

Real-tids varsling af grundvand og afstrømning ved motorvejen i Silkeborg

Prognoser for grundvandsstand og afstrømning kan bidrage til at mindske effekter af kommende oversvømmelser og kan derfor i nogle situationer med fordel anvendes som en klimatilpasningsstrategi som alternativ eller supplement til de traditionelle infrastruktur baserede løsninger. Denne artikel beskriver afprøvning af nye generelt anvendelige prognoseværktøjer på et case i Silkeborg.

JENS CHRISTIAN REFGAARD, ØYVIND HOLE, MARC-ETIENNE RIDLER, DIANA LUCATERO, CLAUS PETERSEN, XIN HE, LARS TROLDORGBORG, JACOB B. KIDMOSE & HENRIK MADSEN

Indledning

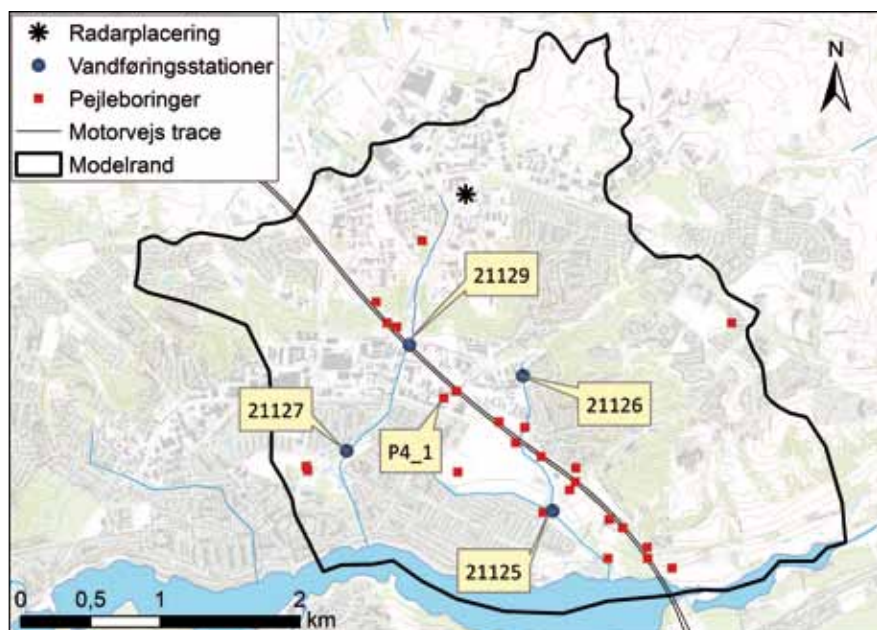
Den hyppigst anvendte klimatilpasningsstrategi til håndtering af forøget nedbør under et fremtidigt klima er at tilpasse infrastrukturen så oversvømmelser holdes på et acceptabelt lavt niveau. Det kan fx ske i form af bedre afløbsforhold med større rør eller større vandløbstværsnit, etablering af forsinkelsesbassiner eller kontrollerede oversvømmelser af arealer, hvor oversvømmelser gør mindst skade. Desuden kan lokal afledning af regnvand (LAR) løsninger anvendes til en forøget infiltration af regnvand i byområder, så den hurtige, overfladiske afstrømning reduceres. LAR kan i nogle områder have uønsket effekt i form af kraftig stigende grundvandsstand /1/. En alternativ strategi er at benytte real-tids varsling til at styre vandafledningen mere optimalt, så oversvømmelser reduceres. Denne artikel beskriver en afprøvning af nye værktøjer udviklet i det strategiske forskningsprojekt HydroCast (Hydrological Forecasting and Data Assimilation <http://hydrocast.dhigroup.com/>) til varsling af grundvandsstand og vandføringer omkring den nye motorvej i Silkeborg.

