

Oversvømmelser – er vi parate?

Den digitale terrænmodel, GIS og MikeFlood giver præcise oversvømmelsesscenarier

Peter A. Klagenberg og Per Sørensen

Et af de steder, hvor klimaændringerne forudses at have størst effekt, er i kystområderne. Påvirkningerne vil primært ske som følge af en accelererende havspejlsstigning og ændrede stormmønstre.

Fra EU kom i 2007 oversvømmelsesdirektivet (2007/60/EC) med fokus på vurdering og styring af oversvømmelsesrisici for EU-landenes vandløb og kyststrækninger. I Danmark er dette direktiv nu ved at blive implementeret som lovforslag om oversvømmelser og ifølge den, skal der bl.a. udarbejdes følgende (deadline i parentes):

- Foreløbig vurdering af oversvømmelsesrisikoen (dec. 2011)
- Kort over risikoen for oversvømmelse (dec. 2013)
- Risikostyringsplaner (dec. 2015)

For at kunne producere disse planer og dokumenter, skal der laves beregninger af mulige oversvømmelsesscenarier. I Danmark har Kystdirektoratet (KDI) lavet eksempler på sådanne scenarier samt en manual for, hvordan man udarbejder samfundsøkonomiske analyser til beslutning om, hvorvidt der er økonomisk fordel i at sikre en kyststrækning mod oversvømmelse.

Denne artikel vil i korte træk beskrive, hvordan de modellerede oversvømmelsesscenarier er frembragt og vise hvordan disse scenarier kan bruges til risikovurdering m.v.

Metode

En oversvømmelsesberegning vil altid være en vekselvirkning mellem vandstand og topografi. For at få så realistiske oversvømmelsesscenarier som muligt er det væsentligt, at de enkelte delelementer er præcist beregnet. Disse delelementer vil blive beskrevet her:

Den lokale havspejlsstigning for en lokalitet er sammensat af IPCC-havspejlsudviklingen i 2007 for en uændret global samfundsmodel

(A2), de lokale bidrag fra isostatisk landbevægelser og den lokale eksponering for øget vindstuvning. Denne havspejlsstigning kobles med KDI lokale højvandsstatistikker og tillægges bidraget fra den forøgede lokale stormintensitet.

Den beregnede lokale klimarelaterede højvandsstatistik beskriver, hvilken vandstand man kan forvente at få som middeltidshændelse (MT) i fremtiden. En 100 års MT i år 2050 er således en vandstand i cm, der statistisk vil forekomme én gang hvert 100. år i året 2050 med den tilskrevne klimapåvirkning. Som ved terningekast kan en sådan vandstand forekomme f.eks. to år efter hinanden, selvom der statistisk burde være 100 år imellem.

Den dynamiske modellering er tidsdefineret, og da en oversvømmelse vil være lokalt bestemt ud fra det vanddækkede områdes topografi, beregnes en standardstorms resulterende vandstandsudvikling for lokaliteten på baggrund af de fem højeste målte vandstandsforløb. Denne standard beskriver vandstandsudviklingen i ca. et døgn før og efter maksimumvandstanden, der defineres af den ovenstående lokale højvandsstatistik. Herved er standardvandstandsforløbet for de mulige middeltidshændelser i fremtiden defineret.

Der er to overordnede muligheder for fejlregning ved oversvømmelsesberegninger med udgangspunkt i terrænmodellen. For det første vil en statisk oversvømmelsesberegning af maksimalhøjden for en middeltidsvandstand vise den teoretiske maksimalvandstand og derved også medtage de lavereliggende områder, der ikke har forbindelse med vandet fra oversvømmelsen. Hvis man ikke med-



