

SPILDEVANDSKOMITEEN

ERFARINGSUDVEKSLING I VANDMILJØTEKNIKKEN **EVA**

NR. 3 • 35. ÅRGANG • OKTOBER 2022

Adresseliste for udvalgsmedlemmer

Tina Kristensen Nettelfield

(Formand)

Rambøll A/S

Olof Palmes Allé 22, 8200 Aarhus N

e-mail: tknd@ramboll.dk

Tlf.: 5161 2923

Jesper Ellerbæk Nielsen

(Næstformand)

Aalborg Universitet,

Institut for Byggeri, By og Miljø

Thomas Manns Vej 23, 9220 Aalborg Ø

e-mail: jen@build.aau.dk

Tlf. 9940 2905

Benedikte Foldby Jakobsen

(Kasserer)

Nordiq Group

Filmbyen 23, 2. tv, 8000 Aarhus C

e-mail: bfj@nordiq-group.dk

Tlf. 3132 3023

Julie Evald

HOFOR

Ørestads Blvd. 35, 2300 København

e-mail: julbj@hofor.dk

Tlf. 7190 9007

Lars Berggren Winther

Novafos A/S

Blokken 9, 3460 Birkerød

e-mail: lbw@novafos.dk

Tlf. 4420 8155

Anders Badsberg Larsen

WSP

Alfred Nobels Vej 21C st. tv, 9220 Aalborg Øst

mail: anders.badsberg@wsp.com

Tlf. 45 6040 0492

Signe Barnes

Dansk Miljørådgivning A/S

Kilde Allé 20-22, 3600 Frederikssund

e-mail: sba@dmr.dk

Tlf. 4130 3568

Udgiver

Ingeniørforeningen, IDA – Spildevandskomiteen Erfaringsudveksling i Vandmiljøteknikken EVA.

Indlæggene i bladet står for forfatterens egen regning, og Eva-udvalget er ikke nødvendigvis enig i den udtrykte holdning eller anbefaling.

Hjemmeside

www.evanet.dk

E-mail

evaudvalg@gmail.com

Dette blads redaktør

Benedikte Foldby Jakobsen, bfj@nordiq-group.dk

Næste blads redaktør

Jesper Ellerbæk Nielsen, jen@build.aau.dk

Deadline for indlæg til næste blad

Januar 2023

Næste blad forventes udgivet

Februar 2023

Redaktion

Margrethe Nedergaard, man@skanderborgforsyning.dk

Indhold

Leder	5
Indbydelse til Temadag	6
Invitation til webinar om Spildevandskomiteens regnmålersystem	11
Tilpas jer – og de viser stormflod i fjernsynet – Vi taler meget om klimatilpasning, men egentlig vil vi bare gerne underholdes Carlo Sass Sørensen	12
Klimatilpasning i et retligt perspektiv Peter Nymann	16
Hvad vi ikke ved om klimatilpasning Toke Emil Panduro	20
HIP-data og nye klimafaktorer på afstrømningen Hans Jørgen Henriksen, R. Schneider, M. Ondracek, L. Trolborg, S. Kragh og E. Bøgh	22
Borgerindsamling af grundvandsdata og scenariemodellering af interaktion mellem grundvand, afløbssystem og vandløb i bydelen Kærby i Aalborg Søren Thorndahl, Rasmus Vest Nielsen, Morten Westergaard og Anja Sloth Ziegler	32

Kalender

Faglige arrangementer

EVA-udvalget opfordrer til, at medlemmerne holder øje med faglige arrangementer på relevante hjemmesider (EVA-udvalget, DANVA, IDA Miljø, Ferkvandscenteret m.fl.)

EVA-udvalget søger at placere temadage så de ikke konflikter med andre større fagligt relevante arrangementer.





Leder

Kære EVA medlem

Sommeren går på hæld, og efteråret har gjort sit efterhånden solide indtog. Det er igen tid til at finde de varme drikke frem og bruge en rolig stund i selskab med artiklerne i dette nye nummer af EVA bladet.

Vores seneste temadag blev afholdt den 19. maj 2022 på Hotel Nyborg Strand under temaet 'På tværs af klimatilpasning'. Her var der fokus på de udfordringer, vi står overfor i en fremtid med mere vand fra alle sider – stormflod, skybrud, langvarig nedbør samt stigende grundvandsspejl og havniveau. Temadagen demonstrerede, hvordan klimatilpasning og klimatilpasningsprojekter går på tværs af fag, geografi, lovgivning, finansiering, interesser og meget andet. Og hvordan god og langsigtet klimatilpasning kræver tværfagligt samarbejde, tværgående indsigt og koordinering.

Den kommende temadag afholdes den 3. november 2022 på Hotel Nyborg Strand, hvor temaet for dagen er '**Overløb – Har vi styr på dem?**' Her stiller vi skarpt på de ca. 4.500 overløbs-bygværker, vi har i Danmark, og forsøger at gøre en status på, hvor meget vi egentligt ved om funktionen og den miljømæssige belastning fra disse bygværker. Har vi den viden og teknologi, der er nødvendig for at prioritere indsatsen for at reducere overløb fra vores fællessystemer til vores vandmiljø?

Vi håber at se dig til endnu en spændende EVA temadag på Hotel Nyborg Strand.

EVA-udvalget

EVA-udvalget indbyder til

EVA-temadag

Torsdag den 3. november 2022, Hotel Nyborg Strand

Overløb – Har vi styr på dem?

Overløb og udledning af urensset spildevand til vandmiljøet er et område med stor offentlig og faglig fokus.

Når medierne bringer historier om udledning af urensset spildevand i forbindelse med kraftig sommernedbør, er det som oftest noget, som vækker offentlig debat, undren og forargelse. Men overløb og regnbetingede udledninger er et grundlæggende designprincip, som har til formål at sikre funktionen af mange af de afløbssystemer, vi anvender i dag. I den Danske Vandbranche er der et stort fokus på, hvordan robustheden og kapaciteten af vores afløbssystemer kan opretholdes i det fremtidige nedbørsklima, og ikke mindst hvordan dette kan gøres i en balanceret afvejning med den miljømæssige belastning af vores vandmiljø.

