

Satellitter til kortlægning af oversvømmelser

Satellitter er et præcist, tidligt og omkostningseffektivt redskab til at kortlægge omfanget af oversvømmelser. I takt med at alvorlige oversvømmelseshændelser bliver mere og mere almindelige i Danmark, er data og information til at forbedre oversvømmelsesbeskyttelse og klimatilpasning blevet en efterspurgt mangelvare. Satellitdata udgør en tidskritisk ressource til at adressere denne mangel som et hurtigt, effektivt og nøjagtigt redskab til at kortlægge vand på terræn og oversvømmede områder.

MADS CHRISTENSEN &
RASMUS BORGSTRØM

Når Danmark synker, havene stiger og stormene raser vil langt flere end tidligere blive ofre for oversvømmelseshændelser – og det har store både menneskelige og økonomiske konsekvenser. Rigtig mange danskere oplever i disse år konsekvenserne af klimaforandringer, og vinteren 2020 har været usædvanlig våd og blæsende. De rekordstore mængder

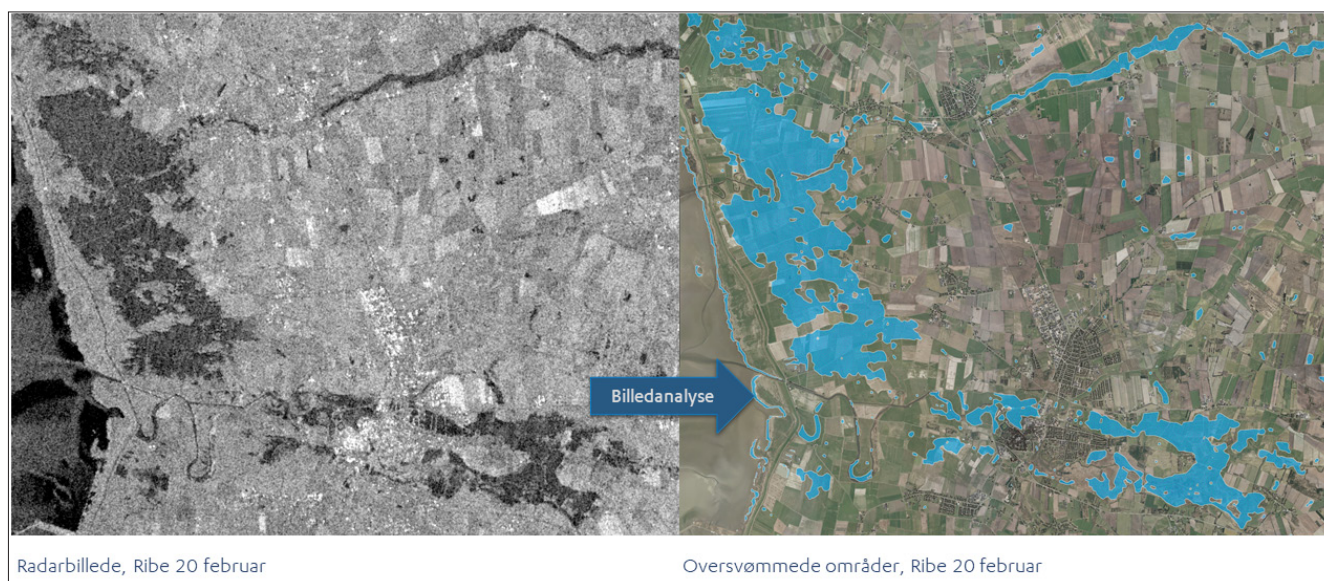
regn har mættet jorden, hvilket gør at regnvandet ikke kan sive ned, og derfor løber direkte ned i de danske åer og vandløb, og får dem til at løbe over deres bredder.

For at understøtte beredskabets katastrofeindsats, samt myndighedernes forebyggende arbejde og klimastrategier, er data og information som kan benyttes til at vurdere omfanget af nuværende, samt historiske, oversvømmelsesbegivenheder essentielt. Ikke alene danner disse data et vigtigt evidensgrundlag for den aktive katastrofehåndtering, de kan også inddrages til at berige og under-