Motorvej, geologi og real-tids data i Silkeborg

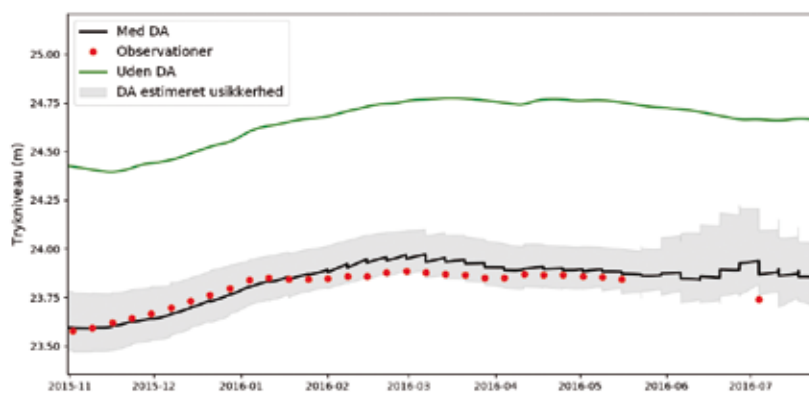
Den nye motorvej fra Låsby til Funder passerer den østligste del af Silkeborg Langsø via en lavbro og løber herefter gennem et lavtliggende område i Silkeborg før den løber op gennem det bakkede terræn ved Dyrehaven (Figur 1). På en del af det lave område er vejen overdækket og nedsænket med op til 6 m under terræn. Geologien i området består af miocæne sand- og lerlag fra Vejle

Fjord formationen, overlejret af moræneler i de højtliggende områder. I dalen ned til Silkeborg Langsø findes en højermeabel, tynd sandforekomst (terrassemagasin) i stedet for moræneleret. Motorvejen er nedsænket i terrassemagasinet. De miocæne sandforekomster rummer regionale grundvandsmagasiner, mens terrassemagasinet er et lokalt magasin med begrænset udstrækning.

I forbindelse med motorvejsprojektet har COWI indsamlet kontinuerte trykniveaudata fra 35 borer i terrassemagasinet, mens Or-



Figur 1. Modelområde med motorvejens forløb gennem Silkeborg samt placering af pejleboringer, vandløbsstationer og X-bånd vejrradar.



Figur 2. Resultat fra data assimilering (DA) af grundvandstrykniveauer. Figuren viser simulerede og observerede trykniveauer for boring P4_1 for perioden november 2015 – juli 2016. Den øverste kurve viser modelsimuleringen uden DA (grøn), den nederste kurve viser resultaterne af DA (sort), og det skraverede område er de estimerede usikkerheder på de DA-estimerede trykniveauer.

bicon har målt vandføringer fire steder i vandløbssystemet inde i byen. Disse data er sammen med nedbørsdata fra seks DMI stationer tilgængelige i real-tid. Endvidere er der i forbindelse med forskningsprojektet HydroCast installeret en X-bånd vejrrader i Silkeborg med real-tids information om nedbørsforhold i området.

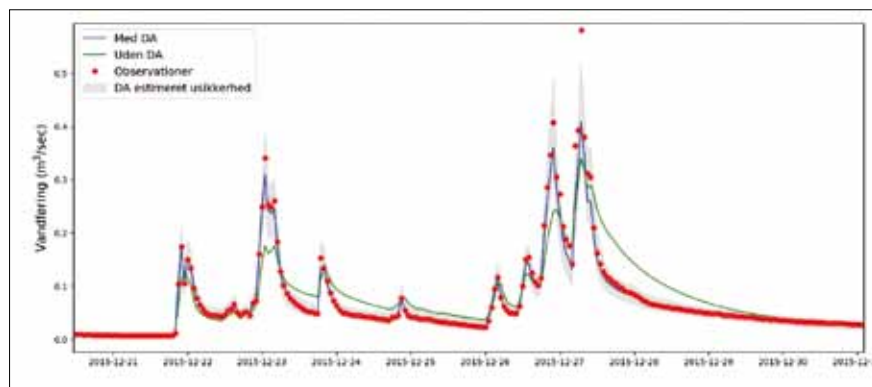
Hydrologisk model

Der er etableret en geologisk model, som gradvist er blevet udbygget med informationer fra boringer og udgravninger /2/. Med det udgangspunkt er der opstillet en hydrologisk model (MIKE SHE) som kører med tidsskridt på en time drevet af nedbørsdata på timebasis. Modelområdet, som er vist i Figur 1, er inddelt i beregningsceller på horisontalt 50 m gange 50 m og vertikalt opdelt i tre beregningslag, som følger geologien. For at få en bedre beskrivelse af de befæstede arealer og vandafledningen herfra er grundvandsmodellen desuden blevet forbedret ved at indbygge

funktionaliteter fra en MIKE URBAN model som Orbicon havde opstillet for Silkeborg Forsyning /3/. Modellen er kalibreret mod de eksisterende grundvandstrykniveau- og vandføringsdata.

Data assimilering (DA)

For at kunne lave de bedst mulige prognoser for vandføringer og trykniveauer i fx nogle dage frem i tid kræves, at den hydrologiske model på prognostidspunktet simulerer forholdene i oplandet så godt som muligt, dvs. at modelsimulering og feltdata passer sammen inden for den usikkerhed der er på model og data. For at sikre det bliver feltdata "assimileret" ind i modellen, dvs. at modellen justeres med de informationer der er i feltdata. Den proces benævnes opdatering eller Data Assimilering (DA). I HydroCast projektet er der udviklet data assimileringværktøjer i MIKE SHE modellen der muliggør assimilering af forskellige typer af data fra in-situ og satellit-baserede målinger /4/.



