

Vandstandsprognosen for Roskilde- og Isefjorden forbedret med "sømileskridt"

Af Jesper Eriksen,
meteorolog, DMI

En vandstandsprognose beregner ændringen i vandstanden som en funktion af vind, vejr og tidevand. Men vandmassernes komplekse rejse gennem snævre passager i de danske fjorde, stiller store krav til detaljeringsgraden i prognoserne.

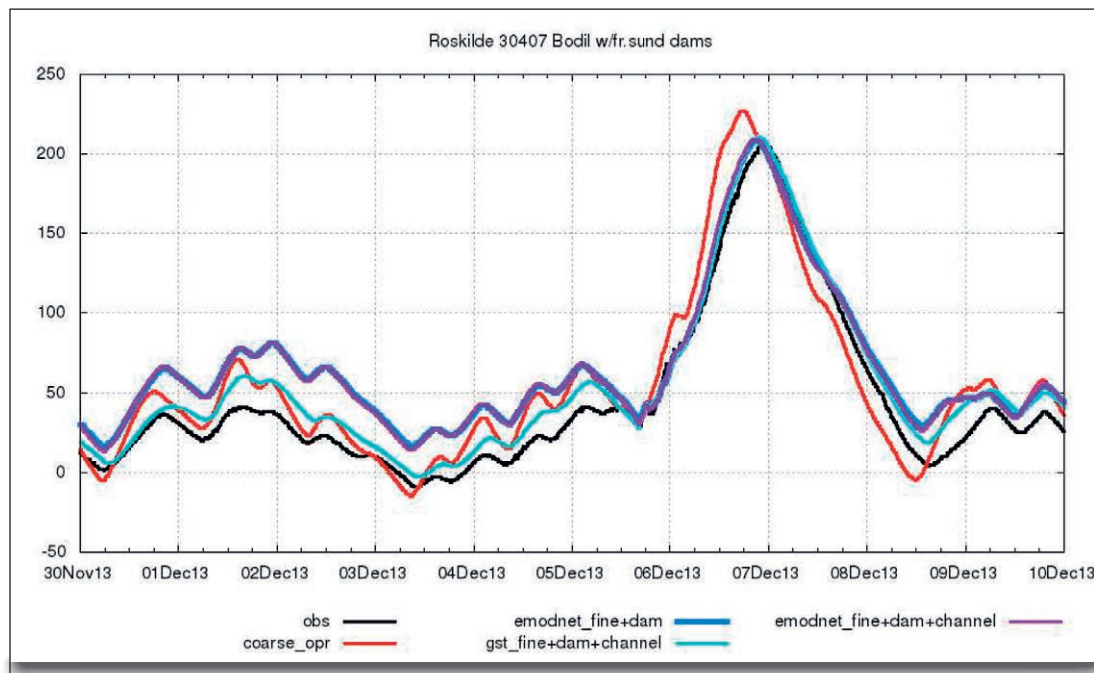
Efteråret og vinteren er sæson for forhøjet vandstand og stormfloder, og i denne sæson har DMI's oceanografer øget opløsningen for vandstandsprognosen i Roskilde- og Isefjorden. Denne artikel vil handle om det.

Med den nye prognose ankommer vandet til tiden

En korrekt beskrivelse af vandets komplekse rejse ned gennem Roskilde Fjord kræver, at man har en vandstandsprognose i meget høj opløsning. I en ny prognoseopsætning, som allerede er blevet implementeret blandt andet med brug af data fra Geodatastyrelsen, er opløsningen i DMI's vandstandsprognoser blevet øget fra ½ sømil til ca. 1/6 sømil. En sømil svarer til lidt over 1,8 km, så prognoserne går altså fra at have en opløsning på cirka 900 m ned til cirka 300 m. Den højere opløsning giver mulighed for at få flere detaljer med. Blandt an-

det vil en 1 km lang banedæmning (nævnt senere i denne artikel) blive væsentligt bedre beskrevet. Resultater er ikke udeblevet, Jacob Woge Nilsen, der er oceanograf på DMI, udtaler:

