

MANUAL TIL RISIKOKORTLÆGNING



1. Introduktion	4
1.1 Nedbør, havvand og vandløb	4
1.2 Oversvømmelseskort	4
1.3 Værdikort	4
1.4 Risikokort	4
2. Opbygning af kortlægningen	5
2.1 Højdemodellen	5
2.2 Statistiske beregninger	6
2.3 Hændelser	7
2.4 Fremskrivning til 2112	7
2.5 Usikkerhed	7
3. Skybrud	8
3.1 Strømningsveje	9
4. Oversvømmelse fra vandløb	10
5. Havvand	11
6. Oversvømmelseskort	12
6.1 Grid	12
6.2 Betydning af sandsynlighed	12
7. Værdikort	13
7.1 Særligt vedr. landbrugs- og naturværdier	14
8. Risikokort	15

1. INTRODUKTION

Denne manual er et værktøj, som kan hjælpe dig til, at bruge den risikokortlægning, der indgår i Norddjurs Kommunes klimatilpasning. Kortlægningen viser, hvilke områder, som risikerer at blive oversvømmet ved hhv. stormflod, skybrud eller fra vandløb. Dette er beregnet ud fra hændelser, der kan forventes, at ske med 20, 50 og 100års mellemrum. Den første del (1. - 1.4) er en lille gennemgang af de forskellige korttemaer, som bliver beskrevet nærmere i den sidste del (2. - 8.) af manualen. Her kan du læse mere om hvilke data og antagelser, der ligger bag kortlægningen. Til de enkelte kort vil der også være en kort beskrivelse af hvordan temaet kan anvendes, samt begrænsningerne i kortlægningen.

1.1 Nedbør, havvand og vandløb

De forskellige temaer "nedbør", "havvand" og "vandløb" viser potentielle oversvømmede områder ved hhv. skybrud, stormflod og oversvømmelse fra vandløb. For hver af de tre typer oversvømmelse er der beregnet tre hændelser nu og tre tilsvarende hændelser om 100 år som medtager de forventede klimaforandringer.

1.2 Oversvømmelseskort

Oversvømmelseskortet viser den samlede sandsynlighed for oversvømmelse og medtager således oversvømmelse fra både nedbør, havvand og vandløb. Sandsynligheden er beregnet i felter kaldet 100 x 100 meter grid (gitter), der svarer til en hektar. Et eksempel: Hvis et felt på kortet oversvømmes af havvand ved en 100 års hændelse medfører det en sandsynlighed på 0,01 hvilket svarer til én gang pr. 100 år.