Til denne EVA temadag stiller vi skarpt på de ca. 4.500 overløbsbygværker, vi har i Danmark. Gennem dagens oplæg vil vi forsøge at gøre en status for, om vi har styr på dem, og hvordan vi i fremtiden skal håndtere overløb og regnbetingede udledninger. Temadagen vil fokusere på, hvordan vi opnår den viden om overløbsbygværkernes funktion og miljømæssige belastning, som er nødvendig for at prioritere indsatsen for at reducere overløb fra vores fællessystemer til vores vandmiljø.

PROGRAM

9:30 Kaffe/te og rundstykker

10:00 Introduktion til dagens emne

v. Jesper Ellerbæk Nielsen, EVA udvalget

10:05 Miljøstyrelsens syn på overløb

– Vandplaner, udledningstilladelser og PULS-indberetning

v. Bo Skovmark, Miljøstyrelsen

I oplægget vil Bo Skovmark give Miljøstyrelsens syn på overløb og herunder give et overblik over hvilke krav Vandplanerne stiller til overløb, og hvordan udledningstilladelser til overløb gives i dag. PULS-databasen er et vigtigt værktøj til registrering af overløbene i Danmark, og oplægget vil belyse indberetning til PULS, hvordan overløbshændelser defineres, samt med hvilke usikkerheder udledte overløbsmængder opgøres.

10:40 Udfordringer med at måle overløbsbelastning

v. Michael R. Rasmussen, Institut for Byggeri, By og Miljø, Aalborg Universitet

Overløb og overløbsbygværker har eksisteret siden vi begyndte at bygge fælles afløbssystemer, men alligevel sker systematisk måling på overløb og overløbsbygværker kun i beskedent omfang.

Gennem de seneste år er der sket en stor udvikling i sensor-, batteri- og kommunikationsteknologi, som gør, at vi i dag er i stand til at måle og transmittere observationer live fra afløbssystemer, overløb og recipienter i et hidtil uset omfang.

Men er vi parate til at udnytte teknologien? Er der stadig udfordringer, som skal overkommes, førend vi systematisk kan monitorere overløb? Hvordan får vi teknologien udbredt i branchen, så vi får kvalitativ og kvantitativ viden om overløbene fra vores afløbssystemer og deres effekter?

11:15 Pause

DELTAGERGEBYR

STUDERENDE,
IKKE MEDLEM AF IDA
kr. 0

LEDIG
kr. 0

STUDIEMEDLEM
kr. 0

MEDLEM AF EVA
kr. 1.300

IDA-MEDLEM
kr. 1.700

SENIORMEDLEM
kr. 1.700

IKKE IDA-MEDLEM
kr. 3.450

Er du ph.d. studerende?

Så kan du blive tilmeldt til 0 kr!

Skriv til koordinator
Sylvie Chambelland på
syc@ida.dk så sørger
hun for din tilmelding.

TILMELDING

Tilmeld dig på
IDAs hjemmeside

HVOR DU OPGIVER

- Arrangement nr.
- Navn
- Adresse
- Tlf. nr.
- E-mail
- Helst fødselsdato
- Oplysning om du er ingeniør eller ej.

(Arrangementet
er åbent for alle)

11:35 CFD-modellering og 3D-scanning af overløbsbygværker

v. Lasse Sørensen, VandCenter Syd

Kvantificering af aflastede overløbsmængder fra overløbsbygværker er kompliceret. Som oftest har bygværker en kompleks geometri, skumskærme, riste og andet udstyr, som gør, at hydraulikken i anlæggene så godt som aldrig tilfredsstiller de ideelle forudsætninger for de klassiske overløbsformler.

Lasse Sørensen vil i sit oplæg belyse, hvordan VandCenterSyd har arbejdet konkret med CFD-analyser (Computational Fluid Dynamics) for at få en forbedret forståelse af den hydrauliske funktion af overløbsbygværker, som anvendes i forbindelse med ombygning af bygværket. Lasse vil desuden komme ind på, hvad der kræves for, at CFD-modelleringer er mulige, samt hvordan detaljeret viden om et anlægs geometri kan etableres gennem 3D-scanninger.

12:00 Frokost

13:15 Badevandskvalitet og spildevandsoverløb – hvordan sikres de badenes sundhed?

v. Sara Elsborg Starcke, NIRAS

Det er sundt og sjovt at bade, hvilket mange mennesker benytter sig af året rundt. I Danmark er vi så heldige, at vi har nem adgang til badevand, og at vi samtidig generelt har en rigtig god badevandskvalitet.

Dog kan selv det bedste badevand blive påvirket af kilder, der midlertidigt kan forårsage forringet badevandskvalitet. Spildevandsoverløb nær stranden kan tilføre høje koncentrationer af virus og bakterier til badevandet, hvor uvidende badegæster udsættes for sygdomsfremkaldende forhold. I dette oplæg belyses udfordringerne ved registrering og risikovurdering af overløb i forhold til badevandskvalitet. Sara Elsborg Starcke giver desuden konkrete eksempler på, hvordan simpel overløbsregistrering kan sikre en tryk og sikker badetur.



13:40 Recipienteffekter fra overløb

v. Lotte Reuss, Biologisk Institut, Syddansk Universitet

Der er lavet meget få undersøgelser af, hvilke effekter overløb har på recipienten. Med overløbsvand kan der tilføres store mængder af blandt andet næringsstoffer og organisk stof. Særligt sidstnævnte forventes at have betydning for recipienten, idet omsætningen heraf er iltkrævende, men hvor stor en påvirkning og hvor længe denne påvirkning varer, er uvist. Desuden er det ikke velundersøgt, om det påvirker livet i recipienten.

I dette oplæg præsenteres resultater af faunaundersøgelser og loggerdata fra vandløb som recipient, hhv. op- og nedstrøms overløbsbygværk, som vil forsøge at belyse effekterne af overløb på recipienten.

14:05 Kaffepause

14:25 Reduktion af fosfor m.m. i overløbsvand ved tilsætning af hjælpestoffer opstrøms overløbsbassin

v. Morten Borup, Krüger A/S

I MUDP projektet "Datadrevne løsninger til reduktion af miljømæssige effekter fra overløb" vil vi teste, hvor meget renseseffekten af et overløbsbassin kan øges ved at tilsætte hjælpestoffer, der til dagligt anvendes på renseanlæggene opstrøms i afløbs-systemet. Hjælpestofferne, der testes, er jernklorid, som bruges til at binde fosfor og en polymer for flokkulering. Morten Borup fortæller i indlægget om principperne bag forsøget, den konkrete case og de foreløbige måleresultater, der skal dokumentere renseseffekten i bassinet før tilsætning af hjælpestoffer.