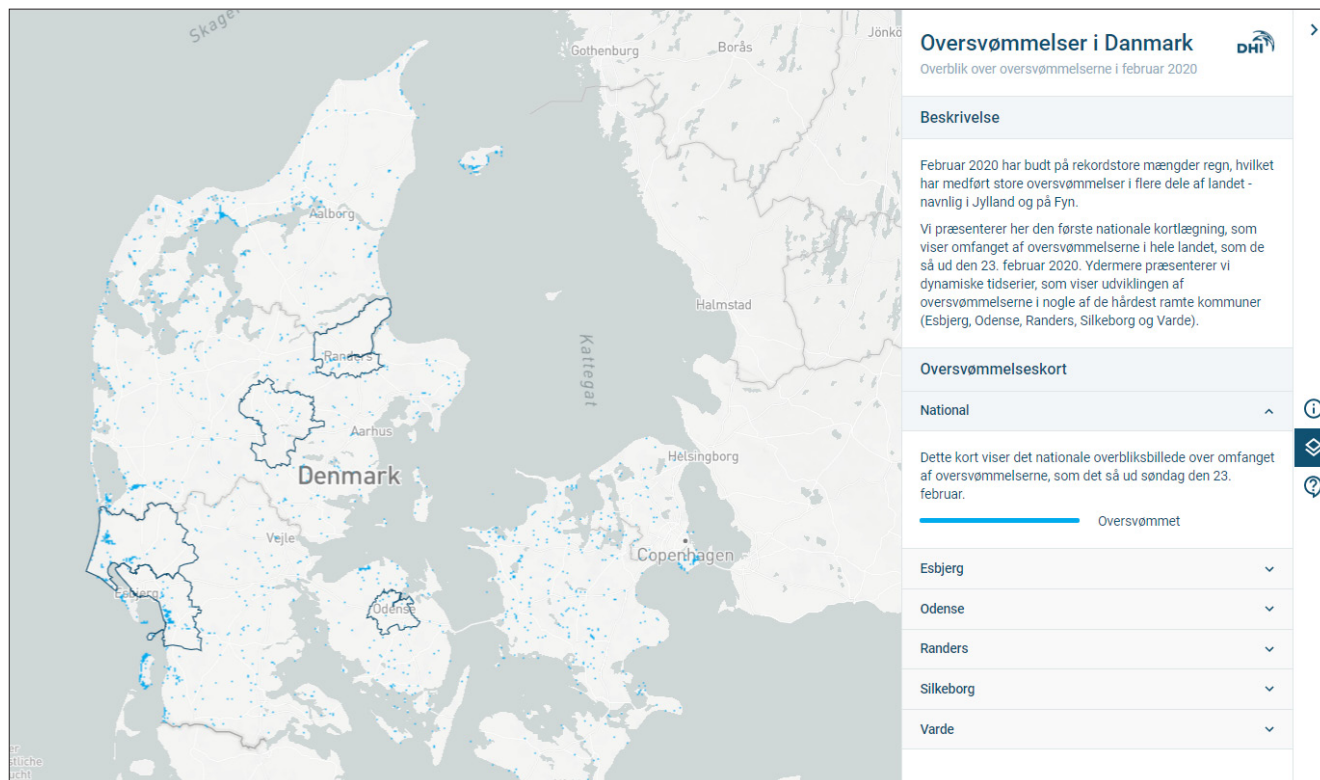
støtte udviklingen og kvalificeringen af oversvømmelsesprognoser og risikovurderinger.

Nye satellitdata som en tidskritisk og omkostningseffektiv ressource

Satellit teknologi har været under kraftig udvikling de seneste år og hver eneste dag overflyves Danmark af adskillige satellitter som på hver deres måde måler hvad der foregår på land, til vands eller i luften. Det gør de ved at måle mængden af elektromagnetisk energi, som bliver reflekteret fra, eller udsendt af, jordoverfladen. De mest almindelige



Figur 1. Ved hjælp af moderne maskinlæringsmetoder og avanceret billedanalyse kan rå radardata (venstre) hurtigt omsættes til et færdigprocesseret oversvømmelseskort (højre)



Figur 2. DHI's nationale oversvømmelseskortlægning af oversvømmelserne i februar 2020 kan ses på <http://labs.dhi-gras.com/dk-floods/>

sensorer er 'passive' optiske sensorer, dvs. sensorer, der registrerer mængden af naturlig forekommende elektromagnetisk stråling som reflekteres tilbage fra jordoverfladen. De 'aktive sensorer', heriblandt radar (SAR), udsender aktivt elektromagnetisk energi og måler mængden af energi som returneres tilbage til satellitten. Fordelen ved at anvende radar data er, at det gennemtrænger skyer og således sikrer et kontinuerligt og konsistent datagrundlag, også når anvendelse af optisk data er begrænset af skydække.

Med de nye satellitdata, heriblandt fra det europæiske rumagentur (ESA)'s Sentinel satellitter, og avancerede maskinlærings algoritmer er det bl.a. muligt at kortlægge vand på terræn og oversvømmede områder hurtigt, præcist og effektivt. Som et praktisk og omkostnings-effektivt redskab kan satellitdata supplere eller erstatte behovet for tids- og ressourcekrævende feltarbejde. Således udgør satellit-baseret kortlægning af oversvømmelseshændelser en tidskritisk, og afgørende, komponent som kan anvendes direkte til at understøtte beredskabsarbejdet og styrke de forebyggende indsatser.