1.3 Værdikort

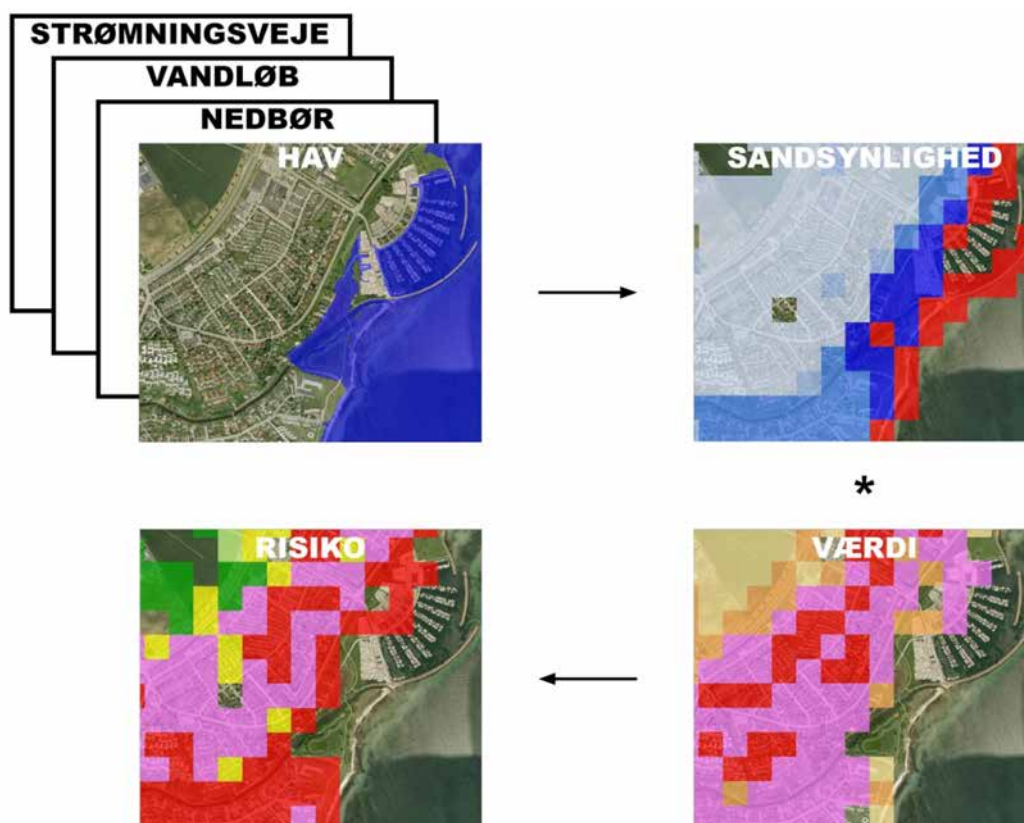
Overordnet viser værdikortet de skadesomkostninger, der vil være ved en oversvømmelse. De fleste værdier er opgjort som en skadespris pr. m² og den samlede skadesomkostning i et felt er beregnet, som antallet af m² gange prisen pr. m². Værdier såsom tekniske installationer, vandværker, bygninger, fortidsminder osv., som har særlig samfundsmæssig værdi eller hvor oversvømmelse vil medføre store omkostninger, er sat til en fast høj pris for at sikre, at de kommer til at fremgå af risikokortet.

1.4 Risikokort

Risikokortet viser de potentielle "årlige omkostninger", som følge af oversvømmelse. For hvert felt er sandsynligheden for, at der sker en oversvømmelse ganget med skadesomkostningerne ved en oversvømmelse. Et eksempel: For et felt med en værdi fra værdikortet på 1.000.000 kr. pr. hektar og en sandsynlighed fra oversvømmelseskortet på 0,001 (en oversvømmelse pr. 1000 år) vil få en årlig skadesomkostning på 1000 kr.

Kortlægningen er opbygget således, at der først er foretaget en kortlægning af hvilke områder, der efter beregningerne vil blive oversvømmet ved hhv. skybrud, vandløb der går over bredderne og stormflod. De oversvømmelser, der er kortlagt er forskellige grader af ekstreme hændelser. Sandsynligheden for de enkelte typer af oversvømmelse er samlet i et oversvømmelseskort, som viser den samlede sandsynlighed for oversvømmelse inden for felter på 100 x 100 meter. Inden for de samme felter er værdien af skaderne ved en oversvømmelse kortlagt. Risikokortet viser sandsynligheden for en oversvømmelse ganget med omkostningerne ved en oversvømmelse. Resultatet vises som gennemsnitlig omkostning pr. år til skader som følge af oversvømmelser.

Sammenhængen i kortlægningen er vist herunder



2.1 Højdemodellen

Kortlægningen af hvilke arealer, som oversvømmes ved hhv. skybrud, stormflod eller som følge af, vandløb, der går over bredderne, er baseret på den digitale højdemodel. Det er et kort, der er skabt på baggrund af en laserhøjdescanning hvor hele landet er blevet scannet fra fly. I højdemodellen er hele landet opdelt i felter på 1,6 x 1,6 meter, hvor højden af det enkelte felt er angivet i forhold til dansk normal nul (DNN). Ud fra højderne på de enkelte felter kan det beregnes hvilken vej vandet vil løbe og hvor mange felter, der afvander til et givent felt mv. Højdemodellen har en nøjagtighed på 5-10 centimeter.