"DMI's stormflodsmodel har hidtil systematisk forudsagt en for tidlig kulmination af højvande i Roskilde. Fejlen var typisk 5-6 timer, og det er et praktisk problem i forhold til varsling af beredskabet. Med data fra nye målestationer i fjorden, har vi kunnet kortlægge hvilke dele af fjorden denne fejl omfatter. En række model eksperimenter, hvor kort over havdybden og kystlinjen er blevet





Figur 2. På billedet ses banedæmningen som var i brug, da der for næsten 85 år siden var en jernbanebro over Roskilde fjord ved Frederikssund. Den går lidt under 1 km ud fra land fra den vestlige side af fjorden. Billedet er taget fra enden af dæmningen, og man ser mod vest ind mod land. Foto: Jesper Eriksen.

justeret på flere måder, har givet en bedre beskrivelse af vandets cirkulation i fjorden. Med den større detaljeringsgrad, får vi en bedre forudsigtelse af tidspunktet for, hvornår den maksimale vandstand indtræffer (se figur 1). ”

Kattegats vandmassers komplekse rejse ender i bunden af Roskilde Fjord

Isefjorden strækker sig cirka 35

Figur 1. Forskellige prognoser for vandstanden under stormen Bodil, der ramte Danmark i december 2013 og gav rekordhøje vandstande, sammenholdt med den målte vandstand (den sorte linje). Den røde linje er den gamle vandstandsmodel med en grovere opløsning, og resten af farverne er forskellige udgaver af en mere finmasket model. Det fremgår, at den finmaskede vandstandsmodel stort set fjerner fejlen i ankomsttidspunktet (også kaldet fasefejlen) for den maksimale vandstand.

km fra nord til syd, og har sin udmunding i Kattegat mellem Hundested og Rørvig. I situationer med forhøjet vandstand topper vandstanden først i Isefjorden, og lidt senere i nabofjorden, Roskilde Fjord.

Roskilde Fjord er ret smal og strækker sig lidt over 40 km ind i det sjællandske landskab. Den starter ved Horns Herreds nordspids lidt øst for Hundested, og slutter i syd ved Lejre Vig. Ved forhøjet vandstand er bunden af fjorden vandmassernes endestation, hvor havstrømmen skiftevis kan dele sig omkring øer, og samle sig i sejlrender.

Levn fra den Midtsjællandske jernbane forsinker vandmasserne

På sin rejse gennem Roskilde Fjord

kommer vandmasserne omkring Frederikssund forbi broer og levn fra gamle broer. Disse fungerer som forhindringer for vandmasserne, og er derfor vigtige at få beskrevet i en vandstandsmodel. Særligt vigtigt er det, at få beskrevet banedæmningen (link til video <https://www.youtube.com/watch?v=VPO9vdTFpJM>). Banedæmningen er et levn fra en 300 meter lang jernbanebro som den Midtsjællandske jernbane havde i tiden fra 1928-1936. Man kan se en historisk film om jernbanebroen i linket <https://filmcentralen.dk/museum/danmark-paa-film/klip/demontering-af-jernbanebro-over-roskilde-fjord>

Den spritnye højbro på 1,4 km bro ved Frederikssund, Kronprinsesse Marys Bro, der blev åbnet



Figur 3. Billedet er taget fra enden af banedæmningen. Man ser mod øst, og der vurderes at være cirka 300 m over til land.
Foto: Jesper Eriksen

for trafik den 30. september 2019, får ikke væsentlig indvirkning på vandmassernes rejse. Broen står

nemlig på bropiller, som ikke optager så meget plads nede i vandet.

Vigtigt med en fin beskrivelse af havbunden
Roskilde Fjord er generelt ikke



Figur 4. Kort taget fra DMI's hjemmeside. Man ser de målte vandstande for en stor del af Sjælland kl. 12:20 tirsdag den 15. oktober 2019. Det fremgår, at der er 9 målinger samlet set for Roskilde- og Isefjorden.