14:50 DANVAs Hvidbog om udledninger af vand fra byer – mulige løsninger i fremtiden

v. Luca Vezzaro, Institut for Miljø- og Ressourceteknologi, Danmarks Tekniske Universitet

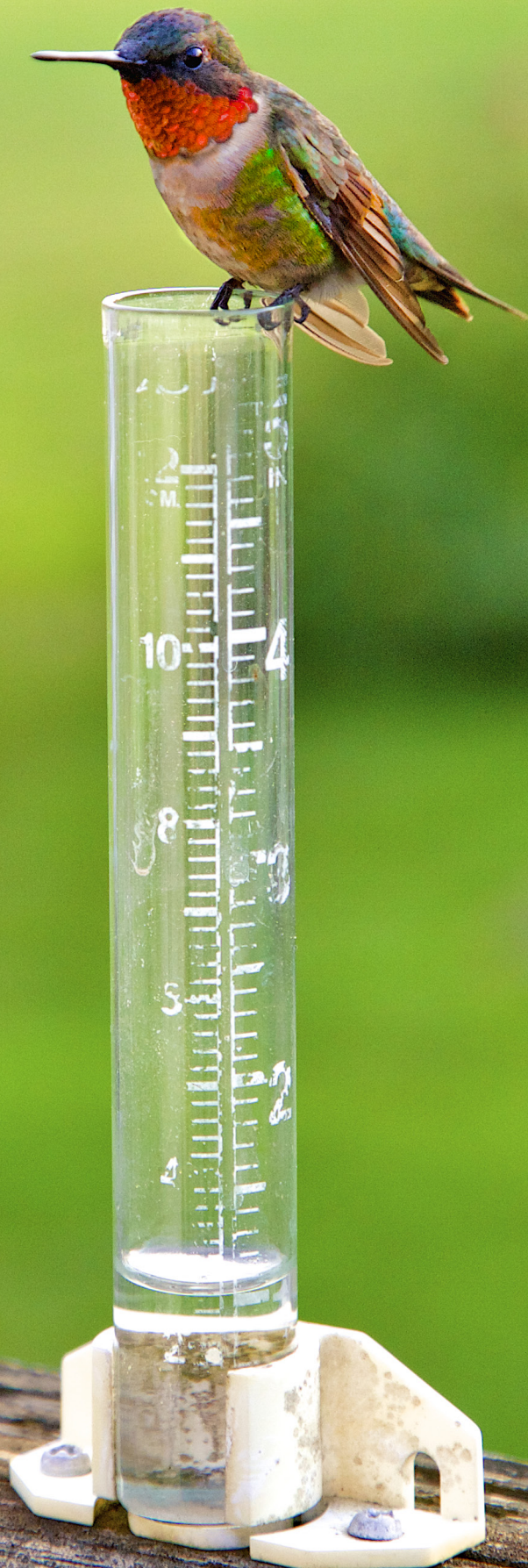
DTU har på vegne af DANVA udarbejdet en Hvidbog om udledning af vand fra byer. Hvidbogen indeholder en generel status på, hvordan udledning af vand fra byer håndteres i Danmark i dag samt forventninger til fremtidens håndtering. Oplægget diskuterer dele af rapportens indhold herunder baggrunden, hvordan den er udarbejdet samt ikke mindst med fokus på rapportens indikationer for fremtiden, perspektiver og fremtidige muligheder på dette område.

15:15 Afrunding og afsluttende bemærkninger

v. Jesper Ellerbæk Nielsen, EVA udvalget

15:20 Tak for denne gang og kom godt hjem





Invitation

Webinar om Spildevandskomiteens regnmålersystem

17. november 2022
kl. 14:00 - 15:30



SVKs regnmålersystem består af knap 200 regnmålere fordelt over hele Danmark. Regnmålerne er ejet af forsyningerne, men drives af SVK. Målingerne af nedbør bruges både af den enkelte forsyning til dimensionering af afløbssystemet, men også af SVK til udarbejdelse af Skrifter og analyser af nutidens og fremtidens klima.

Om du ejer en regnmåler eller ej, så er dette webinar din mulighed for at høre mere om hvad SVKs regnmålersystem er og hvad det vil sige, at have en SVK regnmåler.

Dagsorden:

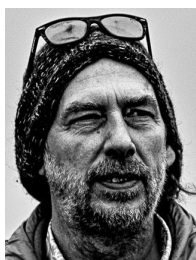
- Præsentation af SVKs regnmålersystem
- Gennemgang af regnmåleren og hvordan den vedligeholdes
- Præsentation af hvordan data kvalitetssikres
- Brugen af SVK data i SVK regi
- Opsamling og afrunding

Tilmeld:

www.evanet.dk

Tilpas jer – og de viser stormflod i fjernsynet

Vi taler meget om klimatilpasning, men egentlig vil vi bare gerne underholdes



Af: Carlo Sass Sørensen,
Klima og Kystbeskyttelse, Kystdirektoratet
cas@kyst.dk

Sidste vinter er meget langt, og de forrige vintre er endnu længere væk. Vi har, næsten, allerede glemt de seneste stormfloder og oversvømmelser, der ramte Danmark.

Der var selvfølgelig lidt prime time-underholdning om dobbelte og sågar tredobbelte skybrud, så vand det kom der her i sommer, hvor et banelegeme svævede frit i luften mellem Herning og Skjern. Der var også nogle, der fik vand i kælderene, og det er ikke rart. Det er slet ikke rart at få vand i kælderen. Men ellers skete der vist ikke noget. Og andre gange, der har været oversvømmelse, som under skybruddet i København i juli 2011 og stormfloderne i 2013, 2006, 1981, 1976, 1945, 1921 og 1909 for blot at nævne nogle få, står højst mejslet i erindringen som kuriøse indslag i den danske stormflods- og oversvømmelseshistorie for alle andre end lokalhistorieinteresserede. Og de der blev oversvømmet.