Beregningerne er foretaget i en tilrettet højdemodel. Det betyder, at træer mv. er fjernet, så højdemodellen viser terrænoverfladen. Derefter er der placeret bygninger så vandet strømmer den rigtige vej. Før tilretningen fremstår broer som dæmninger og digerne kan have en forkert højde, hvis toppen af digerne ikke er scannet korrekt. Derfor er højdemodellen også tilpasset så vandet kan strømme under broer og digernes højde er tilpasset til den højde de skal have ifølge de gældende regulativer.

2.2 Statiske beregninger

Beregningerne der ligger til grund for kortlægningen er statiske. Det vil sige, at modellen beskriver et øjebliksbillede og ikke kan beskrive tidsforløbet. Det betyder eksempelvis, at kortlægningen kan vise oversvømmelse fra stormflod langt ind i land, selv om det vil tage lang tid for vandet at nå så langt. Generelt viser den metode, der er anvendt, at oversvømmelserne fremstår som "worst case". Er der behov for en kortlægning, som beskriver tidsforløbet, skal der foretages en dynamisk modellering.

OBS: En generel ændring af havvandstanden og grundvandsniveauet er ikke medtaget i kortlægningen. Den generelle havstigning er ikke medtaget, da den i sig selv ikke giver nogle oversvømmelser. Selv om havet stiger 40 centimeter er det stadig langt under stormflod i dag. Stigningen er indirekte med i de fremtidige scenarier, hvor havvandsstigningen sammen med ændrede vindforhold er med til, at forøge den maksimale vandstand ved stormflod.

Tilsvarende er grundvandsstigning en langsom ændring som ikke i sig selv optræder som en "hændelse" men den kan forstærke effekten af ekstremregn og give generelle problemer med nedsivningsanlæg og vand i kældre. Grundvand er derfor ikke en del af risikokortlægningen men en faktor, der bør vurderes selvstændigt i områder, hvor der kan forventes problemer.

2.3 Hændelser

Ekstreme vejr-situationer beskrives samlet som "hændelser". Hændelser forekommer med mellemrum. For at beskrive disse hændelser opereres der med gentagelsesperiode (GTP), som er den tid, der kan forventes at gå mellem en bestemt hændelse. En 20 års hændelse er således en klimahændelse, der statistisk kan forventes med 20

års mellemrum. For hvert af korttemaerne skybrud, vandløb og hav er der foretaget beregninger for tre hændelser. Hvilke hændelser, der beskrives er et valg og der kan komme andre hændelser end beskrevet. Selv om kortlægningen dækker hele kommunen kan en hændelse godt ramme meget lokalt. Specielt skybrud kan ramme små områder, men også stormflod kan ramme forskelligt i Randers Fjord og i Grenå.

2.4 Fremskrivning til 2112

Alle kort er fremskrevet med 100 år til 2112. Klimafremskrivningen er baseret på FN klimapanelets A1B scenarie, der er et middelscenarie og som generelt anvendes til klimafremskrivning i Danmark. Fremskrivningen betyder at hændelserne er beregnet ud fra de forventede vejrforhold om 100 år. Hændelserne medtager således øget havvandsstand, ændrede vind og nedbørsforhold mv. De fremskrevne kort er beregnet med de samme hændelser som for i dag.

2.5 Usikkerhed

Der er stor usikkerhed på klimadata. Dels er der en række scenarier, som beskriver mulige udviklinger i fremtidens klima. Højdemodellen er også en kilde til usikkerhed ligesom der er usikkerhed ved fastsættelse af de omkostninger, der er ved en oversvømmelse. Derfor skal der tages højde for, at der er usikkerhed i kortlægningen, når data anvendes.

3. SKYBRUD

Skybrud er en betegnelse for kort kraftig regn. DMIs definition på skybrud er når mængden af regn overstiger 24 mm regn på seks timer. Ved et skybrud vil en del af regnen sive ned i jorden eller løbe til kloakker. Når kapaciteten i kloakkerne er opbrugt og jorden er vandmættet bliver resten af vandet på terræn. Dvs. at vandet løber oven på jorden og samles i lavninger. Udbredelsen af de lavninger, som bliver fyldt ved forskellige skybrudshændelser fremgår af nedbørskortene og vandets strømning kan ses på kortet med strømningsveje.

