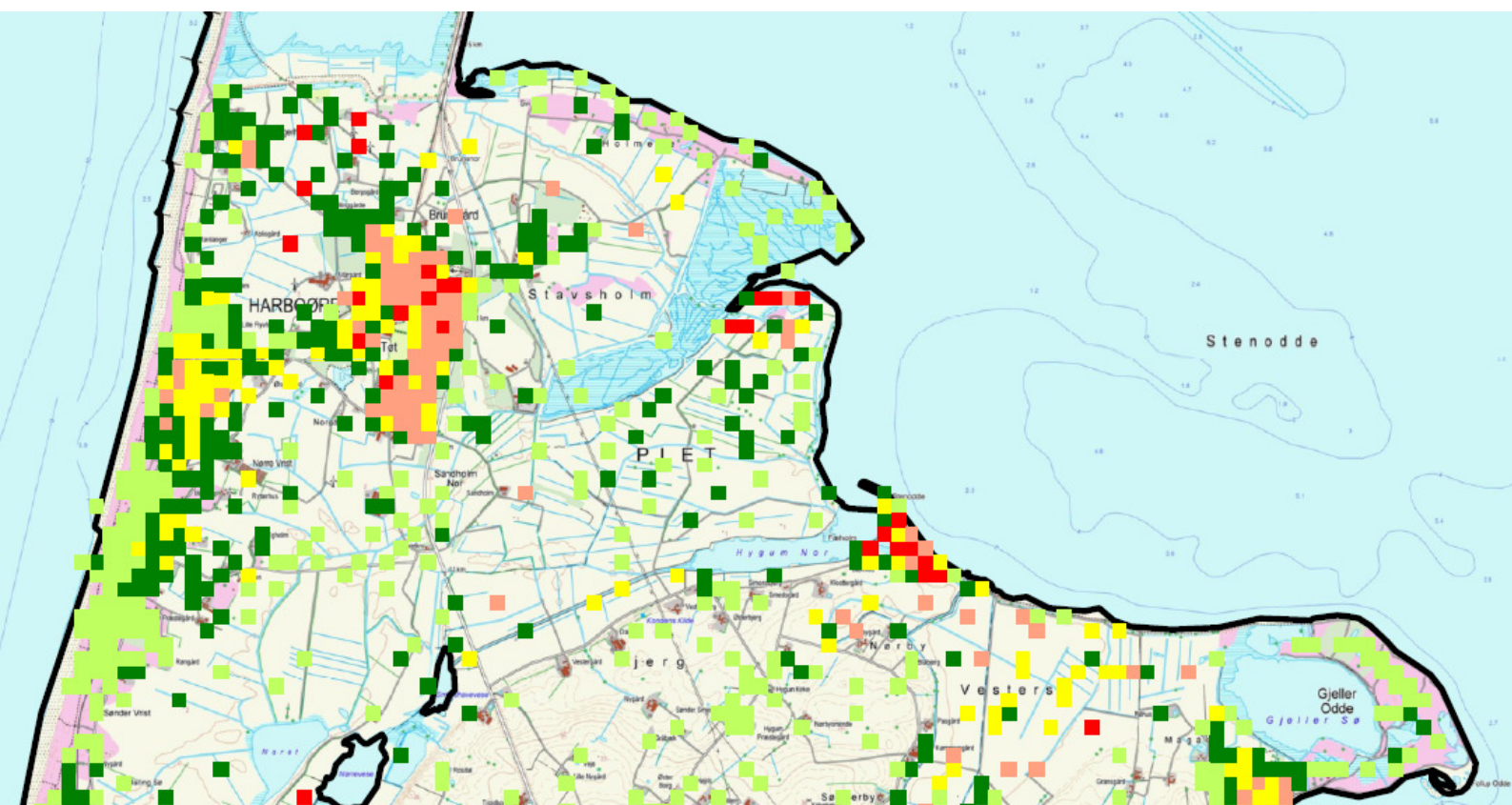


Klimatilpasningsplan

Temakort – teknisk beskrivelse



Lemvig Kommune

Klimatilpasningsplan

Temakort – Teknisk beskrivelse

Rekvirent Lemvig Kommune
Rådhusgade 2
7620 Lemvig

Rådgiver Orbicon A/S
Klostermarken 12
8800 Viborg

Projektnummer 223 13-60

Projektleder Peter Poulsen

Kvalitetssikring Jan Thorn Clausen

Revisions nr. 0

Udgivet 24. marts 2014

INDHOLDSFORTEGNELSE

1.	Indledning	4
2.	Temakort	5
2.1.	Værdikort	5
2.2.	Oversvømmelser fra regionens skybrudskort.....	7
2.3.	Oversvømmelser beregnet med Mike Flood	8
2.4.	Oversvømmelser under stormflod	10
2.4.1	Landhævning og sætninger	12
2.4.2	Mangler i havstigningstemaet	13
2.5.	Omregning af oversvømmelser til kvadratnet.....	13
2.6.	Samlet oversvømmelseskort	13
2.7.	Risikokort	14

BILAGSFORTEGNELSE

Nr.	Indhold
1	Temakort med værdier
2	Temakort med oversvømmelser
3	Temakort med risiko
4	Forudsætninger for beregning af oversvømmelseskort med Mike Flood



1. INDLEDNING

Med klimaforandringerne får vi mere vand. Over de kommende 50 år vil vintrene blive mere våde, hav- og grundvandsspejlet vil stige og stormene vil blive hyppigere. Til analysering af disse forhold er der udarbejdet forskellige temakort til klimatilpasningsplanen.

For at kunne tolke kortene korrekt er det nødvendigt at kende de forudsætninger, der ligger til grund for dem. Dette notat er en teknisk beskrivelse af grundlaget for temakortene, som består af følgende:

- Værdikort
- Oversvømmelser fra regionens skybrudskort
- Oversvømmelser beregnet med Mike Flood
- Oversvømmelser under stormflod
- Samlet oversvømmelseskort
- Risikokort

I den efterfølgende figur er illustreret hvordan temakortene, som er vist i den røde boks, indgår i den samlede klimatilpasningsplan.