Figur 3. Resultat fra data assimilering (DA) af vandføring i Søholt Bæk, station 21127. Figuren viser simulerede og observerede vandføringer for julen 2015. Den grønne kurve viser modelsimuleringen uden DA, den blå kurve viser resultaterne af DA, og det skraverede område er de estimerede usikkerheder på de DA-estimerede vandføringer.

DA er sat op for Silkeborg modellen til assimilering af trykniveau- og vandføringsdata. Ved assimilering af trykniveau er det vigtigt at korrigerer for bias mellem punktmålingen og den beregnede værdi over en beregningscelle. Det udviklede DA værktøj estimerer og korrigerer automatisk for bias. DA inkluderer model- og observationsusikkerheder i assimileringen. Til beskrivelse af modelusikkerheden er usikkerheden i de mest betydende modelparametre fra modelkalibreringen medtaget /3/. Desuden er usikkerheder i nedbør og potentiel fordampning inkluderet. For observationer er der antaget en usikkerhed på 10 cm på trykniveauer og 10% på vandføringer.

Resultater af DA er vist i Figur 2-3. Figur 2 viser resultater af trykniveau for en enkelt boring for perioden november 2015 – juli 2016. Der ses en tydelig bias mellem målinger og model simulering på ca. 0,8 m som DA effektivt korrigerer for. Resultater med DA følger tæt observationerne og ligger generelt inden for det usikkerhedsbånd som DA estimerer. I perioden fra midt-maj til begyndelsen af juli er der ikke tilgængelige observationer ved boringen. I den periode er DA stadig i stand til at korrigerer fra assimileringen af trykniveau fra de øvrige boringer, men usikkerheden stiger gennem perioden da der ikke løbende korrigeres med målinger fra boringen.

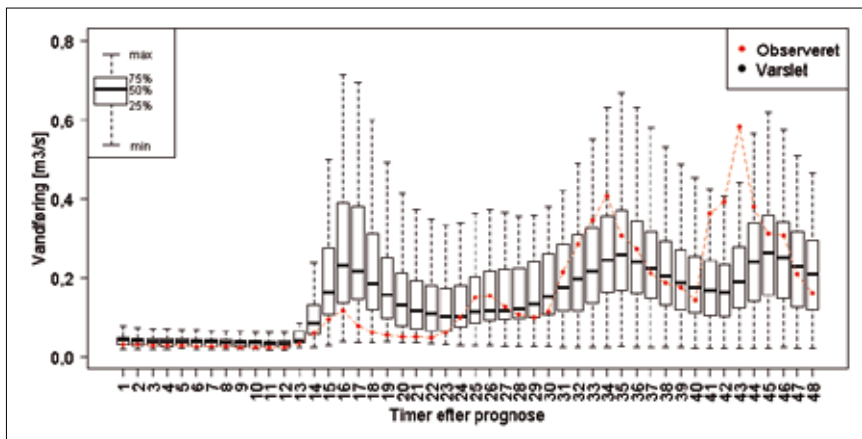
Figur 3 viser resultater af vandføring ved en enkelt station for en periode omkring julen 2015. Modellen underestimerer generelt de høje vandføringer og overestimerer i de mellem-liggende perioder med mindre vandføring. DA er i stand til effektivt at korrigerer vandføringen. Den estimerede vandføring med DA ligger generelt indenfor usikkerhedsbåndet og følger tæt observationerne i størstedelen af tiden. I perioder med høj vandføring er den estimerede usikkerhed større grundet den usikkerhed der tilskrives nedbøren.

Afprøvning af real-tids prognoser

Der er gennemført en test af modellen med DA til prognoser med nedbørsprognoser fra DMI fra følgende to produkter:

- HARMONIE modellen som også anvendes til "DMI byvejr". Her fås prognoser for hver time indtil 48 timer frem. Nye prognoser laves hver 6. time.
- HIRLAM modellen, som assimilerer radar-data efter en metode udviklet i HydroCast /5/. Her fås prognoser hver 10. minut indtil 8 timer frem. Nye prognoser laves hver time.