Nedbørskortet er en videreudvikling af ”bluespot kortet”. Bluespot kortet fremstilles populært sagt ved at der hældes vand på højdemodellen indtil alle lavninger er fyldt op. Det giver således et billede af alle de steder, der teoretisk kan stå vand. Ved den metode tages ikke højde for om det er realistisk, at der kommer så meget nedbør.

Ved beregningen af hvilke områder, der oversvømmes i nedbørskortet regnes der kun på den mængde regn, der reelt forventes at strømme på terræn. Det betyder, at det kun er dele af lavninger, der fyldes ved mindre nedbør og at de fyldes mere op ved øget nedbør. Der kan således godt være lavninger der aldrig fyldes op ved de scenarier, der er beregnet.

	20 års GTP	50 års GTP	100 års GTP
2012	54 mm (7 mm)	69 mm (15 mm)	77 mm (19 mm)
2112	70 mm (15 mm)	90 mm (25 mm)	112 mm (57 mm)

Tabel over skybrudshændelser som er anvendt i kortlægningen

Tabellen viser forventede nedbørsmængder ved en 20, 50 og 100 års hændelse med det nuværende klima og med det forventede klima om 100 år. Tallet i parentes er den del af nedbøren, der strømmer på overfladen fordi den ikke kan ledes bort via kloaksystemet eller optages af jorden.

For at kortlægningen skal vise et realistisk billede, er det nødvendigt, at tilpasse højdemodellen. Huller under broer og tunneler fremgår ikke af højdemodellen, da de ikke kan ”ses” på laserscanningen fra luften. Derfor er højdemodellen tilrettet ved at krydsninger mellem vandløb og veje er gennemgået og højdemodellen er tilrettet, så der

er ”hul” under broer mv. Samtidig er der tilføjet bygninger til modellen, så vandet ikke kan strømme gennem bygninger.

Nedbørskortet viser de potentielt oversvømmede områder ved tre hændelser, hhv. ved skybrud som forventes at forekomme med 20, 50 og 100 års mellemrum. Når et område er vist som oversvømmet betyder det, at der (ud fra de forudsætninger, der ligger til grund for beregningen) vil være vand på terræn. Der vises ikke en vanddybde. Man kan dog få et billede af dybden ved at tilføje højdekurver med 25 centimeters interval. Endvidere er det muligt at beregne dybder, volumen mv. ud fra den bagved liggende højdemodelberegning. Ved kanten af alle oversvømmede områder er dybden 0 cm.

Oversvømmede områder på mindre en 100 kvadratmeter er ikke medtaget på kortene. Det skyldes primært, at der er en stor usikkerhed på beregningen af små lavninger, så mindre fejl i højdemodellen kan give falske lavninger. Samtidig vil oversvømmelser på under 100 kvadratmeter ofte være så lavvandede at de ikke medfører skader.

3.1 Strømningsveje

Ved at tilføje visning af strømningsveje kan vandets naturlige strømningsvej ses. Det kan give et billede af hvilket opland der afvander til en lavning og hvor vandet kan ledes hen.

Da kortlægningen er statisk kan den ikke anvendes til at beregne dimensionering af afværgeforanstaltninger mv. Ved en statisk kortlægning medregnes tiden ikke. Er der et hul, der leder væk fra en lavning vil der ikke stå vand jf. modellen, da vandet løber væk. I virkeligheden kan der godt stå vand, hvis hullet ikke er stort nok til, at vandet kan ledes væk. Hvis der er særlige områder, hvor der er behov for en præcis viden om, hvor hurtigt vandet kan ledes væk, skal der foretages en dynamisk beregning. Det gøres ved hjælp af en model, der tager højde for kloaksystemets dimensionering, varighed af skybrud mv. En sådan kortlægning vil blive gennemført i Grenåområdet, hvor der kan forventes problemer som følge af skybrud.