Figur 1.1 Temakortene indgår i klimatilpasningsplanen til at danne risikobilledet. Oversvømmelses- og værdikort sammenfattes i et risikokort. Dette anvendes til at screene de områder, hvor der skal opstilles indsatser, som prioriteres og vil indgå i kommuneplanen.

Da notatet er en teknisk beskrivelse, anbefales brugen af dette som et opslag, når der er behov for at kende baggrunden for temakortene.



2. TEMAKORT

Generelt præsenteres alle resultater på temakortene efter Det danske Kvadratnet, som er et nationalt system af kvadratnet. Der anvendes "maskestørrelse" 100 × 100 meter. Dermed dækker hvert kvadrat et areal på 10.000 m² = 1 ha. Kommunen dækkes af 52.231 kvadrater.

De viste resultater på temakortene er dermed af overordnet karakter og resultaterne benyttes alene til at screene de områder som skal undersøges nærmere mhp. at opstille indsatser i klimatilpasningsplanen.

Lokale forhold kan spille ind ved de enkelte ejendomme, som medfører at forholdene kan være anderledes end, hvad der fremgår af kortene.

Fælles for alle temakort er, at datagrundlaget bag temakortene består af detaljerede oplysninger, hvilket beskrives i de efterfølgende afsnit.

På temakortene er farverne generelt valgt efter lyskurveprincippet. De grønne nuancer angiver laveste værdier og røde nuancer de højeste værdier, mens de gule nuancer er overgangen fra grøn til rød.



2.1. Værdikort

Værdikort skal anvendes til at vise de værdier, der kan blive truet af klimaforandringer.

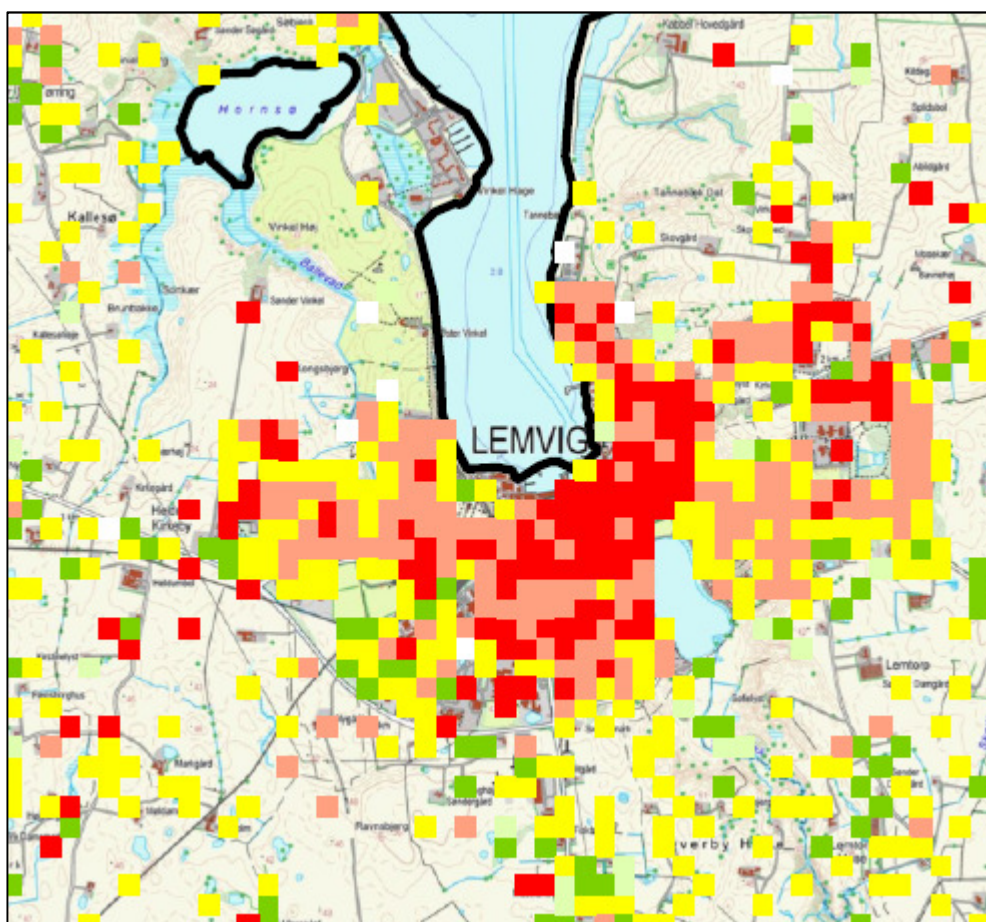
Da det er kommunens første klimatilpasningsplan i relation til oversvømmelser, har kommunen valgt, at værdikortet består af bygningsværdier fra ejendomsvurderingen. Grundværdien er altså ikke medtaget. Der er mange muligheder for at medtage andre parametre til værdikortet som f.eks. mennesker, miljø og samfund og andre økonomiske værdier end blot bygninger. Dette vil kommunen vurdere i forbindelse med revision af klimatilpasningsplanen, som forventes foretaget i 2017.

Det er koordinater for matriklens midte, der afgør i hvilket kvadrat værdien af den pågældende ejendom placeres. Det giver anledning til nogle usikkerheder, da et koordinat kan ligge i ét kvadrat, mens hovedparten af bygningen reelt ligger i nabo kvadratet. Meget store matrikler med én adresse vil have hele værdien opgjort i ét kvadrat, også her kan store dele af bygningen reelt ligge i andre kvadrater.

