversvømmelser, skader og menneskelige konsekvenser

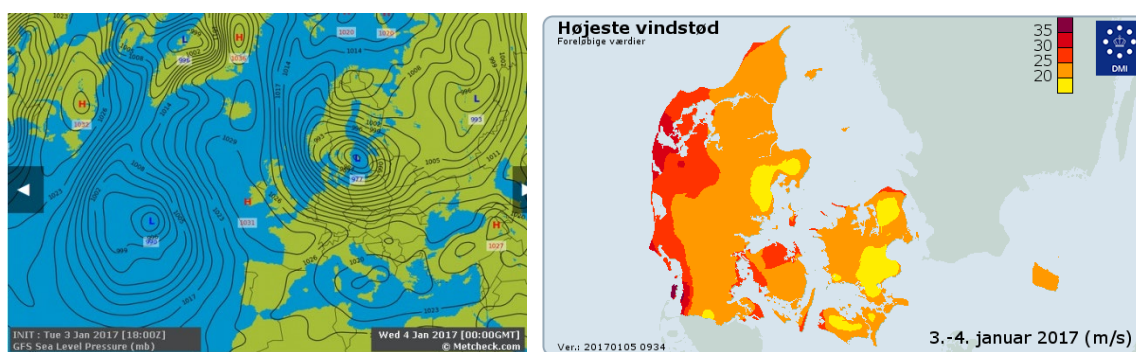
Stormrådets årsopgørelse for 2016 fortæller, at stormen Urd resulterede i 105 anmeldelser. Urd medførte ingen personskade men en del materiel skade. Før og under Urd var cirka 1.500 personer fra beredskabet på arbejde for at reducere skaderne forbundet med både stormen og stormfloden. (Stormrådet, 2016)

Stormfloden 4. - 5. januar 2017

Den 3. - 4. januar 2017 blev Danmark ramt af en mindre kategori NW1 storm, som pressede vandet ned i de indre farvande. Dette blev fulgt af storm over Danmark, hvilket ledte til stormflodsforhold i særligt de syd-sydøstlige kyststrækninger af Danmark. Flere steder satte stormfloden rekorder i det sydlige Danmark. For både Køge og Rødby skal man tilbage før 1955 for at finde højere registreringer (se figur 4.16 nedenfor). I Gedser blev der målt den højeste vandstand på 167 cm siden 1913, hvor vandstanden nåede 185 cm.

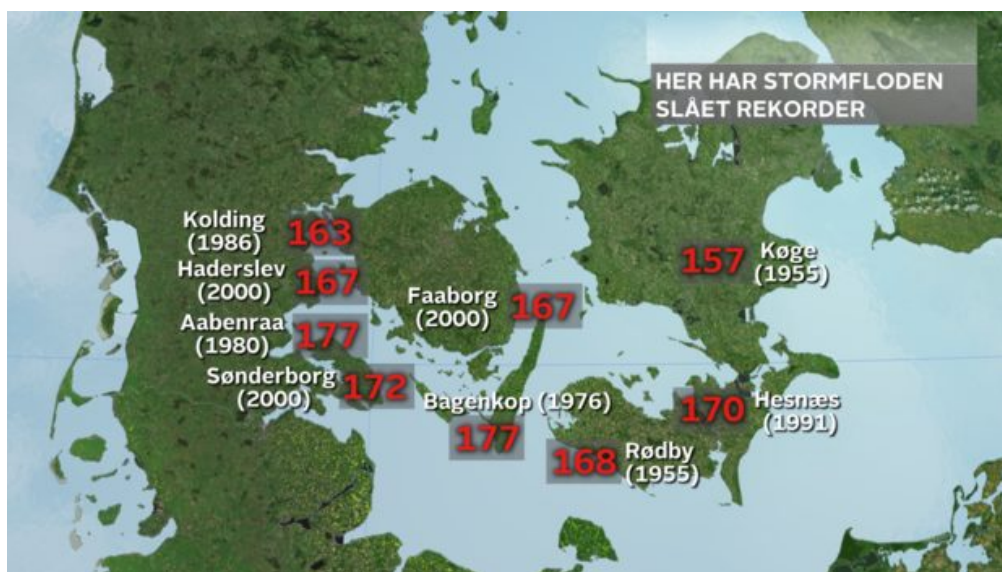
Meteorologiske forhold og vandstande

Lavtrykket, der passerede Danmark den 3. - 4. januar 2017, skabte vindstød af orkanstyrke på vestkysten. 33,2 m/s i Thyborøn og 37,5 m/s på Rømø. Ud over dette, var det rent meteorologisk en lille storm i kategorien NW1, se figur 4.15. Forud for stormen havde den dominerende vindretning været vestlig og, da lavtrykket passerede, blev store mængder vand presset fra Nordsøen, gennem Skagerrak og Kattegat til Østersøen. Efterfølgende bevægede lavtrykket sig mod den sydøstlige del af Østersøen, hvilket førte til en trykpåvirkning af vandet, så store mængder vand strømmede fra Østersøen mod Danmark, jævnfør figur 4.15.



Figur 4.15: Atmosfæriske tryk over Europa d. 4. januar 2017 kl. 00:00 (venstre) (Metcheck, 2017) og højeste vindstød d. 3. - 4. januar 2017 (højre).

Den særlige vejrssituation medførte historisk høje vandstande i hele den sydlige del af landet, hvor vandstandene toppede i løbet af natten til den 5. januar 2017, som vist i figur 4.16.



Figur 4.16: Kort med rekordhøje vandstande fra stormfloden d. 4.-5. januar 2017 (TV2 Vejret, 2017).

Oversvømmelserne ramte det sydlige Danmark fra den gamle Lillebæltsbro i nordvest til Storbæltsbroen og syd om til Københavns Nordhavn i nordøst inklusiv alle de mellemliggende stræk samt Bornholm. Se figur 4.17 for Stormrådets udpegning af stormflodsramte områder. Flere steder nåede vandstandene op over en 50 års hændelse, og nogle steder nåede det en højde svarende til en 100 års hændelse.



Figur 4.17: Kort over de kyststrækninger, der blev påvirket af stormfloden 4.-5. januar 2017 (Stormrådet, 2017).

Oversvømmelser, skader og menneskelige konsekvenser

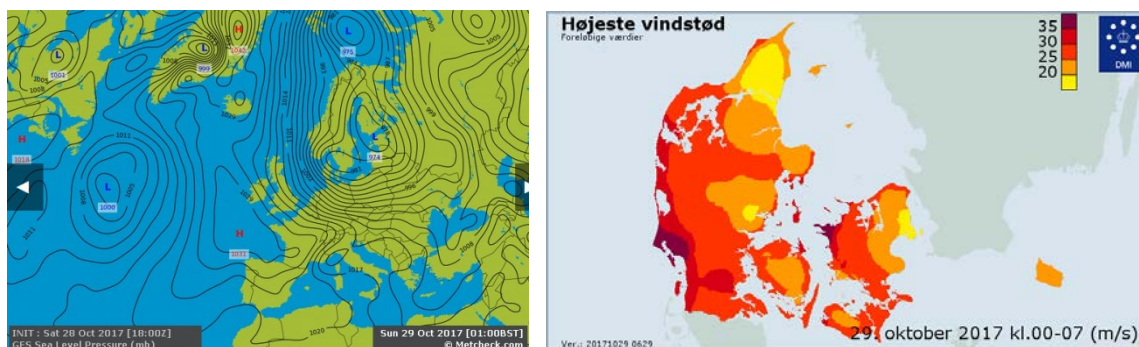
Stormrådet har meldt ud, at forsikringsselskaberne har modtaget 403 anmeldelser i forbindelse med stormfloden. De fleste erstatninger er faldet i Region Syddanmark, herefter kommer Region Sjælland. Stormrådet har alene udbetalt 4,5 millioner kr. til borgere i Vordingborg kommune (Stormrådet, 2017).

Stormen Ingolf 29. – 30. oktober 2017

Natten til søndag d. 29. oktober bevægede et lavtryk sig øst forbi Danmark, hvilket medførte en storm fra nord, der gav vindstød af orkanstyrke og skabte oversvømmelser flere steder centralt i Danmark.

Meteorologiske forhold og vandstande

Et lavtryk på 991 hPa opstod over Norskehavet midt på dagen lørdag den 28. oktober og bevægede sig sydpå via det sydlige Norge og Sverige mod Litauen, hvor det midt på dagen den 29. oktober havde en værdi 972 hPa, se figur 4.18 venstre. Dette skabte stormen Ingolf fra nordvest med middelvinde af stormstyrke og vindstød af orkanstyrke på 38,6 m/s ved Kalundborg, som vist i figur 4.18 højre. Stormen blev klassificeret som en NW1.



Figur 4.18: Atmosfæriske tryk over Europa d. 19. oktober 2017 kl. 00:00 (venstre) (Metcheck, 2017) og de højeste vindstød samme dag (højre).

Vinden var kraftigst om morgenen d. 29. oktober men fortsatte hele dagen, hvilket medførte stigende vandstande centralt i de indre danske farvande. Her blev vandstanden målt til 154 cm i Juelsminde og 150 cm i Horsens, svarende til lidt mere end en 20 års hændelse, 141 cm i Slipshavn, svarende til en 52 års hændelse, samt 148 cm i Odense, svarende til en 40 års hændelse. De forhøjede vandstande betød, at strækninger i både Jylland, på Fyn, Sjælland og Lolland-Falster blev erklæret som stormflodsramt, som vist i figur 4.19



Figur 4.19: På kortet vises de områder, som er erklæret stormflodsramt af Stormrådet efter stormen Ingolf (Stormrådet, 2017).

Oversvømmelser, skader og menneskelige konsekvenser

Vandstandene var ikke så høje som varslet, så oversvømmelserne blev også mindre end frygtet, selvom beredskabet var klar flere steder i landet, bl.a. Horsens og Odense. Vandet skabte dog stadig problemer, da flere broer måtte lukke og Fyn Energi bl.a. måtte slukke for strømmen til 82 husstande i Varbjerg. Stormrådet har modtaget 55 anmeldelser efter stormfloden (Stormrådet, 2017).



4.2 Oversvømmelser fra vandløb

Oversvømmelser fra vandløb varierer i omfang på tværs af landet og afhænger af lokale faktorer som vandløbets størrelse, forløb, forholdene i oplandet osv. For at få et bedre overblik over oversvømmelse fra vandløb, er der foretaget en undersøgelse hos kommunerne om deres erfaringer med oversvømmelser fra vandløb, samt hvilke udfordringer og skader disse har skabt.

Undersøgelsen har givet et nationalt overblik over, hvordan udfordringen med oversvømmelse fra vandløb varierer på tværs af landet. Metoden for undersøgelsen samt resultaterne af den er beskrevet nedenfor.

4.2.1 Spørgeskemaet

For at indsamle viden om tidligere oversvømmelser fra vandløb, fik alle kommuner tilsendt et spørgeskema. I det tilsendte spørgeskema blev kommunerne bedt om at svare på;

4. hvorvidt de har oplevet oversvømmelser fra vandløb i kommunen,
5. om disse skyldes opstuvning ved konstruktioner,
6. om et større antal husstande har været oversvømmet, samt
7. om vigtige knudepunkter har været oversvømmet.

Yderligere blev der efterspurgt information om dato for de enkelte hændelser, hvilke vandløb det omhandlede, hvilke byer der blev oversvømmet samt eventuelt et kort til at vise de berørte områder. Spørgeskemaet er vedlagt som Bilag D.1.

Spørgeskemaet var udformet på en sådan måde, at det har været åbent og kunne tolkes forskelligt. Dette har været et bevidst valg, da ønsket var at gøre forespørgslen let for kommunerne at svare på. Det betyder dog også, at variationen og detaljeringsgraden i svarene er stor kommunerne imellem, og svarene kan derfor kun bruges til at give et første indtryk af vandløbsoversvømmelserne. Det videre arbejde bygger på kommunernes besvarelser, og yderligere information er kun indhentet i enkelte tilfælde.

4.2.2 Besvarelsene

Ud af de 98 adspurgte kommuner har Kystdirektoratet modtaget svar fra 81. Som det fremgår af figur 4.21 har næsten alle de jyske og fynske kommuner besvaret spørgeskemaet, mens der er flere ubesvarede forespørgsler fra Sjælland og Øerne.

Informationsniveauet i tilbagemeldingerne har varieret. Nogle kommuner har svaret på de enkelte spørgsmål i den første del af spørgeskemaet og ikke uddybet yderligere, mens andre kommuner har fremsendt modeller af potentielle oversvømmelser fra klimatilpasningsplaner eller tilsvarende. Nogle kommuner fremsendte yderligere information om enkeltstående hændelser. Denne øvrige information dækker over detaljerede kort, fotodokumentation, og ekstra information af skader som eksempelvis har berørt infrastruktur, afgrøder o.l. Generelt er der større detaljeringsgrad i svarene fra Vestdanmark sammenlignet med Østdanmark. Grundet den lavere svarprocent i Østdanmark kan der ikke laves en klar konklusion, men det formodes, at de grundigere svar i Vestdanmark skyldes, at udfordringerne med og konsekvenserne af oversvømmelser i store træk er større i den vestlige del af landet.

En del af kommunerne har ved en opringning eller i deres besvarelser gjort opmærksom på, at de oplever regelmæssige oversvømmelser fra vandløb, men at dette rammer mindre områder, som primært er naturområder, haver eller mindre landbrugsområder, hvorfor de ikke har medtaget dette i deres besvarelse.

Flere kommuner har meldt tilbage, at de har begrænset information om oversvømmelser fra vandløb delvis begrundet i udskiftning af medarbejdere bl.a. i forbindelse med kommunalreformen i 2007. Dette fremgår også af svarene, da der er nævnt 14 konkrete hændelser før 2007 og 43 hændelser fra 2007 og frem.

4.2.3 Analysetilgang

Ud fra en gennemgang af alle besvarelser har Kystdirektoratet systematiseret svarene på de direkte spørgsmål i spørgeskemaet. Dertil er det i så vidt omfang som muligt notere hvilke vandløb der har forårsaget oversvømmelse, en eventuel årsag, hvornår det er sket, hvilke områder der har været ramt, samt den skade det har medført. Yderligere er det noteret, hvis kommunen har tilføjet, at de har oprettet beskyttelse i området efterfølgende.

Ved gennemgang af besvarelsene blev hvert område/hændelse prioriteret som høj, middel, eller lav ud fra skadens omfang. Kystdirektoratet har prioriteret en hændelse højt, hvis den har medført stor skade på vigtig infrastruktur, bebyggelse eller afgrøder. Hvis den beskrevne hændelse har givet stor skade, men der efterfølgende er oprettet beskyttelse i området, eller hændelsen skyldes digebrud, fejl i pumper eller lignende tekniske foranstaltninger, er hændelsen noteret som værende middel eller lav. Dette skyldes, at det vurderes, at sandsynligheden for at hændelsen sker igen er lav, da udfordringen i dag er håndteret. Hændelser, der har berørt mindre landbrugsområder eller har givet mindre skade på bebyggelse eller kritisk infrastruktur, er prioriteret middel, mens oversvømmelser, der har givet ingen eller meget lille skade, er prioriteret lav.

Efter modtagelse af alle svar er det undersøgt, om der er nævnte tidspunkter for oversvømmelser, der går igen for flere kommuner. Hændelserne er noteret på månedsbasis, dels grundet den varierende nøjagtighed i besvarelsene og dels grundet potentielle forsinkelser i oversvømmelserne fremfor ved opdeling af hændelserne på døgnbasis. Hændelser, hvor der udelukkende er nævnt et år men ikke en måned, er ikke medregnet med undtagelse af hændelser før år 2000, der godt kan være noteret på årsbasis, da der generelt er færre informationer om disse oversvømmelser.

De højt prioriterede hændelser og de hændelser, der går igen i mange kommuner, er nærmere undersøgt ift. vejsituationen, der har medført oversvømmelsen. Dertil er vandløbstypologien⁴ forsøgt bestemt.

Da der kan være forskelle på tværs af landet, er besvarelserne også opdelt i vestlige Danmark, som dækker Jylland og Fyn, og østlige Danmark, der dækker Sjælland og Øerne.

4.2.4 Generelle betragtninger

I figur 4.21 ses et kort over besvarelserne fra spørgeskemaet fordelt på kommunerne. Tallene, der ligger til grund for kortet, ses i tabel 4.4 og vises grafisk i figur 4.20. 81 kommuner har svaret på spørgeskemaet, svarende til 83 % af alle kommuner.

90 % af de kommuner, der har svaret, har oplevet oversvømmelser fra vandløb. Denne tendens er ens på tværs af landet. Dog ses, at 59 % af de svarende kommuner i Vestdanmark har meldt, at oversvømmelser helt eller delvist har skyldtes bygværker i vandløbene mod 46 % i Østdanmark.

For omkring 1/3 af de svarende kommuner har vandløbene på mindst ét tidspunkt oversvømmet mere end 50 huse eller vigtige knudepunkter/kritisk infrastruktur. Fordelt på tværs af landet har en væsentlig større del af kommuner i Vestdanmark oplevet oversvømmelse af mere end 50 huse, mens en lidt større del af kommunerne i Østdanmark har oplevet oversvømmelse af kritisk infrastruktur. Enkelte kommuner har meldt, at kritisk infrastruktur har været tæt på at blive oversvømmet fra vandløb. Flere kommuner har meldt, at de forventer større oversvømmelser og dermed større skade fremadrettet.

I tabel 4.4 ses også, at 22 % af de svarende kommuner har oplevet oversvømmelse fra vandløb grundet høj vandstand i havet, fordelt med 33 % af kommunerne i Vestdanmark og 9 % af kommunerne i Østdanmark. Ud fra tilbagemeldingerne fra kommunerne vurderes det, at disse oversvømmelser både skyldes kombinerede hændelser, hvor der er forøget vandføring i vandløbene samtidig med højere havvandstand, og oversvømmelser fra vandløb udelukkende grundet forhøjet havvandstand. Der er i spørgeskemaet ikke efterspurgt information om oversvømmelser fra vandløb grundet forhøjet havvandstand, hvorfor tallene ikke kan antages at give et retvisende billede af denne problemstilling. At 22 % af de svarende kommuner har oplyst dette, uden informationen specifikt er efterspurgt, tyder dog på, at det ikke er en ubetydelig årsag til oversvømmelse fra vandløb.

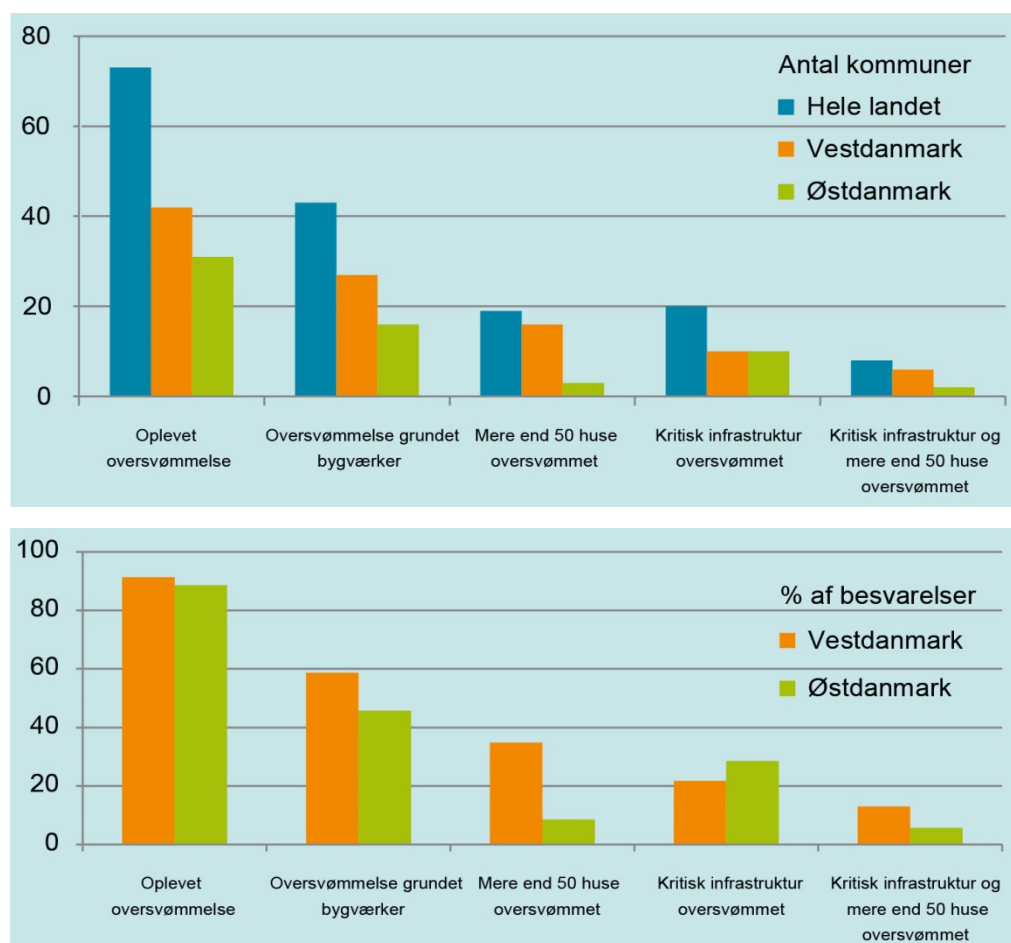
Af tabel 4.5 fremgår det, at der i kommunernes tilbagemeldinger er nævnt 57 konkrete hændelser rundt om i landet, hvor der har været oversvømmelse fra vandløb. Disse hændelser er alle listet i Bilag D.1. I figur 4.18 ses hændelsernes fordeling hen over året, hvoraf det fremgår, at der er indmeldt flest vinteroversvømmelser, efterfulgt af sommerhændelser, mens der i foråret og efteråret er ganske få oversvømmelser fra vandløb.

⁴ Vandløbstypologien er en inddeling af vandløb omfattet af vandområdeplanerne ud fra deres størrelse, se Bilag D. Typologiseringen er foretaget som en del af implementeringen af vandrammedirektivet. Se *Basisanalysen for Vandområdeplanerne 2015-2021* udarbejdet af Naturstyrelsen i 2014.

Tabel 4.4: Overblik over kommunernes besvarelser opgivet i antal kommuner eller procent af besvarede kommuner.

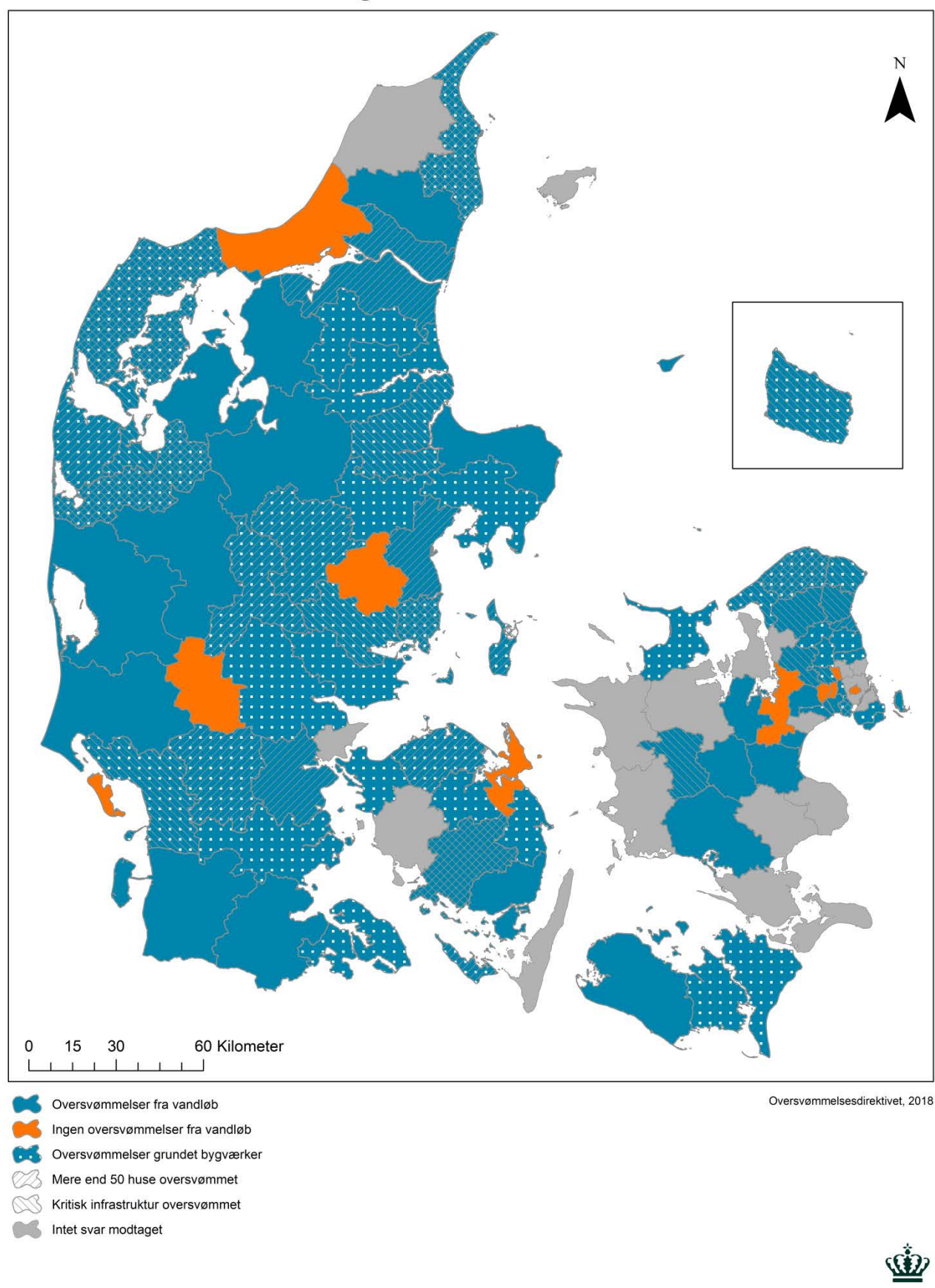
*Denne information var ikke efterspurgt, men flere kommuner har givet en specifik tilbagemelding om denne årsag.

	Antal kommuner	Besvarelser Hele landet	Besvarelser Vestdanmark	Besvarelser Østdanmark
Besvarelser modtaget	81	83 %	88 %	76 %
Oversvømmelse fra vandløb registreret	73	90 %	91 %	89 %
Oversvømmelser har helt/delvist skyldes bygværker	43	53 %	59 %	46 %
Mere end 50 huse har været oversvømmet ved samme hændelse	19	23 %	35 %	9 %
Vigtige knudepunkter eller kritisk infrastruktur har været oversvømmet	20	25 %	22 %	29 %
Oversvømmelser af kritisk infrastruktur og mere end 50 huse forekommet	8	10 %	13 %	6 %
Kommuner der har oplevet oversvømmelse fra vandløb grundet høj vandstand i havet*	18	22 %	33 %	9 %
Konkrete hændelser nævnt	42	51 %	57 %	43 %



Figur 4.20: Kommunernes erfaringer med oversvømmelser fra vandløb ud fra deres svar på spørgeskemaet, øverst i antal kommuner, nederst i procent af besvarelser.

Kommunernes erfaringer med vandløbsoversvømmelser



Figur 4.21: Kort over kommunernes tilbagemeldinger.

4.2.5 Nærmere undersøgte hændelser

Fra kommunernes svar er nogle hændelser trukket frem til nærmere undersøgelse. Konkrete hændelser er trukket frem, hvis de har medført en oversvømmelse, der er prioriteret højt, eller hændelsen har berørt flere kommuner.

Som nævnt fremgår det af tabel 4.5, at der i kommunernes tilbagemeldinger er 57 konkrete hændelser, hvor der har været oversvømmelse fra vandløb rundt om i landet. For seks af disse hændelser har fem eller flere kommuner på tværs af landet oplevet oversvømmelse fra vandløb. Disse seks hændelser er nærmere undersøgt. Det skal noteres, at der i december 2015 fandt oversvømmelse fra vandløb i starten af december og igen i slutningen af december. Der kan ikke ud fra alle besvarelsener skelnes mellem de to, hvorfor der ikke med sikkerhed kan siges, om den enkelte kommune har været berørt af en eller begge hændelser.

Foruden de seks hændelser, der har berørt fem eller flere kommuner, er 13 områder fordelt på ni kommuner blevet prioriteret højt grundet ti konkrete hændelser. Disse er også nærmere undersøgt.

Tabel 4.5: Antal områder og hændelser der har været nævnt i tilbagemeldingen. *Se Bilag D.1 for alle hændelser.

	Antal
Konkrete nævnte hændelser*	57
Konkrete hændelser der har berørt fem eller flere kommuner	6
Antal områder / kommuner med høj prioritet	13 / 9
Antal hændelser med høj prioritet	10

Meteorologiske forhold

Der er overlap mellem de højt prioriterede hændelser, og de hændelser der har berørt flere kommuner. Der er derfor foretaget nærmere undersøgelse af 13 hændelser i alt. Disse er beskrevet i tabel 4.6. De nærmere undersøgte hændelser finder primært sted i juli-august eller december-januar, som det fremgår af figur 4.22.

Af tabellen ses, at det primært er store mængder nedbør, i flere tilfælde rekordhøje nedbørsmængder, der forårsager oversvømmelse fra vandløb. Dette er årsagen til alle sommerhændelserne, samt medvirkende årsag til cirka halvdelen af vinterhændelserne. Det oversvømmede område kan selv gå fri af nedbøren, men bliver oversvømmet grundet meget nedbør i oplandet. I andre tilfælde er det skybrud, der har medført oversvømmelse fra vandløb, hvorfor det kan forventes, at området både har været udsat for nedbør direkte samt oversvømmelse fra vandløb, da disse ikke har kunnet håndtere de pludselige store mængder vand.

I to tilfælde har nedbøren fundet sted i tæt sammenhæng med en stormflod (DMI, 2015a), hvilket potentielt har sat vandløbene under yderligere pres. I et enkelt tilfælde er det udelukkende en stormflod, der har medført oversvømmelse fra vandløb i seks kommuner, nemlig stormfloden Bodil i december 2013. Op til denne hændelse var der ikke faldet meget regn, hvorfor vandløbene ikke kan forventes at have håndteret meget vand i forvejen.

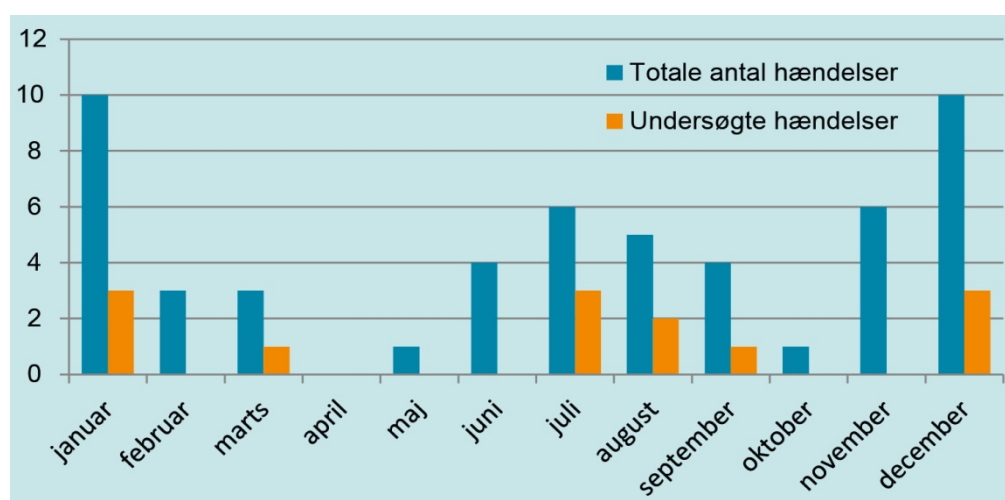
I et enkelt tilfælde i januar 2011 har tøbrud forårsaget stor oversvømmelse fra vandløb.

Størrelsen af vandløbene

Vandløb omfattet af vandområdeplanerne inddeles i typologierne 1, 2 eller 3, hvoraf 3 er den største. Typologien bliver bestemt bl.a. ud fra vandløbsbredden. Se kort med vandløbstypologi i Bilag D.2. Det har ikke været muligt at finde alle indmeldte vandløb og fastsætte deres typologi. Dette skyldes dels, at ikke alle vandløb er behæftet med en typologi. Dertil er der variation mellem kommunernes kendskab til vandløb i lokalområdet og de vandløb, der kan findes via det kort- og datamateriale Kystdirektoratet har til rådighed.