Vi har lavet prognoser for perioden november 2015 til juli 2016. Et eksempel fra en af de største afstrømningshændelser (juledagene



Figur 4. Prognose for vandføring i Søholt Bæk station 21127 for 48 timer startende 25. december 2015 kl. 12 (samme periode som vist på Figur 3). De observerede vandføringer er vist som røde punkter. Modellens prognoser og tilhørende usikkerhedsestimater er vist for hver time med Box-and whisker diagrammer, hvoraf hele usikkerhedsintervallet samt 25%, 50% og 75% fraktile kan aflæses.

2015) er vist i Figur 4. Her ses en prognose der er beregnet med udgangspunkt i en DMI nedbørsprognose udstedt 25. december kl. 12. Figuren viser den varslede vandføring med tilhørende usikkerhedsintervaller sammenholdt med den vandføring der aktuelt blev målt. Dynamikken i afstrømningsforløbet ses at blive fanget rimeligt godt af prognosen 1-2 dage i forvejen, ligesom de observerede vandføringer falder indenfor usikkerhedsintervallet, bortset fra en enkelt time, hvor vandføringen topper (27. december kl. 7). Tilsvarende resultater for grundvandstrykniveauer viser at hverken de observerede eller de beregnede trykniveauer varierer mere end nogle få cm inden for en 2 døgns prognoseperiode. Korttidsprognoser af grundvandsspejl i Silkeborg har derfor ingen praktisk betydning, mens resultatet fra vandføringer er meget mere interessant til praktiske formål.

Perspektiver

Som alternativ, eller supplement, til de traditionelle infrastruktur baserede klimatilpassningsløsninger kunne en anden strategi i det her tilfælde være at benytte en kombination af real-tids data og varsling af grundvandsstand og vandløbsafstrømninger. Med passende styring af de reguleringsbassiner, der allerede findes i oplandet, er der et potentiale for at skære toppen af de fleste store vandføringer og således reducere oversvømmelserne i byen, ligesom der vil være gode muligheder for at lave kompenserende tiltag hvis grundvandsstanden er faretruende høj langs motorvejen. Med brug af real-tids data fra borer, vandløbsstationer og DMI's nedbørsnet sammen med data fra den nye radar i Silkeborg og den hydrologiske model er grundlaget til stede for et sådant varslingssystem.

Resultaterne fra de test der blev gennemført i HydroCast forskningsprojektet, viser at

der er gode muligheder for at udarbejde relevante 1-5 dages prognoser af afstrømning, mens grundvandsstanden i Silkeborg området varierer så langsomt at prognoser for de næste par dage ikke vil have nogen praktisk betydning. I andre områder, hvor grundvandsmagasin og den overliggende umættede zone består af mere fintkomede materialer og grundvandsstanden derfor kan stige med op til 1 meter over få dage, vil varslinger af grundvandsstand give mening.

Referencer

- /1/ Troldborg L, Boesen M, Jørgensen A, Kidmose JB, Refsgaard JC (2017) Klimatilpassning – mulighed og faldgrube. Vand & Jord, dette nummer.
- /2/ Jacobsen PR, Rasmussen ES, Dybkjær K, Kidmose JB (2016) Miocene deposits at Silkeborg, Jylland, and their influence on hydrology. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin, 35, 9-12.
- /3/ Kidmose JB, Troldborg L, Refsgaard JC, Bischoff N (2015) Coupling of a distributed hydrological model with an urban storm water model for impact analysis of forced infiltration. Journal of Hydrology, 525, 506-520.
- /4/ Ridler ME, Zhang D, Refsgaard JC, Jensen KH, Madsen H (2017) Data assimilering – kombination af hydrologiske modeller og data. Vand & Jord, dette nummer.
- /5/ Sass BH, Petersen C, Gill R, Bøwith T, Jensen DG, Rasmussen, M (2017) Forudsigtelse af nedbør til hydrologiske prognoser. Vand & Jord, dette nummer.

JENS CHRISTIAN REFSGAARD, professor (jcr@geus.dk), LARS TROLDORGB, specialkonsulent og JACOB B. KIDMOSE, seniorforsker er alle ansat i Hydrologisk Afdeling på GEUS. ØVIND HOLE og XIN HE var ansat på GEUS som hhv. forskningsassistent og postdoc. Xin He er nu ansat på Southern University of Science and Technology, Shenzhen, Kina.

MARC-ETIENNE RIDLER, forsknings- og udviklingsingeniør og HENRIK MADSEN, R&D Manager for vandressourcer er ansat på DHL.

DIANA LUCATERO er PhD studerende på Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet. CLAUD PETERSEN er forsker på DMI.

