

KLIMAEFFEKTER PÅ GRUNDVAND OG EKSTREME VANDFØRINGER

Seniorrådgiver Hans Jørgen Henriksen
GEUS
hjh@geus.dk

Baggrund og formål

Det langsigtede udviklingsmål med vurdering af klimaeffekter på grundvand og ekstreme vandføringer er at bidrage til et landsdækkende risikostyringsværktøj, der kan vurdere ændringer i grundvandsforhold, vandføring og vandstande i vandløbssystemer i et fremtidigt klima. Målgruppen er planlæggere i kommuner og vandselskaber, samt andre, der arbejder med klimatilpasning. I første omgang har fokus været på perioden 2021-2050 i forhold til reference perioden 1961-1990 og med udgangspunkt i A1B emissions scenariet samt input fra ni forskellige klimamodeller fra ENSEMBLES datasættet. Herved er der tilvejebragt et screeningsværktøj (Henriksen et al. 2012/2013) bestående af: (i) Middel grundvandsstand for det øverste frie grundvandspejl, (ii) Typisk høj grundvandsstand i det øverste frie grundvandspejl der repræsenterer højeste 5 døgns grundvandsstand der overskrides i gennemsnit én gang hvert 10. år, (iii) Middel grundvandsdannelse i en for grundvands-indvinding relevant dybde, (iv) Laveste årlige grundvandsdannelse, der underskrides i gennemsnit hvert. 10. år, samt (v) Klimafaktorer for ændringer i årsmaximums-afstrømning (T=5 år, =10 år, =20 år, =50 år, =100 år og =1000 år), og (vi) Klimafaktorer for ændringer i årsmimumsafstrømning (median minimum).

Metode

Nedskalering og bias korrektion er baseret på et PhD studie af Lauren Seaby på basis af Distribution Based Scaling (DBS metoden, Seaby et al. 2013). Distribution Based Scaling, eller histogram/intensitetsbaseret korrektion. Metoden benytter en statistisk dobbelt gamma funktion til at bias-korrigerer signalet fra klimamodellen i forhold til kontrolperiodens observerede data (1991-2010). Det sikres, at middelværdi og spredning er bevaret på sæson- og domænebasis (Seaby et al., 2003). Efterfølgende bias-korrigeres reference-perioden (1961-1990) og fremtidig periode (2021-2050) med estimerede kurver.

Der er anvendt 2011 versionen af den nationale vandressource model (DK model, www.vandmodel.dk). DK model 2011 er en landsdækkende integreret grundvands- overfladevandsmodel, der beskriver samtlige komponenter i ferskvandskredsløbet, fra nedbør og fordampning, til overfladisk afstrømning og nedsivning til grundvand. Herfra afstrømmer grundvandet til dræn, vandløb, søer og hav eller oppumpes ved indvindingsboringer til husholdninger, industri eller markvanding. DK model 2011 er opbygget i 0,5x0,5 km net med ca. 10 beregningslag (MIKE SHE/MIKE 11). DK-modellen udnytter de fleste af de data, der foreligger i de nationale databaser vedr. geologi, jordart, jordtype, topografi, klima og hydrologi. Hver af de syv modelområder er kalibreret ved invers modellering (Højberg et al. 2012; Stisen et al., 2012).

Ekstremværdiafstrømninger er estimeret vha. Gumbel fordelingen (opkaldt efter Emil Julius Gumbel 1881-1966), et specialtilfælde indenfor den generaliserede ekstremværdifordeling GEVD, med udtræk ud fra års max hvert år (AMS metoden på basis af hydrologisk år). Effekter på minimumsafstrømninger er vurderet ved medianminimumsafstrømning. Fokus har været på klimafaktorer, hvor en klimafaktor på 1.0 udtrykker at der ikke forventes nogen trend den pågældende ekstremværdiafstrømning, fx en 100-år max afstrømningshændelse. En

klimafaktorer på 2.0 udtrykker, at 100-års Q max hændelsen bliver fordoblet for 2021-2050 i forhold til 1961-1990.