Figur 5. Billede af DMI's vandstandsmåler (den hvide boks med røret under) i Roskilde Havn taget om eftermiddagen den 14. januar 2019. Billedet er taget ved en vandstand på ca. 100cm. Foto: Jesper Eriksen.

særlig dyb, men den har enkelte lokale dybe huller. Isefjorden er i gennemsnit en lille smule dy-

bere end Roskilde Fjord. Særligt ved lavt vand har havbunden en opbremsende effekt på vandets

bevægelse – det er det man kalder bundfriktionen.



Figur 6. Billede fra Roskilde Havn taget om formiddagen den 2. januar 2019 ved en vandstand på ca. 150cm. Normalt kan man gå tørskoet over til havnekiosken. Årsagen til den forhøjede vandstand var stormen Alfrida. Foto: Jesper Eriksen.

De generelt lave dybder i fjordene stiller høje krav til beskrivelsen af havdybden i prognoserne. Dele af fjorden er forbundet med sejlrender, som er endnu smallere end den nye fjordmodels opløsning. Derfor har DMI's oceanografer manuelt fundet sejlrenderne på søkort, og herefter forsøgt at få beskrevet dem bedst muligt i fjordmodellen.

Varsler trumfer altid prognosen

Vandstanden stiger, hvis der løber mere havvand til et sted (driftstrømmen) end der løber væk (returstrømmen). Driftstrømmen er primært styret af vinden, fordi vinden overfører energi til havvandet og sætter en bevægelse i gang. Jo mere det blæser, desto mere energi overføres der til havvandet, og jo stærkere bliver driftstrømmen. Vindens retning er dog også meget vigtig for hvad vandstanden bliver, særligt i fjorde. Roskilde- og Isefjorden har deres åbning mod nord, og det er netop når det over en længere periode blæser kraftigt fra nord og nordvest, at der opstår problemer med vandstanden. I disse situationer presses vand fra Kattegat nemlig direkte ind i fjordene.

Vinden er DMI's vejrmodeller ge-

nerelt gode til at beskrive, og det er en vejrmodel vandstandsprognoserne får sit vindinput fra. Men en lille fejl i vindprognosen kan faktisk få en relativt stor betydning for vandstandsprognosen.

Jacob Woge Nielsen maner til besindighed:

"En lille fejl på 1-2 m/s i vindprognosen, kan faktisk føre til en fejl på 10-20 cm, eller mere, i vandstandsprognosen. Dette er fordi vindens energioverførsel til vandet stiger kraftigt med vindhastigheden. Generelt er der ca. 10 procent usikkerhed på vores vandstandsprognoser, dog med lokale variationer. Så hvis vores prognose f.eks. har 200 cm, ender virkelighedens vandstand i langt de fleste tilfælde mellem 180 cm og 220 cm"

Meteorologernes varsler trumfer derfor altid de rene computerberegninger, som en prognose er. DMI's meteorologer vurderer nemlig om det blæser lidt mere eller mindre end prognosen tror, når der skal udsendes varsler om forhøjet vandstand. Grundet usikkerheden i en vandstandsprognose, opgives et varsel gerne som et interval i runde tal, i stedet for en diskret værdi. Se mere her: <https://www.dmi.dk/>

[nyheder/2019/varsler-trumfer-altid-prognoser/](#)

Flere målinger giver bedre evaluering af prognoser og varsler

Uden målinger af vandstanden fra virkelighedens verden, har DMI's meteorologer ikke mulighed for at vurdere, om vandstanden er i takt med prognosen. Målinger af vandstanden opdateres hvert 10 minut, og spiller en meget central rolle i varslingssituationer. Der indgår både DMI's egne målinger og målinger foretaget af samarbejdspartnere.

I Roskilde- og Isefjorden, indgår der i dag 9 vandstandsmålinger til brug i DMI's prognose- og varslingsordning. De er alle kommet med inden for de sidste 10 år, og 8 af dem efter at Stormen Bodil ramte i 2013. Man har selvfølgelig målt vandstanden meget længere tilbage i tiden de fleste steder, men der er sket en modernisering både af DMI's vandstandsprognoser og selve varslingsanordningen i nyere tid, til gavn for alle de involverede parter.

Vandstandsmålingerne kan ses på DMI's hjemmeside i linket <https://www.dmi.dk/maalinger-seneste-24-timer/> (Man skal bare vælge parameteren vandstand).