Hydrologisk realtids monitoring og prognoser – muligheder og udfordringer

Integration af eksisterende måleprogrammer, nye datakilder og hydrologiske modeller åbner nye muligheder for realtids monitoring af vandmiljøet. I kombination med hydrologiske prognoser for hvordan vandmiljøets tilstand udvikler sig på kort og lang sigt giver det mulighed for en mere effektiv varsling, styring af vand-infrastruktur, adaptiv forvaltning og regulering.

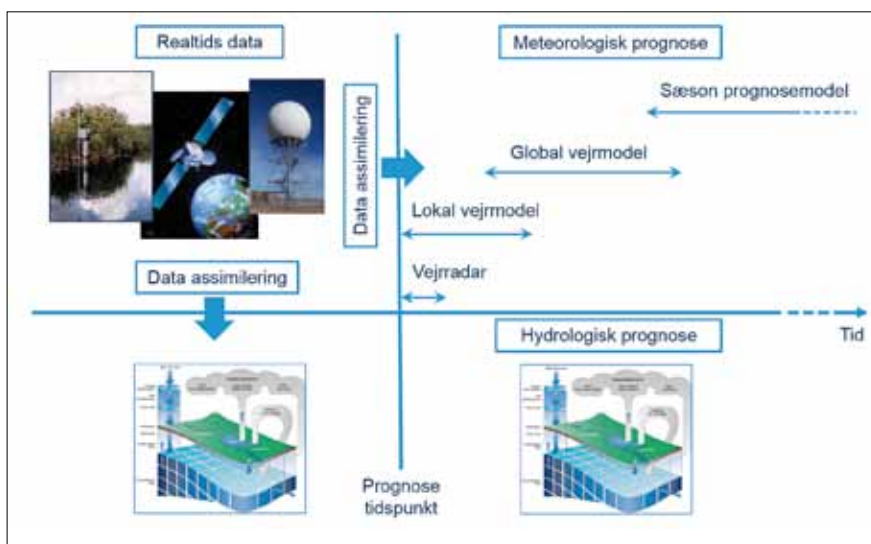
HENRIK MADSEN, JENS CHRISTIAN REFS-GAARD, KARSTEN HØGH JENSEN, MICHAEL R. RASMUSSEN, BENT HANSEN SASS, ARNOLD HEEMINK, SØREN KOLIND HVID, AGNETE JØRGENSEN & JOHAN LASSEN

Indledning

Hydrologiske realtidsmodeller til monitoring og forudsigelse af fx oversvømmelser, vandløbsafstrømning og grundvandsstand er vigtige værktøjer til styring af vand-infrastruktur, varsling og beskyttelse mod oversvømmelser, optimering af udnyttelse af vandressourcen og overvågning af vandmiljøet. I forbindelse med tilpasning til mere ekstremt vejr i et fremtidigt klima er brug af hydrologiske prognoser til varsling og styring et attraktivt kost-effektivt supplement til omkostningstunge investeringer i tilpasning af infrastruktur. I HydroCast projektet er der udviklet og testet nye værktøjer til realtids monitoring og etablering af hydrologiske prognoser, der integrerer forskellige typer af måledata med meteorologiske og hydrologiske modeller. De udviklede værktøjer åbner op for nye muligheder for effektiv monitoring, varsling og styring af vand-infrastruktur.

Monitoring og data assimilering

Det danske natur- og miljøovervågningsprogram NOVANA inkluderer både traditionelle felldata og modelleringsaktiviteter som fx den



Figur 1. Illustration af et hydrologisk data assimilering- og prognosesystem.

nationale vandressource model (DK-model-len). De to dele er dog ikke fuldt integreret i dag. Ved at kombinere model-baserede beregninger og måledata med data assimilering er det muligt at få et mere præcist estimat af tilstanden af vandmiljøet i tid og rum samt et mål for usikkerheden på estimatet af tilstanden.

Der er en stigende mængde data tilgængelig som giver nye muligheder for monitoring af vandmiljøet. Fx er nye satellit-baserede produkter til måling af jordfugtighed tilgængelige fra SMAP (Soil Moisture Active Passive) satellitten opsendt i 2015 og fra Sentinel-1 satellitterne opsendt i 2014 (Sentinel-1A) og

2016 (Sentinel-1B). Data fra disse satellitter giver jordfugtighedsmålinger med en væsentlig forbedret rumlig og tidlig opløsning i forhold til tidligere produkter. Droner er en anden datakilde som udgør et interessant potentiale for detaljeret kortlægning af forskellige variable (fx jordfugtighed, vegetation, oversvømmet areal) over mindre områder. Endelig er der et stort potentiale i at benytte borger-indsamlede data ("citizens' observatories" eller "crowd-sourcing") fra fx sensorer i smartphones og billeder af oversvømmelser mm.