Da værdikortet udføres i celler på 100 × 100 meter sikres en vis anonymitet, som yderligere anonymiseres ved at udtrykke værdierne i nogle intervaller i forskellige farver, som angivet i efterfølgende udsnit af værdikortet. Temakort med værdier er vedlagt i bilag 1. Der er benyttet følgende inddeling af værdierne:

Kategori	Bygningsværdi [mio. kr./ha]	Antal kvadrater [stk.=ha]
Mindst	$0 < BV < 0,1$	124
Lille	$0,1 \leq BV < 0,5$	522
Mindre	$0,5 \leq BV < 1,0$	1.376
Middel	$1 \leq BV < 5$	3.366
Stor	$5 \leq BV < 10$	1.065
Maksimal	$BV \geq 10$	847

Tabel 2.1 Intervaller i værdikortet baseret på bygningsværdien BV og tilhørende antal kvadrater. Intervalgrænsen middel er valgt så hovedparten ligger i denne kategori. Intervalgrænsen maksimal er valgt svarende til at der kan være omkring 10 parcelhuse i et kvadrat og at bygningsværdien i middel er 1 mio. kr. ekskl. grundværdi pr. ejendom. Den samlede bygningsværdi i Lemvig Kommune er ca. 30 mia. kr.



Figur 2.1 Udsnit af værdikort med farvelægning af bygningsværdier i kategorier i de enkelte 100 x 100 meter kvadrater. Hovedparten af Lemvig by ses at ligge i kategorierne "Stor" og "Maksimal"

2.2. Oversvømmelser fra regionens skybrudskort

Region Midtjylland har fået udarbejdet skybrudskort for hele regionen. Skybrudskortet er en hydraulisk tilpasset digital terrænmodel opdelt i et grid af mindre celler. Resultatet angiver for hver enkelt celle, hvor mange millimeter nedbør, der skal til, før den specifikke celle er vanddækket. Analysen lader nedbøren strømme på overfladen og løbe til lavninger, og den beregner, hvor vandet fra ikke-lavninger og vandfyldte lavninger vil strømme videre hen.

Der tages således hensyn til, at vand fra små lavninger, der fyldes, løber videre til den næste lavning. Derved gradueres sandsynligheden for oversvømmelse af den enkelte lavning i overensstemmelse med virkelige hændelser.

Beregningerne tager udgangspunkt i, at terrænmodellen er tæt, dvs. at der ikke sker nedsivning til jordmatricen i byområder, og det forudsættes som udgangspunkt, at det eksisterende kloaknet håndterer op til en 10-års regnhændelse i 2050.

Ved beregninger af regn og oversvømmelse ved hjælp af Skybrudskort, anbefaler Region Midtjylland, at der anvendes en 4 timers regn. Ved anvendelse af skybrudskortet anvendes den "overskydende regn", hvilket vil sige den mængde regn, der under regnskyllet ikke ledes væk via kloakken eller samler sig i pytter og regnbede/LAR eller nedsiver til jorden. I den efterfølgende figur er illustreret begrebet "overskydende regn".



Figur 2.2 Illustration af begrebet "overskydende regn" i by og i det åbne land. Figuren viser at en regn med 100 mm giver anledning til en "overskydende regn" på 50 mm i by og land. Rød pil er overskydende regn. Grøn pil er nedsivning, blå pil er opsamling i ujævnheder og gul pil er afledning til kloakken

På Skybrudskortene har Region Midtjylland valgt tre temaer med overskydende regn, som er angivet i efterfølgende tabel. Den beregnede tilhørende gentagelsesperiode er for år 2100, da det er valgt at benytte klimafaktor 1,3.



Overskydende regn	Gentagelsesperiode i år 2100
10 mm	30 år
50 mm	70 år
100 mm	140 år

Tabel 2.2 Overskydende regn som Region Midtjylland har valgt til Skybrudskortene og angivelse af beregnede gentagelsesperiode for disse

Gentagelsesperioderne i tabellen viser, at regionens valgte overskydende regn svarer til ekstreme skybrud. Derfor vil gentagelsesperioderne generelt være sjældne for de oversvømmelser, der vises pga. skybrudskortene. I den efterfølgende tabel er vist antallet af kvadrater, som skybrudskortene betinger.

Gentagelsesperiode	Skybrudskort [stk. = ha]
5 - 10 år	-
10 - 20 år	-
20 - 50 år	333
50 - 100 år	3.735
>100 år	41.366
I alt	45.434

Tabel 2.3 Resultater fra Skybrudskortene omregnet til 100 × 100 meter kvadrater, dvs. at antallet er lig med ha. Tallene er tilvækst i intervallet.

Ud fra ovenstående tabel kan beregnes, at ca. 91 % af de oversvømmede arealer kun oversvømmes sjældnere end en gang hvert 100. år.