Ud fra de oplysninger der er fundet, kan det udledes, at det primært er ved større vandløb, at der er observeret store oversvømmelser. Af de undersøgte hændelser er enkelte oversvømmelser sket fra grøfter eller vandløb af typologien 1. Primært er oversvømmelser dog forekommet fra vandløb af typologien 2 og 3 med en hovedvægt af typologi 2.

I tabel 4.6 fremgår det, at de undersøgte hændelser i højere grad har ramt Vestdanmark, hvilket kan hænge sammen med, at der er flere og større vandløb i den vestlige del af landet i forhold til den østlige, som det fremgår af kortet i Bilag D.2.



Figur 4.22: Fordelingen over året af de indmeldte hændelser samt de nærmere undersøgte hændelser.

Tabel 4.6: Årsag til nærmere undersøgelse af enkelte hændelser.

Tidspunkt	Undersøgt grundet	Landsdel berørt	Årsag til oversvømmelse
1970-03	Prioriteret højt (2 kommuner berørt)	Vestdanmark	Meget nedbør. Rekordhøj døgnnedbør
2000-09	Prioriteret højt (1 kommune berørt)	Vestdanmark	Meget nedbør. Over 100 mm nedbør
2007-01	Prioriteret højt og 6 kommuner berørt	Vestdanmark	Meget nedbør. Rekord våd januar. Stormflod
2007-06	Prioriteret højt (2 kommuner berørt)	Øst- og Vestdanmark	Meget nedbør. Rekord våd juni.
2007-07	11 kommuner berørt	Øst- og Vestdanmark	Meget nedbør. Vådeste juli i 66 år.
2007-08	Prioriteret højt (3 kommuner berørt)	Vestdanmark	Meget nedbør. Omkring 160 mm på 2,5 timer.
2010-08	5 kommuner berørt	Øst- og Vestdanmark	Meget nedbør. Op til 170 mm.
2011-01	Prioriteret højt og 5 kommuner berørt	Primært Vestdanmark	Tøbrud
2011-07	Prioriteret højt (4 kommuner berørt)	Primært Østdanmark	Meget nedbør. Op til 135 mm.
2013-12	6 kommuner berørt	Primært Østdanmark	Stormfloden Bodil
2015-12	Prioriteret højt og 14 kommuner berørt	Primært Vestdanmark	Meget nedbør. 7. vådeste år. Start december: Meget våd november efterfulgt af yderligere meget regn. Slut december: Meget nedbør over hele landet.
2016-07	Prioriteret højt (2 kommuner berørt)	Vestdanmark	Meget nedbør
2017-01	Prioriteret højt (2 kommuner berørt)	Vestdanmark	Nedbør efterfulgt af stormflod.



5. National risikoberegning

Den nationale risikovurdering skal ifølge oversvømmelsesdirektivet (Artikel 4 & 5) danne grundlag for udpegning af områder i Danmark, der har potentiel væsentlig risiko for oversvømmelse fra hav, vandløb eller en kombination. En landsdækkende risikovurdering stiller derfor udfordringer til metoden, som skal være metodisk og overordnet således, at risikoen kan sammenlignes på tværs af landet. Dette betyder, at anvendte data skal være landsdækkende, og at metoden skal være ens over hele landet. Som beskrevet i kapitel 3 er metoden til den nationale risikovurdering justeret i forhold til første planperiode. Den justerede metode inkluderer flere sårbarhedselementer sammenlignet med første planperiode. Der er taget udgangspunkt i en allerede udviklet og afprøvet metode. Udover at metoden skal være systematisk og landsdækkende, skal elementerne om sundhed, miljø, kulturarv og økonomisk aktivitet integreres, så den nationale risikovurdering opfylder kravene i direktivet.

Det hollandske konsulentfirma Deltares har anbefalet en metode udviklet i det EU støttede projekt RISC-KIT (Deltares, 2017 og www.risckit.eu). RISC-KIT har udviklet en række værktøjer, der vurderer den kystnære oversvømmelsesrisiko, og som også kan hjælpe beslutningstagere med at afdække de mest optimale kystbeskyttelsesmetoder. Coastal Risk Assessment Framework (CRAF) er det værktøj, der er udviklet til at afdække risikoen, og som er anvendt i denne risikovurdering. Metoden er tilpasset, så den reflekterer danske forhold. CRAF giver mulighed for en omfattende og systematisk tilgang til at foretage risikovurdering på forskellige detaljeringsniveauer. Metoden integrerer direkte og indirekte sårbarheder og kombinerer disse med oversvømmelsesudbredelsen og -dybde. Det er gennem analysen muligt at identificere og udpege områder med højere koncentreret risiko.

Det overordnede koncept i metoden er, at faren og sårbarheden bestemmes med et indeks på en skala 1 – 5 for hele landet. For oversvømmelsesfaren svarer et lavt indeks til lille vanddybde og et højt indeks til en stor vanddybde. Et lavt sårbarhedsindeks betyder lokal eller lille skade ifm. oversvømmelse, mens et højt indeks betyder stor skade ved oversvømmelse. Disse indeks bestemmes i et 100 x 100 m grid for hele landet, hvorefter risikoen kan beregnes som produktet af disse to indeks i hver grid-celle. Grid-cellerne følger det danske kvadratnet, der er en national inddeling af landet, som udgør et geografisk referencesystem for oplysninger.

Den nationale risikovurdering beskrevet i dette kapitel dækker trin 1b, trin 2 og trin 3 beskrevet i kapitel 3, figur 3.2. I kapitel gennemgås metoden, der anvendes til at foretage den nationale risikovurdering. Afsnit 5.1 omhandler fareanalysen (trin 1b), 5.2 gennemgår sårbarhedsanalysen (trin 2), mens den endelige risikoberegning (trin 3) beskrives i afsnit 5.3.

5.1 Fare

I dette afsnit beskrives, hvordan den nationale vurdering af faren for oversvømmelse er foretaget. I den danske implementering af oversvømmelsesdirektivet inkluderes risikoen for oversvømmelse fra vandløb, søer, hav og fjorde, hvorfor det kun er denne fare, der bestemmes, og betegnes fremadrettet som oversvømmelse fra hav og vandløb.

I direktivet er en oversvømmelse defineret som en midlertidig vanddækning af arealer, der under normale omstændigheder ikke er dækket af vand. En oversvømmelse er således defi-

neret ved, at landområder i en tidsbegrænset periode dækkes af vand. Dette forekommer oftest i forbindelse med ekstreme vejrhændelser, eksempelvis storm. Oversvømmelsesfaren afhænger af flere faktorer, bl.a. længden af oversvømmelsen, vanddybden, udbredelsen, hastigheden, om der er eksisterende kystbeskyttelse, og om denne holder. Afdækning af disse elementer er et tidskrævende modelleringsarbejde og indgår derfor ikke i dette plantrin. For at afdække faren i dette plantrin bestemmes derfor kun den potentielle oversvømmelsesudbredelse og vanddybden ved en oversvømmelse.

I direktivet henvises til større oversvømmelser og ekstreme hændelser, der enten er forekommet eller kan forekomme fremadrettet (Artikel 4 b & c). I vurderingen af faren for oversvømmelse arbejdes derfor med ekstremhændelser. Dette gøres ved enten at tage udgangspunkt i de historiske oversvømmelser, der er forekommet eller med udgangspunkt i en statistisk 1000 års hændelse. Den største af de to anvendes til bestemmelse af faren. De historiske hændelser er beskrevet i kapitel 4, nedenfor beskrives hvor de statistiske data stammer fra.

5.1.1 Anvendt data i screening

En række datasæt er nødvendige for at gennemføre fareanalysen. Disse er opridset i tabel 5.1 og beskrevet nedenfor.

Tabel 5.1: Anvendt data til fareanalysen

Datatype	Oprindelse	Anvendelse
DHM/Havstigning i 0,4 m x 0,4 m	Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering (SDFE)	Hav
Højvandsstatistik 2017	Kystdirektoratet	Hav
Havvand på land i 0,4 m x 0,4 m	SDFE	Hav
DHM/Nedbør i 0,4 m x 0,4 m	SDFE	Vandløb
Vandløbsdata	Miljøstyrelsen (MST)	Vandløb
Vandføringsstatistik	De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS)	Vandløb

Danmarks højdemodel (DHM) er et af grundlagene til beregning af oversvømmelsesdybden og udbredelsen. Højdemodellen er et digitalt øjebliksbillede af højdeforholdene i Danmark. Den anvendte model er målt i perioden 2014 – 2015. Til analysen er der anvendt en tilpasset model. Denne indeholder terrænets topografi eller højde over havniveau, hvilket indebærer jord, marker, veje o.l., mens alle objekter, der ikke er terræn, som huse, trætoppe m.m. er fjernet fra modellen. Desuden er modellen hydraulisk tilpasset, hvilket betyder, at broer over veje og vandløb, samt rørføringer af vandløb er fjernet, og at sluser er lukkede. Tilpasningen udføres, for at vandet i modellen bliver udstillet mere virkelighedstro. Der er anvendt to forskellige tilpasninger afhængig af, hvad modellen skal bruges til. DHM/Havstigninger er anvendt til oversvømmelser fra hav, mens DHM/Nedbør er anvendt til oversvømmelser fra vandløb.

De statistiske havvandsdata anvendt er fra den nyeste højvandsstatistik (KDI, 2018b). Statistikkerne er udarbejdet af Kystdirektoratet og opdateres hvert femte år. Statistikkerne baseres på havvandstandsdata, der er registreret indtil primo 2017, og som er målt på 67 stationer fordelt i hele landet. Måleserierne er fra minimum 15 år og op til over 130 års varighed. Dette datasæt anvendes som screeningsvandstande.

DHM/Havvand på Land viser, hvilke arealer der bliver oversvømmet ved en given havvandstand. Disse arealer har i beregningen en åben forbindelse til havet, og arealets højde ligger samtidig under den givne havvandstand. Der tages ikke højde for størrelsen af åbningen ud mod havet. Dermed giver datasættet ikke information om, hvor lang tid der går, før arealet vil blive oversvømmet efter, at den givne havvandstand er nået. Hver grid-værdi angiver det havniveau, der forårsager oversvømmelse af grid-cellen.

Vandløbstypologi er et datasæt, der inddeler vandløb i tre typologier afhængig af bredde, oplandsareal og afstand til kilden. Datasættet viser vandløbenes omtrentlige placering og deres typologi ved denne enkelte lokalitet. Datasættet er input til vandløbsmodellen, der beskrives i afsnit 5.1.3.

Vandføringsstatikken er udarbejdet af GEUS (2013) og indeholder statistik af vandføringen i vandløb i 250 punkter fordelt landet over. Dette datasæt er ligeledes input i vandløbsmodellen.

5.1.2 Beregning af oversvømmelse fra hav

For at kunne bestemme oversvømmelsen fra hav opdeles Danmark i 36 områder. Områdernes afgrænsning er bestemt på baggrund af forskellige faktorer som placering af vandstands-målere med statistik, højvandsstatistikken, geografiske, oceanografiske og hydrodynamiske forhold, samt vurderingen af at en hændelse vil kunne sammenlignes i disse områder. De anvendte områder ses i figur 5.1.

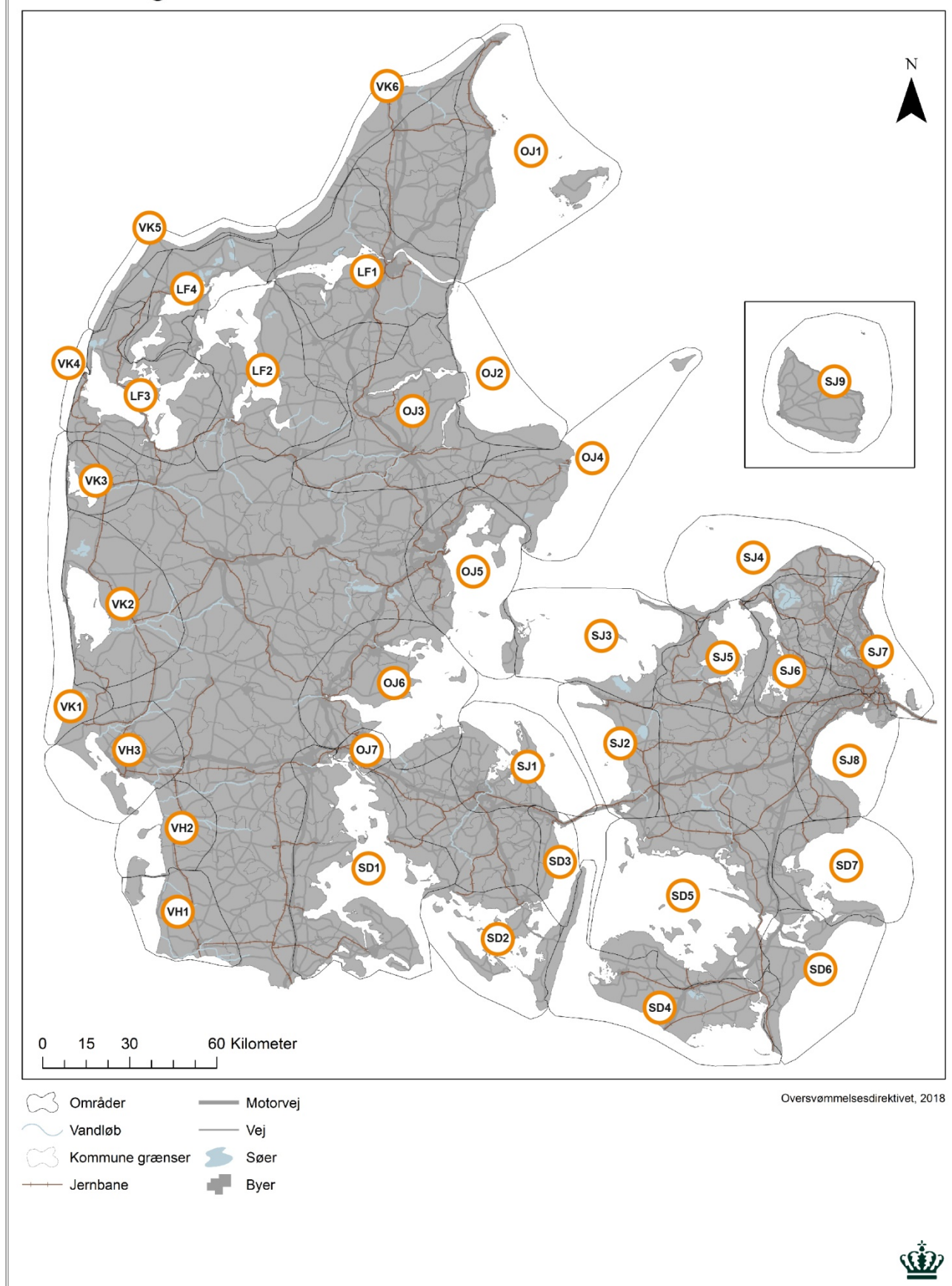
Hvert område indeholder mindst én vandstandsmåler, der er lavet statistik for i Højvandsstatistikken 2017 (KDI, 2018). Denne bruges til at vurdere den eller de statistiske 1000 års hændelser for området. Dertil identificeres de højest registrerede vandstande fra historiske ekstremhændelser i alle områderne. På baggrund af disse statistiske og historiske vandstande bestemmes hvilken vandstand, der skal anvendes til at beregne oversvømmelsen for hele området. Her anvendes den højeste af de statistiske og historiske vandstande. Dette betyder, at risikovurderingen for f.eks. en by kan blive foretaget på baggrund af en vandstand, der er højere end både den statistiske 1000 års hændelse for den konkrete by eller den højest registrerede vandstand i byen, hvis der et andet sted i det tilhørende område er vurderet en højere vandstand.

I de 36 områder beregnes oversvømmelsen på baggrund af de identificerede vandstande, Danmarks højdemodel og datasættet Havvand på land.

Af tabel 5.2 fremgår for områderne, om det er en statistisk hændelse eller en ekstremhændelse, der ligger til grund for fareberegningen i det enkelte område, samt hvilken vandstandsmåler de er målt ved. I de tilfælde hvor en historisk hændelse er valgt, er årstallet for hændelsen angivet.

Områderne er tildelt navnekoder baseret på deres geografiske tilhørssted; Vadehavet (VH), Vestkysten (VK), Limfjorden (LF), Østjylland (OJ), Syddanmark (SD) og Sjælland (SJ).

Inddeling af Danmark i 36 områder

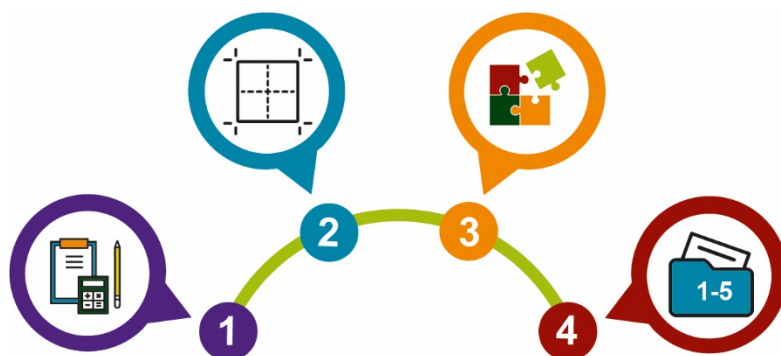


Figur 5.1: Inddeling af Danmark i 36 områder.

Tabel 5.2: De 36 områder med tilhørende vandstandsmåler, ekstremvandsstand anvendt til risiko-vurderingen samt om denne vandstand er en statistik eller historisk vandstand.

Fareområde	Vandstandsmåler	Ekstrem vandstand [cm]	Hændelse (evt. år)
VH1	Vidåslusen – Højer	517	Statistisk 1000 års hændelse
VH2	Ribe kammerluse flyder	537	Statistisk 1000 års hændelse
VH3	Esbjerg havn	480	1999
VK1	Hvide Sande havn	400	1999
VK2	Bork Havn	160	1999
VK3	Kloster havn	160	1999
VK4	Thyborøn havn	316	2005
VK5	Hanstholm havn	185	Statistisk 1000 års hændelse
VK6	Hirtshals havn	165	1985
LF1	Attrup	205	2005
LF2	Skive havn	219	Statistisk 1000 års hændelse
LF3	Lemvig havn	210	Statistisk 1000 års hændelse
LF4	Thisted havn	208	Statistisk 1000 års hændelse
OJ1	Frederikshavn havn	176	Statistisk 1000 års hændelse
OJ2	Hals	169	Statistisk 1000 års hændelse
OJ3	Randers havn	186	Statistisk 1000 års hændelse
OJ4	Grenå havn	186	Statistisk 1000 års hændelse
OJ5	Aarhus havn	180	2006
OJ6	Juelsminde havn	215	1872
OJ7	Fredericia havn	335	1872
SD1	Fynshav havn	335	1872
SD2	Fåborg havn	286	1872
SD3	Slipshavn	286	1872
SD4	Gedser havn	317	1872
SD5	Karrebæksminde	286	1872
SD6	Hesnæs havn	317	1872
SD7	Rødvig havn	317	1872
SJ1	Kerteminde havn	196	Statistisk 1000 års hændelse
SJ2	Kalundborg havn	180	2006
SJ3	Ballen havn	180	2006
SJ4	Hornbæk havn	204	Statistisk 1000 års hændelse
SJ5	Holbæk havn	204	Statistisk 1000 års hændelse
SJ6	Roskilde	206	2013 (Bodil)
SJ7	Københavns havn	174	Statistisk 1000 års hændelse
SJ8	Køge havn	286	1872
SJ9	Tejn havn	207	1872

I figur 5.2 vises processen for klargøring af havdata. Datasættet 'Havvand på land' viser ved hvilken vandstand en grid-celle bliver oversvømmet første gang under et stigende havniveau. Datasættet indeholder ikke oversvømmelsesdybder, hvilket skal anvendes i den videre proces. I trin 1 identificeres derfor først de områder i 'Havvand på land', der oversvømmes ved en given vandstand, jf. Tabel 5.2. De tilsvarende områder i højdemodellen identificeres, og oversvømmelsesdybderne trækkes ud. Dette udregnes i ArcMap. Vanddybderne er udregnet i et 0,4 m x 0,4 m grid, men eftersom screeningen foretages i et 100 m x 100 m grid, aggregeres datasættet, så grid-cellerne stemmer overens med det danske kvadratnet. Her anvendes gennemsnittet af vanddybden i 0,4 m cellerne til at fastlægge dybden i de større 100 m x 100 m grid-celler, hvilket er trin 2. I trin 3 samles alle 36 områder i en fil, hvorefter oversvømmelsesdybderne i trin 4 indkodes på en skala 1 – 5, som er vist i tabel 5.3.



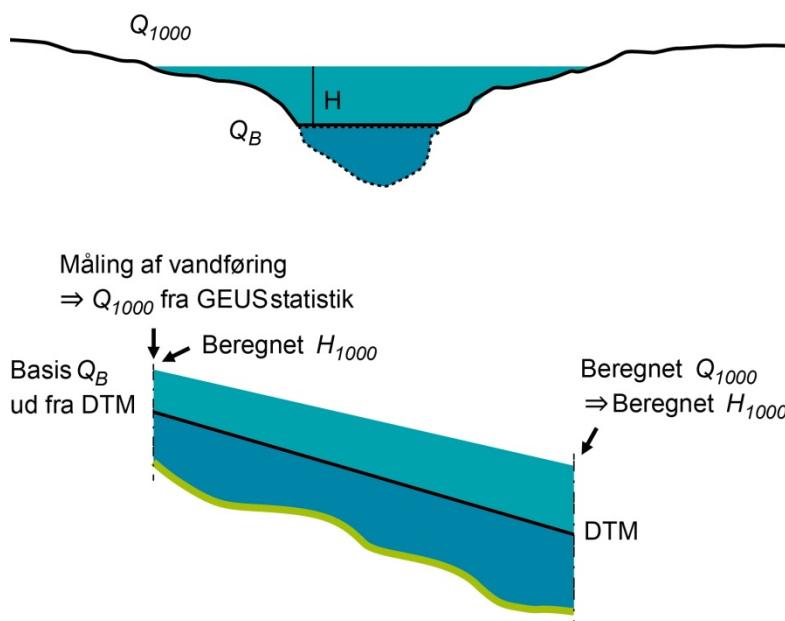
Figur 5.2: Procesdiagram for klargøring af havdata: (1) Beregning af vanddybder, (2) omformning til 100 m grid, (3) samle et nationalt datasæt af de 36 områder og (4) indkodering af data.

5.1.3 Beregning af oversvømmelse fra vandløb

Til dette arbejde har Kystdirektoratet i samarbejde med SCALGO og COWI udviklet en model til bestemmelse af oversvømmelse fra vandløb ved bestemte dybder, og der eksisterer nu et nationalt dækkende datasæt for oversvømmelse fra typologi 2 og 3 (se kapitel 4.2.3 og Bilag D) vandløb ved en 1000 års hændelse.

Oversvømmelse fra vandløb bestemmes med en stationær vandløbsmodel baseret på vandløbstværsnit genereret ud fra terrænmodellen. I disse vandløbstværsnit mangler den del af vandløbstværsnittet, som ligger under vandspejlskoten. Det antages derfor, at terrænmodellens vandspejlskote i vandløbet er et produkt af en "basisvandføring" på overflyvnings tidspunktet. På baggrund af overflyvnings tidspunkt er det fastlagt, hvilken statistisk kendt vandføring denne basisvandføring svarer til. I den stationære vandløbsmodel vil differencen mellem den ekstreme vandføring og basisvandføringen være den del af vandet, der skal regnes på i det tværsnit, som genereres ud fra terrænmodellen, som vist øverst i figur 5.3.

Beregningerne af vandstanden i vandløbet er foretaget under antagelse af "steady-state", der betyder at alt vand, der strømmer ind i et punkt langs vandløbet også strømmer ud igen. Der opmagasineres altså ikke vand undervejs i vandløbet. På denne måde er modellen stationær og giver ikke et tidsafhængigt resultat. Modellen estimerer den maksimale vandspejlshøjde ved den angivne konstante afstrømning samt udbredelsen af dette vand i det omkringliggende terræn. Der tages ikke højde for broer, rørunderføringer o.l. i modellen.



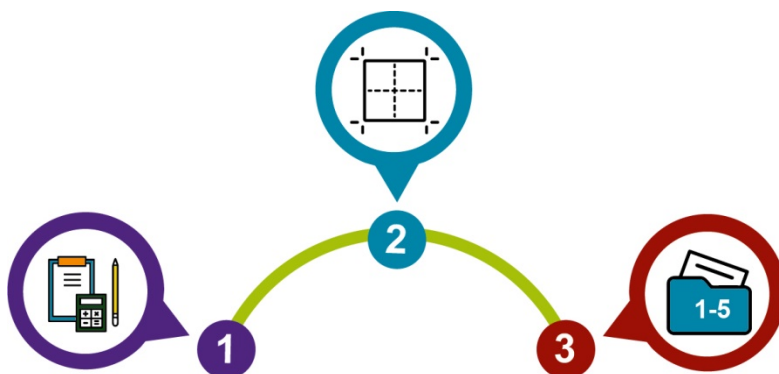
Figur 5.3: Opmålte terrænmodel (sort profil) repræsenterer vandspejlet på det tidspunkt, hvor modellen blev opmålt, hvor det mørkere blå areal svarer til vandføringen på opmålingstidspunktet, basisvandføringen (øverst) og princip for hvordan vandføring og vandstand bestemmes langs vandløbet (nederst).

Beregningerne af oversvømmelse fra vandløb er lavet på alle typologi 2 og 3 vandløb med udgangspunkt i GEUS' vandføringsstatistik fra 2013 (GEUS, 2013), og den arealspecifikke afstrømning er bestemt og anvendt i den videre beregning, som illustreret i nederst i figur 5.3. Typologi 1 vandløb inkluderes ikke i arbejdet, da det er vurderet, at disse små vandløb ikke kan forårsage en oversvømmelse, der giver potential væsentlig risiko.

I større områder, hvor vandet i vandløbene pumpes ud for at afvande marker, er pumpekapa-citeten indregnet. Vandløb, der ligger opstrøms for en pumpe, oversvømmes derfor mindre, end hvis de ikke var inkluderet. Det fremgår af SCALGO & COWI (2018) hvilke pumper, der er inkluderet i beregningen.

For yderligere information om modellen, anvendte manningstal og metadata på pumper o.l. henvises til SCALGOs rapporter (SCALGO & COWI, 2017 og SCALGO & COWI, 2018), der er tilgængelige via Kystdirektoratets hjemmeside. Metode 2A beskrevet i SCALGO & COWI (2017) er anvendt til den nationale oversvømmelsesberegning. SCALGO og COWI lavede kvalitetskontrol af modellen på baggrund af deres erfaringer. Dertil er modellen verificeret af Kystdirektoratet med de indmeldte oversvømmelser fra undersøgelsen beskrevet i kapitel 4.

Figur 5.4 illustrerer processen for klargøring af vandløbsdata. Oversvømmelse fra vandløb, udbredelse og dybde, bestemt i SCALGOs model leveres i samme opløsning som terrænmo-dellen i 0,4 m x 0,4 m grid. Data er gennemgået for ekstremdybder, der kan skyldes rørlagte vandløb (ikke synligt vandløb) eller uoverensstemmelser mellem data fra om vandløbenes placering bestemt i datasættet med typologien og terrænmodellen (se SCALGO & COWI, 2017). Det er vurderet at vandløbsoversvømmelsesdybder over 8 m ikke er realistiske, og disse er derfor ekskluderet fra datasættene. Ligeledes er data gennemgået for realistiske oversvømmelsesudbredelser. Alt dette gøres i trin 1. Efterfølgende er data aggregeret (trin 2) og indekseret (trin 3) efter samme metode som for oversvømmelse fra hav.



Figur 5.4: Procesdiagram for klargøring af vandløbsdata: (1) Beregning af vanddybder i et nationalt datasæt (ved SCALGO), (2) omformning til 100 m grid og (3) indeksering af data.

5.1.4 Vanddybder

Indekseringen af vanddybder for oversvømmelse fra hav og vandløb er foregået på baggrund af et histogram af det nationalt dækkende datasæt fra begge oversvømmelseskilder. Herved er det muligt at vurdere, hvordan inddelingen af vanddybder i et indeks 1 – 5 optimalt bør deles. At samle begge datasæt skaber dog en udfordring, da vanddybderne ved oversvømmelse fra vandløb er væsentligt lavere end ved oversvømmelse fra hav. Indekset er dog bestemt, så det passer bedst muligt til begge datasæt inspireret af den statistiske inddeling Natural Breaks, som er yderligere forklaret i afsnit 5.2.9. Kategori 1 begynder ved 0,1 m, da det antages, at værdierne bør kunne tåle 10 cm vand ved en ekstremhændelse. Indekseringen fremgår af tabel 5.3.

Tabel 5.3: Indeks af oversvømmelsesvanddybder baseret på histogram for vandløb- og havvandsdata.

Indeks	Vanddybder [m]	Farvelægning
1	0,1 - 0,3	
2	0,3 - 0,6	
3	0,6 - 0,9	
4	0,9 - 1,2	
5	> 1,2	

5.1.5 Usikkerheder og kritisk analyse af metode

Beregning af faren for oversvømmelse ved disse metoder afhænger i høj grad af, hvorvidt højdemodellen er præcis. Hvis der er fejl i højdemodellen, for eksempel at et dige er højere i virkeligheden end i højdemodellen, kan dette føre til en ændring i udbredelsen af oversvømmelsen, og i sidste ende ændre oversvømmelsesfaren. Dette gælder både fejl i den nuværende højdemodel og usikkerheden på landhævninger eller lokale sætninger. Endvidere tager metoden ikke højde for tidsfaktoren, at en høj vandstand ikke varer evigt. Derved kan faren overestimeres, hvilket særligt er gældende for flade områder.