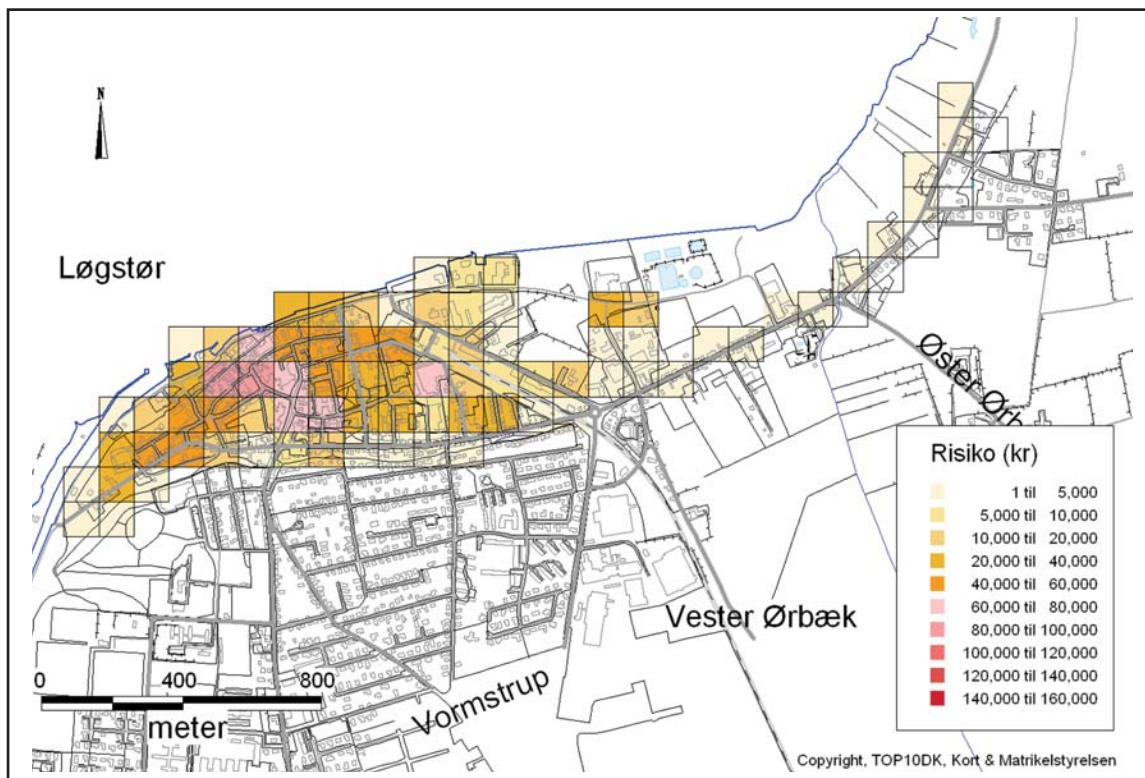
Figur 1. Løgstør by med en 1000 års hændelse i år 2050 – inden maksimal oversvømmelse

regner vandudbredelsestiden og modstanden i den topografi, som vandet skal løbe henover og især udenom, f.eks. huse, vil beregningerne vise for store oversvømmelsesområder og derved for højt et skadesniveau.

For det andet er der mulighed for, at især menneskeskabte foranstaltninger såsom havdiger, veje osv. ikke kommer med i den efterfølgende maskedannelse i den interpolerede terrænmodel. Diger vil kun have den rigtige højde af toppunktet, hvor et gridpunkt tilfældigvis rammer den øverste del af diget, der ofte ikke er mere end en meter bred. Her ved fremstår diget savtakket, så oversvømmelsen sker for hurtigt, og hvor vandudbredelsen er for stor med ovennævnte konsekvenser.

Kystdirektoratet har benyttet MikeFlood-programpakken fra Dansk Hydraulisk Institut

(DHI) til at beregne oversvømmelses-scenarier, da man med en sådan dynamisk numerisk hydraulisk modellering får realistiske vand-udbredelsesforløb, dybder, strømhastigheder og andre vigtige parametre. Derudover er der mulighed for at tilpasse den digitale terrænmodel med havdiger med helt vandrette maksimalhøjder, åer med realistisk strømføring, rørføringspassager uden bage-løbsventil, veje, huse m.v. ved hjælp af fleksible triangulære samt kvadratiske grids. I områder med store havdige-anlæg som ved Ribe, er det ofte mere opstuvning af ferskvand fra Ribe å, når sluserne er lukkede, der forårsager oversvømmelse end egentligt dige-brud. En anden vigtig faktor er muligheden for at medregne f.eks. vind- og bølgepå-virkning, så der er mulighed for at modellere f.eks. 1999-orkanen, for derved at kunne beregne dynamiske digebrudshastigheder til tilsvarende digebrudsmodelleringer.