For at styrke det operationelle datagrundlag for det nationale beredskabsarbejde og samtidig understøtte myndighedernes forebyggende arbejde og klimastrategier, har DHI udviklet et automatisk operativt redskab som hurtigt kan kortlægge omfanget af en oversvømmelse. Ved at inddrage både optisk satel-

litdata samt data fra aktive radarsensorer kan oversvømmede områder kortlægges hurtigt, med høj præcision, og uanset vejr, skydække og tidspunkt på døgnet. Metoden bygger på en maskinlærings algoritme som hurtigt og præcist kan adskille vand fra ikke-vand – ved at anvende eksisterende viden omkring permanente vandområder. Resultaterne fra denne klassifikation bliver herefter finjusteret og efter processeret i en proces som skal sikre at eventuelle fejklassifikationer bliver fjernet. Hele modellen bygger på fuldautomatiserede og optimerede processeringskæder, hvilket gør redskabet skalerbart. Det anvendes således ikke "blot" til at kortlægge oversvømmede områder hurtigt og præcist på lokal/regionalt plan – det kan også anvendes til at monitorere den tidlige udvikling samt omfanget af nationale oversvømmelser indenfor kort tid. Figur 1 illustrerer hvordan et radarbillede ved hjælp af billedanalyse kan omsættes til konkret information omkring omfanget af en oversvømmelse, i dette tilfælde i forbindelse med oversvømmelserne i Ribe den 20 februar.

National kortlægning af oversvømmelser i Danmark

DHI har i flere år testet anvendeligheden og skalerbarheden af redskabet i praksis, og bl.a. kortlagt omfanget af oversvømmelserne, i hele Danmark, som de så ud i forbindelse med de store oversvømmelser i weekenden den 22-23 februar 2020. Derudover blev redskabet

anvendt til at kortlægge den dynamiske udvikling af oversvømmelsernes omfang i nogle af de mest berørte kommuner, ved at anvende satellitdata taget på forskellige dage, i løbet af hele februar måned.

Denne nationale kortlægning giver et hidtil uset indblik i omfanget af oversvømmelserne i februar 2020 og bidrager med et tidskritisk datagrundlag som kan anvendes, bl.a. af de danske myndigheder, beredskabet og kommunerne til at understøtte beredskabsarbejdet og de forebyggende indsatser.

Oversvømmelseskortet findes på <http://labs.dhi-gras.com/dk-floods/>. For mere information om det nationale oversvømmelseskort henvises til <http://labs.dhi-gras.com/dk-floods/#/home>.

"Kystdirektoratet arbejder med grøn omstilling og klimatilpasning, og belt i tråd med regeringens rumstrategi bruger vi satellitdata fra EU's Copernicus-program i flere projekter. I samarbejde med DHI analyserer vi i den forbindelse bl.a. kystændringer og havdybder i Danmark. Oversvømmelseskortet her er et øjeblikbillede men et andet godt eksempel på, hvordan satellitdata kan bidrage med værdifuld information i hele klimatilpasnings-debatten", siger Carlo Sass Sørensen, Specialkonsulent i Kystdirektoratet.

Hvad kan oversvømmelseskortene bruges til?

De udviklede oversvømmelseskort kan med

fordel anvendes af flere danske myndigheder, samt private virksomheder, til at understøtte datagrundlaget for en række centrale funktioner, heriblandt:

- **Beredskabsplanlægning:** Oversvømmelseskort giver et rumligt overblik over omfanget af oversvømmelseshændelser og denne information er kritisk i forhold til at understøtte beredskabsindsatser, bl.a. til at udpege risikozoner og udsatte områder.
- **Borger information og inddragelse:** Oversvømmelseskort er et effektivt redskab til at skabe opmærksom omkring hvordan borgere skal forholde sig til eksisterende oversvømmelser samt hvordan de kan sikre sig mod fremtidige.
- **Forsikringsindustri:** Oversvømmelseskort og viden omkring oversvømmelsesfrekvens kan anvendes som en parameter til at udregne størrelsen på forsikringspræmier, samt validere, eller sandsynliggøre, tilbagebetalingskrav.
- **Hydrologisk modellering:** Oversvømmelseskort kan anvendes som en parame-

ter til at kalibrere og validere hydrologiske modeller. Viden omkring det faktiske omfang af oversvømmelser på et givent tidspunkt er bl.a. en kritisk parameter som kan anvendes til at finjustere oversvømmelsesmodeller så forudsigelser ved fremtidige oversvømmelser kan blive mere præcise.

- **Fysisk planlægning:** Oversvømmelseskort kan holdes op imod de naturmæssige og økonomiske værdier som er vigtige at beskytte. Viden omkring omfanget af oversvømmelser, samt den historiske frekvens, kan således anvendes til at understøtte fysisk planlægning, bl.a. ved at træffe foranstaltninger, både anlægsmæssigt og af anden art, som kan mindske risikoen for oversvømmelser. Denne viden kan bl.a. anvendes i klimatilpasningsplaner, kommunale udviklingsplaner og planer for miljø- og naturbeskyttelse.