Til november 2022 er det 150 år siden, at en kæmpe stormflod i Østersøen skabte død og ødelæggelse langs de tilstødende kyster i Danmark og Tyskland. Det skal da fejres og specielt på Lolland og Falster, der blev hårdest ramt. Store digebyggerier og landvindingsprojekter fulgte i kølvandet på stormfloden, og mindet om stormfloden lever stadig i den kollektive bevidsthed, ligesom digerne, afvandingskanalerne og pumpestationerne i dag er meget synlige elementer i landskaberne dernede. Andre steder, som i hele byudviklingen langs Køge Bugt, er den slemme 1872-stormflod blevet fuldstændig ignoreret, ligesom historiske oversvømmelser glemmes langs størstedelen af Danmarks kyster.

Historisk set har kystdigerne i Danmark beskyttet værdifuld landbrugsjord fx i Vadehavet og langs Nordfyns kyster. Byerne tog indimellem vand ind, og sådan var det.



Ved Brøndbyvester Strand.

Gammel Køge Landevej

Egentlig blot et mudret spor i gamle dage.
Det siges, at de få lokale, der boede langs kysten, ikke var
ubetinget venlige overfor rejsende. (Gammelt postkort).

Det fleste danske købstæders bykerner er dog fornuftigt placeret over de gængse stormflodshøjder. I udbygningen og udviklingen af byer og sommerhusområder siden ca. 1940'erne, har det dog været småt med fornuften set ud fra et oversvømmelses- og kysterosionsmæssigt synspunkt, samtidig med at beskyttelsen af ejendomme gradvist er kommet i fokus. Vi tåler ikke oversvømmelse. Er vi blevet dummere, eller glemte vi at tænke?

Min påstand er, at næsten alle kystkommuner har ejendomme og områder, hvor der aldrig skulle være bygget, og hvor den nuværende – for ikke at nævne den fremtidige, fare for oversvømmelse slet ikke blev taget i betragtning: Enkeltudstykninger, hele sommerhusområder, nye bydele på tidligere havnearealer mv.

Skete det bare? Åbenbart. Et favorittcitater er fra den tidligere Nordfyns Kommune: "Oprindeligt har bebyggelsen været små hytter bygget af appelsin- og sildekasser, så folk fra lokalområdet og inde fra Odense, havde et sted at gå i læ, når de var ved vandet. Senere hen er det blevet attraktivt at have et rigtigt sommerhus nær kysten. Området har gradvist skiftet karakter, og der er investeret større værdier i bygningerne. Efter bygningsvedtægten i 1971 afgrænsede området som sommerhusområde, og bygningsreglementet kom til som middel til at regulere bebyggelsen, er området blevet byggesagsbehandlet mere eller mindre konsekvent, og lovløsheden og bygningernes omfang har bredt sig lige så stille." Et Klondyke uden sherif. Hvor ingen rigtig tager ansvar. Ingen.



Ærøskøbings badehuse

Mange andre steder langs kysterne har badehuse over tid forvandlet sig til dyre sommerhuse på særdeles udsatte placeringer.

Pointen er ikke, at der skal placeres et ansvar. Men der er noget, der skal rettes op på – på tværs af sektorer og myndighedsniveauer i det her land, hvis vi seriøst mener, at vi vil klimatilpasse Danmark. Vi kan starte med at kigge indad og gøre op med fortidens (og samtidens) fadæser. Ja, og holde op med at bygge os direkte ned under vandet. Igennem mange år efterhånden har planloven foreskrevet, at vi ikke må bygge noget kystnært, der efterfølgende kræver beskyttelse. Men selvom intentionerne i planloven og hensynene i kystbeskyttelsesloven er udmærkede, virker de jo ikke. Gang på gang bliver nye steder oversvømmet. Der bygges stadig på toppen af klinten. Der er højest tale om kortsigtede løsninger og en udvikling, hvor ansvaret ender hos grundejerne, som oftest bliver bondefanget og ikke kan forventes at gennemskue risikobilledet – eller nogle kan og "har lov til at sende lorten videre". Og det økonomiske efterslæb i forhold til klimatilpasning vokser og vokser.

Rådgiverne er på banen. Spørgsmålet er, om rådgiverne virkelig rådgiver, eller giver det "folk" vil have i stedet for det, folk har behov for. Er der mod til at virke og til at "ramme skiven" for en reel klimatilpasning, hvor politiseringen af løsningsforslag bliver balanceret? Det kræver ikke kun hos rådgiverne, men i hele samfundet, et opgør med nådesløst at blive ved med at insistere på, at alt skal beskyttes og klimatilpasses. Simpelthen fordi det ikke giver mening. Gør op med forestillinger om de fagre danske kyster bag fem-ti meter høje diger og sluser foran hver en fjord for enhver pris. Med mindre, det er den fremtid, vi virkelig ønsker, og det er det nok ikke. Forestillingen fortjener i alt fald at blive udfordret – og vi alle, i klimatilpasning og i resten af den grønne omstilling, skal begynde at favne de omvæltninger, som klimaforandringerne byder os. Det betyder, at der er områder, vi på sigt kommer til at rømme.

Vi må ikke (for-)blive passive og vente på en national klimatilpasningsplan uden joke-re. Heri anerkendes, at der er rigtig mange gode processer og tiltag i gang "derude" i øjeblikket; i krydsfeltet mellem borgere og NGO'ere, universiteter, kommuner, stat, regioner, virksomheder, fonde og tænketanke. Vi skal ikke klimahjem, vi skal videre – tage de svære diskussioner og de nødvendige opgør. Drop snerten af selvfedme og fedtspilleri, fordi der er nogle lande, der kæmper temmelig meget mere med klimaforandringer, end vi gør; lær af dem og tag læringen med. Klimatilpasning kommer vi til at arbejde med altid. Som vi altid har skullet, når det kommer til stykket.



Aabenraa oversvømmet

Hvis en voldsom stormflod rammer, vil vandet stå højt i gaderne.

Grafik: Kommuniklame/Kystdirektoratet.

Klimatilpasning i et retligt perspektiv



Af: Peter Nymann, Advokat og partner
Advokatfirmaet Energi & Miljø
pn@eom.dk

Klimaforandringer forventes at medføre hyppigere og kraftigere nedbørsmængder for fremtiden, og derfor er der i dag stor fokus på, hvordan de øgede vandmængder skal håndteres.