2.3. Oversvømmelser beregnet med Mike Flood

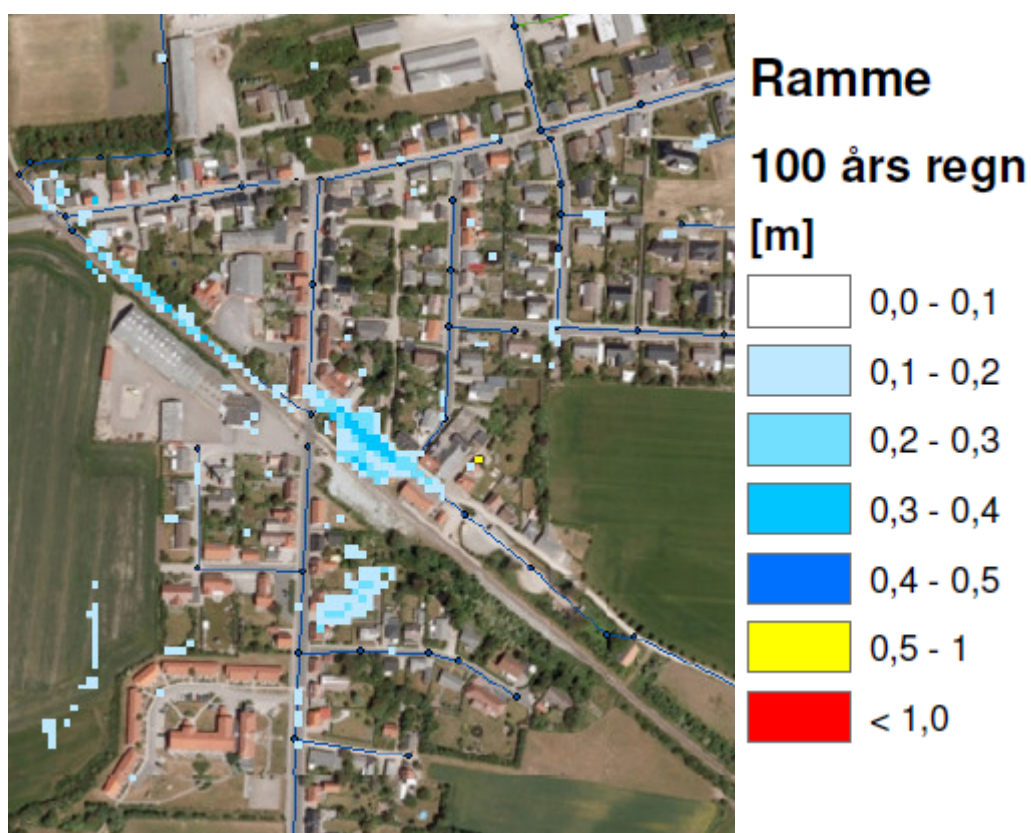
Kommunen har bedt Lemvig Vand & Spildevand A/S om at udarbejde oversvømmelseskort forårsaget af kloakkerne under skybrud. Kommune og forsyning har valgt, at beregningerne med Mike Flood skal foretages i Lemvig, Thyborøn, Harboøre, Nr. Nisum, Ramme, Bækmarksbro og Bøvlingbjerg, da oversvømmelser vurderes at blive størst i disse byer. I bilag 4 er vedlagt notat som detaljeret beskriver beregningsforudsætningerne.

Oversvømmelseskort er udarbejdet for nedbørshændelser med en statistisk gentagelsesperiode på 5, 10, 20, 50 og 100 år. Vejledningen for klimatilpasningsplaner foreskriver, at regn skal fremskrives til år 2050, hvilket kommunen har valgt.

Oversvømmelseskort bygger på en række detaljerede hydrauliske modeller indeholdende al fælles- og regnvandskloak ejet af forsyningen samt oplande og befæstede arealer fastlagt til de enkelte brønde.

Forsyningen har besluttet at fastsætte den eksterne vandstand i Limfjorden til at være konstant i kote 0,30 meter.

I den efterfølgende figur er vist et udsnit af de beregnede oversvømmelser ved en 100 års hændelse i år 2050 i Ramme.



Figur 2.3 Eksempel på beregnede oversvømmelser ved en 100 års hændelse i år 2050. Der er oversvømmelser med en vandstand på op til 40 cm ved Stationsvej og Algade

Mike Flood resultaterne er i 5 × 5 meter kvadrater, som er omregnet til 100 × 100 meter kvadraterne og fordeler sig som vist i efterfølgende tabel:



Gentagelsesperiode	Mike Flood [stk. = ha]
5 år ≤ T < 10 år	-
10 år ≤ T < 20 år	-
20 år ≤ T < 50 år	39
50 år ≤ T < 100 år	67
≥100 år	672
I alt	778

Tabel 2.4 Mike Flood resultater for år 2050 omregnet til 100 × 100 meter kvadrater, dvs. at antallet er lig med ha, hvor vandstanden er over 10 cm. Tallene er tilvækst i intervallet.

Selvom der ingen oversvømmelser er med gentagelsesperiode 5-20 år, så vil dette optræde, men ikke så oversvømmelsen udgør 10.000 m².

De beregnede oversvømmelser er nogenlunde i overensstemmelse med kommunens erfaringer, nemlig at oversvømmelserne ikke er så store i forbindelse med skybrud.

2.4. Oversvømmelser under stormflod

Kystinspektoratet har udarbejdet statistikker for høje vandstande langs de danske kyster. Statistikkerne bygger på vandstandsdata fra målestationer frem til ultimo 2012, og de viser, hvor ofte en given vandstand kan forventes at indtræffe eller blive overgået.

I beregning af statistikkerne indgår de målte ekstreme vandstande og ekstraordinære høje vandstande, der typisk forekommer sjældnere end én gang om året. Forskellene i tidevand, vind og bølgepåvirkning mellem Vadehavet, Jyllands Vestkyst, de indre farvande og Østersøen gør, at der er stor forskel på, hvornår en vandstand kan karakteriseres som ekstrem ved de enkelte lokaliteter.

Til vurdering af fremtidens stormfloder i Lemvig Kommune er anvendt følgende vandstandsregistreringer:

Lokalitet	Startet	Dataserie
Lemvig Havn	27-05-1959	49,1 år
Nissum Fjord, Skovlund	27-03-1972	40,5 år
Thyborøn, havet	30-12-1975	31,0 år

Tabel 2.5 Anvendte vandstandsregistreringer til vurdering af stormflod. Dataserien er kortere end observationsperioden, da der har været målerudfald



De fleste data registreres i 10 eller 15 minutters intervaller og er at betragte som midelværdier over det givne interval af et roligt vandspejl. Kortvarige udsving, som for eksempel bølger, er således sorteret fra. I den efterfølgende tabel er angivet de statistiske maksimale vandstande under nuværende forhold og i år 2050:

Gentagelses- periode	Vandstande [meter]					
	Lemvig Havn		Nisum Fjord		Thyborøn, havet	
	2012	2050	2012	2050	2012	2050
5 år	1,69	1,9	0,94	1,2	2,12	2,5
10 år	1,78	2,0	1,03	1,3	2,27	2,6
20 år	1,83	2,1	1,11	1,4	2,37	2,7
50 år	1,91	2,2	1,22	1,5	2,52	2,8
100 år	1,96	2,3	1,30	1,6	2,62	2,9

Tabel 2.6 Maksimale vandstande og tilhørende gentagelsesperioder. Den forventede maksimale vandstand i 2050 er en stigning på ca. 0,3 meter omfattende generel havvandsstigning og højere stormfloder pga. kraftigere storme. Endelig er tallene afrundet til nærmeste 10 cm, da vandstandsdata ligger i disse intervaller.