Mulighederne for anvendelse af operationelle oversvømmelseskort er mange og ved hjælp af satellitter kan hele Danmark løbende

overvåges, næsten dagligt. Således udgør satellitdata en tidskritisk og afgørende ressource til at understøtte myndighedernes og beredskabets kapacitet til at håndtere oversvømmelseshændelser og samtidig bidrage til at understøtte planlægningsprocesser ved at udpege de mest udsatte områder. Derudover kan samme metode, eller relaterede afledte metoder, anvendes til at udlede parametre som kan bruges til at monitorere aktuelle tørketilstande eller udviklingen af tørke i Danmark over tid. Parametre som jordfugtighed, fordampning og vegetation stress kan bl.a. alle afdækkes tidligt og landsdækkende fra satellitter. Dette er særligt vigtigt efter en lang våd vinter, hvor vi allerede nu, få måneder efter de store oversvømmelser i februar 2020, oplever en udbredt tørke.

MADS CHRISTENSEN, Projektleder, cand.scient og RASMUS ESKEROD BORGSTRØM, Direktør, cand.scient er begge fra DHI GRAS, som er en not-for-profit konsulentvirksomhed og datterselskab af DHI. DHI GRAS, Agern Allé 5, 2970 Hørsholm. E-mail: rlb@dhigroup.com.



Ændringer i fordelingen af fiskeforekomster i de europæiske havområder

Gennem de seneste 45 år er der set en stigning af fiskearter i det Keltiske Hav, dele af Nordsøen og i Østersøen. Ændringen er hovedsageligt relateret til antallet af varmeyndende (Lusitanske) arter og i mindre grad til en stigning i antallet af koldtvandsyndende (Boreale) arter.

De observerede ændringer er signifikante i Nordsøen og i Skagerrak-Kattegat, hvor signifikante korellationer også er fundne mellem L/B forholdet og øget temperatur, hvilket indi-

kerer, at ændringerne i fordelingen af fiskene relaterer til klimaforandringer.

I den samme periode blev der ikke observeret ændringer i fordelingen af bredt forekommende arter, som er mindre følsomme over for temperaturændringer, men som er eksponeret til den samme kombination af øget havtemperatur og menneskelige aktiviteter i de pågældende havområder.

Figuren viser trends i antallet af observerede arter i forhold til biogeografisk affinitetsgruppe (Lusitansk, Boreal, Atlantisk og ukendt affinitet). Der findes data for alle år.

Data kilder:

Oceanographic database and Database of Trawl Surveys (DATRAS). Begge databaser tilgængelige hos ICES (International Council for the Exploration of the Sea).

CH

gerinddragelse eller Citizen Science.

Lige nu er naturen fyldt med forårstegn. Den første Gøg er ankommet, og man kan nu opleve arter som Nik-kende Kobjælde, Grøn Busksommerfugl og Klokkefrø. Registrering af arterne og deres levesteder har stor betydning for beskyttelsen af arterne og for hvordan naturen forvaltes. Samtidig kan tidspunktet ses på, over en årrække, sige noget om ændringer i klimaet.

Hvis man ikke er en ørn til at bestemme arter, kan man på naturbasen.dk og med Naturbasens App få hjælp til artsbestemmelse. De mange informationer, som er tilgængelige på Naturbasen, er også en hjælp, hvis man ønsker selv at bestemme arterne, før de indberettes. Eksempelvis findes der på både hjemmeside og App et leksikon med beskrivelser af mere end 3.600 arter og for mere en 20.000 arter er der billeder og udbredelseskort.

Links til Naturbasens App:

iPhone: <https://apps.apple.com/dk/app/naturbasen/id531282316?l=da>

Android: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.trifork.naturbasen&hl=da>

Kontaktperson

Thomas Eske Holm, thomas@naturbasen.dk

År	Atlantiske arter	Boreale arter	Lusitanske arter	Ukendt affinitet
1966	0	7	10	3
1970	1	11	13	4
1980	2	12	14	2
1990	2	15	25	6
2000	1	19	27	5
2010	2	19	36	4
2016	1	21	35	6

Naturbasen – Danmarks National Artsportal

Med 40.000 arter er Danmarks største vidensbank med national flora og fauna en realitet på artsportalen www.naturbasen.dk. På den nye hjemmeside indberetter danskere deres observationer af dyr, planer og svampe, og deler på den måde deres naturoplevelser med andre. Samtidig er danskerne med til at indsamle viden, der benyttes til forskning og forvaltning af naturen. Dette kaldes også bor-