5.1.6 Overlap mellem hav og vandløb

Ved udløb til hav er der identificeret et ofte forekommende problem i metoden, hvilket medfører en signifikant overestimering af vandstanden i vandløb. Dette skyldes, at basisvandføringen ved beregning af vandløbsoversvømmelserne ikke alene her beskriver vandstanden i vandløb, hvilket det gør opstrøms. Normalt vil en hændelse kunne simuleres ved at fratrække basisvandføringen og derefter lade vandet strømme ovenpå højdemodellen. I tilfælde ved udløb til hav påvirker indløb fra havet simuleringen, da indløbet udligner vandspejlet i vandløbet med relativt stillestående vand. Indløbet fra havet er ikke med i SCALGOs model. Derved

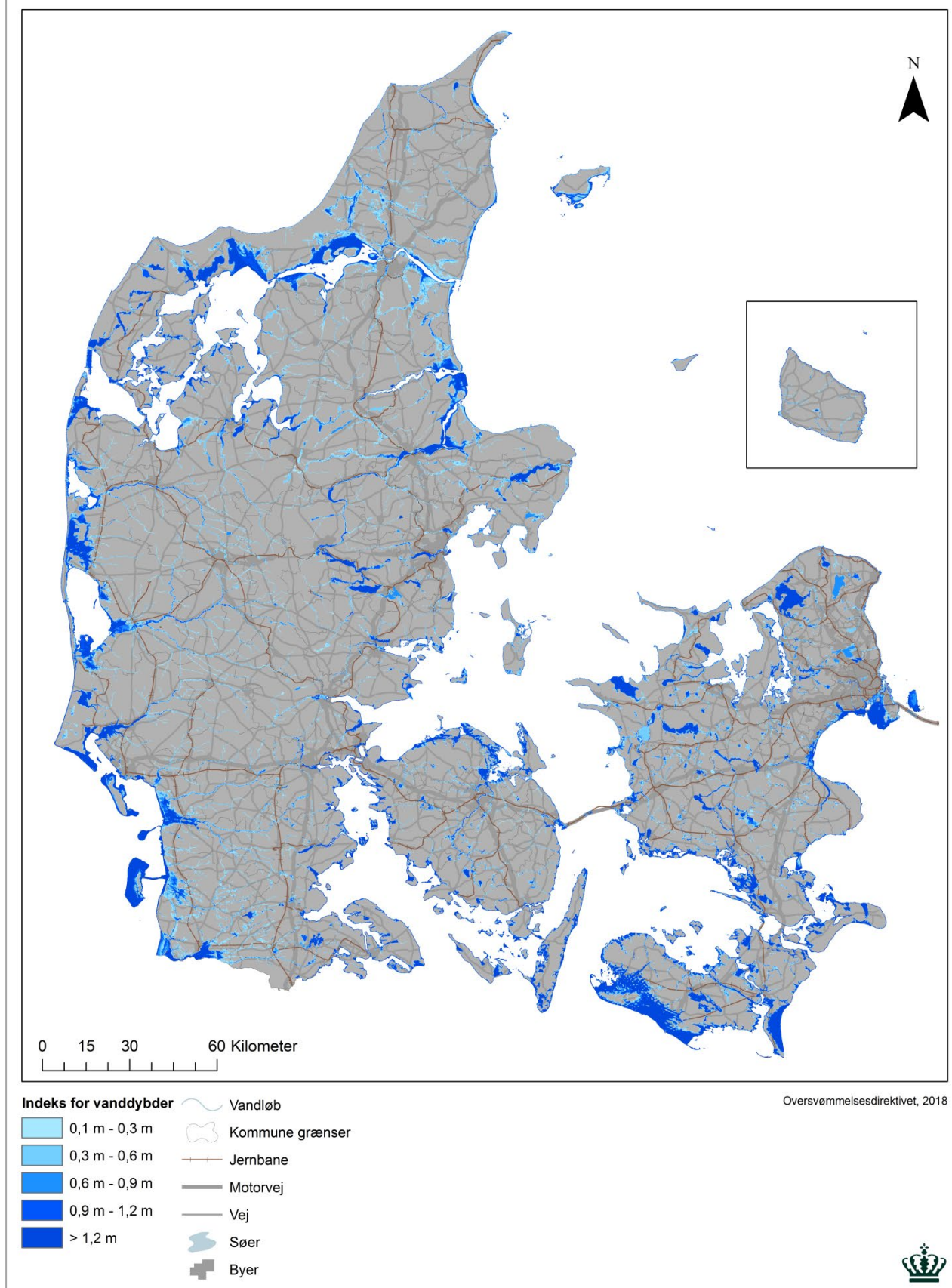
er indløbet fra hav medvirkende til en betragtelig overestimering af oversvømmelse fra vandløb nær havet. Derfor anvendes havdata udelukkende i områder, hvor de to oversvømmelseskilder overlapper grundet overestimeringen af vandstanden i vandløb.

5.1.7 Endelig farekort

Det endelige kort over faren for oversvømmelse fra hav og vandløb ses i figur 5.5. Kortet viser fareindekset, som repræsenterer vanddybden ved oversvømmelsen, jævnfør tabel 5.3. Oversvømmelsesgraden reflekterer, at tidsperspektivet ikke er inkluderet i beregningerne.

Det ses på farekortet i figur 5.5, at mange områder synes at være i fare for at blive oversvømmet. Det er vigtigt at huske, at der ikke tages højde for den tid vandet skal bruge på at udvide sig i terræn og at 'vand på land' metoden derfor kan overestimere udbredelsen betragteligt. Mange af områderne, der oversvømmes, er også naturlige vådområder, hvor påvirkningen af ekstremvandstande vil være minimale. Faren i sig selv siger ikke noget om, hvad risikoen for en oversvømmelse er. Det er derfor nødvendigt at identificere, hvad der kan beskadiges og hvordan. Dette vil blive gennemgået i det efterfølgende.

Fare for oversvømmelse ved en ekstremhændelse

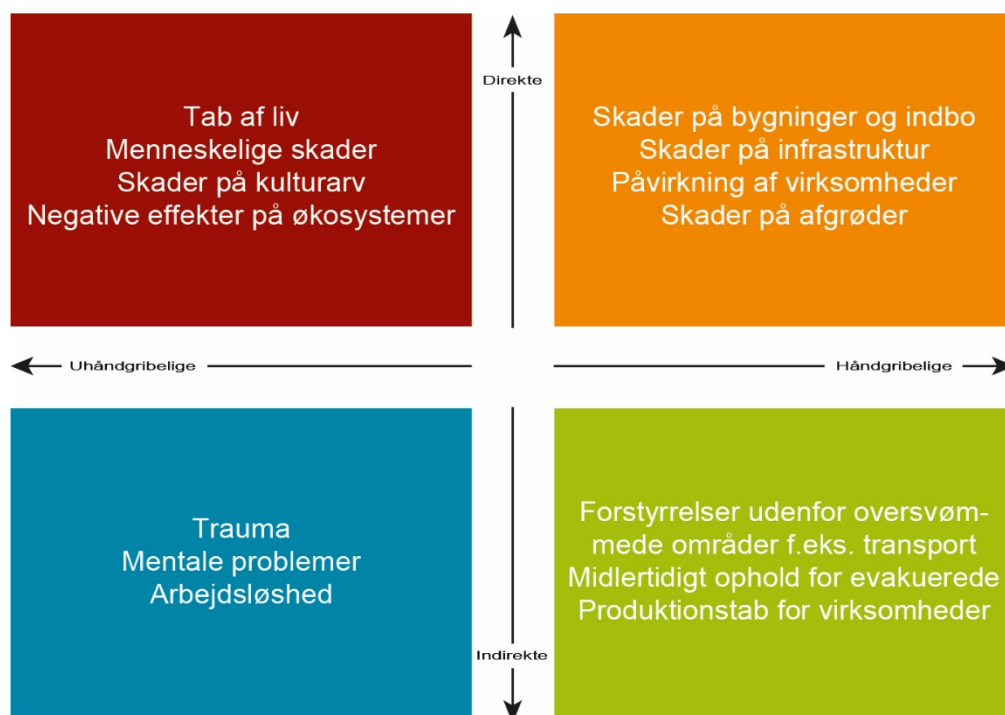


Figur 5.5: Farekort, der viser udbredelsen af oversvømmelse fra hav og vandløb, som følge af en 1000 års- eller historisk ekstremhændelse.

5.2 Sårbarhed

I dette kapitel beskrives, hvordan sårbarheden er bestemt i denne nationale risikovurdering. Sårbarheden er et begreb, der her dækker over de mulige konsekvenser, der er i et område, som er i fare for at blive oversvømmet. Sårbarhed kan inddeles i direkte og indirekte og videre i håndgribelige eller uhåndgribelige skader, se figur 5.6.

Direkte håndgribelige skader er typisk lette at værdisætte, mens indirekte uhåndgribelige skader typisk ikke kan gøres op i kroner, men eksempelvis kan beskrives ved et indeks. Der har ofte været fokus på de direkte skader, når potentielle skader skal afdækkes, da de er lette at arbejde med. I de fleste tilfælde sker der således ikke en inddragelse af de indirekte skader, fordi de ikke kan værdisættes, selvom de har stor betydning for den ramte befolkningsgruppe. Udover at dette medfører en underestimering af skader i forbindelse med oversvømmelser, betyder det også, at de risikoreducerende tiltag kan blive planlagt og implementeret på steder, hvor de ikke yder den maksimale reduktion af skadespotentialet.



Figur 5.6: Sårbarheder kan inddeles i direkte og indirekte samt håndgribelig eller uhåndgribelige skader.

I forbindelse med 1. plantrin under første planperiode af oversvømmelsesdirektivet blev risiko-områderne udvalgt på baggrund af den samlede bygningsværdi (> 2 milliarder kroner) og antallet af adresser (> 500 adresser). Udvælgelsen blev derfor taget på baggrund af få og direkte sårbarheder. Imidlertid fordrer Artikel 4 d i oversvømmelsesdirektivet, at vurderingen af oversvømmelsesrisikoen skal indeholde en *"vurdering af, hvilke skader fremtidige oversvømmelser vil kunne forårsage på menneskers sundhed, miljø, kulturarv og økonomiske aktiviteter,..."*.

I forbindelse med 1. plantrin i anden planperiode er det derfor valgt at inkludere en række sårbarheder, der bedre reflekterer sårbarheden i Danmark overfor oversvømmelse og er i overensstemmelse med direktivets tekst. Metoden der er valgt bygger på RISC-KIT konceptet, hvor sårbarheden bliver udregnet og kombineret i 100 m x 100 m grid-celler og angives som et indeks på en skala 1 – 5. Sårbarhederne der identificeres her er:

- Befolkning
- Arealanvendelse
- Kulturarv
- Infrastruktur
- Potentielt forurenende virksomheder
- Beredskab
- Kritisk Infrastruktur
- Økonomisk Aktivitet

De indsamlede datasæt er nationalt dækkende og er hentet fra en bred vifte af dataudbydere, hvilket kan ses i tabel 5.4.

Tabel 5.4: Årstal og oprindelse for datasæt til sårbarhedsanalysen.

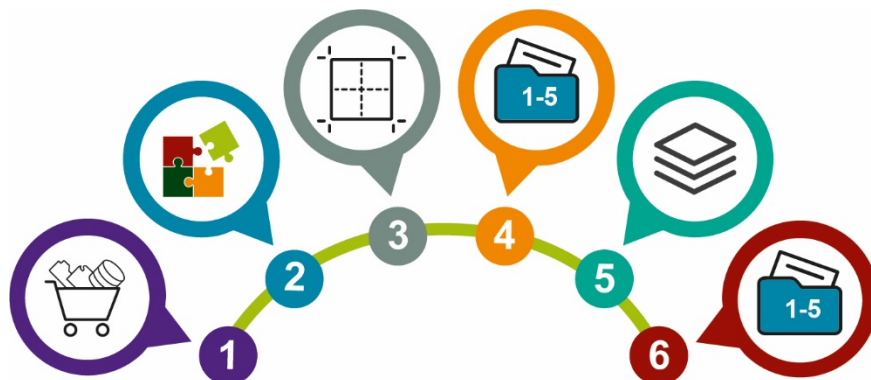
Sårbarhed	Udbyder	Datasæt	Årstal
Befolkningstæthed	Danmarks statistik	Natbefolkningen i 100x100m celler	Data modtaget 2017
Arealanvendelse	European Environmental Agency	CORINE Landcover	Data download 2017
Kulturarv	Slots- og Kulturstyrelsen	GIS datasæt Diverse Kulturarvsdata	Data modtaget 2017
Transport	Kortforsyningen	Kort10	Data download 2017
Potentielt forurenende virksomheder	Miljøstyrelsen (Digital MiljøAdministration, DMA)	Fra DMA databasen	Data download 2017
Beredskab	SDFE	GIS datasæt Hospitaler, politi, brandvæsen	Data modtaget 2015
	Beredskabsstyrelsen	GIS datasæt Beredskabscentre	Data modtaget 2017
Forsyning	Energi- og klimaministeriet	GIS datasæt – Energi-forsyning	Data download 2017
	GEUS National boringsdatabase (Jupiter)	Jupiter Databasen Diverse borer	Data download 2017
	Miljøstyrelsen	GIS datasæt – Renseanlæg etc	Data modtaget 2017
Økonomisk aktivitet	LIFA a/s	Access database – Adresse for virksomheder	Data modtaget 2017
	Virk	Access database Antal ansatte	Data modtaget 2017

Hver af de otte sårbarhedsindikatorer sidestilles i betydning således, at eksempelvis befolkningen ikke er vigtigere end risikovirksomheder (se tabel 5.13 for oversigt over alle sårbarheder). Hver sårbarhed indiceres individuelt i 5 kategorier; *Meget lav – Lav – Medium – Høj – Meget høj*. Indiceringen sikrer, at forskellige typer sårbarhed i samme kategori ikke antages at være lige betydende for, at samfundet fungerer. For eksempel antages det under *Kritisk infrastruktur* at vandværker, der forsyner mange husstande, har større betydning end et vandværk, der kun forsyner få husstande. Da screeningen er landsdækkende og skal kunne sammenlignes på tværs af landet, er det et krav, at data er ensartet og landsdækkende.

Hele analysen er foregået i ArcGIS software, hvorfor data skal kunne omsættes til punkter, polylinjer eller polygoner. De givne værdier for input data er herefter overført til de forskellige 100 meter celler i det danske kvadratnet. Analysen er foretaget ved at bruge raster format, hvorved beregningstiden er blevet nedsat sammenlignet med beregning i polygoner. I det følgende vil hver sårbarhed blive gennemgået, samt hvordan de er indekseret. Endvidere er

sårbarhederne illustreret på kort men ikke er relateret til faren endnu. Dette bliver gjort i risikoberegningen.

I figur 5.7 ses processen for hele sårbarhedsvurderingen. Under første trin indsamles nationalt dækkende datasæt, hvorefter disse datasæt i trin 2 grupperes i de otte sårbarhedskategorier. I trin 3 samles datasættene i grid, der stemmer overens med det danske kvadratnet. I trin 4 indekseres de forskellige sårbarheder, mens de i trin 5 samles til et nationalt sårbarhedsdatasæt, der til sidst igen indekseres i trin 6.



Figur 5.7: Processen for klargøring af sårbarhedsdata: (1) Indsamling af data, (2) gruppering af data, (3) omformning til 100 m grid, (4) indekseres i de enkelte kategorier, (5) de otte sårbarheder samles og (6) indekseres til en fælles 1 – 5 skala.

5.2.1 Befolkning



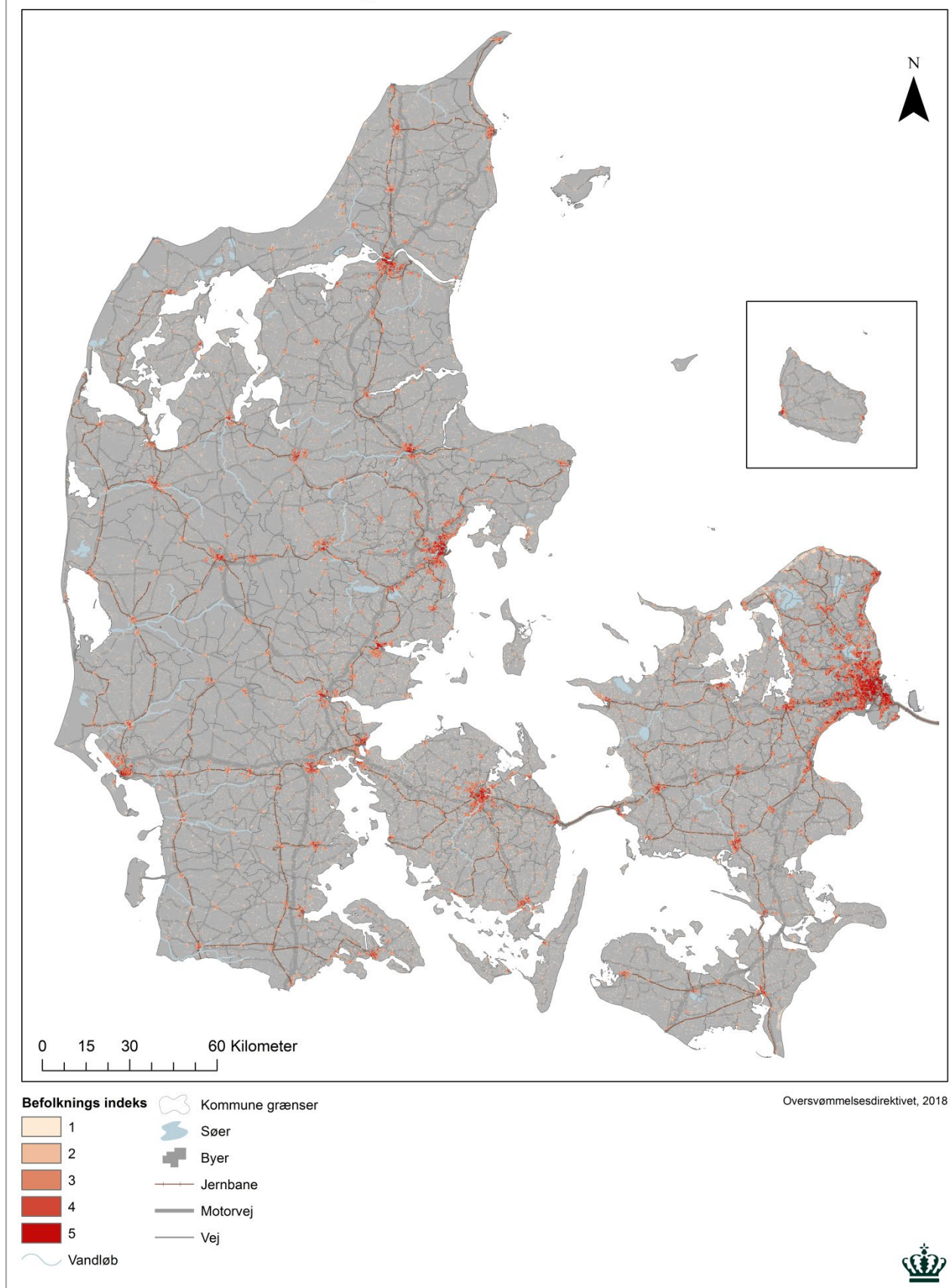
Befolkningen i oversvømmelsestruede områder er en vigtig sårbarhed at forholde sig til, da det overordnede formål med risikostyring er at kunne opretholde befolkningens dagligdag og forhindre mén og tab af liv som følge af oversvømmelse. Befolkningstæthed er derfor inkluderet for at karakterisere den sociale sårbarhed. Denne sårbarhedskategori dækker kun over antal af personer, der potentielt vil blive berørt af en oversvømmelse, og forholder sig ikke mén, hverken fysiske eller psykiske. Analysen tager ydermere ikke højde for potentielle tab af liv, men definerer at områder med stor befolkningstæthed vil have en større sårbarhed end områder med lavere befolkningstæthed.

Data er anskaffet hos Danmarks Statistik og viser natbefolkningen i 100 meter celler ud fra den nedenstående fordeling vist i tabel 5.5. Ved natbefolkningen forstås det antal mennesker, der statistisk er i en celle om natten og reflekterer herved, hvor mange beboere der er i hver celle. Data for dagbefolkningen viser, hvor befolkningen er om dagen og herved de forskellige arbejdspladser/virksomheder. Dette datasæt er ikke inkluderet. Datasættet for hele landet ses i figur 5.8.

Tabel 5.5: Indeks af befolkningen som funktion af befolkningstætheden.

Sårbarhed	Indeks	Befolkningstætheden
Meget lav	1	≤ 10
Lav	2	11 - 20
Medium	3	21 - 30
Høj	4	31 - 40
Meget høj	5	> 40

Sårbarhed, Befolkning



Figur 5.8: Befolkningsindeks for Danmark. Fordelingen reflekterer en højere koncentration i byerne og i mindre grad i landområderne.

5.2.2 Arealanvendelse



Arealanvendelse beskriver, hvordan forskellige områder i Danmark anvendes og er herigen- nem en indikator for sårbarheden for forskellige dele af landet. Set ud fra et menneskeligt og økonomisk perspektiv vil oversvømmelse af byområder påvirke samfundet mest, mens natur- områder udgør en mindre sårbarhed. Når det kommer til herlighedsværdi vil denne forskel udjævnes. En betragtning som herlighedsværdien er ikke foretaget her, og skadespotentialet for arealanvendelsen er derfor inddelt i tre kategorier; bebyggede områder, landbrugsland samt afgrøder, øvrige områder som vist i tabel 5.6. Inddelingen er i tråd med det foreslåede i RISC-KIT.

Det landsdækkende datasæt anvendt i screeningen stammer fra det europæiske CORINE landcover, som er identisk med Geodanmarks KORT10 og er beskrevet i Bilag E. De neden- stående klassificeringer er defineret i datasættet. Udbredelsen af de forskellige typer arealan- vendelse er angivet ved polygoner. Arealanvendelsen for Danmark ses i figur 5.9.

Sommerhusarealer er i CORINE datasættet klassificeret som naturområder og ikke under bebyggede områder.

Tabel 5.6: Indeks af arealanvendelse som funktion af brugen af de forskellige områder.

Sårbarhed	Indeks	Arealanvendelse
Meget lav	1	Øvrige områder
Lav	2	-
Medium	3	Landbrugsland/afgrøder og mineudgravninger
Høj	4	-
Meget høj	5	Bebyggede områder

Sårbarhed, Arealanvendelse



Figur 5.9: Arealanvendelse i Danmark. Byområder har som beskrevet den højeste sårbarhed, landbrugsområder en medium sårbarhed, mens øvrige områder har meget lav sårbarhed.

5.2.3 Kulturarv



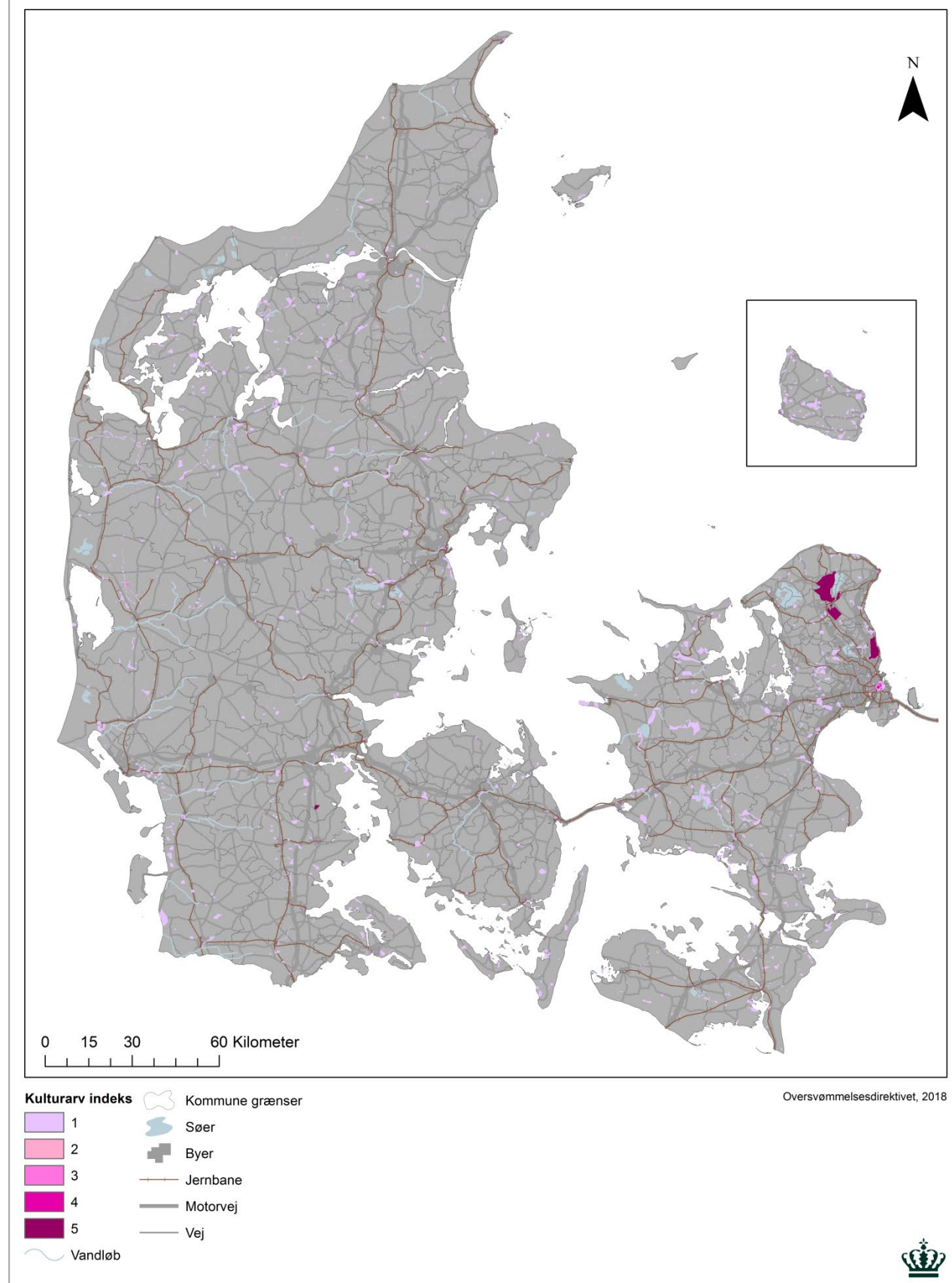
Kulturarv har stor social og økonomisk betydning. På den ene side medvirker kulturarven til, at vi kan identificere os som et fælles samfund, og på den anden side har kulturarv stor betydning for turismen og genererer på den baggrund økonomisk vækst i samfundet. Skader på kulturarv er svære at kvantificere økonomisk, men kan beskrives ved at tage deres kulturelle betydning i betragtning.

I forbindelse med udarbejdelse af risikokortlægningen i første planperiode (2. plantrin, første planperiode i 2012-2013) udarbejdede Slots- og Kulturstyrelsen sammen med NIRAS en metode til at kvantificere en oversvømmelses påvirkning på kulturarv samt hvilke typer kulturarv, der var vigtige at beskytte ift. til oversvømmelse (NIRAS, 2012). Denne metode sammenholdt med input fra Slots- og Kulturstyrelsen er anvendt til at indicere forskellige typer kulturarvs sårbarhed overfor oversvømmelse. I data er der angivet et indeks for fredede fortidsminder (punkter og arealer) samt fredede bygninger. Dette er anvendt som kategorisering. Inddelingen fremgår af tabel 5.7 og figur 5.10 angiver fordelingen i Danmark. Data er både i form af punkter og polygoner.

Tabel 5.7: Indeks af kulturarv som funktion af den relative sårbarhed forskellige typer kulturarv potentielt har overfor oversvømmelse

Sårbarhed	Indeks	Kulturarv
Meget lav	1	Fredede fortidsminder og arealer (kat.0) Fredede bygninger (kat. 8, 9 og andet) Kirke- og begravelsesområder Kulturarvsarealer
Lav	2	Fredede fortidsminder og arealer (kat.1) Fredede bygninger (kat. 5, 6 og 7)
Medium	3	Kirker Fredede fortidsminder og arealer (kat.2) Fredede bygninger (kat. 2, 3 og 4)
Høj	4	Fredede fortidsminder og arealer (kat.4) Fredede bygninger (kat. 0 og 1)
Meget høj	5	World UNESCO

Sårbarhed, Kulturarv



Figur 5.10: Fordelingen af kulturarv i Danmark. Kulturarv er jævnt fordelt ud over landet.

5.2.4 Infrastruktur



Infrastrukturen er af stor betydning både i forbindelse med at opretholde et funktionelt beredskab og hermed menneskers sundhed og i forbindelse med at opretholde en normal dagligdag for befolkningen og erhvervslivet. Skader på infrastruktur kan, som for kulturarv, være svære at kvantificere. Dels vil der kunne forekomme direkte skader som følge af vandets strømning hen over belægningen, dels vil der være omkostninger ved oprydning. Dertil kan der være indirekte økonomiske skader som følge af lukkede veje og heraf følgende omkørsler. Inddelingen af infrastruktur er gjort på baggrund af RISC-KIT og ses i tabel 5.8. figur 5.11 angiver fordelingen af infrastruktur i Danmark.

Data om infrastruktur er hentet fra Kortforsyningen. Enkelte lufthavne er efterfølgende manuelt indtegnet. I forbindelse med denne screening inkluderer infrastrukturen forskellige vejtyper, stationer, havne og lufthavne. Vejstrækninger og jernbanestrækninger er repræsenteret ved polylinier, mens havnearealer og lufthavne er angivet ved polygoner.

Tabel 5.8: Indeks af infrastruktur som funktion af den relative sårbarhed forskellige typer infrastruktur potentielt har overfor oversvømmelse.

Sårbarhed	Indeks	Infrastruktur
Meget lav	1	Lokale veje Jernbanestationer
Lav	2	By- og regionale veje Fritidslufthavne
Medium	3	Nationale hovedveje
Høj	4	Jernbaner Statslige motorveje Nationale lufthavne Færgeforbindelser og havne
Meget høj	5	Internationale lufthavne

Sårbarhed, Infrastruktur



Figur 5.11: Fordelingen af infrastruktur i Danmark. Denne sårbarhed har en højere koncentration i mere tætbefolkede områder, men er ellers fordelt ud over landet.

5.2.5 Potentielt forurenende virksomheder



Seveso udpegede risikovirksomheder⁵ og virksomheder med potentiale for at forurene omkringliggende områder vil kunne have store konsekvenser for det omkringliggende miljø og for menneskers sundhed, hvis disse oversvømmes. Det er derfor vigtigt at inkludere disse i den nationale risikovurdering. Der er i dette arbejde ikke taget højde for om virksomhederne allerede har implementeret foranstaltninger, der modvirker oversvømmelse.

Alle de potentielt forurenende virksomheder er repræsenteret ved et punkt, der specificerer adressepunktet for virksomheden. Disse punkter er i nogle tilfælde manuelt geokodet. Under udviklingen af metoden blev det klart, at konvertering af adressepunktet ind i ét grid ikke repræsenterer den reelle sårbarhed, da påvirkningen fra virksomheder kan have en større arealmæssig udbredelse. For at imødegå denne usikkerhed antages det, at forureningen vil udbredes i en radius på 500 meter fra adressepunktet. Under en reel oversvømmelse vil udbredelse af en forurening kunne blive større og følge vandets udbredelse, men kan ikke afdækkes i denne nationale analyse. I inddelingen af de potentielt forurenende virksomheder skelnes der mellem forskellige typer:

- Dominoudpegede Seveso risikovirksomheder.
- Kolonne 3 Seveso risikovirksomheder samt kemisk industri (listepunkt 4), oplag af flydende stoffer (listepunkt D201), bortskaffelse og nyttiggørelse af farligt affald, oplag af farligt affald og deponeringsanlæg (listepunkt 5.1, 5.5 og 5.4).
- Kolonne 2 Seveso risikovirksomheder samt kemisk industri og olieoplag (listepunkt D210 og C201) og energianlæg (listepunkt 1.1 a og 1.1 b).

Endvidere antages der i inddelingen af potentielt forurenende virksomheder, at der vil forekomme en større sårbarhed, hvis virksomhederne er placeret tæt. Indekset er angivet i tabel 5.9 og fordelingen i Danmark fremgår af figur 5.12.

Indekset for virksomhederne i denne kategori er blevet udarbejdet i samarbejde med Miljøstyrelsen. Data er hentet fra dma.mst.dk med vejledning fra Miljøstyrelsen og eller geokodet på baggrund af adresse. Data er indlæst som et punkt, men er ændret til en udbredelse.

⁵ Seveso udpegede risikovirksomheder inddeles i to kategorier; kolonne 2 og kolonne 3. Det er stoffernes anvendelse eller den oplagrede mængde, der afgør, hvilken kategori en risikovirksomhed falder under. Kolonne 3 virksomheder anvender eller har oplag af den største mængde farlige stoffer.

Godkendelsespligtige listevirksomheder er defineret i BEK nr 1458 af 12. december 2017, *Bekendtgørelse om godkendelse af listevirksomheder*.

Tabel 5.9: Indeks af potentielt forurenende virksomheder, som funktion af typen af risiko de udgør i forhold til en potentiel oversvømmelse.

Sårbarhed	Indeks	Potentielt forurenende virksomheder
Meget lav	1	Kystnære deponier (forurening)
Lav	2	Kolonne 2 risikovirksomheder Listepunkt D210 & C201 (kemisk industri og olieoplag) Listepunkt 1.1a & 1.1b (energianlæg)
Medium	3	Kolonne 2, listepunkt D210 & C201 og listepunkt 1.1a & 1.1b virksomheder med mindre end 100 m mellem virksomhederne
Høj	4	Kolonne 3 risikovirksomheder Listepunkt 4 (kemisk industri) Listepunkt D201 (oplag af flydende stoffer) Listepunkt 5.1, 5.4 & 5.5 (bortskaffelse, nyttiggørelse og oplag af farligt affald og deponeringsanlæg)
Meget høj	5	Domino udpegede virksomheder

Sårbarhed, Potentielt forurenende virksomheder



Figur 5.12: Fordelingen af potentielt forurenende virksomheder i Danmark. Disse findes i hele landet, dog med en vis overvægt i større byer.