Generelt er der ikke taget hensyn til bølger, hvilket der bør tages hensyn ved fastlæggelse af den dimensionsgivne vandstand for kronen på digerene i kommunen. Der tages heller ikke hensyn til varigheden af hændelserne. Langvarige hændelser stiller større krav til digernes holdbarhed.

Miljøministeriet har udarbejdet temaer for udbredelsen af oversvømmelser i forskellige niveauer, som kan findes på websiden <http://download.kortforsyningen.dk/>. Data for intervallerne i tabel 2.6 er hentet fra websiden. Data viser de områder, som er oversvømmet i de respektive niveauer.

Gentagelsesperiode	Stormflod [stk. = ha]
5 år ≤ T < 10 år	4.250
10 år ≤ T < 20 år	1.039
20 år ≤ T < 50 år	1.168
50 år ≤ T ≤ 100 år	575
>100 år	1.188
I alt	8.220

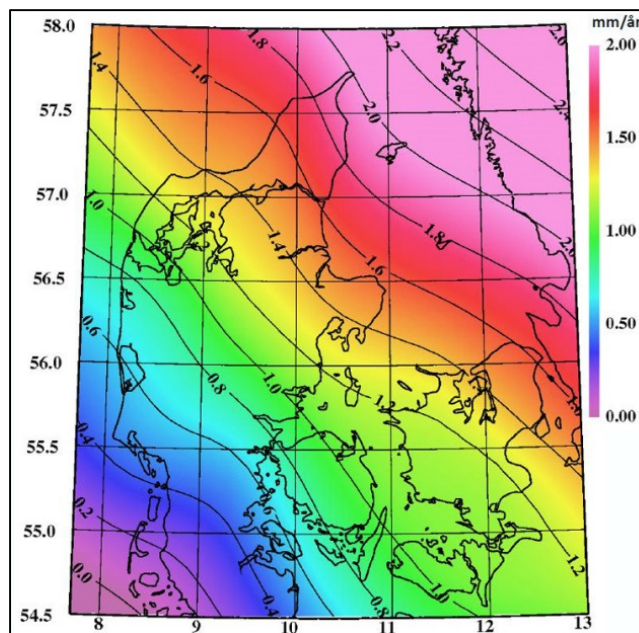
Tabel 2.7 Stormflod omregnet til 100 × 100 meter kvadrater, dvs. at antallet er lig med ha. Tallene er tilvækst i intervallet.



Ud fra ovenstående tabel kan beregnes, at stormflod giver anledning til oversvømmelse af store arealer. Ca. 51 % af oversvømmelserne sker oftere end hvert 10. år. Derefter stiger de oversvømmede arealer gradvist med gentagelsesperioden.

2.4.1 Landhævning og sætninger

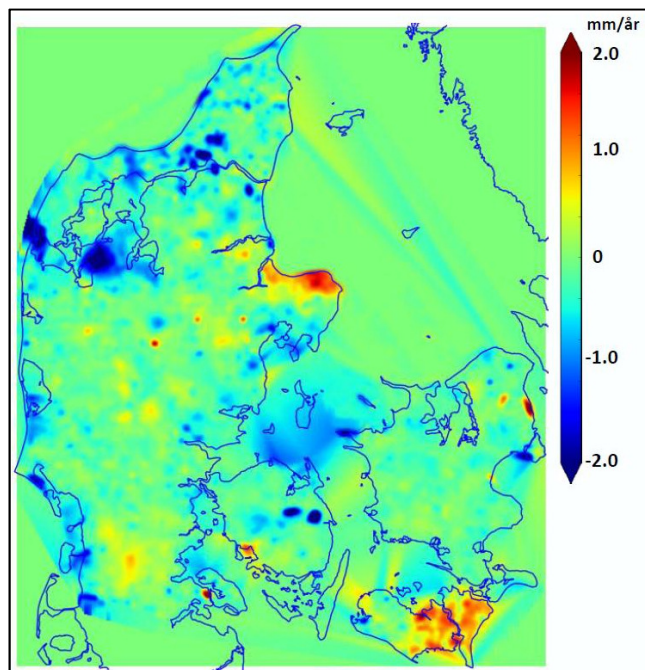
Danmark oplever en generel landhævning. Den mindste landhævning ses i det sydvestligste Danmark og er på ca. 0,3 mm/år, svarende til 3 cm på 100 år. Landhævnningen øges mod nord og øst og er i det nordligste Jylland på omkring 2 mm/år, svarende til 20 cm på 100 år. I den efterfølgende figur er landhævningerne vist. For Lemvig Kommune er den i middel knap 1 mm/år.



Figur 2.4 Årlige landhævninger i Danmark

Udover en generel landhævning sker der mange steder yderligere hævnings og især sætninger på regionalt og lokalt niveau, som er vist i figuren.

For Lemvig Kommune er sætningen i middel ca. 1 mm årligt. Det skal dog nævnes, at i der i Thyborøn er sætninger på over 2 mm årligt, som vist i figuren. Da hævnings og sætningen som et gennemsnit er ens, er der ikke korrigeret for dette.



Figur 2.5 Lokale sætninger og hævnings



2.4.2 Mangler i havstigningstemaet

I datamaterialet med havvandstigningerne er der følgende mangler:

- Højvandssikringen i kote 2,1 meter i Lemvig by
- Kontraklappen på udløbet i havnen fra Lemvig Sø
- Thyborøn bliver først oversvømmet i kote 1,9 meter og højere
- Digerne omkring "Harboøreland" bliver først oversvømmet i kote 1,9 og højere
- Cheminova har samme sikring som Harboøreland

I stormflodstemaet er der taget højde for disse forhold.