4. OVERSVØMMELSE FRA VANDLØB

Der er kun regnet på oversvømmelse fra tre vandløb, Alling Å, Brønstrup Møllebæk og Grenåen. Den samlede risikokortlægning viser således ikke oversvømmelser fra andre vandløb. Begrundelsen for at det er de tre vandløb der er valgt er, at de løber gennem by- eller sommerhusområder.

Ud fra målinger og andre tilgængelige data beregnes vandføringen i vandløbet ved forskellige regnhændelser. Der er regnet med 10, 100 og 1000 års hændelser. Vandstanden beregnes ned gennem åsystemet ud fra tværsnitsprofiler af vandløbene. Der er regnet på de punkter, der begrænser vandføringen. Det er typisk broer, opstemninger, rørlægninger mv. Når vandstanden er kendt ned gennem åforløbet, kan udbredelsen af oversvømmelsen beregnes ved hjælp af højdemodellen.

Havvandskortet viser stormflodshændelser. For Djursland vil hændelserne ofte ske, når vandet kommer retur, efter at et stormvejr har presset store vandmængder ind i Østersøen.

Havvandskortet er skabt ud fra den digitale højdemodel og kortet viser hvilke felter, der ligger lavere end den aktuelle vandstand for kortlægningen. Det er kun lave områder, der ligger i forbindelse med havet, der vises som oversvømmede. Eksempelvis vil lave arealer bag et dige ikke blive vist som oversvømmede, før vandet stiger op over diget.

For at få et mere korrekt billede af oversvømmelserne er højdemodellen tilrettet så digerne har den regulativmæssige højde. Det gælder dog ikke for arealet vest for Grenaa, hvor dige koten er jævnt faldende over strækningen fra Kolind til Grenaa. Her er dige højden fra højdemodellen anvendt. Det betyder at oversvømmelserne omkring Kragssø og til dels Kolind Sund er større i kortlægningen end i virkeligheden. Ved oversvømmelse med havvand kan det have stor betydning, at der anvendes en statistisk model, når der ses på arealer, der ligger langt fra kysten. I kortlægningen markeres alle arealer, der er lave, som oversvømmede på trods af, at det tager mange timer for vandet, at trænge langt ind i landet.

I tabellen herunder er vandstanden ved hhv. en 20, 50 og 100 års hændelse vist

	20 års GTP	50 års GTP	100 års GTP
2012	164 cm	181 cm	193 cm
2112	248 cm	265 cm	277 cm

6. OVERSVØMMELSESKORT

6.1 Grid

Oversvømmelseskortet er opdelt i et 100 x 100 meter grid (gitter). Det betyder at hele arealet er inddelt i felter på 100 x 100 meter, der svarer til en hektar. Inden for det enkelte felt er der beregnet en gennemsnitlig sandsynlighed for oversvømmelse.

6.2 Betydning af sandsynlighed

Værdien for det enkelte felt viser sandsynligheden i procent for at feltet oversvømmes i løbet af et år. En værdi på 1 betyder at feltet oversvømmes årligt. En værdi på 0,01 viser at feltet vil være oversvømmet én gang pr 100 år.

Beregningen tager højde for, hvor stor del af feltet, der er oversvømmet. En værdi på 0,01 kan således være en oversvømmelse af hele feltet en gang pr. 100 år eller oversvømmelse af halvdelen af feltet to gange på 100 år

Oversvømmelseskortet viser den samlede sandsynlighed for oversvømmelse. Det vil sige, at både oversvømmelse fra skybrud og havvand er medtaget samt oversvømmelse fra de vandløb, hvor der er beregnet oversvømmelseshændelser.

Et eksempel: Hvis et felt oversvømmes af havvand ved en 100 års stormflodshændelse medfører det en sandsynlighed på 0,01. Oversvømmes 25 procent af det samme felt ved en 100 års skybrudshændelse giver det et sandsynlighed på 0,0025. Den samlede sandsynlighed for de to hændelser er 0,0125 svarende til 12,5 oversvømmelser på 1000 år.