5.2.6 Beredskab



Beredskab er en afgørende faktor for at imødegå de negative konsekvenser i forbindelse med oversvømmelse. Beredskabet har betydning for at anvende mobile løsninger, der vil kunne nedsætte skadesomfanget, og i forbindelse med evakuering og behandling af tilskadekomne. Der er derfor behov for at vide, hvor politistationer, brandvæsen, hospitaler samt lokale og nationale beredskaber befinder sig. Under udvikling af metoden blev det klart, at flere af elementerne i denne kategori dækker store arealer for eksempel sygehuse, ligesom de har brug for frie adgangsveje for at kunne fungere operationelt optimalt. Elementerne i denne kategori er derfor blevet givet en større udbredelse end blot en grid-celle.

Der tages i indekseringen udelukkende højde for, hvor de forskellige beredskaber kan findes i Danmark, og ikke om de har beredskabsplaner, der konkret vil nedsætte risikoen for oversvømmelse. Afdækning af om der findes beredskabsplaner for oversvømmelse ville kunne blive inddraget i de udpegede områder, da det kræver større lokal viden. Inddelingen fremgår af tabel 5.10 og kan ses i figur 5.13.

Data er modtaget fra Beredskabsstyrelsen og SDFE. Data optræder både som punkter og som polygoner. Data dækker brandvæsen, hospitaler, politistationer samt nationale og lokale beredskabscentre.

Tabel 5.10: Indeks af beredskab som funktion af vigtigheden i forbindelse med oversvømmelse.

Sårbarhed	Indeks	Beredskab
Meget lav	1	-
Lav	2	Rigspolitiet
Medium	3	Politi
Høj	4	Brandvæsen Nationale beredskabscentre
Meget høj	5	Hospitaler Lokale beredskabscentre

Sårbarhed, Beredskab



Figur 5.13: Fordelingen af beredskaber og hospitaler på tværs af Danmark. Igen ses der både beredskaber og hospitaler fordelt ud over hele Danmark. Frekvensen er dog højere i tæt befolkede områder.

5.2.7 Kritisk Infrastruktur



Kritisk infrastruktur skal forstås som bygninger eller installationer, der er væsentlige for, at samfundet kan blive ved med at fungere på trods af en oversvømmelse. Kritisk infrastruktur inkluderer her: grundvands- og vandværksboringer, vandværker, el- og varmegværker samt telekommunikation.

Kritisk infrastruktur er generelt sårbart overfor oversvømmelse. Det er vigtigt, at analysere betydningen af oversvømmelse som følge af direkte skader og efterfølgende kaskadeeffekter en skade kan have. Eksempelvis vil nedbrud af et elværk have betydning for elværket og i stor udstrækning også for kunderne og vil kunne resultere i markante økonomiske tab. Derfor bør ejere af kritisk infrastruktur udvikle langsigtet strategisk beskyttelse. Fordelingen fremgår af tabel 5.11 og kan ses i figur 5.14.

Data i denne kategori er på baggrund af diversiteten hentet fra en række forskellige kilder. Vandværksboringer og vandværker kommer fra Jupiter databasen hos GEUS. ICT (telemaster) kommer fra KORT10, mens el- og varmegværker kommer fra oplysninger hos Energi- og Klimaministeriet.

Der er ikke inkluderet et datasæt på transformerstationer eftersom det tilgængelige datasæt ikke var landsdækkende. Det er ønsket at inkludere dette i den efterfølgende kortlægning.

Tabel 5.11: Indeks af kritiskinfrastruktur

Sårbarhed	Indeks	Kritisk Infrastruktur
Meget lav	1	Vandværksboring Vandforsyningsboring Mindre vandværk 1 - 2 husholdninger
Lav	2	Telemaster Erhvervsværker Vandforsyningsanlæg Alment vandværk
Medium	3	Decentraliseret varmegværk Vandkraft Erhverv vandværk
Høj	4	Vandrensning Varmegværk distrikt
Meget høj	5	Centraliserede kraft varmegværker

Sårbarhed, Kritisk Infrastruktur



Figur 5.14: Kritisk infrastruktur i Danmark er fordelt ud over hele landet og er ikke afhængig af, hvor befolkningen er størst.

5.2.8 Økonomisk Aktivitet



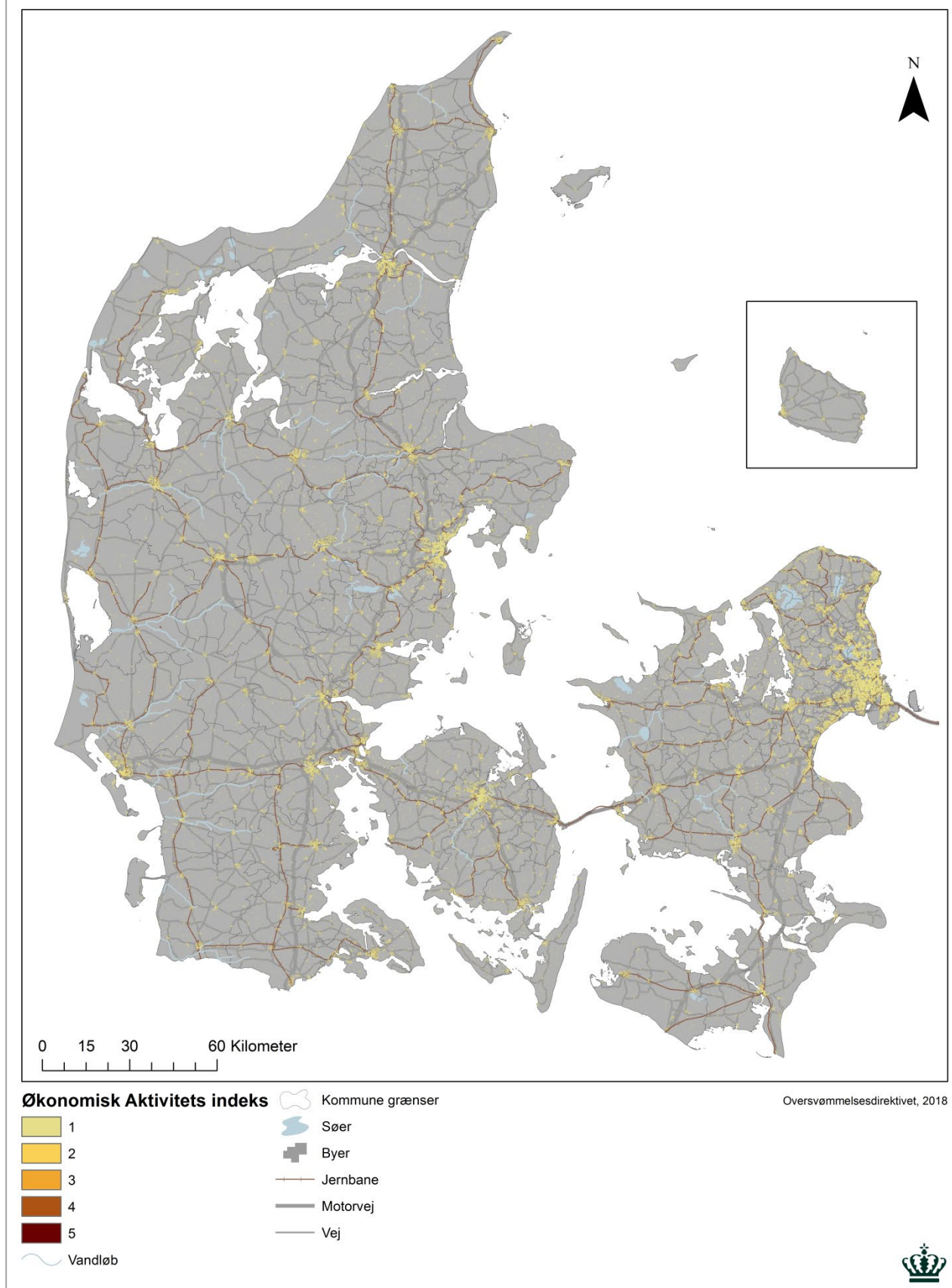
Den økonomiske aktivitet er baseret på antallet af ansatte i en given virksomhed. Inddelingen bygger på den inddeling, Virk og fagforeningerne angiver på baggrund af antal ansatte. Økonomisk aktivitet er en vigtig parameter for samfundet og udviklingen på både lokalt, regionalt og nationalt niveau. Endvidere er økonomisk aktivitet et fokusområde i oversvømmelsesdirektivet og er derfor medtaget her. Fordelingen kan ses af tabel 5.12 og fremgår af figur 5.15.

Antallet af ansatte pr. virksomhed er hentet hos virk, der er en digital indgang for virksomhederne til det offentlige. Her er det muligt gennem Det Centrale Virksomhedsregister (CVR) at finde informationen om antal ansatte. Ved at forbinde disse oplysninger med virksomhedens juridiske og/eller produktionsmæssige placering er det muligt at identificere virksomheder, der er i fare for oversvømmelse. Landinspektørfirmaet LIFA a/s har kombineret adressen med antallet af ansatte.

Tabel 5.12: Indeks på økonomisk aktivitet som funktion af antallet af ansatte.

Sårbarhed	Indeks	Økonomisk Aktivitet
Meget lav	1	Ikke angivet
Lav	2	1 - 9
Medium	3	10 - 49
Høj	4	50 - 499
Meget høj	5	> 500

Sårbarhed, Økonomisk Aktivitet



Figur 5.15: Fordelingen af økonomisk aktivitet på tværs af landet. Det fremgår, at der er større økonomisk aktivitet i byer.

Tabel 5.13: Samlet oversigt over sårbarhedskategorierne og deres indbyrdes indeks.

Sårbarhed	Indeks	Befolknings- tæthed	Areal anvendelse	Kulturarv	Infrastruktur	Potentielt forenende Virksomheder	Beredskab	Kritisk Infrastruktur	Økonomisk Aktivitet
Meget lav	1	< 10	Øvrige områder	Fredede fortidsminder og arealer (kat.0) Fredede bygninger (kat. 8, 9 og andet) Kirke- og begravelsesområder Kulturarvsarealer	Lokale veje Jernbanestationer	Kystnære deponier (forurening)	-	Vandværksboring Vandforsyningsboring Mindre vandværk 1 - 2 husholdninger	Ikke angivet
Lav	2	10 - 20	-	Fredede fortidsminder og arealer (kat.1) Fredede bygninger (kat. 5, 6 og 7)	By- og regionale veje Fritidslufthavne	Kolonne 2 risikovirksomheder Listepunkt D210 & C201 (kemisk industri og olieoplæg) Listepunkt 1.1a & 1.1b (energianlæg)	Rigspolitiet	Telemaster Erhvervsværker Vandforsyningsanlæg Alment vandværk	1 - 9
Medium	3	21 - 30	Landbrugsland, afgrøder og mineudgravninger	Kirker Fredede fortidsminder og arealer (kat.2) Fredede bygninger (kat. 2, 3 og 4)	Nationale hovedveje	Kolonne 2, listepunkt D210 & C201 og li- stepunkt 1.1a & 1.1b virksomheder med mindre end 100 m mellem virksomhederne	Politi	Decentraliseret var- meværk Vandkraft Erhverv vandværk	10 - 49
Høj	4	31 - 40	-	Fredede fortidsminder og arealer (kat.4) Fredede bygninger (kat. 0 og 1)	Jernbaner Statslige motorveje Nationale lufthavne Færgeforbindelser og havne	Kolonne 3 risikovirksomheder Listepunkt 4 (kemisk industri) Listepunkt D201 (oplæg af flydende stoffer) Listepunkt 5.1, 5.4 & 5.5 (bortskaffelse, nyttig- gørelse og oplæg af farligt affald og deponer- ingsanlæg)	Brandvæsen Beredskabsstyrels- ens centre	Vandrensning Varmeværk distrikt	50 - 499
Meget høj	5	> 40	Bebyggede områder	World UNESCO	Internationale lufthavne	Domino udpegede virksomheder	Hospitaler Kommunale redning- beredskaber	Centraliserede kraft varmeværker	> 500

5.2.9 Samlet sårbarhedsindeks

Det samlede sårbarhedsindeks integrerer de forskellige sårbarheder således, at forskellige vigtige samfundsmæssige sektorer bliver inkluderet i analysen. Fordelen ved den indeksbase-rede analyse er, at det netop gør det muligt at kombinere sårbarheder, der ikke kan gøres op i tab i kroner med håndgribelige tab. Dette blev efterspurgt i høringen i forbindelse med 1. plan-trin i første planperiode.

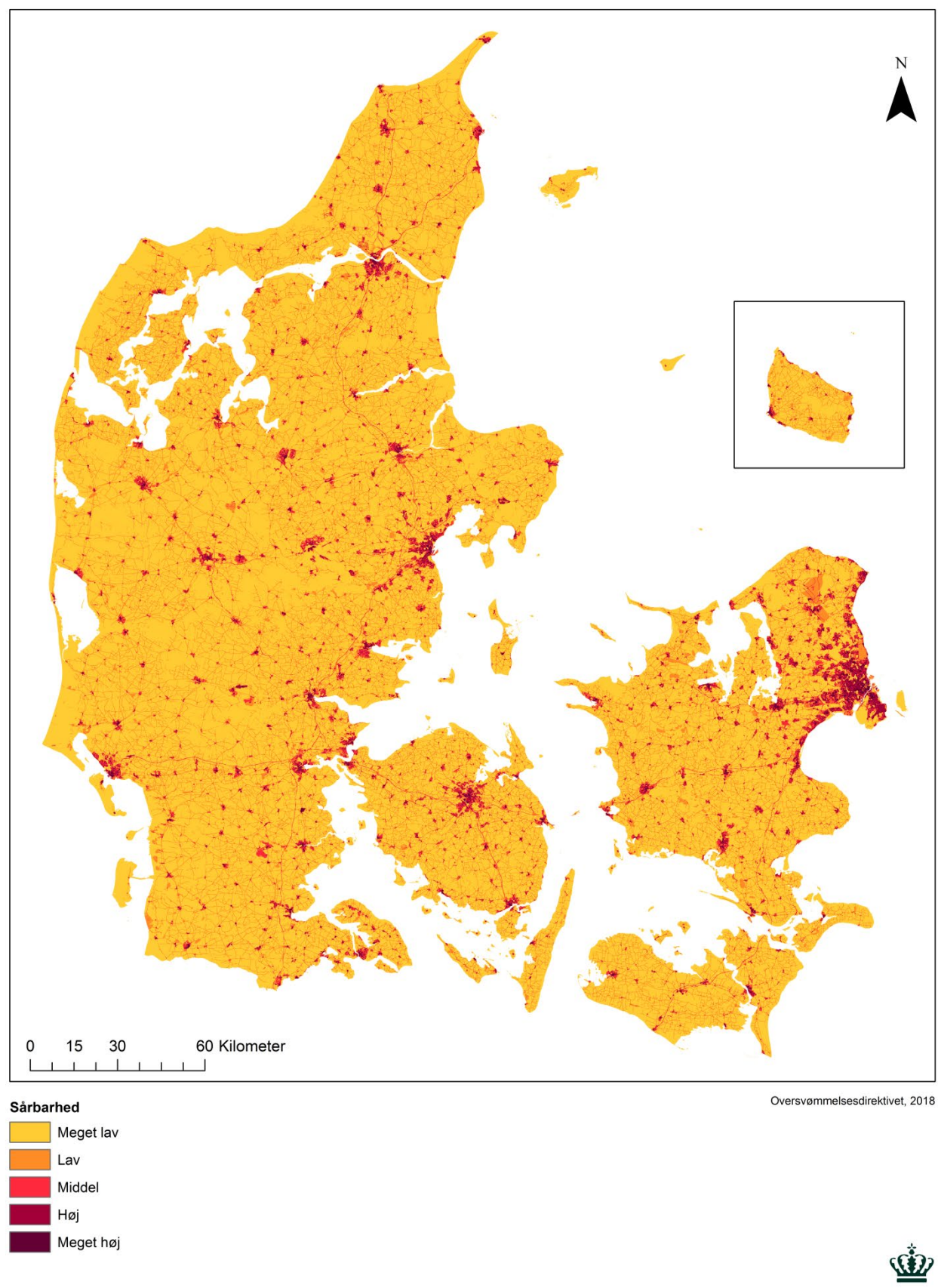
Det samlede sårbarhedsindeks er udregnet ved at addere den højeste sårbarhed indenfor hver kategori, der optræder i en celle. Dette skaber en national landsdækkende fordeling af sårbarheder. Den totale sårbarhed i grid-cellerne for hele Danmark ligger mellem 1 og 23. Sårbarhederne inddeles i en skala fra 1 – 5 ved en statistisk inddeling, som beskriver om den samlede sårbarhed er *Meget lav*, *Lav*, *Middel*, *Høj* eller *Meget høj*. Her er brugt Natural Breaks, som er en algoritmisk metode til klassificering af data, og er en del af ESRI ArcMap softwaren. Metoden bygger grundlæggende på at inddele data i de naturlige grupperinger, der er i datasættet.

Tabel 5.14: Klassifikationen af sårbarheden gående fra *Meget lav* til *Meget høj* og tilhørende farve-koder

Indeks	Samlet sårbarhedsindeks	Sårbarhed	Farvelægning
1	1-3	Meget lav	
2	4-6	Lav	
3	7-9	Middel	
4	10-12	Høj	
5	13-30	Meget høj	

Det samlede nationale sårbarhedsindeks ses i tabel 5.14. Ud fra det samlede sårbarhedskort, som er vist i figur 5.16, ses en varierende sårbarhed på tværs af landet. Overordnet er det byområderne, der træder tydeligst frem med største koncentration af befolkning, infrastruktur, økonomisk aktivitet og til dels beredskab og virksomheder med risiko for at påvirke det omgi-vende miljø. Kulturarv og kritisk infrastruktur er mere spredt i landet. Som for faren gælder det, at sårbarheden i sig selv ikke siger noget om risikoen. Risikoen vil kun findes i de områder, der både oversvømmes og som har en sårbarhed.

Samlet sårbarhed



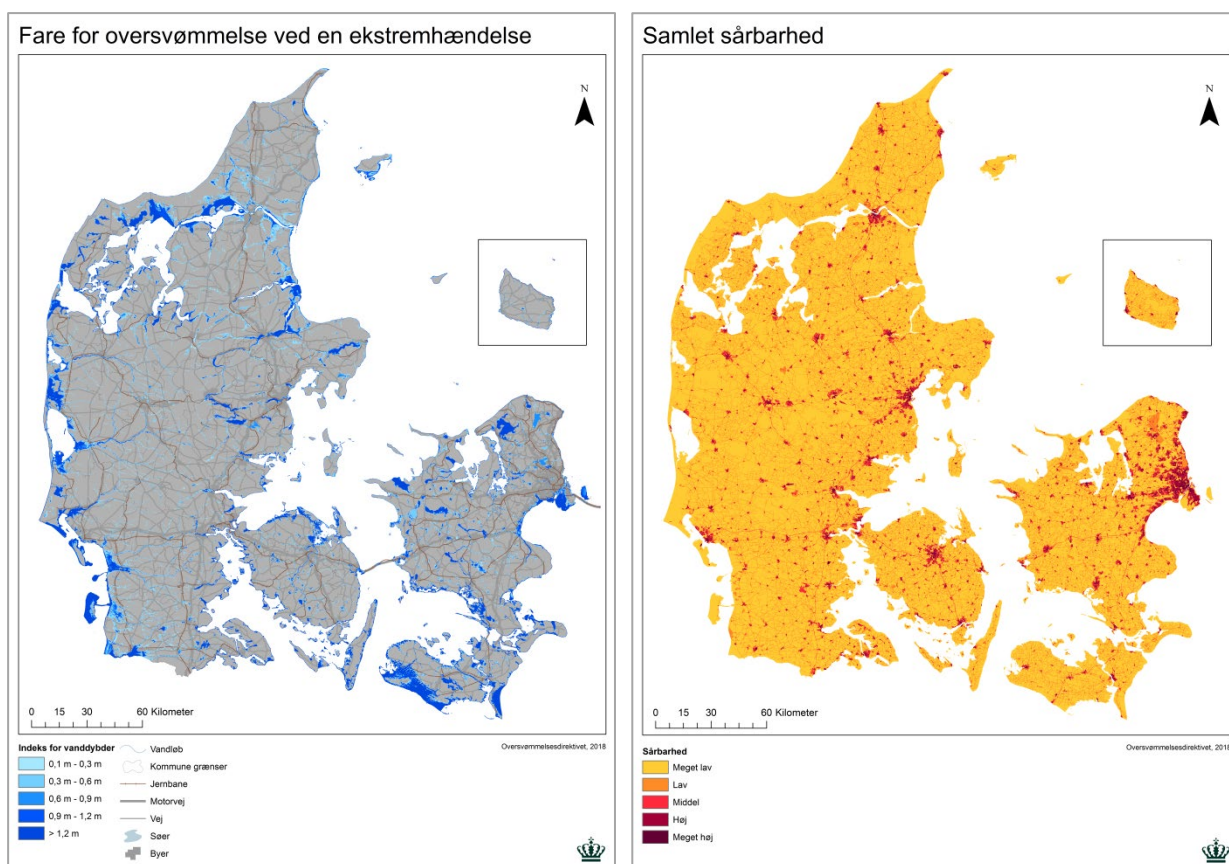
Figur 5.16: Det samlede nationale sårbarhedskort.

5.3 Risiko

For at beregne risikoen skal faren kombineres med sårbarheden. Fra faremodelleringen er udstrækningen af oversvømmelse kendt, ligesom dybden er kendt som en gennemsnitsværdi indenfor en 100 m x 100 m grid-celle. Selve metoden bygger på tidligere arbejde i Kystdirektoratet (første planperiode af oversvømmelsesdirektivet og Kystanalysen). Sårbarhedsanalyse er udført for hele landet, men der fås kun en risikoværdi i de grid-celler, hvor der er en oversvømmelse, hvilket fremgår af figur 5.17 og figur 5.18.

Risikoen beregnes efter nedenstående formel, hvor den indekserede fare multipliceres med sårbarhedsindekset.

$$\text{Risiko} = \text{Sårbarhed} \times \text{Fare}$$



Figur 5.17: Kombinationen af faren (til venstre) og sårbarheden (til højre) giver områder med en risiko. Som ses i figur 5.18.

Hver celle vil herefter være tildelt en risikoværdi. Risikoen inddeles i fem kategorier, der defineres ud fra den statistiske metode Natural Breaks. Inddelingen er vist i tabel 5.15.

Tabel 5.15: Klassifikationen af risikoen gående fra *Meget lav* til *Meget høj* og tilhørende farvekoder.

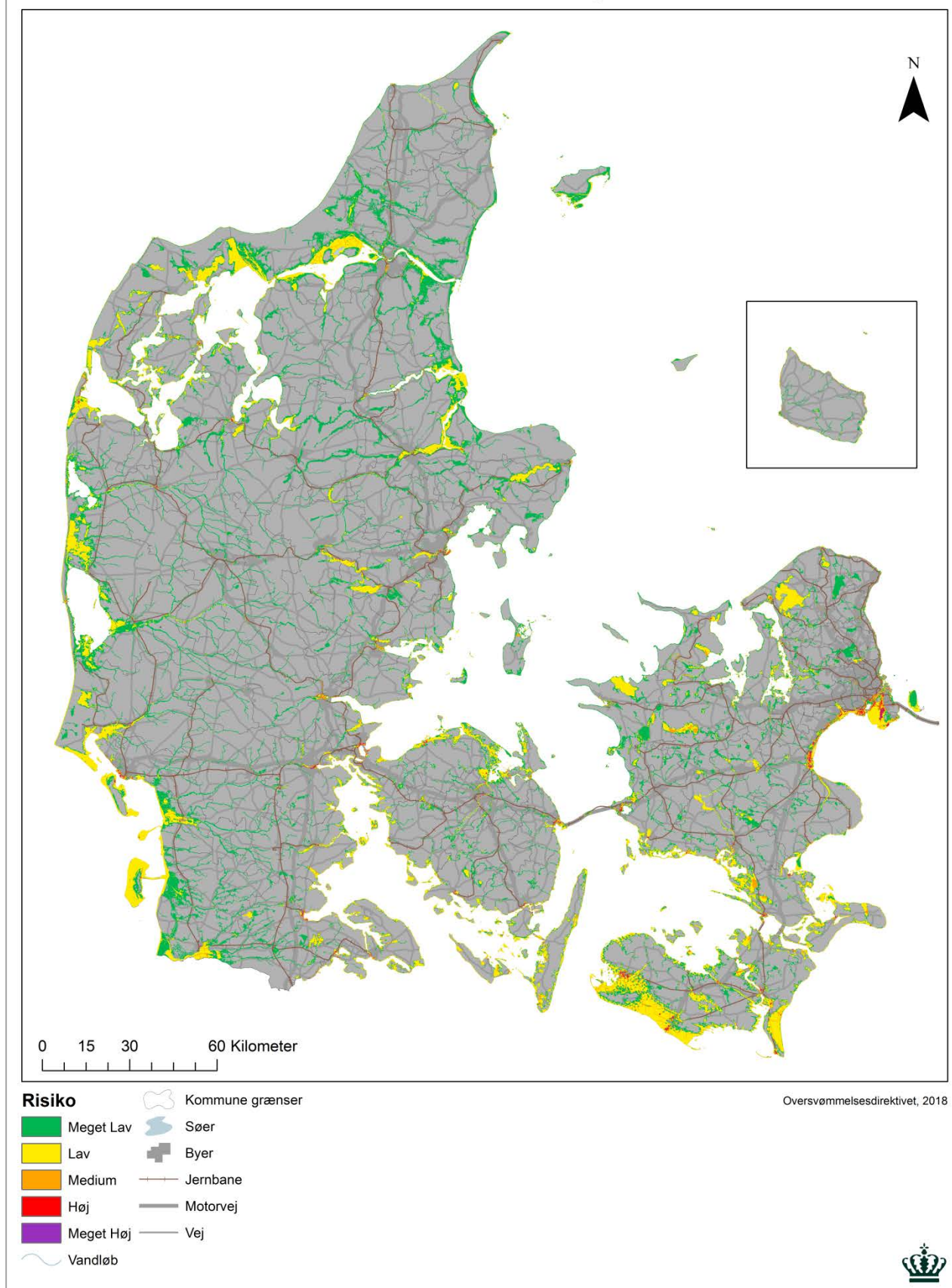
Indeks	Risiko	Farvelægning
1-4	Meget lav	
5-6	Lav	
7-12	Medium	
13-16	Høj	
17-25	Meget høj	

5.4 Den nationale risikovurdering

Den nationale risikovurdering, som ses i figur 5.18, viser risikoen for oversvømmelse fra hav og vandløb ved en historisk ekstremhændelse eller en 1000 års hændelse. Risikoen afspejler både håndgribelige og uhåndgribelige sårbarhedskategorier og giver derved et nuanceret billede af risikoen og hvordan, denne er fordelt på tværs af landet.

Da det er en *national* risikovurdering, vil der være usikkerheder og fejlkilder i resultatet, som et lokalt kendskab og mere detaljerede modeller vil kunne gøre mere retvisende. Resultatet vil dog give et billede af risikoen for hele landet, som skal bruges til den videre revurdering af risikoområder i kapitel 6. Dertil vil de enkelte kommuner med dette kortmateriale få et hurtigt overblik over risikoen for oversvømmelse fra hav og vandløb i deres kommune og derved kunne vurdere, om der er behov for nærmere analyser af denne. Denne nationale risikovurdering vil kunne bruges af alle kommuner og øvrige interessenter til at få overblik over risikoen, uanset om et område er udpeget som et risikoområde under oversvømmelsesdirektivet eller ej.

Risiko for oversvømmelse fra hav og vandløb



Figur 5.18: Risikoen for oversvømmelse fra hav og vandløb i Danmark, givet som et indeks 1 – 5, som angivet i tabel 5.15.



Oversvømmelse fra Kongeåen ved Gredstedbro, Esbjerg, d. 28. december 2015. Fotograf: AT Luftfoto

6. Revurdering af risikoområder

I henhold til oversvømmelsesdirektivets artikel 5 foretages en udpegning af områder, hvor der er en *potentiel væsentlig risiko for oversvømmelse, eller at en sådan må anses for sandsynlig*. Udpegningen foretages på grundlag af en vurdering af oversvømmelsesrisikoen, som omhandlet i direktivets artikel 4 og beskrevet i kapitel 4 og 5. Processen er illustreret i figur 3.2, kapitel 3, og dette kapitel dækker trin 4.

Yderligere vejledning til udpegningen, i form af eksempelvis udpegningskriterier eller et forslag til metodisk tilgang, anføres ikke i direktivets artikel 5. Metode og kriterier for udpegning skal derfor opstilles og redegøres for i hvert EU-medlemsland. Det eneste krav er, at udpegede områder er kendetegnet af en potentiel væsentlig risiko for oversvømmelse, eller at en sådan må anses for sandsynlig.

For at definere en *væsentlig risiko* i sammenhæng med oversvømmelsesdirektivet skal begrebet ses i et nationalt perspektiv. Områder med en potentiel væsentlig oversvømmelsesrisiko defineres som områder, hvor konsekvenserne af en oversvømmelse er af en størrelsesorden, som nationalt set vil være af betydning. Denne synsvinkel er lagt til grund for fastlæggelse af metode og kriterier for udpegning af risikoområder i første planperiode og anvendes fortsat i anden planperiode.

I 2011 blev ti områder udpeget som risikoområder på baggrund af den nationale risikovurdering og høring under første planperiode. Da metoden til vurdering af risikoen er blevet justeret, som beskrevet Hovedrapportens kapitel 3 og teknisk beskrevet i denne rapport i kapitel 3 og 5 samt i (KDI, 2018a), og flere sårbarhedskategorier er inkluderet i beregningen af risikoen, vil dette ændre på det nationale risikobillede og derved områder med potentielt væsentlig risiko.

Da der endnu ikke er gennemført tiltag der væsentligt nedsætter risikoen i de ti eksisterende risikoområder bevares alle disse som risikoområder (se kapitel 2). I dette kapitel beskrives hvordan det blev undersøgt om der skulle tilføjes nye områder, og om de eksisterende områder eventuelt skal udvides.

Til at bestemme om et område har en potentiel *væsentlig* risiko med udgangspunkt i den justerede nationale risikovurdering, identificeres først de større sammenhængende områder med høj risiko, 'hot spots'. Derefter bestemmes højrisikoen i disse hot spots for at identificere om der er en *væsentlig* risiko. Processen er beskrevet uddybende nedenfor og fremgår af figur 6.1. I trin 1 identificeres celler med værdi højere end 12, i trin 2 undersøges det om cellerne er en del af større sammenhængende klynger, i trin 3 afgrænses disse klynger på baggrund af deres areal, så mindre områder frasorteres. I trin 4 beregnes statistik på risikoværdien i de identificerede hot spots, mens der i trin 5 udvælges områder på baggrund af højeste kvartil. I det sidste trin afgrænses de udpegede risikoområder ud fra klimapåvirkninger.