2.5. Omregning af oversvømmelser til kvadratnet

Gentagelsesperioderne for fundne oversvømmelser for de enkelte kilder er alle omregnet til kvadratnettets 100 × 100 meter celler, som har et areal på 10.000 m² = 1 ha. I efterfølgende tabel er angivet et eksempel på, hvordan gentagelsesperioden beregnes:

Gentagelsesperiode	Sandsynlighed	Oversvømmet areal	Tilvækst i oversvømmelse	Sandsynlighed × arealtilvækst
5 år	0,20 år ⁻¹	816 m ²	816 m ²	163 m ² /år
10 år	0,10 år ⁻¹	1.277 m ²	461 m ²	46 m ² /år
20 år	0,05 år ⁻¹	1.987 m ²	710 m ²	36 m ² /år
50 år	0,02 år ⁻¹	2.323 m ²	336 m ²	7 m ² /år
100 år	0,01 år ⁻¹	3.157 m ²	834 m ²	8 m ² /år
Sum	-	-	3.157 m²	260 m²/år

Tabel 2.8 Eksempel på metode for beregning af gentagelsesperiode for oversvømmelse i et 100 × 100 meter kvadrat, som har et areal på 10.000 m² = 1 ha. Gentagelsesperioden i eksemplet bliver = $1 / 260 \times 10.000 \approx 38$ år

Eksemplet viser, at selvom der optræder hyppige oversvømmelser i et en mindre del af kvadratet bliver den samlede gentagelsesperiode for 100 × 100 meter kvadratet kun hyppig, hvis oversvømmelserne har stor udbredelse. Metoden er derfor kun brugbar ved screening, som det er tilfældet i klimatilpasningsplanen.

2.6. Samlet oversvømmelseskort

De fundne oversvømmelser fra skybrudskort, Mike Flood beregninger og stormflod er alle omregnet til hvert af de kvadrater, som kommunen er inddelt i. Det samlede oversvømmelseskort er vist i bilag 2.

Gentagelsesperioden til det samlede oversvømmelseskort til de enkelte kvadrater vælges som den gentagelsesperiode, der optræder hyppigst af de tre nævnte typer.



Specielt for områder med Mike Flood beregninger er oversvømmelser pga. skybrudskortet ikke medtaget, da Mike Flood beregninger klart er det mest korrekte grundlag.

I den efterfølgende tabel er opstillet fordelingen af gentagelsesperioder i de enkelte kvadrater for typerne samt den samlede fordeling.

Gentagelsesperiode T	Skybruds- kort	Mike Flood	Stormflod	Samlet
Antal 100 × 100 meter kvadrater = antal ha				
5 år ≤ T < 10 år	-	-	4.250	4,250
10 år ≤ T < 20 år	-	-	1.039	1,039
20 år ≤ T < 50 år	333	39	1.168	1.411
50 år ≤ T ≤ 100 år	3.735	67	575	4.377
T > 100 år	41.366	672	1.188	43.226
I alt	45.434	778	8.220	49.019

Tabel 2.9 Fordeling af gentagelsesperioder for de forskellige typer af kilder til oversvømmelse i antal 100 × 100 meter kvadrater, dvs. at antallet er lig med ha.

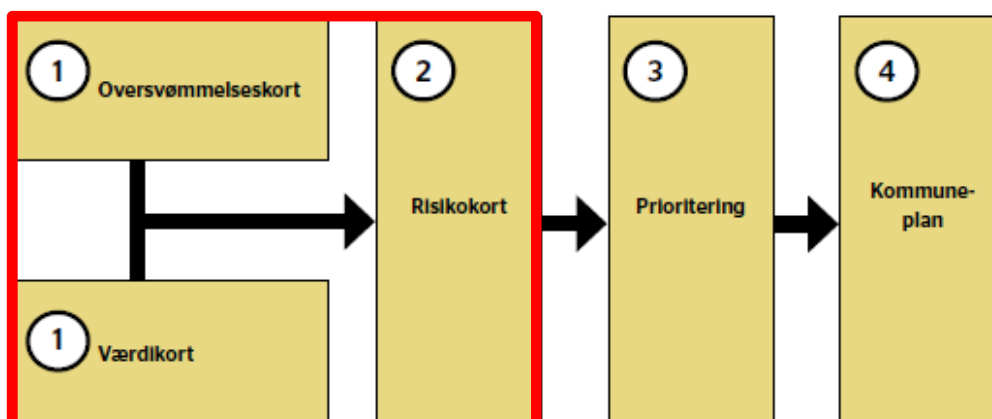
Ovenstående tabel viser, at oversvømmelser pga. stormflod klart optræder hyppigst. Ved gentagelsesperioder i intervallet 5-10 år forårsager stormflod oversvømmelse af 4.250 ha.

2.7. Risikokort

Selvom der er mange oversvømmelser vil konsekvensen af disse have vidt forskellig betydning. Til vurdering af dette udarbejdes et risikokort på baggrund af oversvømmelses- og værdikortet. Risikokortet findes ved at sammenholde sandsynligheden for oversvømmelse med de værdier, der kan gå tabt.

Risiko = Sandsynlighed (oversvømmelseskort) × **Konsekvens** (værdikort)

Fra vejledningen om klimatilpasningsplaner er der følgende illustration, der viser hvordan temakortene hænger sammen:



Figur 2.6 Oversvømmelses- og værdikort sammenfattes i et risikokort. Dette anvendes til at screene de områder, hvor der skal opstilles indsatser, som prioriteres og vil indgå i kommuneplanen.