Overordnet angiver værdikortet de skadesomkostninger, der vil være ved en oversvømmelse. Værdierne er dog medtaget for alle områder, uanset om der er risiko for oversvømmelse. Kortet anvendes sammen med oversvømmelseskortet til, at beskrive omkostningerne af de beregnede oversvømmelser (risikokortet).

Beregningen af værdier er foretaget efter to principper. De fleste værdier er opgjort som en skadespris pr. m2 og den samlede skadesomkostning i et felt er beregnet som antallet af m2 gange prisen pr. m2. Installationer, som har særlig samfundsmæssig værdi eller hvor en oversvømmelse vil medføre store omkostninger er sat til en fast høj pris for at sikre, at de kommer til at fremgå af risikokortet. Det er eksempelvis vandværker. Værdisætningen af de forskellige elementer fremgår af skemaet herunder

Alle værdier (både arealvægtede og punkt værdier) er opsummeret til en samlet værdi for hver felt som fremgår af værdikortet.

Gruppe	Tema	Værdi (kroner/m ²)
Bebyggelse	Industri og Erhverv	1.000
	Boliger	600
	Sommerhuse	400
	Offentlig og privat service	1.000
Anlæg	Motorveje og primære trafikveje	45
	Sekundære trafikveje	30
	Andre veje	10
	Jernbane og letbane	90
Kulturarv	Kirker/Kapel	100.000
	Kirkegård	300
	Fortidsminder	1.500
Natur	§ 3	1
Hotspots	Vandværksbygninger	1.000.000
	Installationsskab	1.000.000
	Renseanlæg	1.000.000
	Transformatorstationer	100.000
	Pumpestation	1.000.000
	Kildeplads	1.000.000
	El-, Gas- varmeværk, forbrændingsanstalt o.l.	1.000.000
	Hotspots ift. potentiel forurening	100.000
Landbrug	Høj bonitet	0,65
	Middel bonitet	0,55
	Lav bonitet	0,35

7.1 Særligt vedr. landbrugs- og naturværdier

Landbrugsarealer er værdisat efter jordklasser. Den anførte skadesværdi er mindre end afgrødens værdi. Det skyldes at en oversvømmelse ofte vil falde på et tidspunkt, hvor det ikke er hele udbyttet der går tabt.

Værdien af natur er sat ens for alle naturområder. For en række områder vil en oversvømmelse ikke få betydning, mens det kan have stor betydning for andre. Prisen er sat til 1 kr. pr m² for at få naturområderne til at fremgå af kortlægningen. En screening af hvilke naturområder der påvirkes skal altid følges op af en konkret vurdering.

I værdikortet er værdierne opsummeret i felterne (grid) på 100 x 100 meter.

Risikokortet viser de potentielle ”årlige omkostninger” som følge af oversvømmelse. For hvert felt er sandsynligheden for at der sker en oversvømmelse ganget med skadesomkostningerne ved en oversvømmelse.

Et eksempel: For et felt med en værdi fra værdikortet på 1.000.000 kr. pr. ha og en sandsynlighed fra oversvømmelseskortet på 0,001 (en oversvømmelse pr. 1000 år) vil få en årlig skadesomkostning på 1000 kr.

Et landareal med en værdi på 7.500 kr. pr. ha med en sandsynlighed på 0,04 (fire gange pr. 100 år) vil få en årlig skadesomkostning på 300.

De beregnede skadesværdier kan ikke bruges til at beregne de fremtidige skadesomkostninger, men kan alene bruges til en screening af, hvor der kan forventes væsentlige problemer. Grunden til at kortet ikke kan anvendes til beregning af eksakte omkostninger er, at de kort som ligger bag risikokortet er baseret på en række antagelser. Forhold som sokkelhøjde på bygninger, jordens evne til at optage regnvand i et lokalt område mv. gør, at der er en række usikkerheder.