Vi har ikke en egentlig "klimatilpasningslov", der tager højde for den retlige behandling af de øgede nedbørsmængder. I stedet har vi regler om klimatilpasning i en række forskellige love – heriblandt fx miljøbeskyttelsesloven, spildevandsbetalingsloven, planloven, vandløbsloven og kystbeskyttelsesloven. Det skyldes formodentlig, at effekten af klimaforandringerne – og de retlige tiltag, der er indført i de forskellige love – påvirker mange forskellige sektorer/lovområder.

Der mangler dog ofte en indbyrdes sammenhæng imellem de forskellige regelsæt, hvorfor det er op til aktørerne – kommuner, spildevandsselskaber, udstykkere mv. – selv at skabe denne sammenhæng, når klimatilpasningsprojekterne skal udmøntes i praksis.

Muligheder for at inddrage klimatilpasning i lokalplanlægningen

Igennem revisioner af planloven fra starten af 2010'erne har hensynet til klimatilpasning fået mere og mere fokus og udgør nu et lovligt planlægningsmæssigt formål. Det betyder, at det er muligt at inddrage klimatilpasningstiltag i forbindelse med lokalplanlægningen.

I lokalplaner kan der tages hensyn til klimatilpasningen ved at udlægge arealer til klimatilpasningstiltag som fx afvandingsgrøfter, skybrudsveje og diverse anlæg til vandopmagasinering. Tilsvarende kan de bebyggelsesregulerende regler i planlovens lokalplankatalog bruges mere aktivt til at sikre bebyggelse imod oversvømmelse mv. fx ved krav til bebyggelsens placering, sokkelhøjde, grønne tage mv.



I planloven kan bassin anlæg og/eller andre anlæg til opmagasinering eller forsinkelse af vand under visse betingelser udføres som fællesanlæg, så der skabes en egentlig pligt til at udføre anlæggene i praksis som en betingelse for at tage ny bebyggelse i brug. Sædvanligvis vil ejerskabet til fællesanlæggene – sammen med de øvrige grønne arealer – overgå til områdets grundejerforening.

Anvendelsen af spildevandsanlæggene til klimatilpasning

Det kan det være ofte en oplagt løsning at anvende eksisterende eller nyetablerede spildevandsanlæg helt eller delvist til bortledning af "klimavand" – her forstået som vand over det sædvanligt fastlagte serviceniveau for spildevandsanlæggenes kapacitet. Anvendelsen af spildevandsanlæggene til klimatilpasningsformål forudsætter dog, at reglerne i navnlig serviceniveaubekendtgørelsen og omkostningsbekendtgørelsen iagttages.

Helt overordnet skal reglerne i de to bekendtgørelser dels sikre, at kommunerne ved spildevandsplanlægningen ikke fastsætter højere serviceniveauer for spildevandsanlæggene, end der er samfundsøkonomisk hensigtsmæssigt, dels at spildevandsselskaberne ved udførelsen af anlæggene i praksis vælger de mest omkostningseffektive løsninger. Kort sagt, skal reglerne forhindre, at klimatilpasningen finansieres over spildevandsselskabets takster i højere grad end nødvendigt.

Bekendtgørelserne indeholder imidlertid ikke andre retlige bindinger vedrørende valget af den konkrete løsning, end at løsningen skal være omkostningseffektiv for spildevandsselskabet. Spildevandsselskabet har også valgfrihed i forhold til, om selskabet

ønsker at indgå i et samarbejde om udførelsen af et klimatilpasningsprojekt med andre parter – fx kommunen, grundejerforeningen, boligselskabet og lignende – så længe projektet overholder kravene i bekendtgørelserne. Dermed giver reglerne stor fysisk handlefrihed i forhold til at medvirke til klimatilpasning, men dog under iagttagelse af snævre økonomiske rammer.

Samspelet mellem reglerne om klimatilpasning

Reglerne om klimatilpasning i henholdsvis planloven og lokalplanerne på en ene side og reglerne på spildevandsområdet på den anden side gælder side om side – og skal alle iagttages i forbindelse med klimatilpasningsprojekter.

De forskelligartede regler stiller i første omgang krav til sammenhøringen imellem kommunernes spildevands- og lokalplaner. Her bliver det fremadrettet vigtigt, at de rette planlægningsmæssige rammer til udmøntningen af konkrete klimatilpasningsprojekter sikres i både lokalplanen og spildevandsplanen. Det vil sandsynligvis i mange tilfælde forudsætte, at lokalplanen og spildevandsplanen for et område udarbejdes parallelt og i tæt samarbejde imellem spildevands- og lokalplanlæggere.

Da både spildevandsselskabernes og private parter involvering i klimatilpasning langt hen ad vejen er baseret på frivillighed inden for de retlige rammer, der gælder for det berørte område, forudsætter gennemførelsen af klimatilpasningsprojekter samarbejde imellem kommunen, spildevandsselskabet og udstykkere/grundejeren. I mange tilfælde vil det endda være et krav, at der udarbejdes en skriftlig aftale vedrørende projektet imellem et spildevandsselskab og en udstykker/grundejer. I den ideelle verden bør samarbejdet påbegyndes, allerede inden spildevands- og lokalplanen for området udarbejdes, så områdets planlægning også skabes ud fra parternes fælles forudsætninger.

I den sidste ende vil hensyn til økonomien uundgåeligt spille en stor rolle for et klimatilpasningsprojekts muligheder for succes. Særligt spildevandsselskaberne skal kunne dokumentere at medvirken i et klimatilpasningsprojekt udgør en omkostningseffektiv måde at varetage selskabernes opgaver på. Der bør derfor på et så tidligt tidspunkt i processen som muligt foretages en økonomisk analyse af projektet, dels for at sikre at gennemførelsen overhovedet er muligt, dels for at afgrænse parternes indbyrdes ansvar i de tilfælde, hvor et projekt udføres af flere parter i fællesskab.

Det fremadrettede perspektiv

Klimaudfordringerne må forventes at blive stadig tiltagende fremadrettet, men samtidig synes der at være sket et skred i den teknologiske udvikling i forhold til forskellige løsningstiltag, når det kommer til håndteringen af "klimavand". Det må derfor forventes, at behovet for – og ønsket om – at gennemføre klimatilpasningstiltag vil være stigende.