Data assimilering er et centralt element for værdiskabelse af alle disse data. Ved at inte-

Boks – HydroCast projektet

HydroCast (Hydrological Forecasting and Data Assimilation, <http://hydrocast.dhigroup.com/>) var et 5-årigt forskningsprojekt støttet af Innovationsfonden og det daværende Strategiske Forskningsråd. Projektets partnere var: DHI (projektkoordinator); De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS); Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet; Institut for Byggeri og Anlæg, Aalborg Universitet; DMI; Delft Technical University; Vejdirektoratet; SEGES og Miljøstyrelsen.

grere de forskellige datatyper og datakilder med modellering kan der opnås en optimal udnyttelse af dels det tilgængelige datagrundlag og dels den fysisk-baserede viden som er repræsenteret i modellen. Ved data assimilering benyttes modellen som en intelligent, fysisk-baseret interpolation af data i tid og rum, som udnytter data ikke kun til at opdatere modelvariable der observeres men også til opdatering af modelvariable der ikke kan måles, eller er vanskelige at måle. Data assimilering giver det bedste estimat af systemets tilstand med den tilgængelige viden indeholdt i data og model under hensyntagen til data- og modelusikkerheder.

I HydroCast projektet er der udviklet data assimileringværktøjer, der kan kombinere hydrologiske modelberegninger baseret på MIKE SHE modellen med forskellige typer af data fra forskellige datakilder /1/. HydroCast projektet har dokumenteret et stort potentiale for forbedret monitoring af hydrologiske tilstandsvariable som fx grundvandstrykniveau, jordfugtighed og vandløbsafstrømning ved assimilering af forskellige in-situ og satellit-baserede data. Der er dog mange udfordringer i etablering af et hydrologisk data assimileringssystem, der effektivt kan udnytte de forskellige datakilder. Disse udfordringer er relateret til at de forskellige datakilder repræsenterer (1) forskellig tidsskala (fx langsomt varierende grundvandsspejl og meget hurtig dynamik i vandløbsafstrømning), (2) forskellig rumlig opløsning (fra punktskala til grov rumlig repræsentation af satellit-baserede data), og (3) forskellig data kvalitet (fra relativt præcise in-situ målinger til satellit-baserede produkter med bias og ustrukturerede, ikke-kvalitetssikrede borger-indsamlede data).

Optimering af monitoringsindsatsen

De udviklede data assimileringværktøjer kan også benyttes til effektivisering og optimering

af monitoringsindsatsen. Der kan udregnes mål for "værdien" af de enkelte observationer i forhold til deres effekt for estimering af de hydrologiske tilstandsvariable og reduktion af usikkerhederne. Metoden inkluderer de underliggende usikkerheder i observationer og model samt de korrelationer og dynamiske relationer, der er mellem de forskellige tilstandsvariable. Der kan beregnes værdimål, ikke kun for eksisterende observationer, men også for potentielle observationer fra nye sensorer, datatyper og datakilder, og det udgør derfor et vigtigt redskab til optimering af monitoringen.

Hydrologiske prognoser

Data assimilering er et vigtigt element i hydrologiske prognosesystemer til opdatering af initial betingelser ved prognosens start for derved at forbedre prognosens nøjagtighed. Hydrologiske prognoser er afhængig af prognoser for nedbør og evt. andre meteorologiske variable som fx temperatur til simulering af akkumulering og smeltning af sne. I det følgende fokuseres alene på nedbørsprognoser.

Der er forskellige nedbørsprognoseprodukter tilgængelige, der kan benyttes til etablering af hydrologiske prognoser:

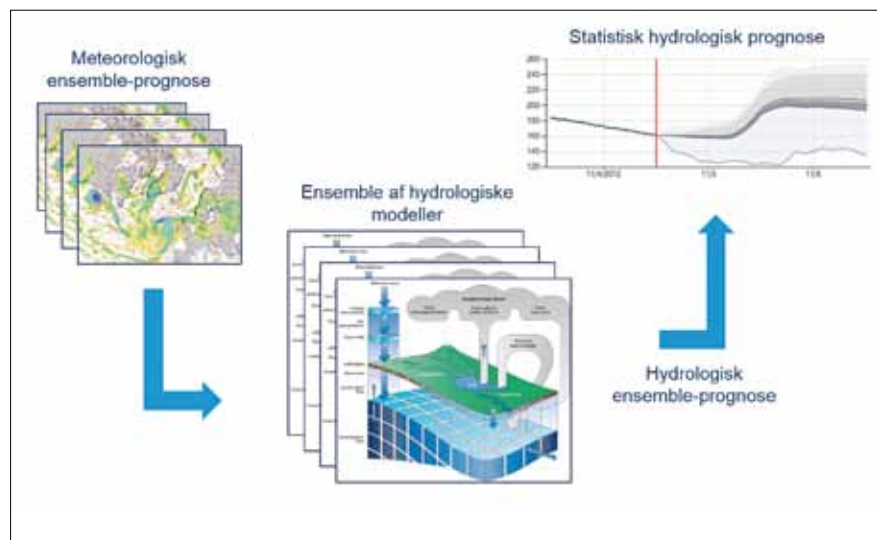
- Radar-baserede nedbørsprognoser baseret på fremskrivning af data fra vejrradar nogle få timer frem i tiden.
- Høj-opløselige, lokale vejrradarmodeler, der typisk ser få dage frem i tiden. Eksempler er DMI's HIRLAM og HARMONIE prognosemodeller.
- Global-skala vejrradarmodeler, der ser et par uger frem i tiden. Et eksempel er

ECMWF's (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) prognosemodel.

- Sæsonprognosemodeller, der ser 6-9 måneder frem i tiden. Et eksempel er ECMWF's sæsonprognosemodel.

Der er således nedbørsprognoser (og generelle meteorologiske prognoser) tilgængelige, der dækker forskellige tidsskalaer og derved åbner mulighed for etablering af hydrologiske prognoser til en bred vifte af anvendelser. Fx korttidsprognoser relevant for varsling af oversvømmelser i forbindelse med skybrud, mellem-lange prognoser til tidlig varsling af oversvømmelser fra år og vandløb og sæsonprognoser til regulering af vandressourcer. Der foregår en løbende forbedring af de forskellige prognoseprodukter som fx forbedrede vejrradarer og højere grid-opløsning i vejrradarmodelerne. I HydroCast projektet er der blevet udviklet en metode der assimilerer radardata og radarprognoser i en vejrmiddel til forbedring af prognoserne nogle timer frem /2/. Et hydrologisk prognosesystem der inkluderer data assimilering og brug af forskellige meteorologiske prognoseprodukter er illustreret i Figur 1.

I de senere år er der sket en stor udvikling inden for ensemble-prognoser, hvor usikkerheder i prognoserne indregnes. Der laves ikke kun én prognose af nedbøren, men der produceres et antal lige sandsynlige prognoser for hvordan nedbøren ændrer sig i de næste timer, dage, uger og op til flere måneder frem afhængig af prognoseproduktet. Ensembleprognoser kan genereres på forskellig vis men inkluderer typisk usikkerheder i initialbetin-



Figur 2. Illustration af hydrologisk ensemble-prognose system. En ensemble-prognose af nedbør (og evt. andre meteorologiske variable) bruges som input til en hydrologisk model (evt. et ensemble af hydrologiske modeller), der producerer en ensemble-prognose af forskellige hydrologiske variable, fx grundvandstrykniveau, jordfugtighed og vandstand/afstrømning i vandløb. Ud fra ensemble-prognosen beregnes statistiske konfidensbånd og evt. andre statistiske mål for prognosen.

gelsler på prognosetidspunktet og usikkerheder i prognosemodellens beskrivelse af de fysiske processer.

Meteorologiske ensemble-prognoser giver mulighed for at etablere ensemble-baserede hydrologiske prognoser. Et hydrologisk ensemble-prognose system er illustreret i Figur 2. Ensemble-prognose systemet giver ikke kun mulighed for at inkludere usikkerheden i de meteorologiske prognoser men også usikkerheder i initialtilstanden i den hydrologiske model på prognosetidspunktet (som bestemmes ved data assimilering) og usikkerheder relateret til den hydrologiske model. Begge usikkerheder kan beskrives ved et ensemble af hydrologiske modeller. I HydroCast projektet er lavet et "proof-of-concept" test af et hydrologisk ensemble-prognose system, hvor usikkerheden i initialtilstanden i den hydrologiske model er indregnet /3/.

Fra data til operationelle beslutninger

Integration og værdiskabelse af forskellige datakilder ved assimilering i hydrologiske modeller og kombination med hydrologiske prognoser åbner nye, innovative muligheder for en bedre og mere effektiv monitoring af vandmiljøet, mere præcise prognoser til

varsling og styring af vand-infrastruktur og et forbedret grundlag for adaptiv vandforvaltning og regulering. Et eksempel på adaptiv regulering der er brugt som case i HydroCast projektet er prognoseregulerede indvindings-tilladelser til markvanding baseret på sæsonprognoser /4/.