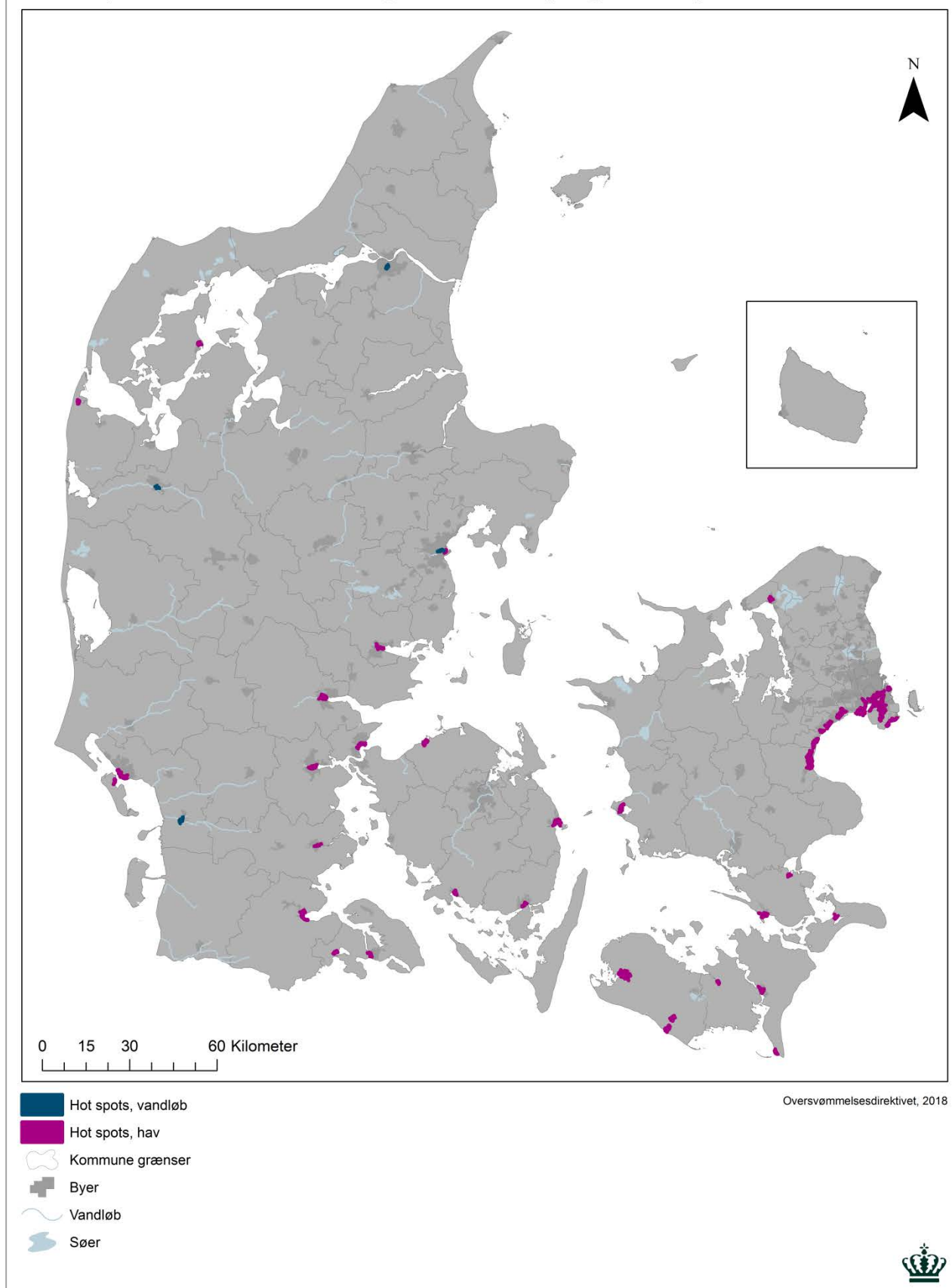
Figur 6.1: Processen for udpegning og afgrænsning af risikoområder: (1) Identifikation af celler med værdi højere end 12, (2) klyngeanalyse, (3) afgrænsning ud fra areal, (4) statistik på de 43 hot spots, (5) kvartil analyse og (6) afgrænsning af områder med klimascenarie.

6.1 Identificering af hot spots

For at identificere hot spots (større sammenhængende områder med grupperinger af celler i kategorien rød og lilla) foretages en klyngeanalyse i ArcMap. Derigennem er det muligt at identificere, hvilke områder der har en særlig høj risiko, og som der arbejdes videre med i analysen.

Dette gøres ved at udtrække alle celler *Høj* eller *Meget høj* risiko, svarende til de røde og lilla celler med en risikoværdi over 12. Via værktøjet Aggregate i ArcMap og en 500 m buffer lokaliseres alle sammenhængende områder med mere end tre celler med *Høj* eller *Meget høj* risiko. Dernæst er alle områder mindre end 0,5 km² sorteret fra, da de har så lille et areal, at det ikke kan kategoriseres som et område med potentiel væsentlig risiko. I de resterende hot spot-områder, som potentielt kan være risikoområder, er der foretaget statistisk analyse af risikoen, hvor både summen af den høje risiko og summen af den fulde risiko er udregnet. I figur 6.2 ses de identificerede hot spots, og resultatet af analysen på disse hot spots fremgår af tabel 6.1.

Hot spots identificeret gennem klyngeanalyse



Figur 6.2: Identificerede hot spots.

Tabel 6.1: Identificerede hot spots, oversvømmelseskilden der forårsager den høje risiko, samt summen af den høje risiko (røde og lilla celler) og summen af den fulde risiko i områderne. Tabellen er sorteret efter summen af den høje risiko.

	Hot spot	Kilde	Sum af den høje risiko
1	København-Tårnby	Hav	15.459
2	Køge	Hav	6.183
3	Nakskov	Hav	4.965
4	Hvidovre	Hav	4.856
5	Esbjerg	Hav	2.741
6	Aabenraa	Hav	2.424
7	Kolding	Hav	2.343
8	Rødbyhavn	Hav	2.190
9	Fredericia	Hav	2.162
10	Vordingborg	Hav	1.884
11	Nyborg	Hav	1.869
12	Korsør	Hav	1.838
13	Nykøbing F	Hav	1.659
14	Århus, fælles	Hav & Vandløb	1.591
15	Rødby	Hav	1.584
16	Solrød	Hav	1.262
17	Ishøj	Hav	1.214
18	Dragør V	Hav	1.185
19	Bogense	Hav	1.130
20	Gedser	Hav	1.073
21	Præstø	Hav	1.025
22	Faaborg	Hav	978
23	Århus, vandløb	Vandløb	914
24	Vallensbæk	Hav	855
25	Fanø	Hav	852
26	Greve N	Hav	769
27	Stege	Hav	747
28	Gråsten	Hav	734
29	Århus, hav	Hav	677
30	Ribe	Vandløb	676
31	Haderslev	Hav	676
32	Vejle	Hav	669
33	Holstebro	Vandløb	630
34	Svendborg	Hav	617
35	Nykøbing M	Hav	593
36	Sønderborg	Hav	553
37	Dragør Ø	Hav	501
38	Harboøre	Hav	428
39	Frederiksværk	Hav	397
40	Horsens	Hav	390
41	Sakskøbing	Hav	327
42	Prøvestenen	Hav	218
43	Aalborg	Vandløb	207
44	Greve S	Hav	178

6.2 Metode til identifikation af risikoområder

Via ovenstående analyse er der identificeret 43 hot spots. Århus er som det eneste hot spot to gange på denne liste, én gang grundet risiko for oversvømmelse fra vandløb og én gang for hav. Analysen for Århus laves derfor også som summen af de to risici, og Århus fremtræder i alt tre gange på listen. I tabel 6.1 ses de identificerede hot spots, oversvømmelseskilden, der forårsager den høje risiko, samt summen af den høje risiko (røde og lilla celler) og summen af den fulde risiko i områderne.

Da der ifølge direktivets artikel 5 skal udpeges områder med en *potentiel væsentlig risiko* for oversvømmelse, vurderer Kystdirektoratet, at udpegningen skal ske på baggrund af risikoen i cellerne med høj risiko, hvorfor hot spots områderne er sorteret efter denne værdi.

Til identifikation af områder med potentiel væsentlig risiko anvendes samme metode som under første planperiode i 2011, en beregning af kvartiler, hvor potentiel væsentlig risiko defineres som den øvre kvartil. Kvartiler er de observationer, som når datasættet er sorteret, deler sættet i fire lige store mængder.

- Første kvartil eller nedre kvartil er den mindste observation, hvor alle de observationer, der er mindre end den, udgør mindst 25 % af alle observationerne.
- Anden kvartil eller medianen er den mindste observation, hvor alle de observationer, der er mindre end den, udgør mindst 50 % af alle observationerne.
- Tredje kvartil eller øvre kvartil er den mindste observation, hvor alle de observationer, der er mindre end den, udgør mindst 75 % af alle observationerne.

Kvartilberegningen foretages på summen af den høje risiko for hot spots-områderne. Øvre kvartil (3. kvartil) af de summerede værdier af høj risiko beregnes til værdien 1.854, der derfor sættes som afskæringsniveauet for *væsentlig risiko* under direktivets anden planperiode.

6.3 Identifikation af risikoområder

Ud fra ovenstående afskæringsniveau identificeres 11 områder med potentiel væsentlig risiko for oversvømmelse. De øverste 11 hot spots-områder i tabel 6.1 er følgende: København-Tårnby, Køge, Nakskov, Hvidovre, Esbjerg, Aabenraa, Kolding, Rødbyhavn, Fredericia, Vordingborg og Nyborg. Af disse er seks allerede risikoområder efter udpegningen under første planperiode, og der er fem nye hot spots på listen: Esbjerg, Kolding, Rødbyhavn, Vordingborg og Nyborg.

Alle fem områder står højt på listen grundet risikoen for oversvømmelse fra hav. Der er altså ingen hot spots i øvre kvartil grundet risiko for oversvømmelse fra vandløb.

Esbjerg, Kolding, Vordingborg og Nyborg er identificeret som nye risikoområder. På baggrund af høringen inkluderes Nordby på Fanø i risikoområdet Esbjerg.

Foruden Rødbyhavn og Nakskov er Rødby inkluderet i de 43 hot spots. Det eksisterende risikoområde Nakskov slås derfor sammen med Rødbyhavn til det nye risikoområde *Sydøland*.

Hot spot-området København-Tårnby dækker et område, der går ud over risikoområdet Køge Bugt. Dertil er Prøvestenen på listen over hot spots. Risikoområdet Køge Bugt udvides derfor, så hele Amager og området op til Københavns Nordhavn inkluderes i det risikoområde *Køge Bugt – København*.

De resterende risikoområder, *Holstebro, Randers Fjord, Juelsminde, Vejle, Fredericia, Aabenraa, Odense Fjord og Korsør* er fortsat risikoområder.

Alle eksisterende og nye risikoområder fremgår af figur 6.3 og tabel 6.2.



Figur 6.3: Oversigtskort over risikoområderne. De eksisterende risikoområder er markeret med rødt, mens de nye risikoområder er markeret med lilla.

6.4 Afgrænsning af risikoområder med klimascenarie

Risikoplanlægning bør inkludere den langsigtede risiko; herunder den ændrede risiko grundet klimaændringer. Dertil er det et krav i direktivet (Artikel 14 stk. 4), at klimaændringernes sandsynlige indvirkning inkluderes i revisionerne efter første planperiode. Risikoområderne afgrænses derfor geografisk på baggrund af oversvømmelsesudbredelsen ved den anvendte screeningsvandstand tillagt et klimatillæg. Afgrænsningen af de eksisterende risikoområder ajourføres ligeledes på denne vis.

Den geografiske afgrænsning af risikoområdet Holstebro kan ikke ajourføres med et klimatillæg, da data ikke haves. Risikoområdet ajourføres dog ift. afgrænsningen fra første planperiode, da risikoen under første planperiode blev bestemt for en 100 års hændelse, hvorimod den under revurderingen bestemmes med en 1000 års hændelse.

For de øvrige områder anvendes det høje klimatillæg, som blev anvendt i Kystanalysen (KDI, 2016) bestemt af DMI (DMI, 2015b, DMI, 2014 & DMI, 2012) til afgrænsning.

For generelle havstigninger anvendes det høje klimascenarie i FN's Klimapanel (IPCC) femte hovedrapport (AR5), RCP8.5, nedskaleret til danske forhold for året 2115 (DMI, 2015b). Der anvendes en havstigning på 0,9 m.

For vestkysten (risikoområde Esbjerg) anvendes yderligere øget stormflodsvandstand grundet øget vindbidrag. Dette anvendes kun for afgrænsning af risikoområde Esbjerg, da det øgede vindbidrag for de indre farvande er 0 m. Det øgede vindbidrag i år 2100 for det høje klimascenarie er 0,3 m (DMI, 2012). Den samlede stigning i stormflodsvandstanden for risikoområde Esbjerg er 1,2 m.

Enkelte af de eksisterende risikoområder udvides desuden, hvis der ligger nogle celler med høj risiko op af det eksisterende risikoområde. Dette gør sig bl.a. gældende for Fredericia og Juelsminde.

Detaljeret afgrænsning af risikoområderne, herunder ajourføringer i afgrænsning, beskrives og vises i kapitel 7.

Tabel 6.2: Overblik over alle nye og eksisterende risikoområder, hvilket hovedvandopland og kommune de berører samt kilden til oversvømmelse.

Risikoområde	Hovedvandopland	Kommune	Kilde	Status
Holstebro	1.4 Nissum Fjord	Holstebro Kommune	Vandløb	Fortsat udpegning
Randers Fjord	1.5 Randers Fjord	Randers Kommune Norddjurs Kommune	Hav & vandløb	Fortsat udpegning
Juelsminde	1.9 Horsens Fjord	Hedensted Kommune	Hav	Fortsat udpegning
Esbjerg	1.10 Vadehavet	Esbjerg Kommune Fanø Kommune	Hav	Nyudpegning
Vejle	1.11 Lillebælt/Jylland	Vejle Kommune	Hav & vandløb	Fortsat udpegning
Fredericia	1.11 Lillebælt/Jylland	Fredericia Kommune	Hav	Fortsat udpegning
Kolding	1.11 Lillebælt/Jylland	Kolding Kommune	Hav	Nyudpegning
Aabenraa	1.11 Lillebælt/Jylland	Aabenraa Kommune	Hav & vandløb	Fortsat udpegning
Odense Fjord	1.13 Odense Fjord	Odense Kommune Nordfyns Kommune Kerteminde Kommune	Hav & vandløb	Fortsat udpegning
Nyborg	1.14 Storebælt	Nyborg Kommune	Hav	Nyudpegning
Køge Bugt - København (Tidligere Køge Bugt)	2.3 Øresund 2.4 Køge Bugt	Københavns Kommune Tårnby Kommune Dragør Kommune Hvidovre Kommune Brøndby Kommune Vallensbæk Kommune Ishøj Kommune Greve Kommune Solrød Kommune Køge Kommune	Hav & vandløb	Fortsat udpegning, geografisk udvidet område
Korsør	2.5 Smålandsfarvandet	Slagelse Kommune	Hav	Fortsat udpegning
Vordingborg	2.5 Smålandsfarvandet	Vordingborg Kommune	Hav	Nyudpegning
Sydllolland (Tidligere Nakskov)	2.5 Smålandsfarvandet 2.6 Østersøen	Lolland Kommune	Hav	Fortsat udpegning, geografisk udvidet område



7. Beskrivelse af risikoområder

I dette kapitel beskrives for hvert vanddistrikt afgrænsningen og risikoen for risikoområderne, herunder hvilke data der ligger til grund for udpegningen. For yderligere beskrivelser af vanddistrikter eller hovedvandoplande henvises til vandområdeplanerne og vandplanerne, som er tilgængelige via Miljøstyrelsens hjemmeside (mst.dk).

De ti risikoområder, der blev udpeget på baggrund af screeningen og høringen under direktivets første planperiode, er fortsat udpeget, da der ikke er sket væsentlig reduktion af risikoen siden udpegningen (se afsnit 2.2).

Data produceret til den nationale risikovurdering og ajourføring af risikoområder kan tilgås i webgis via nedenstående link: oversvømmelse.kyst.dk/webgis

7.1 Vanddistrikt I: Jylland og Fyn

Vanddistriktet består af 15 hovedvandoplande og dækker Jylland og Fyn inklusiv det Sydfynske Øhav. Den sydligste del af Jylland er den danske del af det vandløbsopland, der strækker sig over den dansk-tyske grænse (Internationalt Vanddistrikt IV) og beskrives i afsnit 7.4. På baggrund af den nationale vurdering af risiko for oversvømmelse fra hav og vandløb er der inden for vanddistriktet og hovedvandoplandene identificeret de områder med en potentiel væsentlig risiko for oversvømmelse, eller hvor en sådan må anses for sandsynlig, som beskrevet i kapitel 6.

I første planperiode af oversvømmelsesdirektivet blev der i vanddistriktet udpeget syv risikoområder på baggrund af screeningen og høringen i 2010 - 2011. Disse områder er fortsat udpeget og justeres geografisk med den nyeste viden. Ud fra revurderingen af risikoen for oversvømmelse fra hav eller vandløb udpeges yderligere tre risikoområder inden for vanddistriktet, *Esbjerg*, *Kolding* og *Nyborg*. Alle risikoområderne og detaljer om disse fremgår af tabel 7.1.

Nedenfor præsenteres de syv fortsat udpegede risikoområder. For yderligere beskrivelser af disse områder henvises til NST & KDI (2011) og KDI (2011).

De tre nyudpegede områder præsenteres og afgrænses, ligesom der redegøres for faren og sårbarhederne i området.

Tabel 7.1: Overblik over alle risikoområder i Vanddistrikt I, hvilket hovedvandopland og kommune de berører samt kilden til oversvømmelse.

Risikoområde	Hovedvandopland	Kommune	Kilde	Status
Holstebro	1.4 Nissum Fjord	Holstebro Kommune	Vandløb	Fortsat udpegning
Randers Fjord	1.5 Randers Fjord	Randers Kommune Norddjurs Kommune	Hav & vandløb	Fortsat udpegning
Juelsminde	1.9 Horsens Fjord	Hedensted Kommune	Hav	Fortsat udpegning
Esbjerg	1.10 Vadehavet	Esbjerg Kommune Fanø Kommune	Hav	Nyudpegning
Vejle	1.11 Lillebælt/Jylland	Vejle Kommune	Hav & vandløb	Fortsat udpegning
Fredericia	1.11 Lillebælt/Jylland	Fredericia Kommune	Hav	Fortsat udpegning
Kolding	1.11 Lillebælt/Jylland	Kolding Kommune	Hav	Nyudpegning
Aabenraa	1.11 Lillebælt/Jylland	Aabenraa Kommune	Hav & vandløb	Fortsat udpegning
Odense Fjord	1.13 Odense Fjord	Odense Kommune Nordfyns Kommune Kerteminde Kommune	Hav & vandløb	Fortsat udpegning
Nyborg	1.14 Storebælt	Nyborg Kommune	Hav	Nyudpegning



7.1.1 Risikoområde Holstebro

Risikoområde	Holstebro
Kommuner	Holstebro
Vanddistrikt	1, Jylland og Fyn
Hovedvandopland	1.4 Nissum Bredning
Kilde til oversvømmelse	Vandløb
Historisk største oversvømmelse	Oversvømmelse i marts 1970
Screeningshændelse	Statistisk 1000 års hændelse
Hændelse til afgrænsning af risikoområde	Statistisk 1000 års hændelse
Berørte indbyggere	2.131
Særlige sårbarheder	Hospital Renseanlæg Fjernvarmeværk



Beskrivelse af risikoområdet

Risikoområdet Holstebro er udpeget på baggrund af oversvømmelsesrisikoen fra vandløb (Storå). Dette område er udpeget i første planperiode. Området har en stor andel af celler i kategorien *Høj* og *Meget høj* i forhold til områdets størrelse, hvilket ses i figur 7.1. Ligeledes er der en større andel af celler i kategorien *Medium*. Cellerne med signifikant risiko er i boligområder og i den indre by.

Risikoen er bestemt på baggrund af en statistisk 1000 års hændelse, en oversvømmelse der i udbredelse stemmer godt overens med den oplevede oversvømmelse i marts 1970 (se kapitel 4 i KDI, 2018 for yderligere oplysninger).

Selvom der ikke sker ændringer i risikoområdet på baggrund af den nye risikovurdering, bliver afgrænsningen af ajourført opdateret ud fra nyeste data. Risikoområdet er derfor udvidet, så det dækker hele området, der potentielt kan blive oversvømmet ved en statistisk 1000 års hændelse.

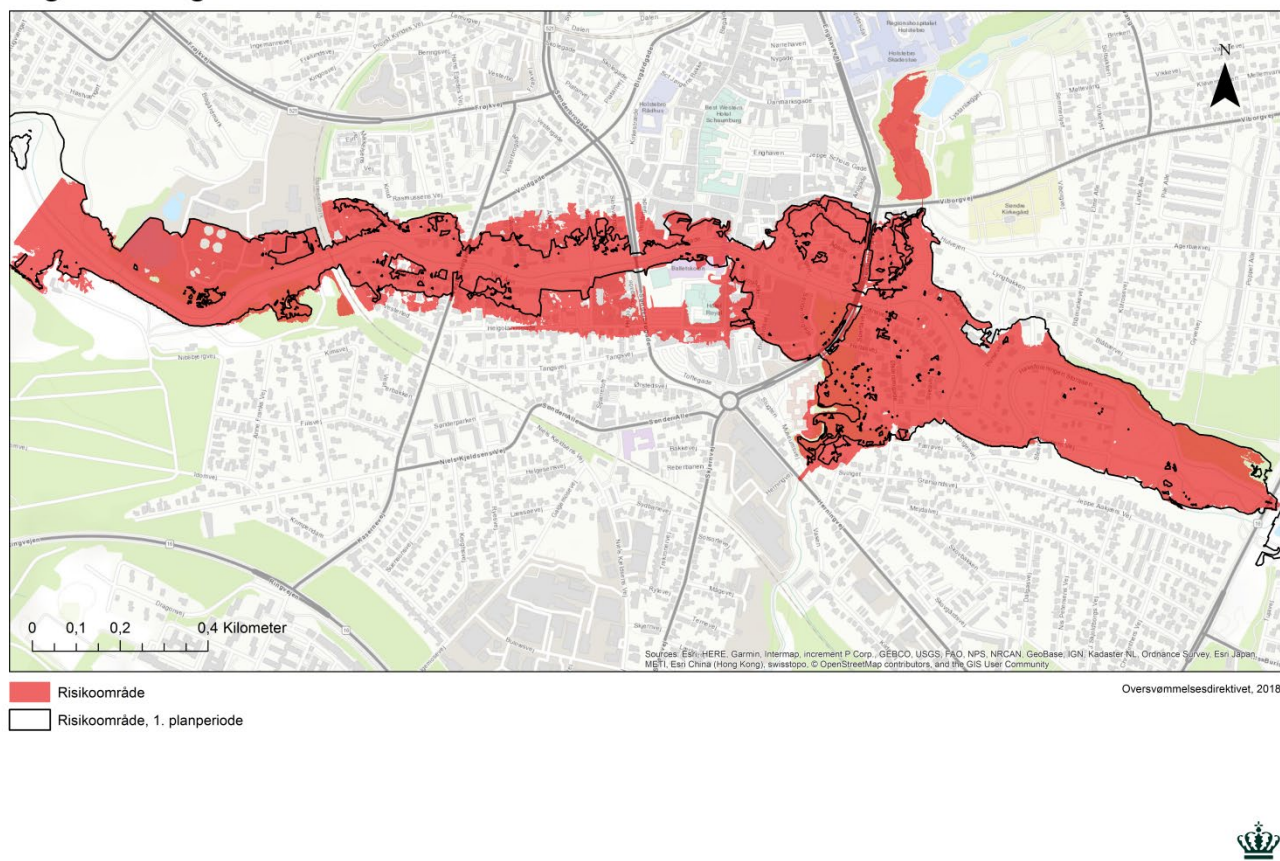
Risikoområdet udgøres hovedsageligt af boligområder, mindre industri og den indre by samt områder omkring Storå. Området følger overordnet Storå, og er ikke væsentlig anderledes fra den tidligere udpegning. Der er medtaget områder på hver side af arealet mellem Vesterbrogade og Søndergade. I området er sårbarheder af mellem til høj kategori identificeret så som; kritisk infrastruktur i form af renseanlæg og fjernvarmeværk, et hospital og områder med beboelse.

Data kan tilgås i webgis via nedenstående link: oversvommelse.kyst.dk/webgis

Risikovurdering i Risikoområde Holstebro



Afgrænsning af Risikoområde Holstebro



Figur 7.1: Top viser risikoen i Holstebro og bund viser afgrænsning af risikoområdet.

7.1.2 Risikoområde Randers Fjord

Risikoområde	Randers Fjord
Kommuner	Randers Norddjurs
Vanddistrikt	1, Jylland og Fyn
Hovedvandopland	1,5 Randers Fjord
Kilde til oversvømmelse	Primært hav Vandløb
Statistisk 1000 års hændelse	1,86 m, Randers Havn Screeningsvandstanden
Historisk højeste vandstand	1,80 m, stormfloden 2006
Vandstand til afgrænsning af risikoområde	2,76 m
Berørte indbyggere	5.970
Særlige sårbarheder	Flere potentielt forurenende virksomheder Centralværk Flere renseanlæg Beredskabscentre



Beskrivelse af risikoområdet

Risikoområdet Randers er udpeget primært på baggrund af oversvømmelsesrisikoen fra hav (Kattegat) og fra vandløb (Gudenå). Oversvømmelser fra havet vil have det markant største omfang, da der kun i mindre grad forekommer oversvømmelse fra vandløb. I området er der to større klynger og to mindre af *Høj* risiko, hvilket ses på figur 7.2.

Risikoen er bestemt på baggrund af en statistisk 1000 års hændelse for hav og vandløb. For hav er vandstanden bestemt for vandstandsmåleren i Randers Havn. Den højest registrerede vandstand i Randers Fjord er 1,80 m ifm. stormfloden i 2006.

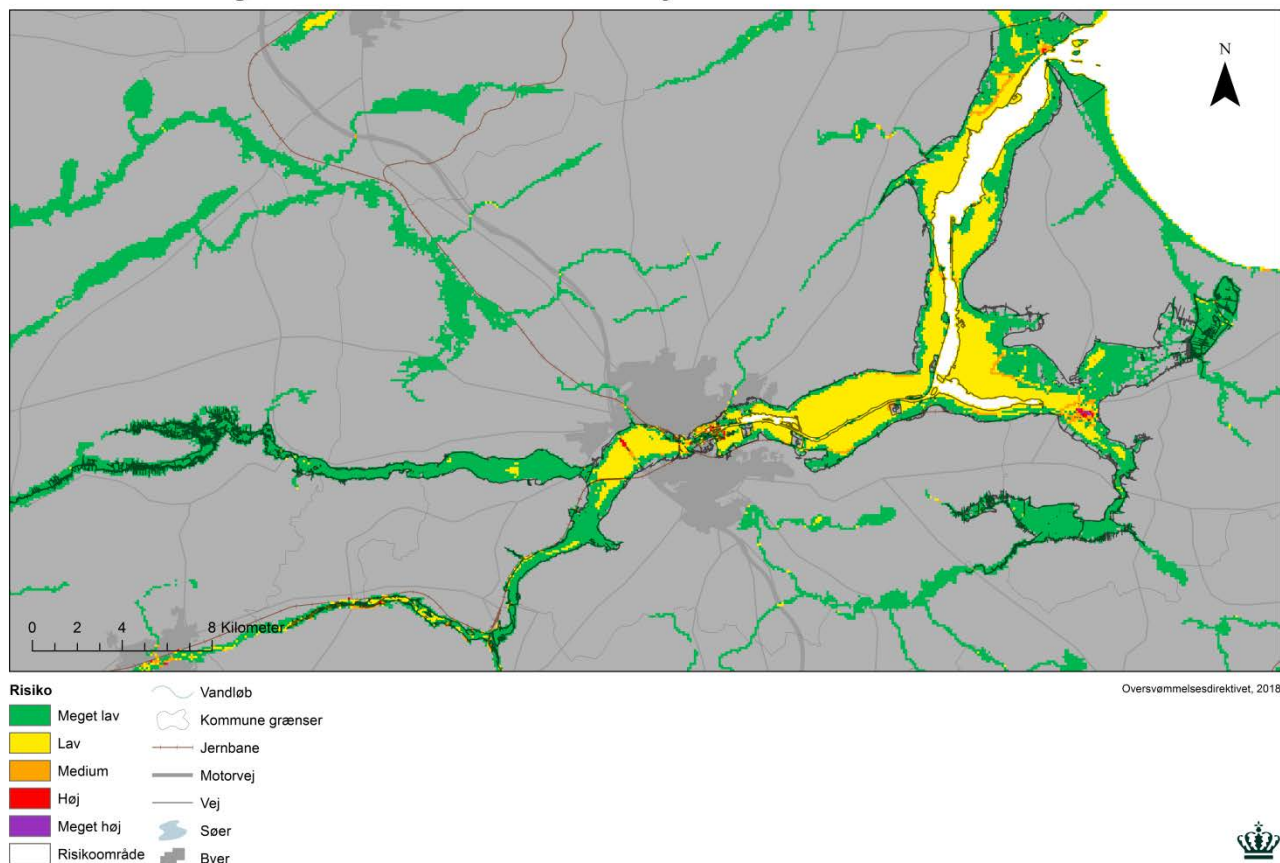
Selvom der ikke sker ændringer i risikoområdet på baggrund af den nye risikovurdering, bliver afgrænsningen af området opdateret ud fra nyeste data. Da oversvømmelse fra hav er den primære kilde til høj risiko i området, er området ind i land afgrænset på baggrund af en potentiel oversvømmelsesudbredelse med den anvendte screeningsvandstand tillagt et klimatillæg på 0,9 m havstigning.

Afgrænsningen af risikoområdet er derfor udvidet til større dele af Alling Å, Gudenå og Nørreå. Disse områder dækker i høj grad over mindre landsbyer, grønne områder og landbrugsarealer.

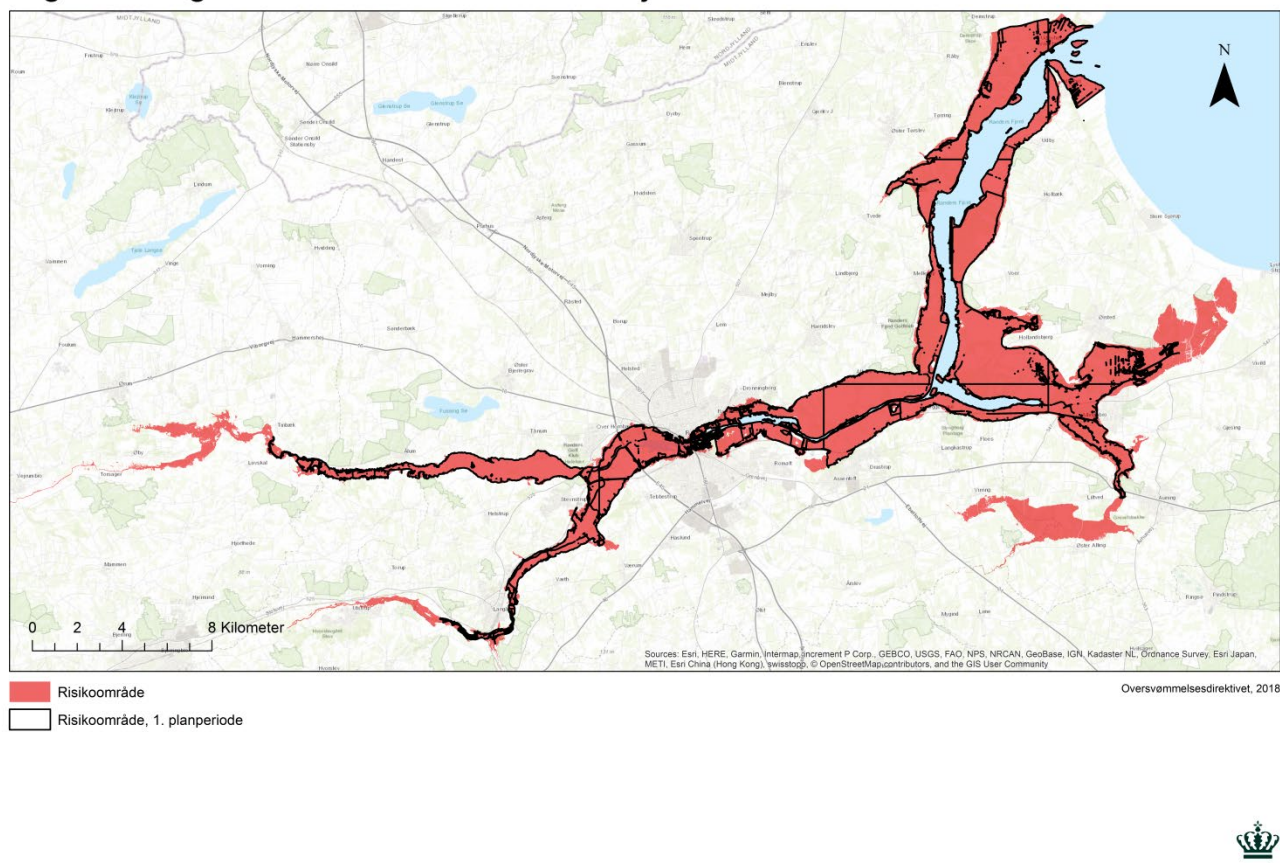
I området er sårbarheder af høj kategori identificeret så som; flere potentielt forurenende virksomheder, kritisk infrastruktur i form af centralt værk og renseanlæg samt beredskabscentre.