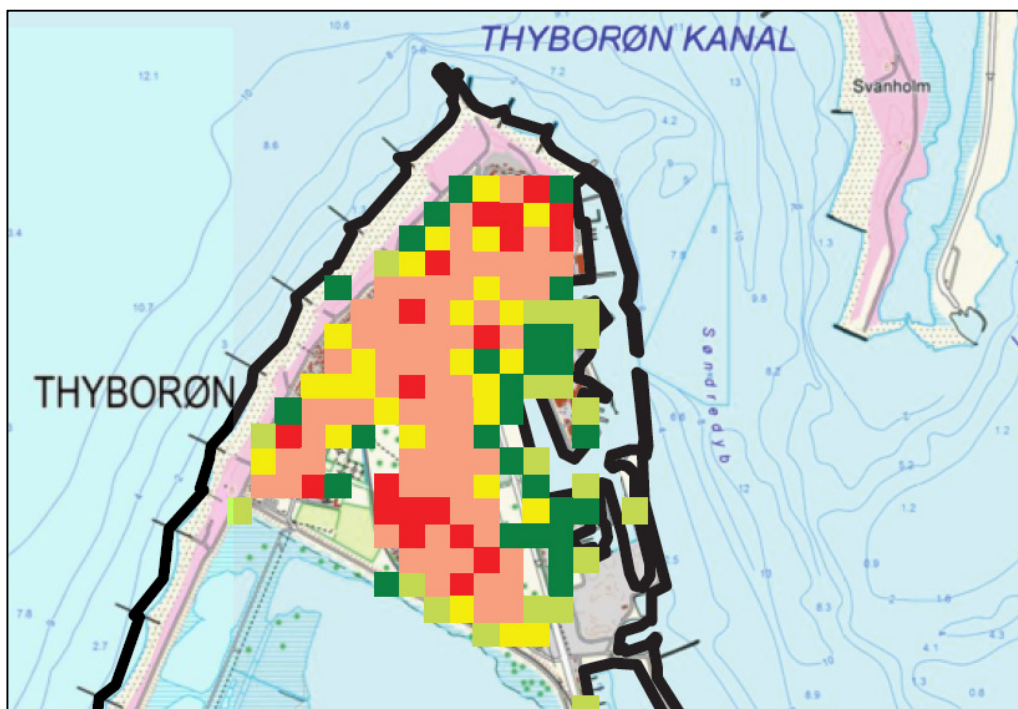
I den efterfølgende tabel er vist den beregnede risiko fordelt på de enkelte kilder og den samlede.

Risiko betegnelse	RI = Værdi × sandsynlighed [mio. kr./år]	Skybruds- kort	Mike Flood	Stormflod	Samlet
		Antal 100 × 100 meter kvadrater = antal ha			
Ingen	0	34.489	159	6.114	40.762
Lille	$0 < RI < 0,1$	4.745	411	450	5.606
Mindre	$0,1 \leq RI < 0,5$	95	12	532	639
Stor	$0,5 \leq RI < 1,0$	3	-	290	293
Større	$1 \leq RI < 2$	-	-	226	226
Maksimal	$RI \geq 2$	-	-	103	103

Tabel 2.10 Fordeling på risikobetegnelse fordelt på årsagen til risikobetegnelsen

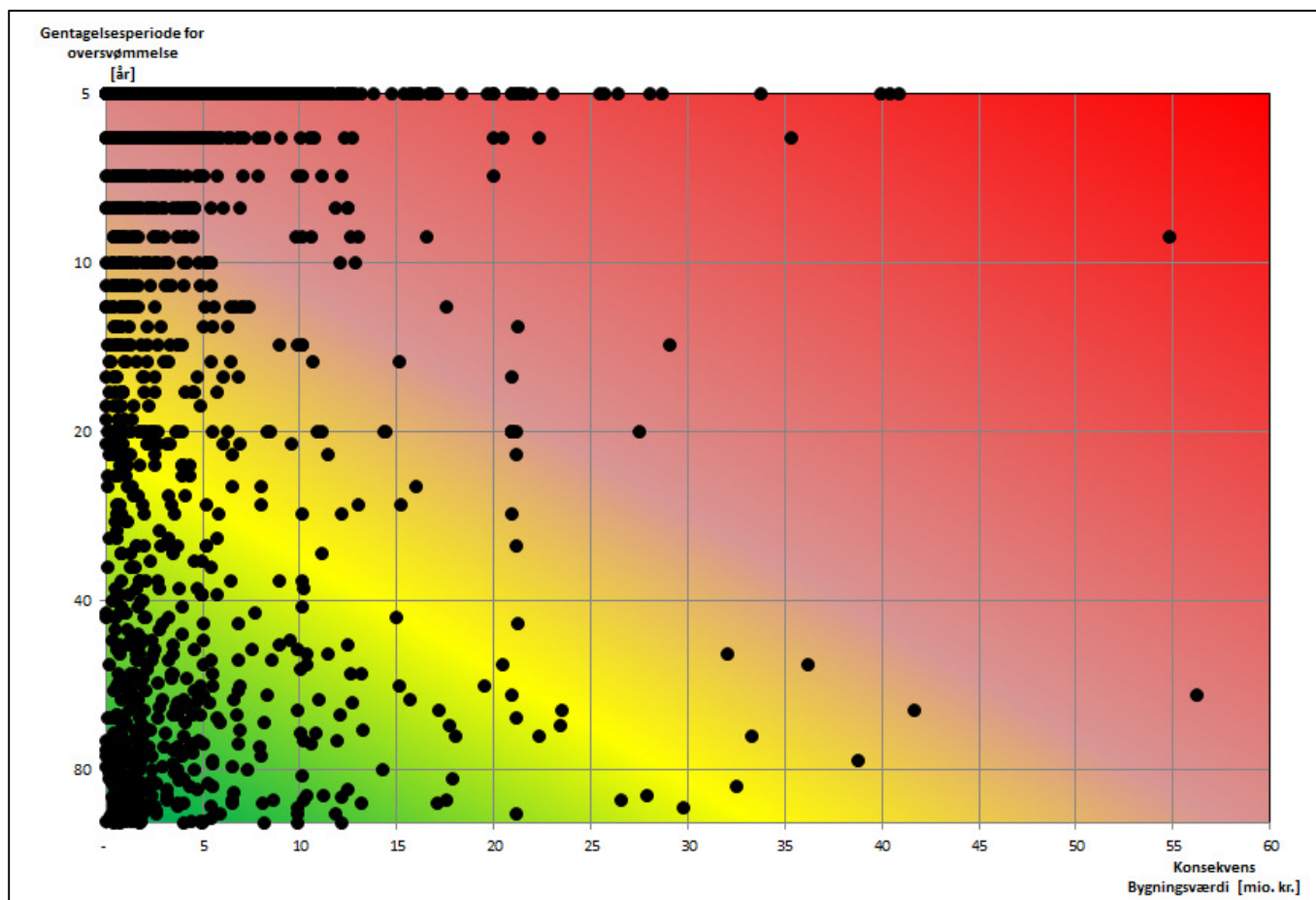
Tabellen viser, at risikoen i 97 % af kvadraterne kan betegnes som lille, men at der er nogle områder, hvor risikoen kan betegnes som større og maksimal. Det er stormflod som alene er årsagen til disse betegnelser.