Et centralt element i værdiskabelsen af data til operationelle beslutninger er kvantificering og reduktion af usikkerheder. Data assimilering og ensemble-prognoser udgør hovedelementerne til kvantificering af usikkerheder på estimater og prognoser for de hydrologiske tilstandsvariable. Disse usikkerheder kan give et konfidensinterval eller andre statistiske mål (fx risiko) for nøglevariable til beslutningstagning. Den stigende mængde af data der bliver tilgængelige fra nye satellitter og nye datakilder som fx droner og borger-baserede data vil sammen med forbedrede meteorologiske prognoser give mulighed for betydelig mere præcise estimater og prognoser af den hydrologiske tilstand – og dermed danne grundlag for bedre beslutninger.

Referencer

/1/ Ridler, M.E., Zhang, D., Refsgaard, J.C., Jensen, K.H., Madsen, H., 2017, Data assimilering – kombination

af hydrologiske modeller og data, Vand & Jord, dette nummer.

/2/ Sass, B.H., Petersen, C., Gill, R., Bøwith, T., Jensen, D.G., Rasmussen, M., 2017, Forudsigelse af nedbør til hydrologiske prognoser, Vand & Jord, dette nummer.

/3/ Refsgaard, J.C., Hole, Ø., Ridler, M.E., Lucatero, D., Petersen, C., He, X., Troldborg, L., Kidmose, J., Madsen, H., 2017, Real-tids varsling af grundvand og afstrømning ved motorvejen i Silkeborg, Vand & Jord, dette nummer.

/4/ Hvid, S.K., Kidmose, J.B., Refsgaard, J.C., Madsen, H., 2017, Mere vand til markvanding med sæsonprognoser, Vand & Jord, dette nummer.

HENRIK MADSEN er R&D Manager for vandressourcer på DHI (hem@dhigroup.com).

JENS CHRISTIAN REFSGAARD er professor i Hydrologisk Afdeling på GEUS.

KARSTEN HØGH JENSEN er professor på Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet.

MICHAEL R. RASMUSSEN er lektor på Institut for Byggeri og Anlæg, Aalborg Universitet.

BENT HANSEN SASS er chefkonsulent på DMI.

ARNOLD HEEMINK er professor på Institute of Applied Mathematics, Delft Technical University

SØREN KOLIND HVID er landskonsulent ved SEGES.

AGNETE JØRGENSEN er AC medarbejder i Vejdirektoratet.

JOHAN LASSEN er AC medarbejder i Miljøstyrelsen.



Botanikprisen uddelt for første gang

Dansk Botanisk Forening har indstiftet Botanikprisen, der gives for en fremragende indsats for bevarelse af den danske flora. Prisen uddeles i sit første år til forfatter og tegner Jens Chr. Schou og til plejegruppen i Allindelille Fredskov.

Med sine mange bøger om danske arter blandt græsser, halvgræsser, siv, skærmplanter og senest storværket "Danmarks Vandplanter" har pensioneret skolelærer Jens Chr. Schou, Hobro ydet en kæmpeindsats til, at danske plantearter kan identificeres korrekt, og deres udbredelse og biologi bliver kendt. Bøgerne er af allerhøjeste faglige kvalitet, og det er en æstetisk nydelse at se de præcise tegninger og de smukke fotos af planterne. Jens Chr. Schou skaber grundlaget for, at amatører og profes-

sionelle botanikere kan glæde sig over Danmarks mange planter og studere dem nærmere.

Plejegruppen i Allindelille Fredskov nord for Ringsted har ved leslåning sikret overlevelsen af Flueblomst på sit eneste voksested i Danmark. Flueblomsten er speciel, idet dens blomst ligner og dufter som en "hunflue", så hannerne parrer sig med blomsten og dermed bestøver den. Ved at fjerne høje, skyggende græsser har plejegruppen sikret fremgang af Flueblomst fra nogle enkelte individer til en livskraftig bestand. Plejegruppens indsats er også vigtig for overlevelse af tre andre sjældne orkidéer i skoven nemlig Rød Skovlilje, Skov-Sværdlilje og Knælæbe. Knælæbe er en farveløs orkidé, som langt det meste af tiden snylter på en svamp under jorden med videre forbindelse til skovtræer. Arten blomstrer sjældent, men er i nyere tid kun fundet i Allindelille. Sikring af gode forhold i skoven er derfor helt afgørende for mangfoldigheden af den danske flora.

Kaj Sand-Jensen



Foto. Jens Chr. Schou på feltarbejde. Biopix.



Foto. Flueblomst blomstrer atter i Allindelille Fredskov. Biopix.