Figur 2. Løgstør by med risiko-opgørelse for hver 100 m gridnet - mørke farver har højst værdi

Resultater

Oversvømmelses-truede områder er modelleret for 10 - 1.000.000 års MT i år 2008, 2050 og 2100 for dels at vise effekterne af den accelererede klimapåvirkning og dels at beregne ændringerne i skadesopgørelserne ved ændring af topografien med udbygning af højvandssikring, forlængelse af diger, placering af pumpestationer m.v.

Et eksempel på en fremtidig oversvømmelses-hændelse kan ses på Figur 1, hvor Løgstør by er vist med en 1000 års middeltidshændelse i år 2050. Dele af højvandsbeskyttelsen er endnu intakt, mens vandet dels er kommet fra højre side af billedet og dels er strømmet over de lavestbeliggende dele af højvandsbeskyttelsen.

Da modelleringen er dynamisk, kan man se vand-udbredelsen i tidsskridt og derved tilret-

telægge evakueringsruter, placering af sandsække m.v. Ligeledes kan man for hvert tidskridt måle f.eks. strømhastigheder, -retninger og dybder for vilkårlige punkter.

Den maksimale vand-udbredelse er som i virkeligheden ofte forsinket i forhold til maksimal-vandstanden og returløbet på faldende vandstand efterlader søer i de lavest beliggende områder af den oversvømmede del af topografien.

Analyse

Den efterfølgende analyse af oversvømmelsesdata involverer store datamængder, da skaderne skal opdeles i dybdeafhængige og ikke-dybdeafhængige skadestyper pr. matrikel, hus og område. Geografiske informations systemer (GIS) indgår her som et vigtigt værktøj til at sammenkøre de geokodede

OIS-data, BBR-registre m.v. med oversvømmelsens maksimale dybde og varighed for at prisfastsætte skaderne. Videre kan der beregnes risiko-analyser og cost/benefit-analyser for i højere grad at have et velfunderet beslutningsgrundlag til enten at ville forstærke kystbeskyttelsen eller alternativt at lade området udlægge til oversvømmelsestruet naturområde.

På Figur 2 er risikoen opgjort i kr. pr. år pr. 10.000 m², og viser at Løgstør bykerne indeholder relativt store værdier og samtidig er lavt beliggende. Risikoen er netop defineret som summen af en række bidrag, der hver især er produktet af konsekvens i form af oversvømmelses-skader og tilhørende sandsynlighed af oversvømmelse, bestemt ved højvandsstatistik.

Konklusion

Det er muligt at beregne oversvømmelses-scenarier, oversvømmelsesskader og risikokort ved hjælp af den digitale terrænmodel, GIS og MikeFlood ud fra en række lokalt relaterede data. Et af de vigtigste succeskriterier har været, at beregningerne skulle være så præcise som muligt, så der har løbende været kvalitetsstyring af forløbet, virkeligheden

er dog altid vanskelig at sammenligne med modellerne, især når oversvømmelser ofte forekommer i vindhastigheder, der ikke er gunstige for real-time flyfotografering.

Fremtiden ved kysten

Når model-topografien er etableret ligger usikkerheden primært på forudsigelserne af de klimatiske parametre som havspejlsstigning og stormaktivitet. Justeringer i sandsynligheden for oversvømmelse kan i fremtiden få konsekvenser for, hvordan vi vil håndtere vores planlægning af kystnære områder, så vi er helt parate til oversvømmelser.

Samfundets gevinst

Udover den kommunale og statslige planlægning af oversvømmelsestruede kystnære områder, kan denne beregningsmåde benyttes til f.eks. stormflodsberedskabet og politiets arbejde, så evakueringsruter, mobile pumpestationer m.v. optimeres til den givne oversvømmelsessituation.

Læs mere på: <http://www.kyst.dk/sw25511.asp>, hvor der er praktiske værktøjer til oversvømmelses beregninger i forbindelse med samfundsøkonomisk analyse og oversvømmelsesdirektivet.

Om forfatterne

Peter Klagenberg (pak@kyst.dk) og Per Sørensen (ps0@kyst.dk) er henholdsvis kysttekniker og kystteknisk chef i Kystdirektoratet, hvor de arbejder med kystrelaterede problemstillinger i ind- og udland.