I det lys bør de retlige og økonomiske bindinger, der gælder i forhold til klimatilpasning i lovgivningen, ikke forhindre klimatilpasningstiltagene i at blive gennemført, men skal blot anses for udfordringer, der skal iagttages på lige fod med de øvrige fysiske udfordringer, der gælder for den valgte løsning. Fælles for alle udfordringerne er dog, at klimatilpasningen skal være et ønske fra alle de involverede parter – og skal praksis skabes af disse parter i forening.



Hvad vi ikke ved om klimatilpasning



Af: Toke Emil Panduro
Seniorforsker, Aarhus Universitet
toke@envs.au.dk

I 2002 sagde USAs forsvarminister Donald Rumsfeld til en pressebriefing at:
”der er ting vi ved, at vi ved.
Vi ved også, at der er ting vi ved, at vi ikke ved.
Men der er også ting, vi ikke ved, at vi ikke ved”.

Det lød som noget vrøvl – som når nogen siger noget, uden at sige noget. Donald Rumsfeld var til grin. Han var til grin i USA og han var til grin i resten af den vestelig verden. Selv her i Danmark fik vi mulighed for at frydes og forfærdes over det intellektuelle niveau blandt ledende politikere i USA.

Men måske var vi for hurtige til at dømme – ikke kun fordi det intellektuelle niveau tydeligvis kunne være væsentlig lavere. For det Donald Rumsfeld forsøgte at tale om, var USA's militærstrategi for viden og risikostyring. I militære operationer og i krige, er der mange ubekendte, som alle har potentiale til at påvirke udfaldet. Samtidig ligger ubehageligt mange af disse variable uden for militærstrategernes kontrol. Netop derfor har det amerikanske militær haft behov for at skabe en struktur for, hvordan man håndterer risiko, og det stater med at inddele viden i 1) det de ved, 2) det de ikke ved og 3) det de ikke ved, at de ikke ved. Det er en praktisk pragmatisk tilgang til risiko, som er blevet afprøvet i de mange krige, som USA har været involveret i de seneste årtier. For at viden/risiko-inddelingen giver værdi for beslutningstagerne, kræver det en nøgtern, ydmyg og fordomsfri tilgang. Hvis risikoen fejlvurderes, kan det have store omkostninger, så det er med at ramme rigtigt.

I vores del af verden – og sådan set også i resten af verden – ser vi ind i et væsentligt mere ustabil klima med øget risiko for ekstreme vejrhændelser. Der er behov for en fornuftig risikostyring for at tilpasse os den øgede risiko for skybrud og stormflod.

Spørgsmålet er blot om vi har en fornuftig risikostyring. I Danmark anvender vi cost-benefit-analyse til at understøtte beslutninger om klimatilpasning. I teorien er det den helt rigtige metode. Udført korrekt, sikrer cost-benefit-analyser, at klimatilpasning bliver efficient, hvilket betyder at vi samlet set kan udnytte samfundets begrænsede ressourcer bedst muligt. Med cost-benefit-analyserne får vi klimatilpasningsprojekter, hvor der kun lige akkurat er afsat de ressourcer, der er nødvendig for at løse opgaven. På den måde finder vi også ressourcer til andre nyttige ting, såsom skoler, børnehaver og ældrepleje. Det lyder alt sammen fornuftigt.

Problemet er blot, at cost-benefit-analyser afhænger af, at vi ved det hele, og at vi ved det hele ganske præcist. Og det gør vi ikke. Der er en lang række variable og sandsynlighedsfordelinger som vi ikke kender. Hvad værre er: vi kan ikke engang gøre os forhåbninger om at gætte den rigtige sandsynlighedsfordeling – ekstreme hændelser, har trods alt ekstrem højreskæve sandsynlighedsfordelinger, og det gør dem ekstremt svære at beregne, specielt fordi der så ekstremt få observationer at arbejde med. Samtidig mangler vi viden om helt afgørende variable, som har mulighed for at forrykke cost-benefit-analysen, herunder hvordan folks sundhed bliver påvirket af oversvømmelse, hvordan risiko påvirker folks opførsel og ændrer beboersammensætningen i risikoudsatte boligkvarterer osv.

Men hvad gør man så, når man ikke ved det hele? Jo, i dag antager man blot, at man ved det hele. Man gætter på en sandsynlighedsfordeling for ekstremhændelser, og man gætter også på alle de andre betydende variable, som man mangler information omkring. På den måde bliver der truffet en lang række valg i cost-benefit-analysen, som gør resultaterne af analyserne utroværdige. På samme tid er gætterne gemt godt væk i beregningerne, så den manglende viden er utydelig, for dem der skal bruge resultaterne af cost-benefit-analyserne. Således tillægges cost-benefit-analyserne en væsentlig højere autoritet, end cost-benefit-analyserne fortjener.

Heldigvis er der et alternativ. Vi bør hurtigst mulig anerkende, at den tilgængelige viden vi har i dag, ikke kan understøtte en cost-benefit-analyse. I stedet bør man sænke det teoretiske ambitionsniveau. Vi bør satse på omkostningseffektivitet, hvor tiltag vurderes ud fra forholdet mellem effektivitet – målopnåelse og -omkostninger. Vi bør anerkende, at klimatilpasning adresserer systemisk risiko, hvor komplekse processer er gensidigt afhængige og kan skabe uforudsete feedback loops. Risikoen fra ekstrem skybrud og stormflod er ikke kun en funktion af klimaforandringer, det er i lige så høj grad en funktion af ændringer i vores samfund, herunder udviklingen af det bebyggede miljø. At antage en statisk ligevægt, som man grundlæggende antager i cost-benefit-analyser, bør erstattes af en dynamisk forståelse bl.a. drevet af sti-afhængighed. Vi kommer kontinuerligt til at revurdere risikoen fra klimaforandringerne, og vores klimatilpasningsprojekt kommer til at bygge oven på tidligere tiltag. Så vælg et robust fundament at bygge videre på. Og endelig bør vi beskrive konsekvenserne af klimatilpasningsprojekter på forskellige skalaer, og ikke som i dag, hvor vi kun bruger kroner og øre som skala. På den måde kan analyserne tydeliggøre usikkerhederne for de enkelte relevante variable. Konsekvensanalysen af variable bør beskrive udfaldsrummet for mulige scenarier, herunder størrelsen og omfanget af forventede ændringer, samt usikkerhederne forbundet med disse ændringer. I konsekvensanalysen bør man specielt være opmærksom på muligheden for "black swan" hændelser, altså (u)forudsette hændelser, der hvis de indtræffer, har potentialet til at ændre hele det underliggende system, som f.eks. hvis en stormflod på 5 meter ramte Køge Bugt og den sydlige del af København. Hvis en sådan katastrofe indtraf, vil det ikke være de samme byer, der efterfølgende bliver tilbage – tænk New Orleans.