Selvom enheden for risiko er mio. kr. pr. år skal det erindres, at der er taget udgangspunkt i bygningsværdien. Hvis der sker en oversvømmelse vil bygningen ikke blive totalskadet, hvis der f.eks. står 0,5 meter vand i bygningen. Temakortet med risiko er vedlagt i bilag 3. I efterfølgende figur er vist et udsnit af risikokortet for Thyborøn.



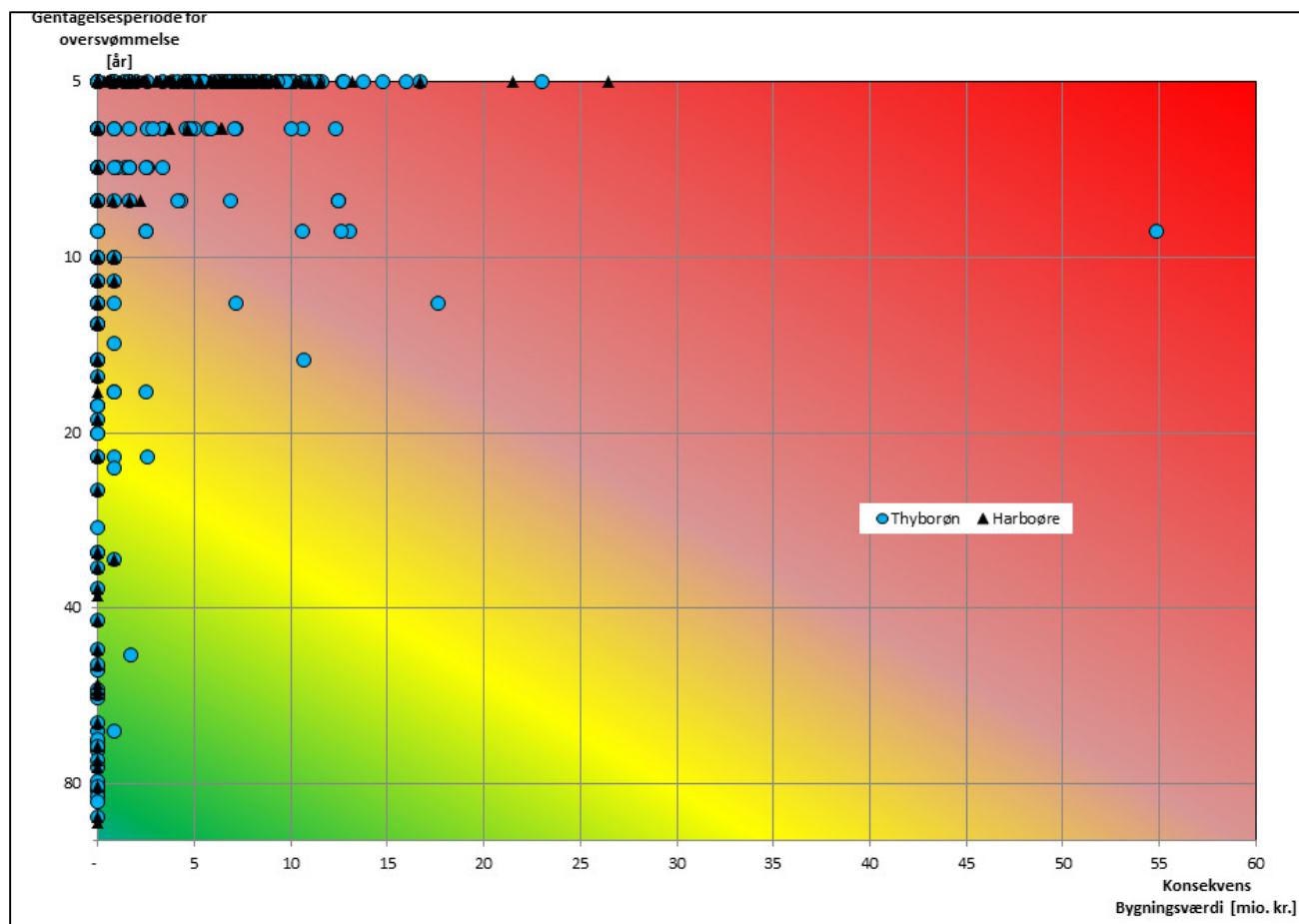
Figur 2.7 Udsnit af risikokortet for Thyborøn, som viser at risikoen hovedsagelig er i kategorien større (lyserød) og maksimal (rød),

Risikoen er som nævnt produktet af bygningsværdi og gentagelsesperiode for oversvømmelse. I den efterfølgende figur 2.8 er illustreret risikobilledet for hele kommunen i form af sammenhæng mellem bygningsværdi og gentagelsesperiode i hvert 100 x 100 meter kvadrat.



Figur 2.8 Sammenhæng mellem konsekvens (bygningsværdi) og gentagelsesperiode for de enkelte 100 × 100 meter kvadrater. Områder beliggende i det røde og gule område er de som opnår den største risikobetegnelse. Hændelser med en gentagelsesperiode over 100 år er ikke medtaget. Aksen for gentagelsesperiode er logaritmisk.

Risikokortet og ovenstående figur 2.8 er brugt til udpegning af områder, som skal undersøges nærmere, hvilket kvalificeres i klimatilpasningsplanen. I den efterfølgende figur er som eksempel vist risikobillede for Harbøre og Thyborøn.



Figur 2.9 Risikobillede for Harboøre og Thyborøn, som viser mange oversvømmelser med gentagelsesperiode på 5 år, som berører værdier