Der er foretaget en analyse af usikkerhed på klimamodel input (ud fra 9 klima modeller) og hydrologiske model parametre (for de mest betydende parametre mht. ændringer i grundvandsstand) for to områder (Midtjylland og Sjælland). Herudfra er udvalgt henholdsvis våd, median og tør klimamodel til screeningen for hele landet. På basis af vurderet effekt af parameterusikkerhed er det valgt at præsentere resultater i intervaller der afspejler parameter usikkerheden på DK model 2011 mht. simulering af ændringer i grundvandsspejl og grundvandsdannelse.

Resultater

Resultaterne viser at klimaændringer giver store regionale og lokale forskelle i fremtidens grundvandsspejl og ekstreme afstrømningsforhold. Der må forventes betydelige stigninger i grundvandsspejlet på mere end ½ meter i store dele af landet, og øgede ekstreme afstrømninger for fx en 100 års hændelse i mange vandløb. De største ændringer i maksimumafstrømningen (klimafaktor > 1.5) forventes i Sydøstdanmark. Der er væsentligste usikkerheder i spil, på klimamodel, hydrologisk model og ekstremværdi analyse (Henriksen et al., 2012/2013, se: <http://www.klimatilpasning.dk/vaerktoejer/grundvand.aspx> for ændringer i grundvandsstand- og dannelse og <http://miljoegis.mim.dk/?profile=miljoegis-klimatilpasningsplaner> for ekstreme vandføringer).

Konklusion og perspektivering

Det er ikke tilstrækkeligt alene at planlægge i forhold til skybruds-hændelser og stigninger i havniveau. Klimaeffekt på grundvandsstand og ekstreme afstrømninger er mindst lige så vigtige at forholde sig til. Der er stor usikkerhed som følge af forskellige klimamodellers fremskrivning af den fremtidige nedbør, som følge af usikkerheder på hydrologiske modeller og ekstremværdi analyse. For våd klimamodel vil ca. halvdelen af Danmarks areal få stigninger i grundvandsspejl på over en halv meter, mens tør klimamodel peger på en mulig fremtidig sænkning af grundvandsspejlet. Kommuner og vandselskaber skal inddrage klimaeffekter når de udfører klimatilpasning gennem areal- og fysisk planlægning, vand-, spildevands- og natur planlægning, samt sikring af eksisterende og fremtidig infrastruktur or arealplanlægning på lokal skala. Det kræver detaljerede undersøgelser og modeller for områder hvor screeningen peger på problematiske forhold. Effekter på oversvømmelsesrisici skal kommunikeres effektivt til interessenter og offentlighed, så der kan vælges robuste designs, strategier og vidensbaseret klimatilpasning, der på rationel og fair vis forøger samfundets resilience og bæredygtighed over en bred front. Der er store værdier på spil.

Litteraturhenvisninger

- Højberg, AL., Troldborg, L., Stisen, S, Christensen, BBS, og Henriksen, HJ.: (2012) Stakeholder driven update and improvement of a national water resources model. *Environmental Modelling and Software*. Volume: **40** 202-213
- Stisen, S, Højberg, AL, Troldborg, L, Refsgaard, J, C, Christensen, BSB, Olsen, M, og Henriksen, HJ (2012): On the importance of appropriate rain-gauge catch correction for hydrological modeling at mid to high latitudes. *Hydrology and earth system science*. **16**: 4157-4176
- Seaby, L. Seaby, L.P., Refsgaard, J.C., Sonnenborg, T.O., Stisen, S., Christensen, J.H. and Jensen, K.H. 2013. Downscaling and uncertainty in climate projections for Denmark. *Journal of Hydrology*. **486**:479-493
- Henriksen, HJ, Højberg, AL, Olsen, M, Seaby, LP, van der Keur, P, Stisen, S, Troldborg, L, Sonnenborg, TO og Refsgaard, JC (2012): Klimaeffekter på hydrologi og grundvand – Klimagrundvandskort. GEUS rapport 2012-115.
- Henriksen, HJ, Olsen, M, og Troldborg, L (2013) Klimaeffekter på hydrologi og afstrømning – klimækstremvandføring. Naturstyrelsen. Fase 1 – GEUS rapport 2013-29.