Data kan tilgås i webgis via nedenstående link: oversvømmelse.kyst.dk/webgis

Risikovurdering i Risikoområde Randers Fjord



Afgrænsning af Risikoområde Randers Fjord



Figur 7.2: Top viser risikoen i Randers Fjord og bund viser afgrænsning af risikoområdet.

7.1.3 Risikoområde Juelsminde

Risikoområde	Juelsminde
Kommuner	Hedensted
Vanddistrikt	1, Jylland og Fyn
Hovedvandopland	1.9 Horsens Fjord
Kilde til oversvømmelse	Hav
Statistisk 1000 års hændelse	1,78 m, Juelsminde Havn
Historisk højeste vandstand	1,65 m, stormfloden 2006 Screeningsvandstanden er 2,15 m, stormfloden 1872
Vandstand til afgrænsning af risikoområde	3,05 m
Berørte indbyggere	1.998
Særlige sårbarheder	Renseanlæg



Beskrivelse af risikoområdet

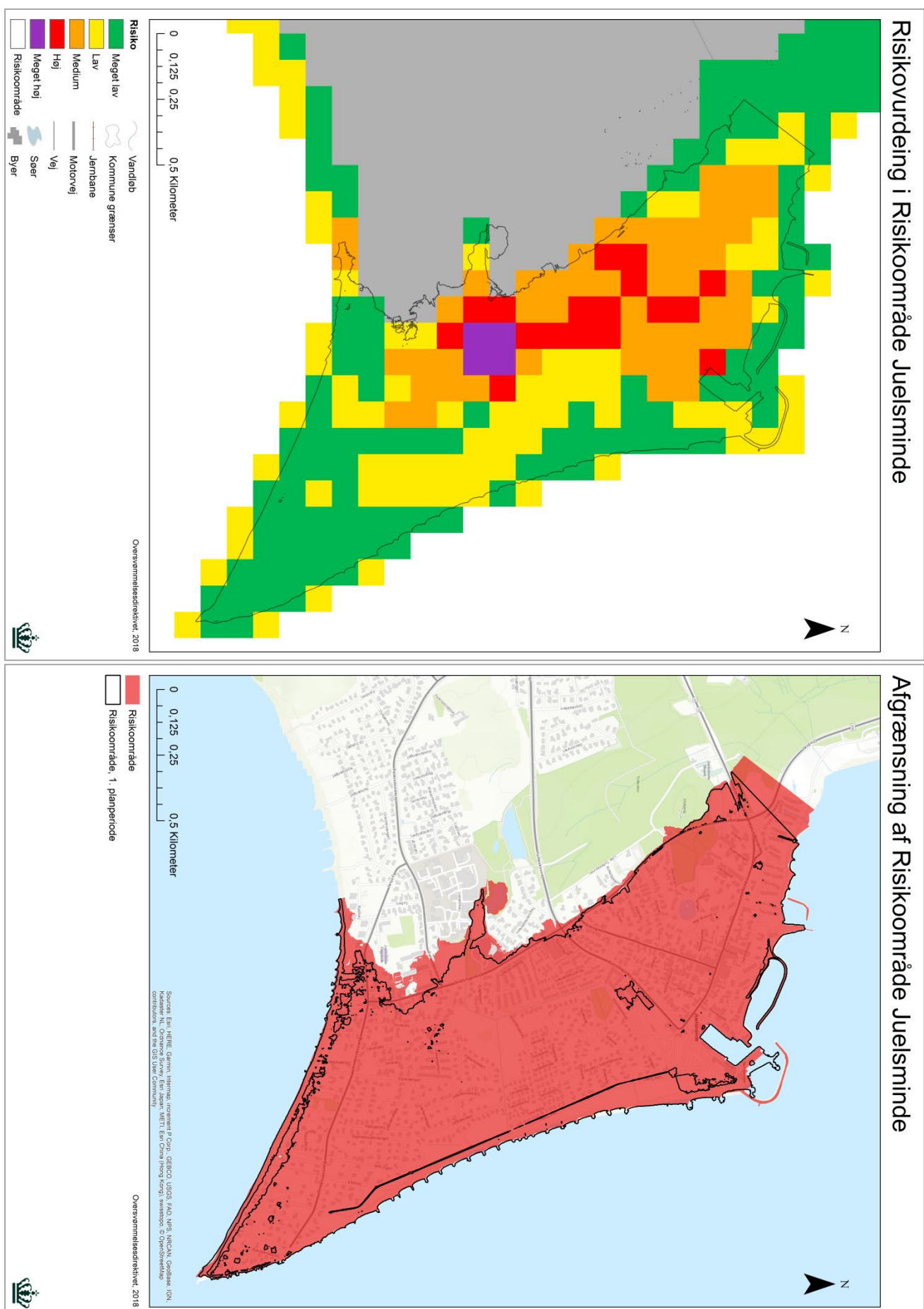
Risikoområdet Juelsminde er udpeget i første planperiode på baggrund af oversvømmelsesrisikoen fra hav (Kattegat). Området har en mindre samling af celler med *Meget høj* risiko, hvilket ses på figur 7.3. Disse er primært lokaliseret på lystbådehavnen og i beboelsesområde.

Risikoen for oversvømmelse fra hav er bestemt på baggrund af den historiske vandstand fra stormfloden i 1872. Denne vandstand er valgt grundet afgrænsning af området OJ6 (se kapitel 5), hvor det er vandstanden fra den højest registrerede stormflod, der har ramt området. Den højst målte vandstand i Juelsminde er dog 1,80 m ifm. stormfloden i 2006.

På baggrund af den nye risikovurdering bliver området udvidet i mindre grad mod nord til at inkludere de celler med *Høj* eller *Meget høj* risiko, som ligger op af det eksisterende risikoområde. Da oversvømmelse fra hav er den eneste kilde til høj risiko i området, er området ind i land afgrænset på baggrund af en potentiel oversvømmelsesudbredelse med den anvendte screeningsvandstand tillagt et klimatillæg på 0,9 m havstigning.

Få sårbarheder af høj kategori er identificeret i området; renseanlæg og beboelse.

Data kan tilgås i webgis via nedenstående link: oversvømmelse.kyst.dk/webgis



Figur 7.3: Top viser risikoen i Juelsminde og bund viser afgrænsning af risikoområdet.

7.1.4 Nyt risikoområde Esbjerg

Risikoområde	Esbjerg
Kommuner	Esbjerg Fanø
Vanddistrikt	1, Jylland og Fyn
Hovedvandopland	1.10 Vadehavet
Kilde til oversvømmelse	Hav
Statistisk 1000 års hændelse	4,39 m, Esbjerg Havn
Historisk højeste hændelse	4,80 m, stormfloden 1981 Screeningsvandstanden
Vandstand til afgrænsning af risikoområde	6,00 m (0,9 m havstigning i 2115 samt øget vindbidrag på 0,3 m i 2100)
Berørte indbyggere	10.930
Særlige sårbarheder	Hospital, mange potentielle forurenende virksomheder, flere forsyningsvirksomheder



Beskrivelse af risikoområdet

Risikoområdet Esbjerg er udpeget på baggrund af oversvømmelsesrisikoen fra hav (Vadehavet). Området er en nyudpegning, og har fem tydelige grupperinger af grid-celler med kategorien *Meget høj* risiko, hvilket ses på figur 7.4. Fire af disse grupperinger ligger i Esbjerg by, hvor de primært er lokaliseret på havnen og i boligområder, mens grupperingen på Fanø dækker det centrale af Nordby.

Risikoen for oversvømmelse fra hav er bestemt på baggrund af den historiske vandstand fra stormfloden i 1999, som er den højest registrerede stormflod, der har ramt området.

Risikoområdet er afgrænset således, at alle celler med *Høj* eller *Meget høj* risiko omkring Esbjerg by og Nordby er inkluderet i risikoområdet. Da oversvømmelse fra hav er den kilde til høj risiko i området, er området afgrænset ind i land på baggrund af en potentiel oversvømmelsesudbredelse med den anvendte screeningsvandstand tillagt et klimatilæg på 1,2 m, dækkende de generelle havstigninger og en øget vindbidrag til stormflodsvandstanden.

Risikoområdet i Esbjerg by udgøres grundlæggende af havneområdet, industriområder og den indre by. Området afgrænses af Ådalen i nord, til Måde Industrivej i syd og i store træk langs havnen ind i landet; dog inkluderes der flere kvarterer. I Nordby på Fanø udgøres risikoområdet især af byområder og havneområdet.

På havnen i Esbjerg er flere sårbarheder af høj kategori identificeret så som; mange potentielt forurenende virksomheder, kritisk infrastruktur i form af centralt værk, renseanlæg og fjernvarmewærk. Derudover er der økonomisk aktivitet af middel værdi på et mindre geografisk område. I Nordby forekommer flere områder med kulturarv, politi og beredskabscentre.

Data kan tilgås i webgis via nedenstående link: oversvømmelse.kyst.dk/webgis

7.1.5 Risikoområde Vejle

Risikoområde	Vejle
Kommuner	Vejle
Vanddistrikt	1, Jylland og Fyn
Hovedvandopland	1.11 Lillebælt
Kilde til oversvømmelse	Hav og vandløb
Statistisk 1000 års hændelse	1,78 m, Juelsminde Havn
Historisk højeste vandstand	2,15 m, stormfloden 1872 Screeningsvandstand
Vandstand til afgrænsning af risikoområde	3,05 m
Berørte indbyggere	14.979
Særlige sårbarheder	Hospitaler Økonomisk aktivitet 3 potentielt forurenende virksomheder 2 fjernvarmeværker og renseanlæg.



Beskrivelse af risikoområdet

Risikoområdet Vejle er et risikoområde fra sidste planperiode, der fortsat er udpeget. Det er udpeget som potentielt truet af oversvømmelse primært fra hav (Vejle fjord) og fra vandløb (Vejle Å og Grejs Å). Oversvømmelsen kan have et varierende udbredelsesmønster og omfang afhængig af kilden til oversvømmelsen. Området har spredt fordeling af grid-celler med kategorierne *Høj* og *Meget høj* risiko, hvilket fremgår af figur 7.5. Disse celler er ikke egentligt sammenhængende, men viser i stedet, at risikoen er fordelt over flere mindre områder af byen.

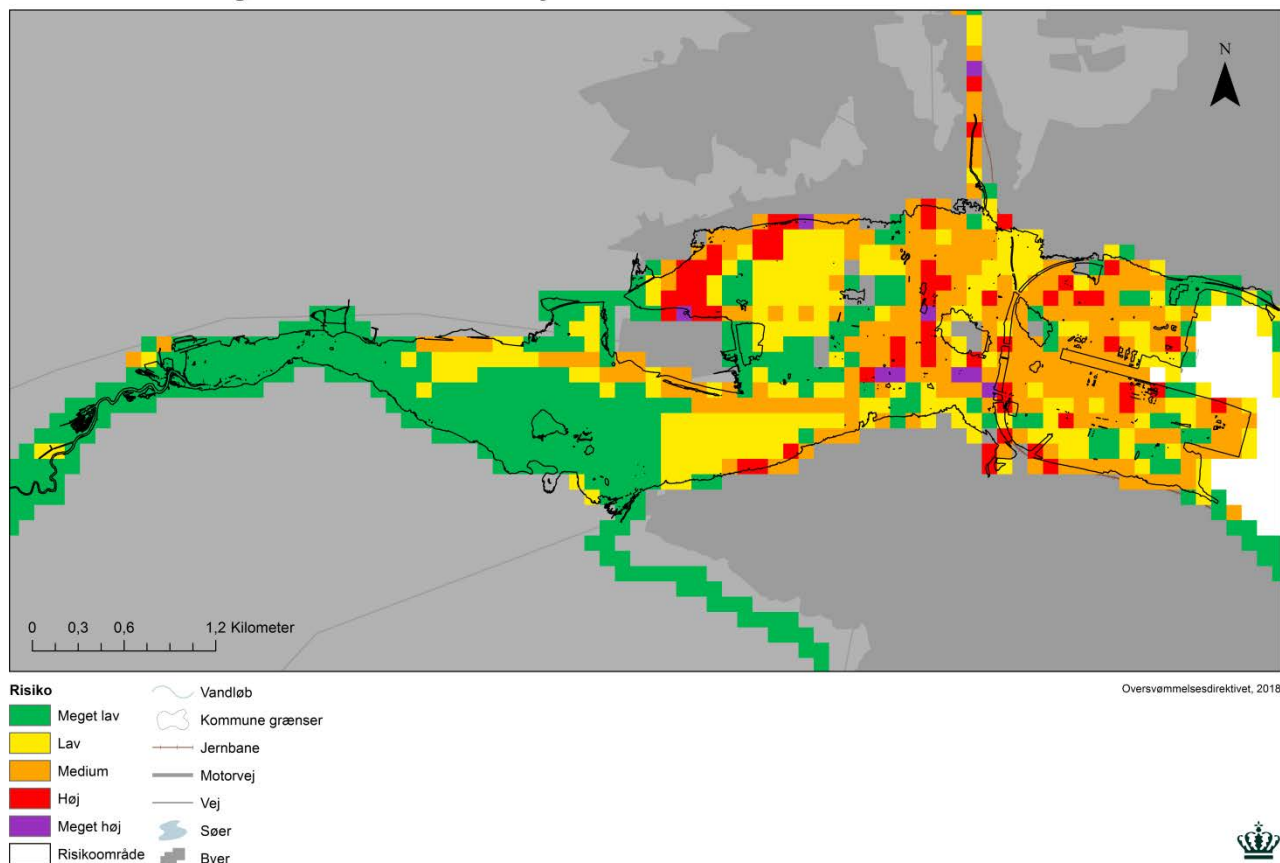
Risikoen er bestemt på baggrund af den historiske vandstand fra stormfloden i 1872, som er den højst registrerede for området.

Selvom der ikke sker ændringer i risikoområdet på baggrund af den nye risikovurdering, bliver afgrænsningen af området opdateret ud fra nyeste data. Da oversvømmelse fra hav er den primære kilde til høj risiko i området, er området afgrænset på baggrund af en potentiel oversvømmelsesudbredelse med den anvendte screeningsvandstand tillagt et klimatillæg på 0,9 m havstigning.

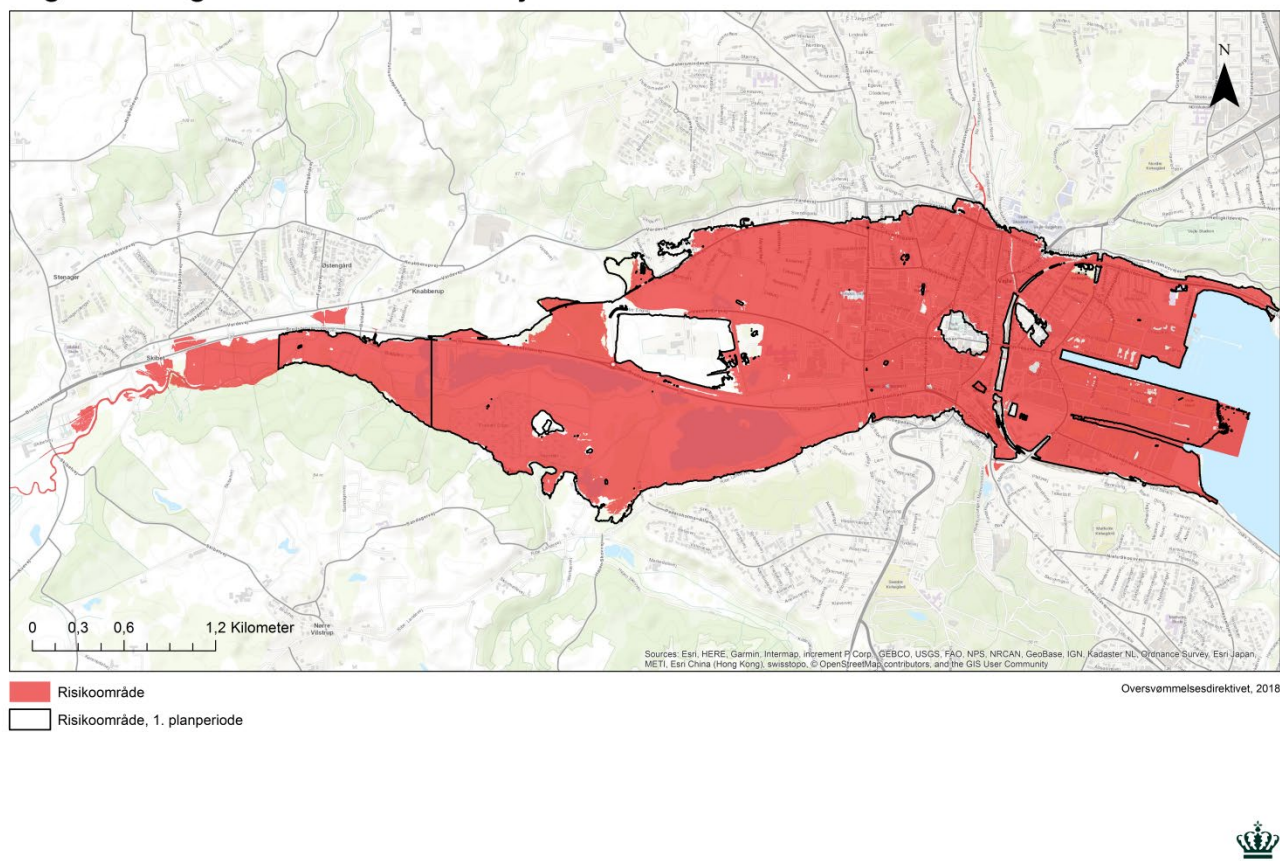
Risikoområdet er overvejende af samme geografiske udbredelse som ved sidste planperiode. Der er enkelte dele af området, der er ændret. Der er udvidet ind i landet, så risikoområdet følger Vejle Å længere end ved sidste planperiode, som fremgår af figur 7.5. Enkelte områder i Vejle by er ikke en del af det udpegede område, da de ikke er potentielt oversvømmelsestruet. I dette risikoområde er flere sårbarheder af høj kategori identificeret så som; flere hospitaler, økonomisk aktivitet og nogle potentielt forurenende virksomheder ved havneområdet.

Data kan tilgås i webgis via nedenstående link: oversvømmelse.kyst.dk/webgis

Risikovurdering i Risikoområde Vejle



Afgrænsning af Risikoområde Vejle



Figur 7.5: Top viser risikoen i Vejle og bund viser afgrænsning af risikoområdet.

7.1.6 Risikoområde Fredericia

Risikoområde	Fredericia
Kommuner	Fredericia
Vanddistrikt	1, Jylland og Fyn
Hovedvandopland	1.11 Lillebælt/Jylland
Kilde til oversvømmelse	Hav
Statistisk 1000 års hændelse	1,70 m, Fredericia Havn
Historisk højeste vandstand	3,35 m, stormfloden 1872 Screeningsvandstanden
Vandstand til afgrænsning af risikoområde	4,25 m
Berørte indbyggere	3.602
Særlige sårbarheder	Beredskabscenter Fredede bygninger Potentielle forurenende virksomheder Renseanlæg



Beskrivelse af risikoområdet

Risikoområdet Fredericia er en tidligere udpegning fra sidste planperiode, der i denne omgang er udvidet til at dække et lidt større areal. Det er udpeget og udvidet primært på baggrund af oversvømmelsesrisikoen fra hav. Området har en højere andel af grid-celler med kategorierne *Høj* og *Meget høj* risiko i den sydøstlige del af byen, hvor der forekommer flere grupperinger af celler med den højeste risiko, hvilket ses på figur 7.6. Disse er primært lokaliseret i boligområder og havneområder med industri.

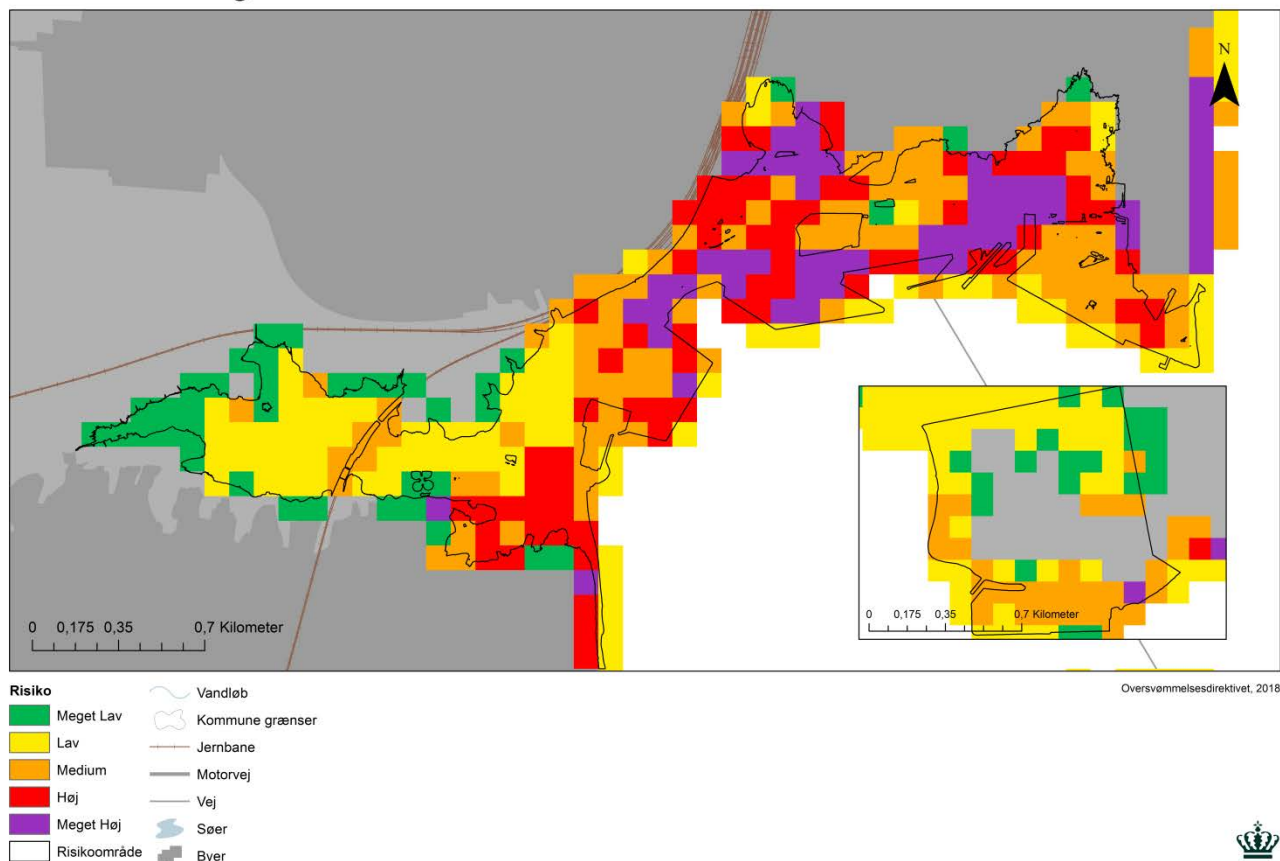
Risikoen for oversvømmelse fra hav er bestemt på baggrund af den historiske vandstand fra stormfloden i 1872, som er den højest registrerede stormflod, der har ramt området.

På baggrund af den nye risikovurdering bliver området udvidet en anelse mod sydøst til at inkludere de celler med *Høj* eller *Meget høj* risiko, som ligger op af det eksisterende risikoområde. Da oversvømmelse fra hav er den eneste kilde til høj risiko i området, er området ind i land afgrænset på baggrund af en potentiel oversvømmelsesudbredelse med den anvendte screeningsvandstand tillagt et klimatillæg på 0,9 m havstigning.

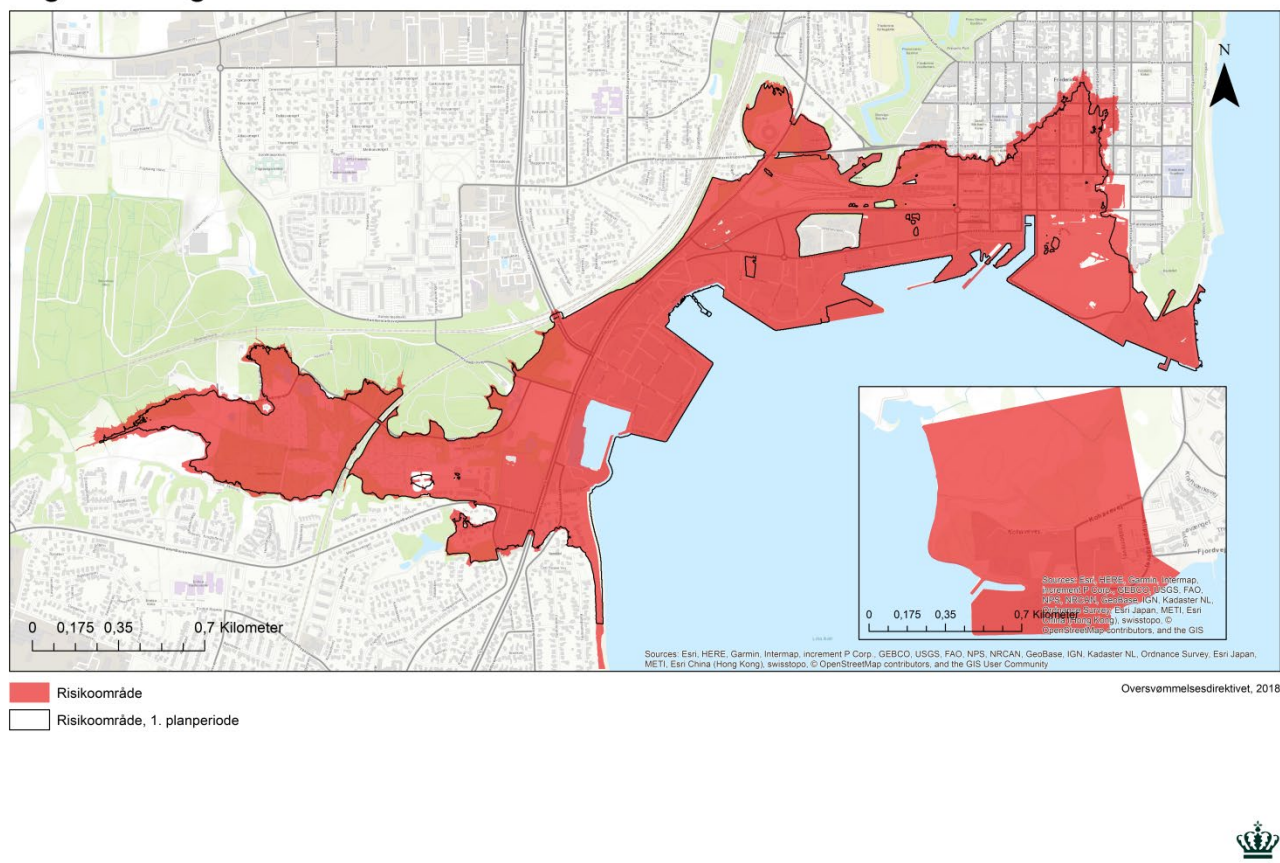
I dette risikoområde er flere sårbarheder af høj kategori identificeret så som; potentielle forurenende virksomheder, hospital og fredede bygninger.

Data kan tilgås i webgis via nedenstående link: oversvømmelse.kyst.dk/webgis

Risikovurdering i Risikoområde Fredericia



Afgrænsning af Risikoområde Fredericia



Figur 7.6: Top viser risikoen i Fredericia og bund viser afgrænsning af risikoområdet.

7.1.7 Nyt risikoområde Kolding

Risikoområde	Kolding
Kommuner	Kolding
Vanddistrikt	1, Jylland og Fyn
Hovedvandopland	1.11 Lillebælt
Kilde til oversvømmelse	Primært hav
Statistisk 1000 års hændelse	1,91 m, Kolding Havn
Historisk højeste vandstand	3,35 m, stormfloden 1872 Screeningsvandstand
Vandstand til afgrænsning af risikoområde	4,25 m
Berørte indbyggere	6.724
Særlige sårbarheder	Flere fredede bygninger 2 potentielt forurenende virksomheder 2 varmegærker



Beskrivelse af risikoområde

Risikoområdet Kolding er udpeget primært på baggrund af oversvømmelsesrisikoen fra hav (Kolding fjord) og i mindre grad fra vandløb (Kolding Å). Oversvømmelsen kan have forskelligt udbredelsesmønster og omfang afhængig af, hvilken kilde oversvømmelsen udspringer fra. Oversvømmelser fra hav vil have det markant største omfang. Dette område er et nyt risikoområde og har en høj andel af sammenhængende grid-celler med kategorien *Meget høj* risiko, hvilket ses på figur 7.7. Disse er primært lokaliseret på havnen og i boligområder.

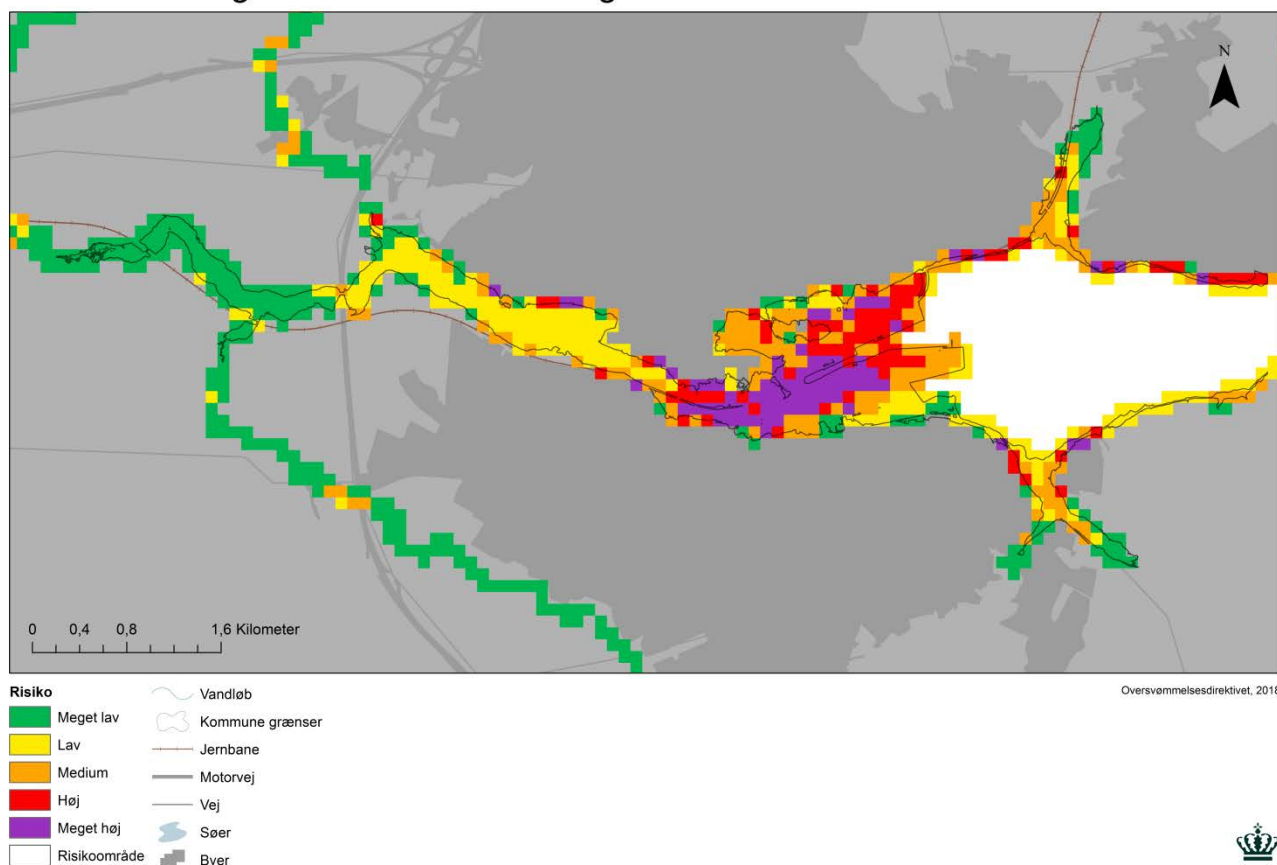
Risikoen for oversvømmelse fra hav er bestemt på baggrund af den historiske vandstand fra stormfloden i 1872, som er den højest registrerede stormflod, der har ramt området.