Det vil være det vi ikke ved, der sandsynligvis vil give os de største omkostninger. At lade som om vi ved det hele, svarer det til at lukke øjnene for risikoen, og det er ikke en strategi. Ydermere, er det at gemme manglende viden i tekniske beregninger og obskure akademiske referencer misledende. Vi skylder dem, der skal træffe beslutningerne om kommende klimatilpasningsprojekter, at de får et så ærligt og nøgternt overblik over risikoen som muligt. De skal have et overblik over, hvad vi ved med sikkerhed, hvad vi ikke ved med sikkerhed, og en så ærlig beskrivelse af de mulige, ubehagelige overraskelser, der venter os. Lad os derfor aktivt arbejde med al det vi ikke ved om risikoen for kommende skybrud og stormflodshændelser, når vi klimatilpasser vores byer.

HIP-data og nye klimafaktorer på afstrømningen



Af: Hans Jørgen Henriksen
Seniorrådgiver, GEUS
hjh@geus.dk



Af: Raphael J.M. Schneider
Forsker, GEUS,
rs@geus.dk



Af: Maria Ondracek,
AC-medarbejder,
GEUS
mon@geus.dk



Af: Lars Trolborg,
Specialkonsulent,
GEUS
ltr@geus.dk



Af: Søren Juelsgaard
Kragh, GEUS,
PhD-studerende,
sjk@geus.dk



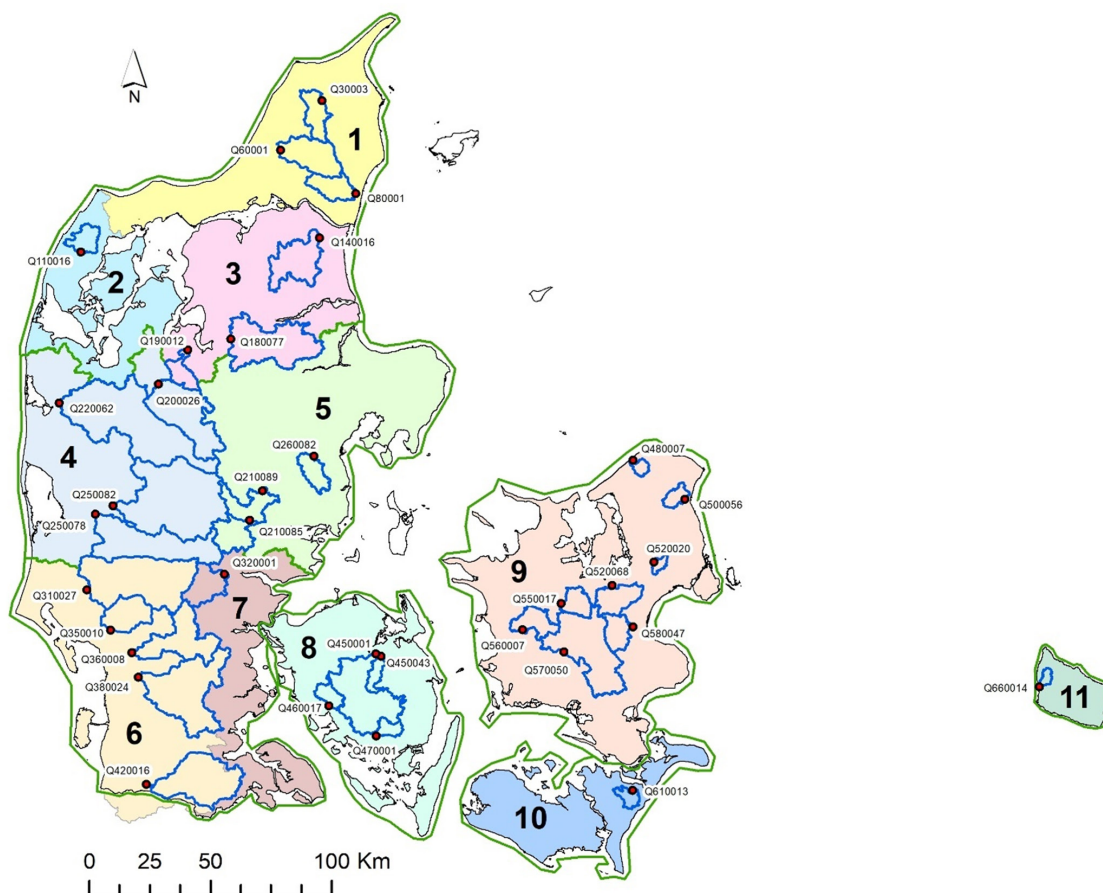
Af: Eva Bøgh,
Projektleder,
SDFI,
evboe@sdfi.dk

GEUS har leveret nye beregnede data til Hydrologisk Information og Prognose-system (hipdata.dk), der inkluderer nye klimafaktorer for bl.a. ekstremværdier af vandføring i vandløb i ca. 50.000 vandløbspunkter.

Indledning

Beregningerne erstatter de tidligere beregnede klimafaktorer, der blev foretaget af GEUS i 2013-2014 for ca. 300 vandløbspunkter i Danmark. De nye klimafaktorer blev præsenteret ved et indlæg på EVA-temadagen "Klimatilpasning i og omkring vandløb" i marts 2022. De nye klimafaktorer for RCP4.5 for nær og fjern fremtid (i forhold til nye reference periode: 1990-2019) er af omtrent samme størrelsesorden som de forrige klimafaktorer for A1B scenariet for 2021-2050 i forhold til daværende referenceperiode 1961-1990. Artiklen går bag om de nye klimafaktorer for vandføring, der er beregnet af GEUS og kan downloades fra HIP-portalen (hipdata.dk). SDFI er i øjeblikket ved at forbedre tilgængeligheden af det fulde datagrundlag (inkl. tidsserier og sæsonvariation) i HIP. Fokus i denne artikel er alene på sammenligning af simulerede og målte vandføringer ved udvalgte stationer med lange tidsserier.