Risikoområdet er afgrænset således, at alle cellerne med høj risiko langs Kolding Fjord er inkluderet i risikoområdet. Da oversvømmelse fra hav er den primære kilde til høj risiko i området, er området afgrænset ind i land på baggrund af en potentiel oversvømmelsesudbredelse med den anvendte screeningsvandstand tillagt et klimatilæg på 0,9 m havstigning.

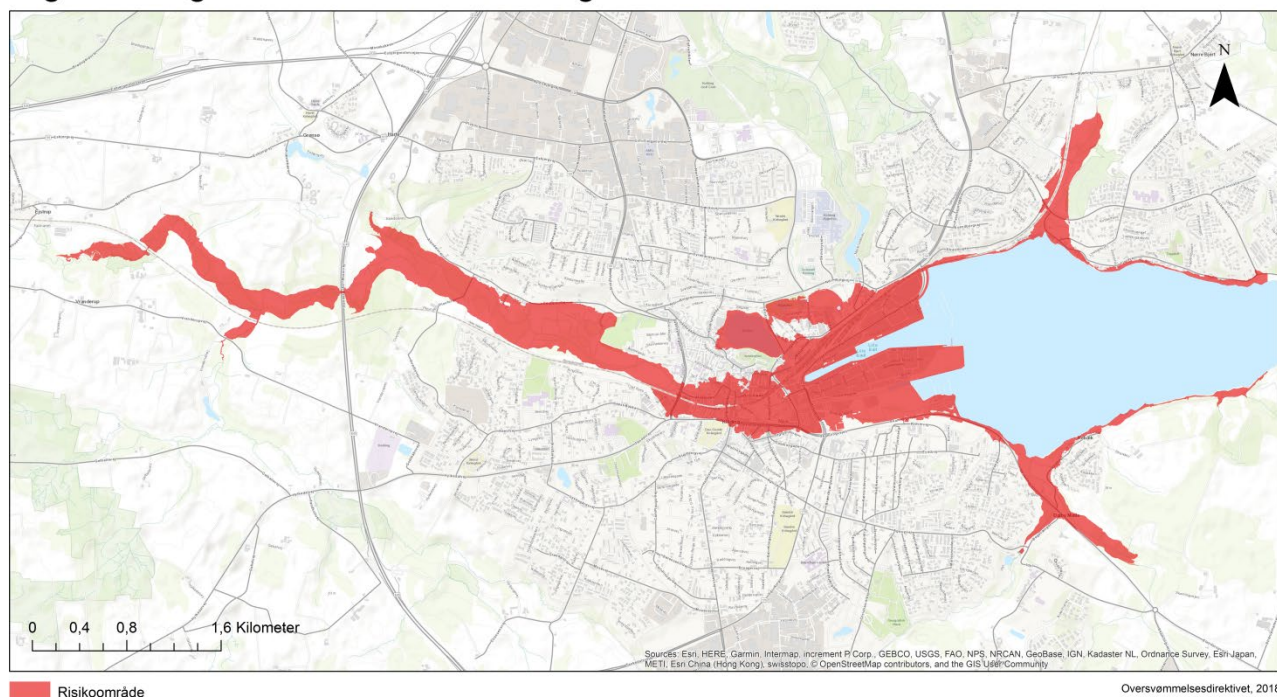
Risikoområdet udgøres hovedsageligt af havneområdet, den indre by samt områder omkring Kolding Å. Området følger overordnet Kolding Å ind i landet og afgrænses før Lunderskov, af Ndr. Ringvej og Skamlingvejen/Tøndervej. I området er flere sårbarheder af høj kategori identificeret så som; fredede bygninger, flere varmegærker, et mindre område af motorvejen og to potentielt forurenende virksomheder i havneområdet.

Data kan tilgås i webgis via nedenstående link: oversvømmelse.kyst.dk/webgis

Risikovurdering i Risikoområde Kolding



Afgrænsning af Risikoområde Kolding



Figur 7.7: Top viser risikoen i Kolding og bund viser afgrænsning af risikoområdet.

7.1.8 Risikoområde Aabenraa

Risikoområde	Aabenraa
Kommuner	Aabenraa
Vanddistrikt	1, Jylland og Fyn
Hovedvandopland	1.11 Lillebælt/Jylland
Kilde til oversvømmelse	Primært hav Vandløb
Statistisk 1000 års hændelse	1,95 m, Fynshavn Havn
Historisk højeste vandstand	3,35 m, stormfloden 1872 Screeningsvandstanden
Vandstand til afgrænsning af risikoområde	4,25 m
Berørte indbyggere	4.245
Særlige sårbarheder	Kulturarvsarealer Fredede bygninger Hospital Potentielle forurenende virksomheder Centralværk Fjernvarmeværker



Beskrivelse af risikoområdet

Aabenraa er et risikoområde udpeget i første planperiode. Området oplever hovedsageligt oversvømmelse fra hav og i mindre grad fra vandløb. Det ses på figur 7.8 at der i risikoområdet er en høj sammenhængende gruppering af celler med *Meget høj* risiko. Dette område består primært af den indre by, beboelse og industri bl.a. på havneområder.

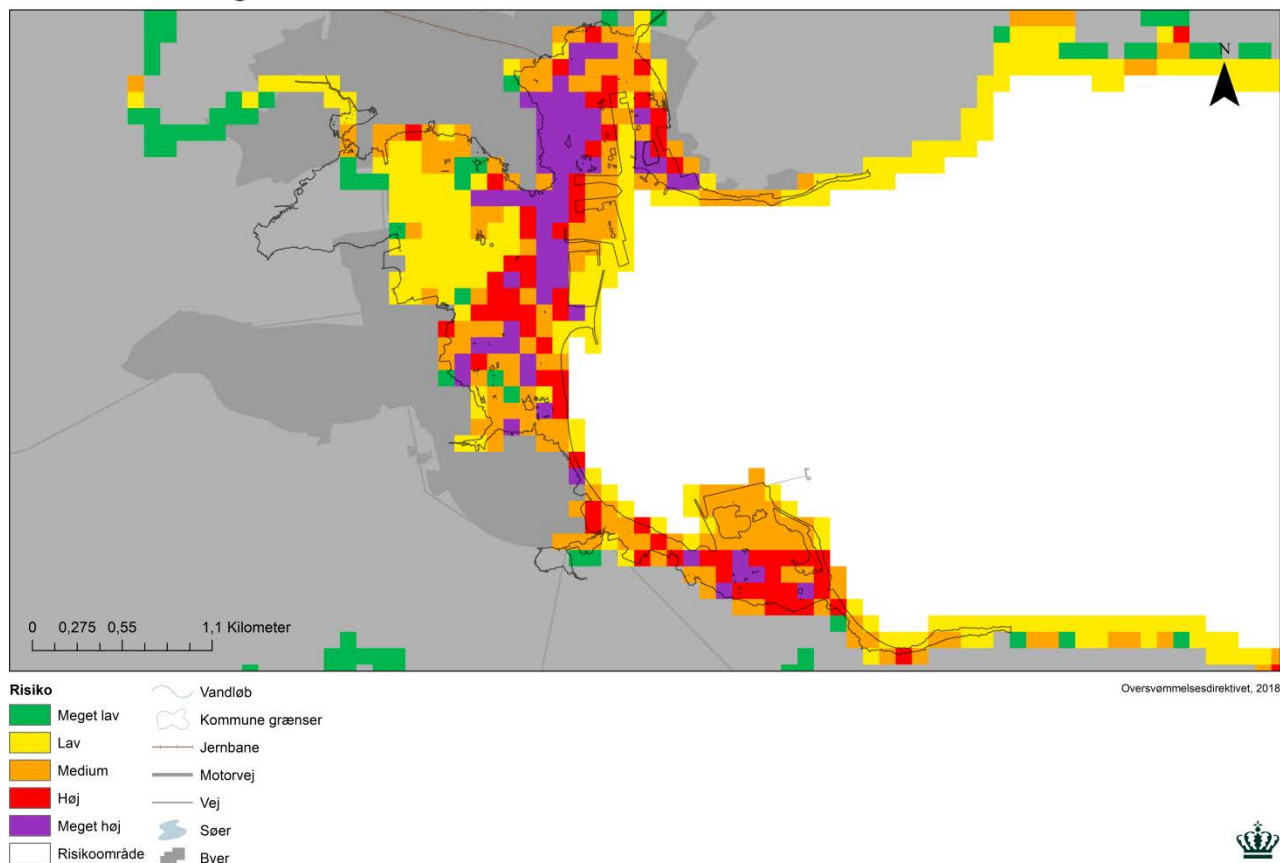
Risikoen for oversvømmelse fra hav er bestemt på baggrund af den historiske vandstand fra stormfloden i 1872, som er den højest registrerede stormflod, der har ramt området

Selvom der ikke sker ændringer i risikoområdet på baggrund af den nye risikovurdering, bliver afgrænsningen af området opdateret ud fra nyeste data. Da oversvømmelse fra hav er den primære kilde til høj risiko i området, er området ind i land afgrænset på baggrund af en potentiel oversvømmelsesudbredelse med den anvendte screeningsvandstand tillagt et klimatilæg på 0,9 m havstigning.

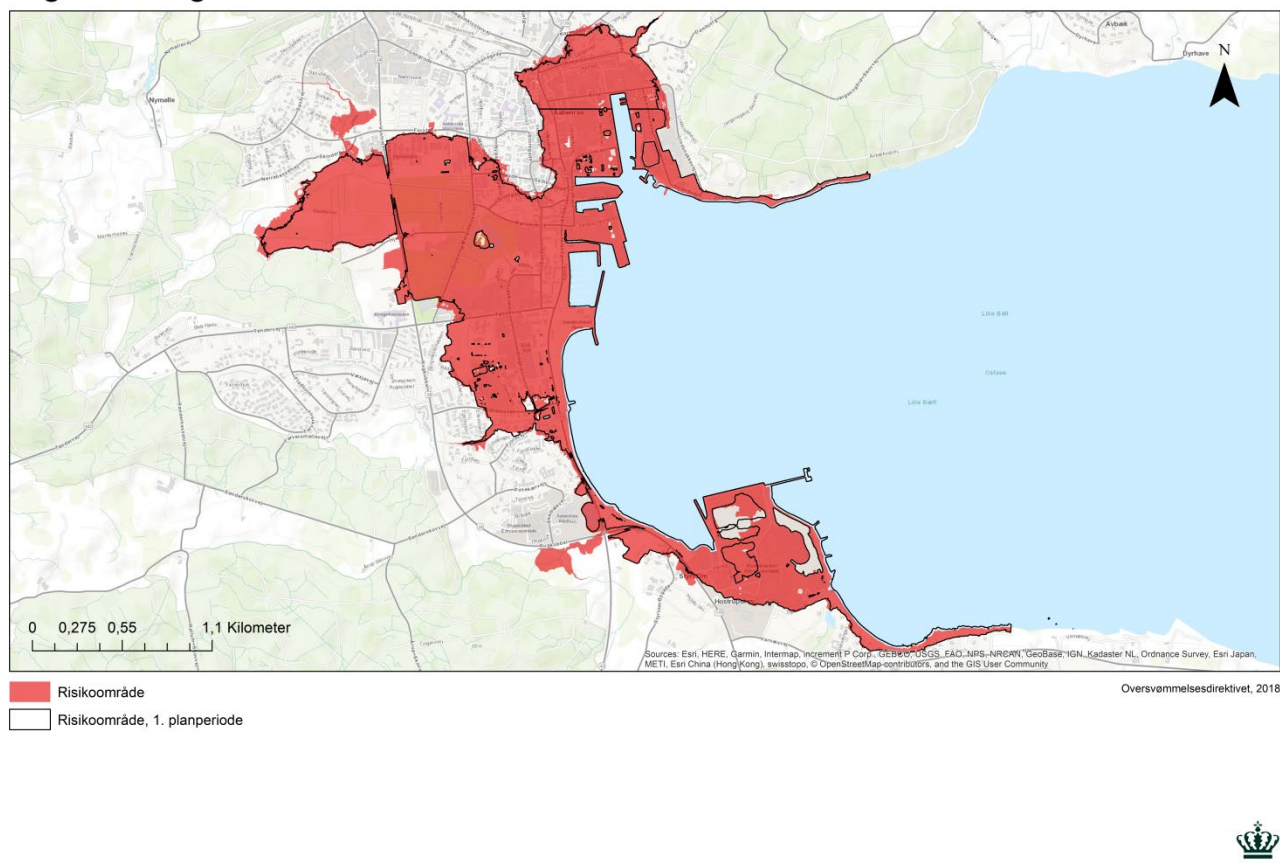
I dette risikoområde er flere sårbarheder af høj kategori identificeret så som; potentielle forurenende virksomheder (havneområder), hospital, kritisk infrastruktur og større kulturarvsarealer.

Data kan tilgås i webgis via nedenstående link: oversvømmelse.kyst.dk/webgis

Risikovurdering i Risikoområde Aabenraa



Afgrænsning af Risikoområde Aabenraa



Figur 7.8: Top viser risikoen i Aabenraa og bund viser afgrænsning af risikoområdet.

7.1.9 Risikoområde Odense Fjord

Risikoområde	Odense Fjord
Kommuner	Odense Nordfyns Kerteminde
Vanddistrikt	1, Jylland og Fyn
Hovedvandopland	1.13 Odense Fjord
Kilde til oversvømmelse	Primært hav Vandløb
Statistisk 1000 års hændelse	1,87 m, Odense Fjord (Gabet) Screeningsvandstanden er 1,96 m, Kerteminde Havn
Historisk højeste vandstand	1,80 m, stormfloden 2006
Vandstand til afgrænsning af risikoområde	2,86 m
Berørte indbyggere	9.108
Særlige sårbarheder	Økonomisk aktivitet Beredskabscenter Flere potentielt forurenende virksomheder Centralvarmeværk Fjernevarmeværk Flere renseanlæg Landbrugsarealer



Beskrivelse af risikoområdet

Risikoområdet Odense Fjord er udpeget i første planperiode og er primært udvalgt pga. oversvømmelsesrisikoen fra hav og i mindre grad fra vandløb. Oversvømmelsen kan have forskelligt udbredelsesmønster og omfang afhængig af, hvilken kilde oversvømmelsen udspringer fra. Oversvømmelser fra hav vil have det markant største omfang. Store dele af de potentielt oversvømmede områder er landbrugsarealer, industri og beboelsesområder. Det ses på figur 7.9, at der er store gule områder, hvilke repræsenterer risikoen Lav. Disse dækker i høj grad over landbrugsarealerne.

Risikoen er bestemt på baggrund af den statistisk 1000 års hændelse for hav og vandløb. Grundet afgrænsning af fareområdet SJ1, der dækker Odense Fjord (se kapitel 5), er 1000 års hændelsen for vandstandsmåleren i Kerteminde Havn anvendt i oversvømmelsesberegningen. Den højest registrerede vandstand i Odense Fjord er 1,80 m ifm. stormfloden i 2006.

Selvom der ikke sker ændringer i risikoområdet på baggrund af den nye risikovurdering, bliver afgrænsningen af området opdateret ud fra nyeste data. Da oversvømmelse fra hav er den primære kilde til høj risiko i området, er området ind i land afgrænset på baggrund af en potentiel oversvømmelsesudbredelse med den anvendte screeningsvandstand tillagt et klimatillæg på 0,9 m havstigning.

I området er sårbarheder af høj kategori identificeret så som; økonomisk aktivitet, flere renseanlæg, mange landbrugsarealer og flere potentielt forurenende virksomheder i havneområdet og langs vandløb.

Data kan tilgås i webgis via nedenstående link: oversvømmelse.kyst.dk/webgis

7.1.10 Nyt risikoområde Nyborg

Risikoområde	Nyborg
Kommuner	Nyborg
Vanddistrikt	1, Jylland og Fyn
Hovedvandopland	1.14 Storebælt
Kilde til oversvømmelse	Primært hav Vandløb
Statistisk 1000 års hændelse	1,71 m, Slipshavn
Historisk højeste vandstand	1,80 m, stormfloden 2006 Screeningsvandstanden er 2,86 m, stormfloden 1872
Vandstand til afgrænsning af risikoområde	3,76 m
Berørte indbyggere	5.804
Særlige sårbarheder	Nyborg slot Fredede bygninger Hospital Motorvej Potentielt forurenende virksomheder Fjernvarme Renseanlæg



Beskrivelse af risikoområdet

Nyborg er et nyudpeget risikoområde, der primært er udpeget grundet oversvømmelse fra hav. Det ses på figur 7.10, at det er i den nordvestlige del af området, at risikoceller med kategorien *Meget høj* er lokaliseret. Dette område består primært af bebyggelse.

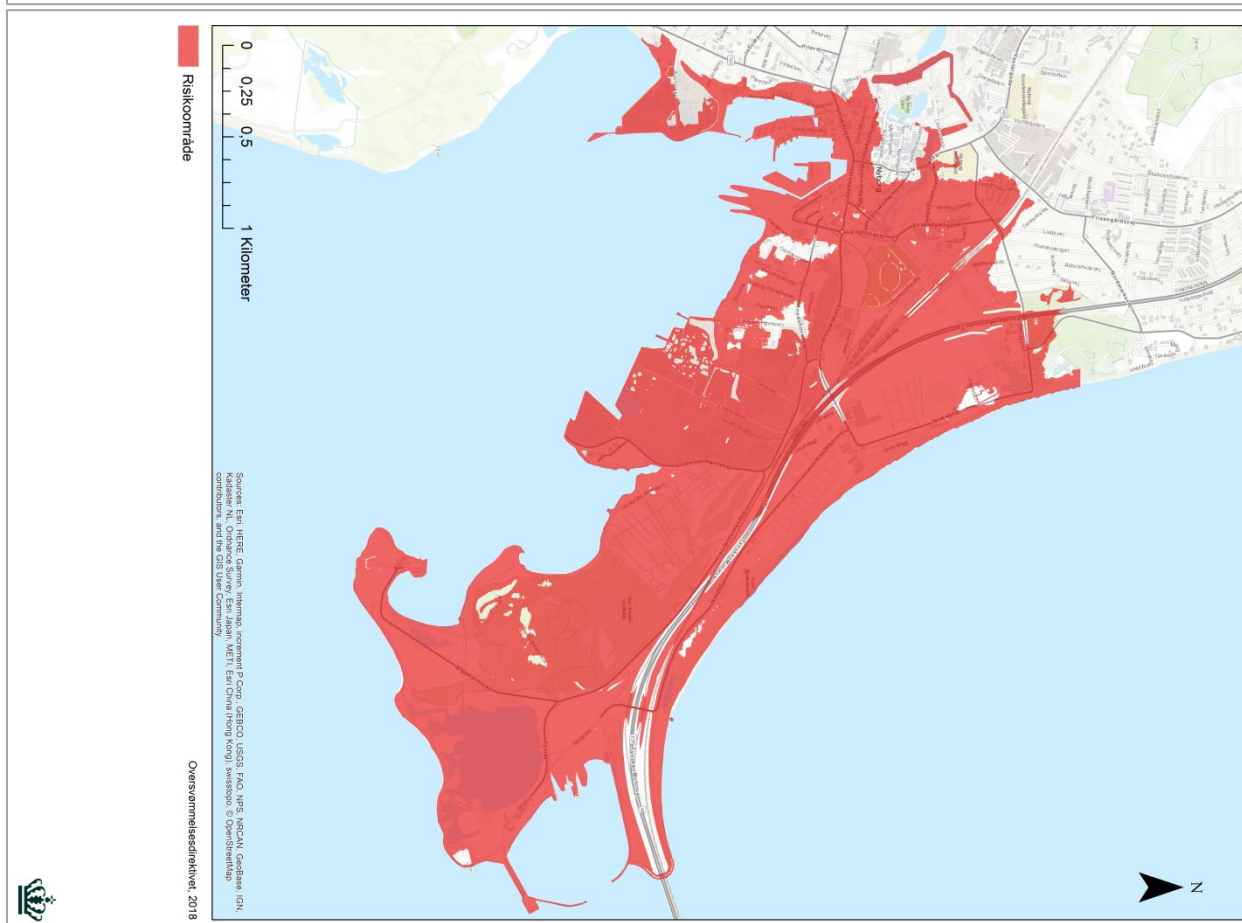
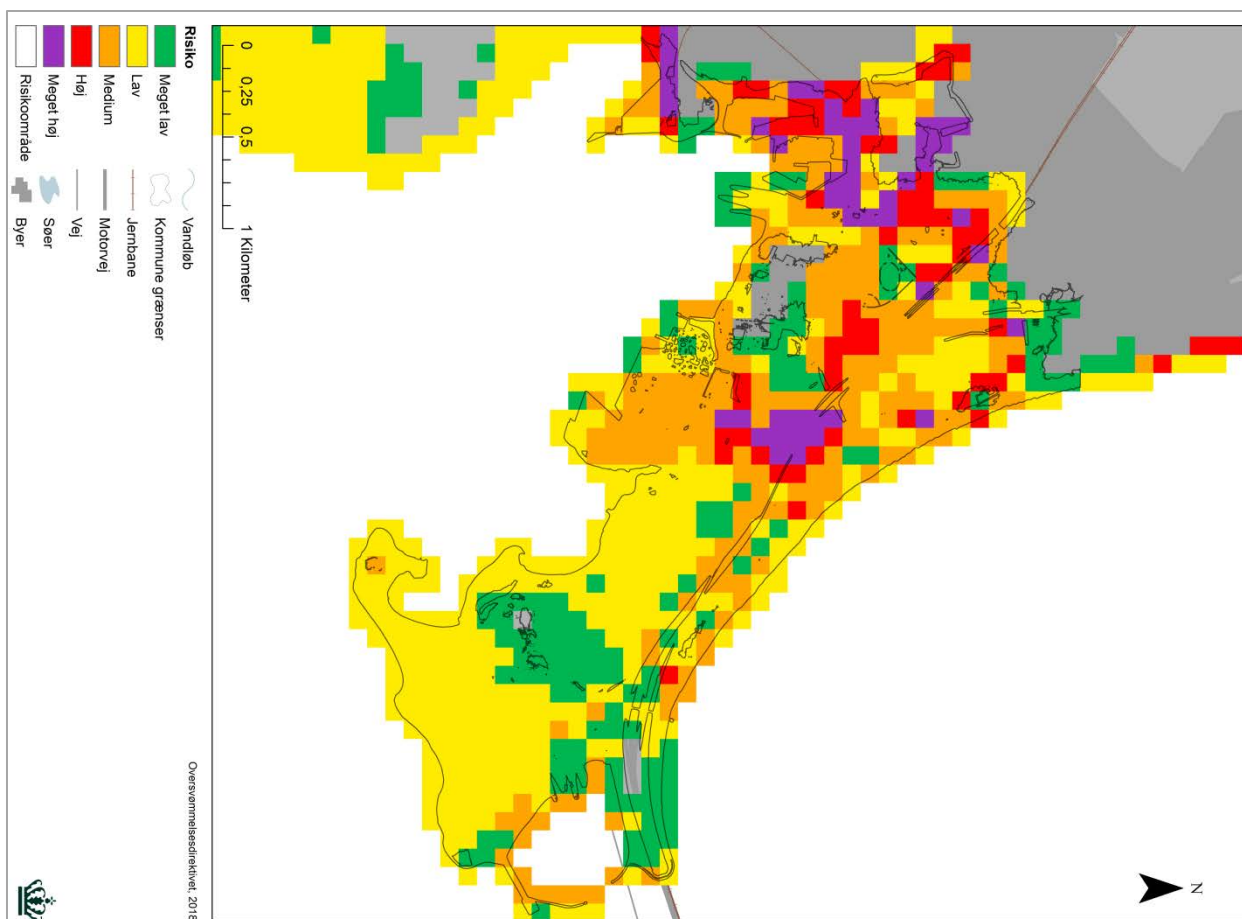
Risikoen for oversvømmelse fra hav er bestemt på baggrund af den historiske vandstand fra stormfloden i 1872. Denne vandstand er valgt grundet afgrænsning af området SD3 (se kapitel 5), hvor det er vandstanden fra den højest registrerede stormflod, der har ramt området. Den højst målte vandstand i Nyborg er dog 1,80 m under stormfloden i 2006.

Risikoområdet er afgrænset således, at alle celler med *Høj* eller *Meget høj* risiko omkring Nyborg by er inkluderet i risikoområdet. Da oversvømmelse fra hav er den primære kilde til høj risiko i området, er området afgrænset på baggrund af en potentiel oversvømmelsesudbredelse med den anvendte screeningsvandstand tillagt et klimatilæg på 0,9 m havstigning.

I området er sårbarheder af høj kategori identificeret så som; potentielt forurenende virksomheder, kulturarvselementer og kritisk infrastruktur i form af fjernvarmeværk og renseanlæg.

Data kan tilgås i webgis via nedenstående link: oversvommelse.kyst.dk/webgis

Afgrænsning af Risikoområde Nyborg



Figur 7.10: Top viser risikoen i Nyborg og bund viser afgrænsning af risikoområdet.



7.2 Vanddistrikt II: Sjælland

Vanddistriktet består af seks hovedvandoplande og dækker Sjælland, Møn, Lolland, Falster og de omkringliggende øer. På baggrund af den nationale vurdering af risiko for oversvømmelse fra hav og vandløb er der inden for vanddistriktet og hovedvandoplandene identificeret de områder med en potentiel væsentlig risiko for oversvømmelse, eller hvor en sådan må anses for sandsynlig, som beskrevet i kapitel 6.

I første planperiode af oversvømmelsesdirektivet blev der i vanddistriktet udpeget tre risikoområder på baggrund af screeningen og høringen i 2010 - 2011. Disse områder er fortsat udpeget. Ud fra revurderingen af risikoen for oversvømmelse fra hav eller vandløb foretages væsentlig udvidelse af to risikoområder samt udpegningen af yderligere et risikoområde inden for vanddistriktet. Alle risikoområderne og detaljer om disse fremgår af tabel 7.2.

Nedenfor præsenteres de fortsat udpegede risikoområder. For yderligere beskrivelser af disse områder henvises til NST & KDI (2011) og KDI (2011).

De to væsentligt udvidede områder og det nyudpegede område præsenteres og afgrænses, ligesom der redegøres for faren og sårbarhederne i området.

Tabel 7.2: Overblik over alle risikoområder i Vanddistrikt II, hvilket hovedvandopland og kommune de berører samt kilden til oversvømmelse.

Risikoområde	Hovedvandopland	Kommune	Kilde	Status
Køge Bugt - København (Tidligere Køge Bugt)	2.3 Øresund 2.4 Køge Bugt	Københavns Kommune Tårnby Kommune Dragør Kommune Hvidovre Kommune Brøndby Kommune Vallensbæk Kommune Ishøj Kommune Greve Kommune Solrød Kommune Køge Kommune	Hav & vandløb	Fortsat udpegning, geografisk udvidet område
Korsør	2.5 Smålandsfarvandet	Slagelse Kommune	Hav	Fortsat udpegning
Vordingborg	2.5 Smålandsfarvandet	Vordingborg Kommune	Hav	Nyudpegning
Sydjylland (Tidligere Nakskov)	2.5 Smålandsfarvandet 2.6 Østersøen	Lolland Kommune	Hav	Fortsat udpegning, geografisk udvidet område

7.2.1 Udvidet risikoområde Køge Bugt - København

Risikoområde	Køge Bugt – København (Tidligere Køge Bugt)
Kommuner	København Tårnby Dragør Hvidovre Brøndby Vallensbæk Ishøj Greve Solrød Køge
Vanddistrikt	2, Sjælland
Hovedvandopland	2.3 Øresund 2.4 Køge Bugt
Kilde til oversvømmelse	Primært hav samt vandløb
Statistisk 1000 års hændelse	HVO 2.3: 1,74 m, Københavns Havn HVO 2.4: 1,70 m, Køge Havn Screeningsvandstand for HVO 2.3
Historisk højeste vandstand	HVO 2.3: 1,65 m, stormfloden 1985 HVO 2.4: 2,86 m, stormfloden 1872 Screeningsvandstand for HVO 2.4
Vandstand til afgrænsning af risikoområde	2,64 m og 3,75 m for hhv. hovedvandopland 2.3 og 2.4.
Berørte indbyggere	282.571
Særlige sårbarheder	Flere hospitaler Mange potentielle forurenende virksomheder Generel høj sårbarhed



Beskrivelse af risikoområdet

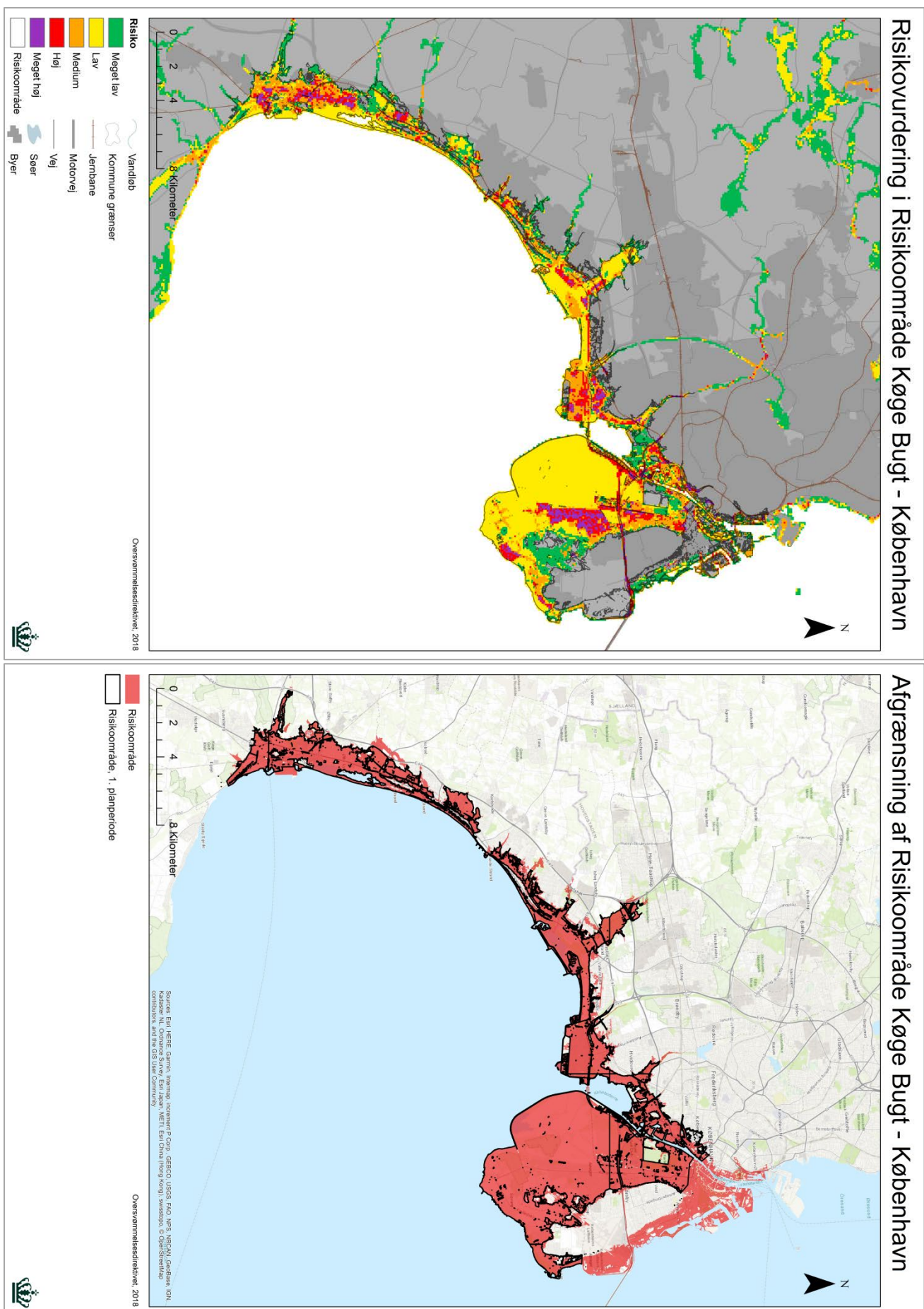
Risikoområdet Køge Bugt - København er en tidligere udpegning fra sidste planperiode, der i denne omgang er udvidet til at dække et større geografisk areal. Det er udpeget og udvidet primært på baggrund af oversvømmelsesrisikoen fra hav og i mindre grad fra vandløb (Køge Å). Oversvømmelse fra vandløb udgør blot en lille del af oversvømmelsespotentialet. Området har en høj andel af grid-celler med kategorierne *Høj* og *Meget høj* risiko, hvilket fremgår af figur 7.11 Disse celler er spredt over et geografisk større område, men er særligt samlet ved Kastrup, Avedøre Holme og Køge. Disse er primært lokaliseret i boligområder, havneområder med industri og Kastrup Lufthavn.

Risikoområdet går på tværs af to fareområder og hovedvandoplande, og der er derfor anvendt to forskellige screeningsvandstande. For den nordlige del af området omkring København er risikoen bestemt på baggrund af en statistisk 1000 års hændelse bestemt for vandstandsmåleren i København. For den sydlige del af området, Køge Bugt, er risikoen bestemt på baggrund af vandstanden under stormfloden i 1872.

På baggrund af risikovurderingen er risikoområdet udvidet mod nord indtil tætheden af cellerne med høj risiko er faldet. Området er ikke udvidet mod syd i Køge. Da oversvømmelse fra hav er den primære kilde til høj risiko i området, er området afgrænset ind i land på baggrund af en potentiel oversvømmelsesudbredelse med den anvendte screeningsvandstand tillagt et klimatilæg på 0,9 m havstigning.

Risikoområdet er udvidet mod nordøst med bl.a. Refshaleøen, Amager, Prøvestenen, dele af området ved København lufthavn og strækker sig op til Københavns Nordhavn, se figur 7.11. Området er ligeledes flere steder udvidet ind i landet. I dette risikoområde er flere sårbarheder af høj kategori identificeret så som; høj befolkningstæthed, flere hospitaler, stor økonomisk aktivitet og flere forurenende virksomheder især ved Prøvestenen. Generelt indeholder dette risikoområde sårbarheder af høj kategori indenfor alle otte sårbarhedsinddelinger.

Data kan tilgås i webgis via nedenstående link: oversvømmelse.kyst.dk/webgis



Figur 7.11: Top viser risikoen i Køge Bugt - København og bund viser afgrænsning af risikoområdet.

7.2.2 Risikoområde Korsør

Risikoområde	Korsør
Kommuner	Slagelse
Vanddistrikt	2, Sjælland
Hovedvandopland	2.5 Smålandsfarvandet
Kilde til oversvømmelse	Hav
Statistisk 1000 års hændelse	1,74 m, Korsør Havn
Historisk højeste vandstand	1,80 m, stormfloden 2006 Screeningsvandstanden
Vandstand til afgrænsning af risikoområde	2,70 m
Berørte indbyggere	9.707
Særlige sårbarheder	Hospitaler Potentielt forurenende virksomheder Fjernvarmeværk



Beskrivelse af risikoområdet

Risikoområdet Korsør er en tidligere udpegning fra sidste planperiode, der i denne omgang er udvidet til at dække et større areal mod nord. Det er udpeget og udvidet primært på baggrund af oversvømmelsesrisikoen fra hav.

I den nordlige del af risikoområdet forekommer en højere andel af grid-celler med kategorierne *Høj* og *Meget høj* risiko, hvilket ses i figur 7.12. Disse er primært lokaliseret i boligområder.

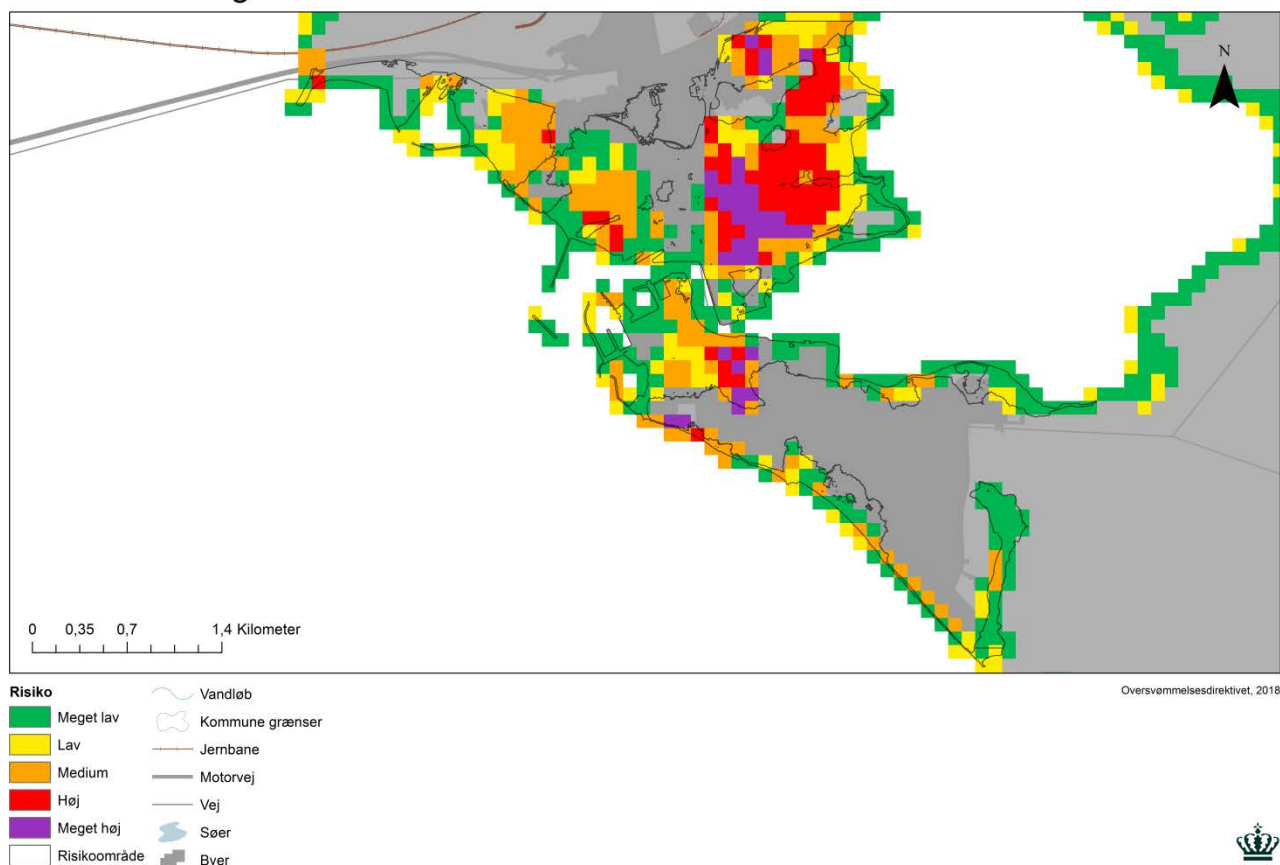
Risikoen for oversvømmelse fra hav er bestemt på baggrund af den historiske vandstand fra stormfloden i 2006, som er den højest registrerede stormflod, der har ramt området.

Selvom der ikke sker ændringer i risikoområdet på baggrund af den nye risikovurdering, bliver afgrænsningen af området opdateret ud fra nyeste data. Da oversvømmelse fra hav er den eneste kilde til høj risiko i området, er området ind i land afgrænset på baggrund af en potentiel oversvømmelsesudbredelse med den anvendte screeningsvandstand tillagt et klimatillæg på 0,9 m havstigning.

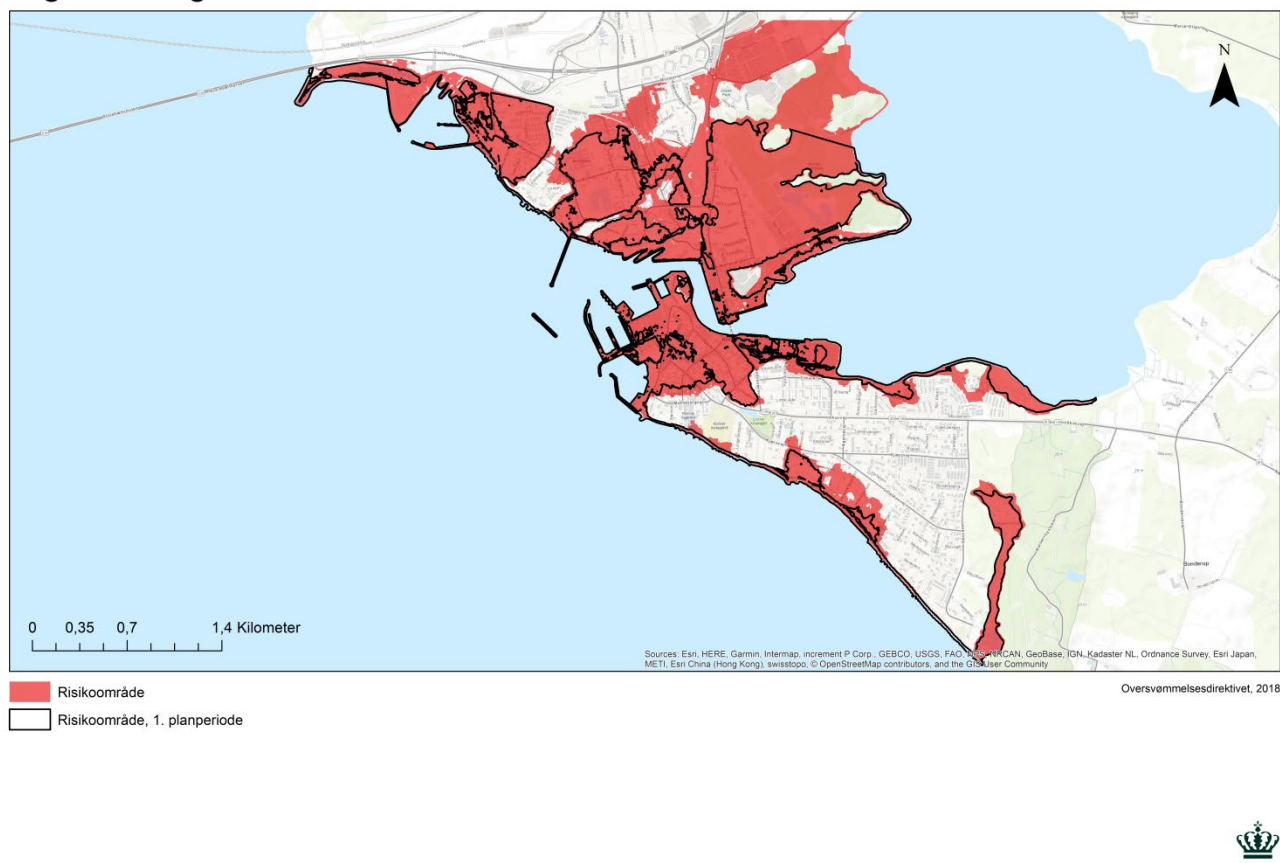
I dette risikoområde er sårbarheder af høj kategori identificeret så som; hospitaler, og flere forurenende virksomheder.

Data kan tilgås i webgis via nedenstående link: oversvommelse.kyst.dk/webgis

Risikovurdering i Risikoområde Korsør



Afgrænsning af Risikoområde Korsør



Figur 7.12: Top viser risikoen i Korsør og bund viser afgrænsning af risikoområdet.

7.2.3 Nyt risikoområde Vordingborg

Risikoområde	Vordingborg
Kommuner	Vordingborg
Vanddistrikt	2, Sjælland
Hovedvandopland	2.5 Smålandsfarvandet
Kilde til oversvømmelse	Hav
Statistisk 1000 års hændelse	1,81 m, Karrebæksminde
Historisk højeste vandstand	2,86 m, stormfloden 1872 Screeningsvandstanden
Vandstand til afgrænsning af risikoområde	3,76 m
Berørte indbyggere	3.849
Særlige sårbarheder	Vordingborg slotsruin Hospital Potentielt forurenende virksomhed Renseanlæg Fjernvarmeværk



Beskrivelse af risikoområdet

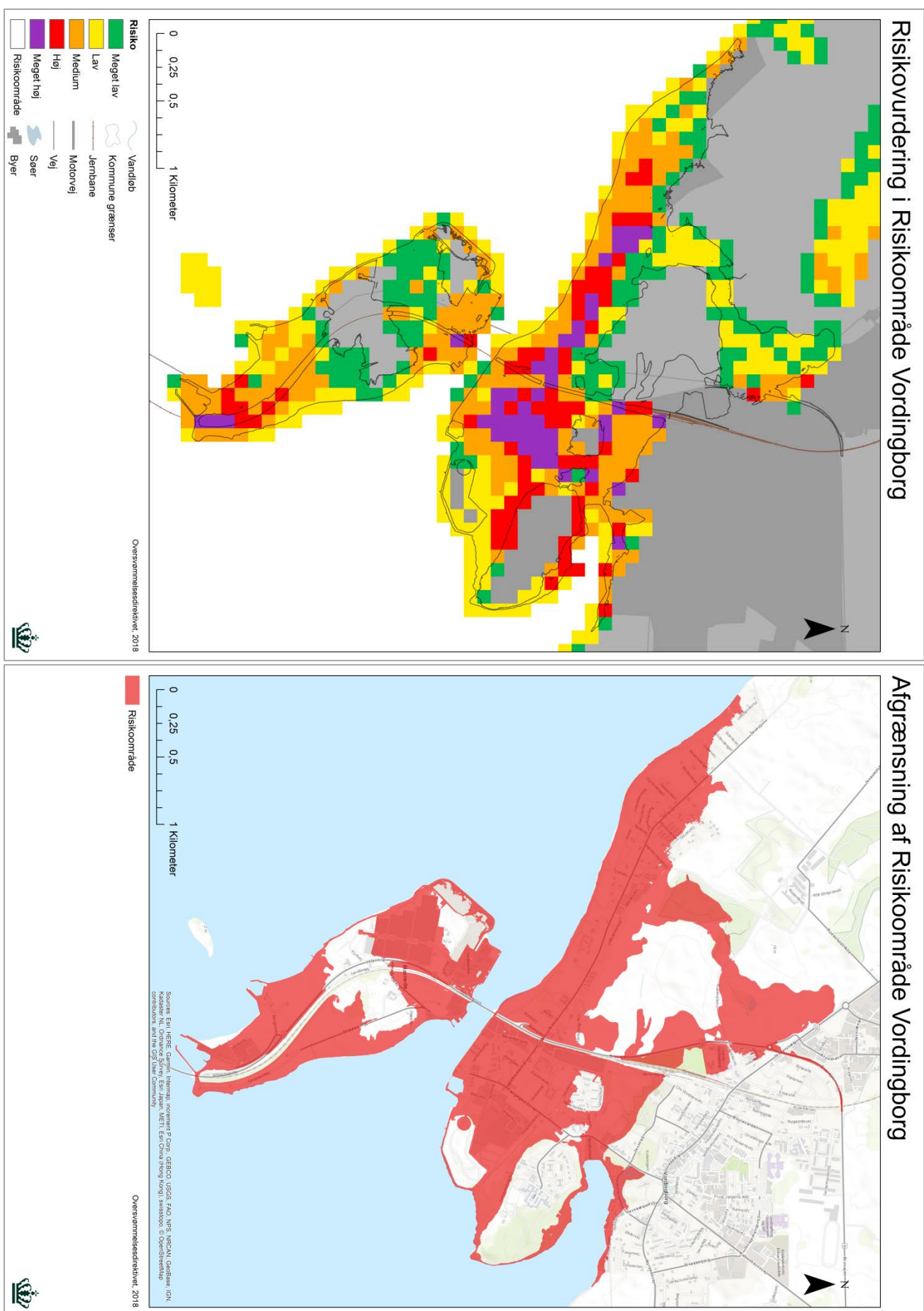
Risikoområdet Vordingborg er udpeget på baggrund af den potentielle oversvømmelsesrisiko fra hav. Dette område er en nyudpegning, og har en større sammenhængende gruppering af grid-celler med kategorien *Høj* og *Meget høj* risiko, hvilket fremgår af figur 7.13. Ydermere er der yderst på Masnedø en mindre gruppering af risikoceller med høj værdi. Området på Masnedø er primært motorvej, industri og i mindre grad beboelse. Den store gruppering af celler i Vordingborg by er primært beboelse og industri.

Risikoen for oversvømmelse fra hav er bestemt på baggrund af den historiske vandstand fra stormfloden i 1872, som er den højest registrerede stormflod, der har ramt området.

Risikoområdet er afgrænset således, at alle celler med *Høj* eller *Meget høj* risiko omkring Vordingborg by samt hele Masnedø er inkluderet i risikoområdet. Da oversvømmelse fra hav er den eneste kilde til høj risiko i området, er området afgrænset på baggrund af en potentiel oversvømmelsesudbredelse med den anvendte screeningsvandstand tillagt et klimatillæg på 0,9 m havstigning.

På havnen er flere sårbarheder af høj kategori identificeret så som; potentielt forurenende virksomheder, kritisk infrastruktur i form af renseanlæg og fjernvarmeværk. Derudover er Vordingborg Slotsruin og hospitalet lokaliseret i det udpegede risikoområde.

Data kan tilgås i webgis via nedenstående link: oversvømmelse.kyst.dk/webgis



Figur 7.13: Top viser risikoen i Vordingborg og bund viser afgrænsning af risikoområdet.

7.2.4 Udvidet risikoområde Sydlolland

Risikoområde	Sydlolland (Tidligere Nakskov)
Kommuner	Lolland
Vanddistrikt	2, Sjælland
Hovedvandopland	2.5 Smålandsfarvandet 2.6 Østersøen
Kilde til oversvømmelse	Primært hav Vandløb
Statistisk 1000 års hændelse	1,86 m, Rødbyhavn Havn
Historisk højeste vandstand	3,17 m, stormfloden 1872 Screeningsvandstanden
Vandstand til afgrænsning af risikoområde	4,07 m
Berørte indbyggere	20.678
Særlige sårbarheder	Økonomisk aktivitet Hospital Motorvej Potentielt forurenende virksomheder Store landbrugsarealer



Beskrivelse af risikoområdet

Risikoområdet Sydlolland er en tidligere udpegning fra sidste planperiode, der i denne omgang er udvidet til at dække et større areal. Det er udpeget og udvidet primært på baggrund af oversvømmelsesrisikoen fra hav og i mindre grad fra vandløb. Oversvømmelse fra vandløb udgør blot en lille del af oversvømmelsespotentialitet. Området har tre større klynger af grid-celler med værdierne *Høj* og *Meget høj*. Disse er lokaliseret i Rødby, Rødbyhavn og Nakskov, hvilket ses på figur 7.14. Disse er primært i boligområder, havneområder med industri og færge-linjen. De resterende områder af det udpegede risikoområde er i overvejende grad landbrug.

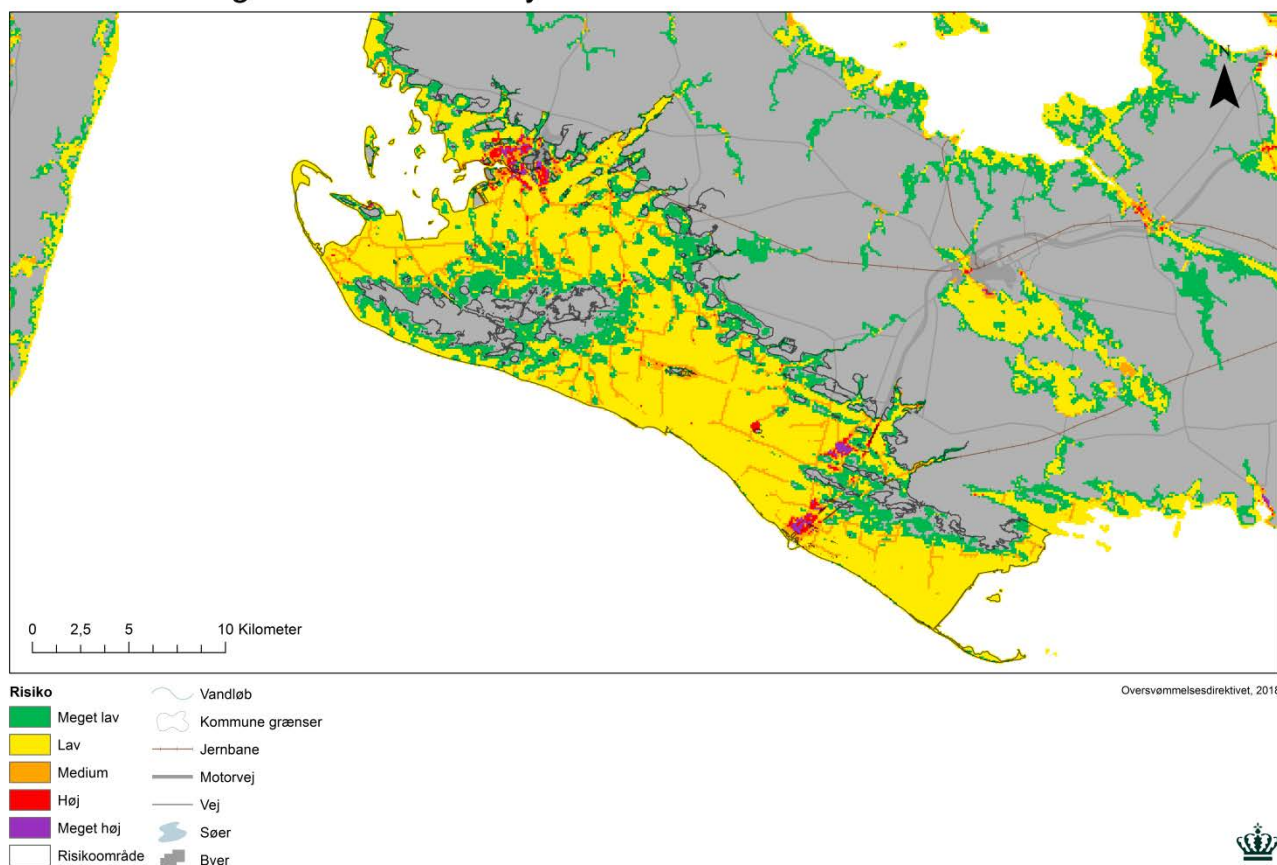
Risikoen for oversvømmelse fra hav er bestemt på baggrund af den historiske vandstand fra stormfloden i 1872, som er den højest registrerede stormflod, der har ramt området.

Det udvidede risikoområde afgrænses ift. den potentielle oversvømmelsesudbredelse af vand fra retningerne vest til syd der potentielt kan oversvømme et stort område af det sydlige Lolland, hvis ikke digerne kan holde vandet ude. Da oversvømmelse fra hav er den primære kilde til høj risiko i området, er området ind i land afgrænset på baggrund af en potentiel oversvømmelsesudbredelse med den anvendte screeningsvandstand tillagt et klimatilæg på 0,9 m havstigning.

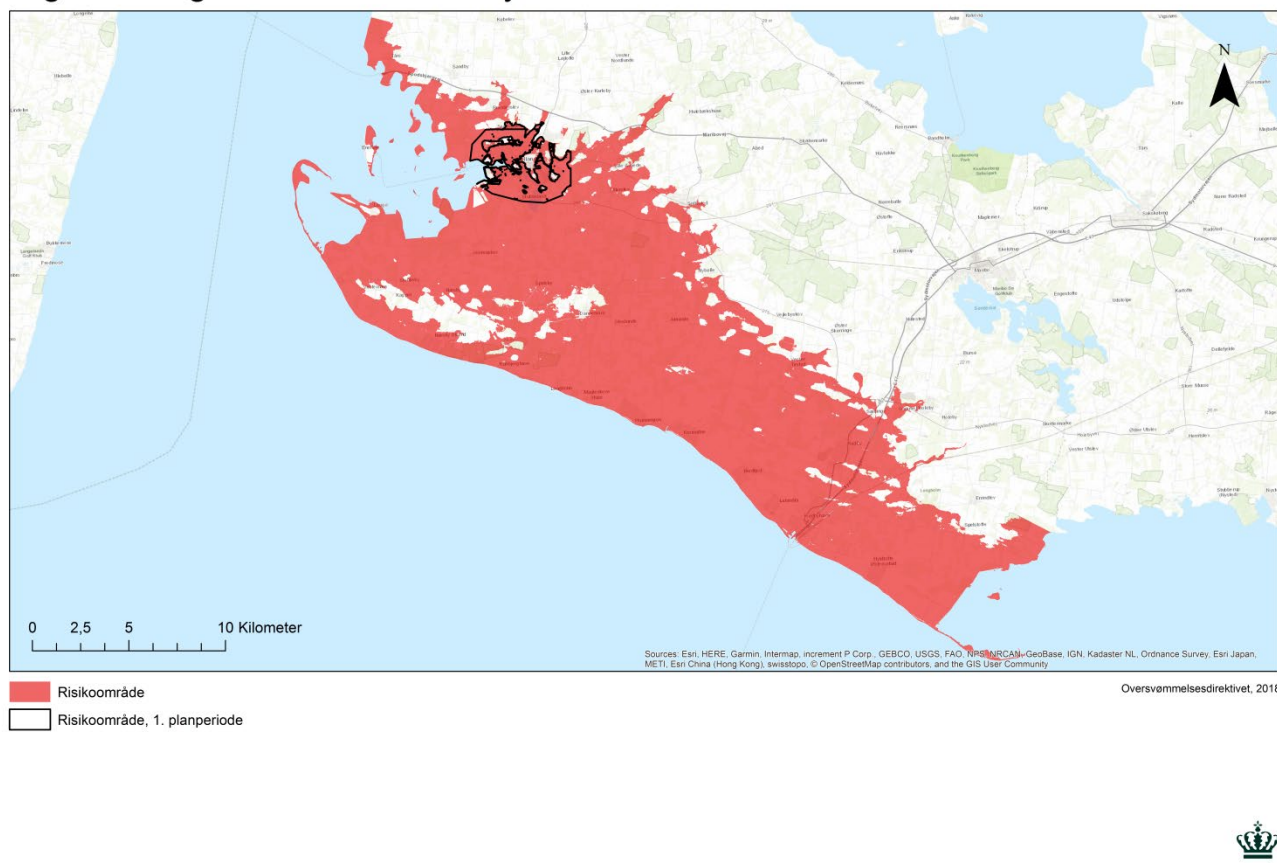
Risikoområdet er udvidet med bl.a. Rødby og Rødby Havn, se figur 7.14. I dette risikoområde er flere sårbarheder af høj kategori identificeret så som; økonomisk aktivitet grundet det store geografiske areal, hospital, og flere forurenende virksomheder. Sårbarhederne er spredt over et større område, men indeholder store landbrugsarealer også.

Data kan tilgås i webgis via nedenstående link: oversvømmelse.kyst.dk/webgis

Risikovurdering i Risikoområde Sydlolland



Afgrænsning af Risikoområde Sydlolland



Figur 7.14: Top viser risikoen for Sydlolland og bund viser afgrænsning af risikoområdet.

7.3 Vanddistrikt III: Bornholm

Vanddistriktet består af et hovedvandopland, der udgøres af Bornholm. På baggrund af den nationale vurdering af risiko for oversvømmelse fra hav og vandløb er der inden for vanddistriktet og hovedvandoplandet identificeret de områder med en potentiel væsentlig risiko for oversvømmelse, eller hvor en sådan må anses for sandsynlig, som beskrevet i kapitel 6.

I første planperiode af oversvømmelsesdirektivet blev der i vanddistriktet ikke udpeget risikoområder på baggrund af screeningen og høringen i 2010 – 2011. Ud fra revurderingen af risikoen for oversvømmelse fra hav eller vandløb i anden planperiode foretages der ikke udpegning af risikoområder inden for vanddistriktet.

7.4 Vanddistrikt IV: Internationalt vanddistrikt Vidå/Kruså

Vanddistriktet består af et internationalt hovedvandopland, der er fælles med Tyskland i den sydlige del af det danske Vadehav/den nordlige del af det tyske Vadehav. På baggrund af den nationale vurdering af risiko for oversvømmelse fra hav og vandløb er der inden for vanddistriktet og hovedvandoplandet identificeret de områder med en potentiel væsentlig risiko for oversvømmelse, eller hvor en sådan må anses for sandsynlig, som beskrevet i kapitel 6.

I første planperiode af oversvømmelsesdirektivet blev der i vanddistriktet ikke udpeget risikoområder på baggrund af screeningen og høringen i 2010 – 2011. Revurderingen i anden planperiode giver ikke anledning til udpegning af risikoområder inden for dette vanddistrikt.



Litteraturhenvisninger

Deltares, 2017. *EU Floods Directive in Denmark - Risk index-based method application*.

DMI, 2012. *Fremtidige klimaforandringer i Danmark*. Danmarks Klimacenter rapport 12-04. Klima- og Energiministeriet

DMI, 2014. *Fremtidige klimaforandringer i Danmark*. Danmarks Klimacenter rapport 14-06. Klima-, Energi- og Bygningsministeriet.

DMI, 2015a. *Klimaforandringer og koblede ekstremhændelser*. Rapport udarbejdet af DMI motiveret af Naturstyrelsens og Kystdirektoratets arbejde med implementering af oversvømmelsesdirektivet.

DMI, 2015b. *Middelvandstand i Danmark*, Notat.

DMI, 2018. *Storms in Denmark since 1891*, DMI. Continuously updated. Tilgået juni 2018.

GEUS, 2013. *Klimaeffekter på hydrologi og grundvand (Klimaekstremvandføring)*. Naturstyrelsen.

Gram-Jensen, I., 1991. *Stormfloder*. Danish Meteorological Institute (DMI), Scientific Report 91-1.

KDI, 2007. *Højvandsstatistikker 2007*. Kystdirektoratet

KDI, 2011. *Forslag til udpegnings af risikoområder på baggrund af en foreløbig vurdering af oversvømmelsesrisikoen fra havet, fjorde eller andre dele af søterritoriet*, Teknisk baggrundsrapport. Kystdirektoratet

KDI, 2013. *Højvandsstatistikker 2012*. Kystdirektoratet

KDI, 2016. *Kystanalyse, Kortlægning af erosion og oversvømmelse, Metoderapport for kortlægning af faren for erosion og oversvømmelse samt de potentielle skadesomkostninger*. Kystdirektoratet

KDI, 2017. *Kortlægning af vandstandsmålere i Danmark, Infrastrukturrapport*. Kystdirektoratet

KDI, 2018a. *Revurdering og ajourføring af risikoområder for oversvømmelse fra hav og vandløb. Oversvømmelsesdirektivet, Anden planperiode*. Kystdirektoratet

KDI, 2018b. *Højvandsstatistikker 2017*. Kystdirektoratet

Metcheck, 2018. *GFS Chart archive*. Tilgået 2. juli 2018.
https://www.metcheck.com/WEATHER/gfscharts_archive.asp

NIRAS, 2012. *Oversvømmelsesrisiko: Metodeudvikling af værdi- og sårbarhedsvurdering af Kulturarv*.

NST & KDI, 2011a. *Forslag udpegnings af risikoområder for oversvømmelse fra vandløb, søer, havet og fjorde*. Naturstyrelsen og Kystdirektoratet

NST & KDI, 2011b. *Endelig udpegnings af risikoområder for oversvømmelse fra vandløb, søer, havet og fjorde*. Naturstyrelsen og Kystdirektoratet

SCALGO & COWI, 2017. *Evaluerings af Metoder til Screening af Vandløbsoversvømmelse*.

SCALGO & COWI, 2018. *National Screening af Oversvømmelse fra Vandløb*, Notat.

Stormrådet, 2012. *Stormrådets beretning 2012*.

Stormrådet, 2013. *Stormrådets beretning 2013*.

Stormrådet, 2015. *Stormraadets beretning 2015*.

Stormrådet, 2016. *Stormrådets beretning 2016*.

Stormrådet, 2017. *Stormrådets beretning 2017*.

TV2 Vejret, 2017. *100-års stormflod satte rekorder på stribe: Så højt stod vandet i nat*. Tilgået 2. juli 2018. <http://vejr.tv2.dk/2017-01-04-100-aars-stormflod-satte-rekorder-paa-stribе-saa-hoejt-stod-vandet-i-nat>

Bilagsliste

Bilag A:	Historiske stormflodshændelser. Dataark
Bilag B:	Historiske stormflodshændelser. Oversigt over screeningsresultat
Bilag C:	Historiske stormflodshændelser. Vandstande fra de otte nyeste stormfloder
Bilag D:	Historiske vandløbsoversvømmelser. Data til vandløbsundersøgelsen
Bilag E:	Sårbarhed. Arealanvendelse



Kystdirektoratet
Højbovej 1
7620 Lemvig

www.kyst.dk