Data fra målestationer med lange tidsserier er velegnede til vurdering af performance og usikkerheder på simulerede ekstremvandføringer (f.eks. T-års hændelser: T2 – T100 år for vandføring). I indlægget beskrives først det historiske datasæt for referenceperioden 1990-2019, og dernæst beskrives klimafaktorer for året samt for sommer- og vintersæson i et fremtidigt klima, baseret på højt emissionsscenarie (RCP8.5) for 2071-2100.



Figur 1
Lokalisering af 11 delområder samt
udvalgte vandføringslokaliteter.

Metodik

Beregninger er for historisk periode foretaget med DK-model HIP i 100m grid. DK-model HIP 100m er baseret på DK-model 2019, blot med fokus på terrænnære processer (Henriksen et al., 2020 a/b). Der er processeret spatiale inddatafiler for f.eks. drændybde, dræn-tidskonstant, jordart (9 forskellige typer) og vegetation (28 forskellige typer), ligesom at der er indlagt et stort antal mindre vandløb i DK-model HIP 100m. DK-model HIP 100m indeholder dermed i alt 22.500 km vandløb. Kalibreringen af modellen er i første omgang baseret på DK-model HIP i 500m grid, hvorefter parametre er overført til DK-model HIP 100m, og der er foretaget en slutkalibrering af 100m modellen på basis af 10 sub-modeller af udvalgte parametre (Henriksen et al., 2020a/b).

Kalibreringsdata består af 667.568 pejleobservationer fordelt på 40.103 indtag (filtre) i grundvand, hvoraf 27% er filtersat indenfor de øverste 10m (i det terrænnære grundvand). Der indgår i alt 687 pejletidsserier, og sæsonamplituden har været inddraget i kalibreringen. Der indgår desuden 308 målestationer for vandføring og 20.470 søer, som er vurderet repræsentative for det terrænnære grundvandsspejl. Der er foretaget en invers kalibrering for hele landet med størst vægt på de terrænnære pejlinger, som giver et rumligt konsistent parameterisering af DK-model HIP på tværs af Danmark, og der anvendes de samme inddatafiler (i 100m) i begge modelopstillinger.

Klimafremskrivninger af vandføring er baseret på DK-model HIP 500m modellen. Der har i HIP projektet været anvendt i alt 22 klimamodeller (Pasten-Zapata et al. 2019), som er nedskaleret fra CORDEX data til 10 og 20 km landsdækkende grid (svarende til DMIs klimagrid for observeret nedbør, temperatur og fordampning), og biaskorrigeret for af de 22 klimamodeller (hvoraf 17 er repræsentative for et højt emissionsscenarie RCP8.5, og de 5 er repræsentative for et moderat emissionsscenarie RCP4.5). Hver klimamodel er kørt for perioden 1990-2100 med dagligt tidsskridt, hvorefter der er udtrukket statistiske data for hhv. referenceperioden (1990-2019), og den nære og fjerne fremtidsperiode (2041-2070 og 2071-2100). I beregninger er havstigninger fra DMIs Klimaatlas inddraget som randbetingelser for det fremtidige klima.

Der er opstillet nye reviderede performancekriterier for vandføring, der inkluderer vandbalance kriterium for hhv. året og sommerperioden (WBE og WBE-S), Kling-Gupta-Efficiency (KGE) for hele vandføringstidsserien. De statistiske størrelser er evalueret på middelfejl (%-vis afvigelse) på 1% max vandførings-percentil (Q01-E), samt på T-års hændelser (T=2, 5, 10, 20, 50 og 100 år). DK-model HIP overholder for begge versioner de opstillede kravværdier på screeningsniveau for WBE (70-80% af stationer), WBE-S (70-80 % af stationer), KGE (75-80 % af stationer) og Q01-E (95 % af stationer) for 75% af vandføringsstationerne (Henriksen et al. 2020 a/b). For ekstrem døgnmiddel vandføring for T=2 til T=20 år opfylder beregningerne kravet til en screeningsmodel for 80-90 % af målestationerne. For T-års hændelser på 50-100 år er kravet til en screeningsmodel imidlertid kun opfyldt for 60-70 % af målestationerne. Ekstremværdier er beregnet på basis af 30-års max døgnvandføring vha. generaliserede ekstremværdifordelinger (3-parm).

I det følgende er udvalgt i alt 34 vandføringsstationer (Figur 1) med et komplet observationsdatasæt for 1990-2019, som ikke vurderes væsentligt påvirket af regulering ved bygværker. Der beskrives resultater for historisk periode og for klimafaktorer ved disse stationer til illustration af det fulde datasæt, der er ved at blive implementeret i HIP for samtlige godt 50.000 vandløbslokaliteter.

Resultaterne illustrerer performance af modellen i forhold til ekstremværdier for vandføringsdata, der er beregnet af DCE for udvalgte målestationer med lange tidsserier (DCE, 2020). Udover at belyse 30-års statistik, ekstremværdier og tidsserier for historisk periode såvel som klimafaktorer for fjern fremtid (RCP8.5), vises også standardafvigelser på tværs af de 17 RCP8.5 klimamodeller for en udvalgt station i hver af de 11 deloplande for at belyse usikkerheder på tværs af klimamodelinput.

Implementering af vandføringsdata i HIP portal

Modelberegnet 30-års statistik, ekstremhændelser og klimafaktorer (medianværdier) for vandføring kan ses og downloades fra HIPdata.dk. Modelusikkerheder (WBE, KGE og Q01) kan også ses og downloades fra HIP. Tidsserier og statistik for sæsonvariation (måneder og årstider) kan indtil videre kun downloades (ikke ses i HIP), dog er vandføringstidsserier indtil videre kun tilgængelige for download fra DK-model HIP i 500 m grid, dvs for ca. 50.000 vandløbspunkter. Modelberegne tidsserier (og statistik) fra DK-model HIP 500 m kan fx bruges som randbetingelse til lokal model til yderligere analyse af klimaændringernes betydning for specifikke lokale forhold.

Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur (SDFI), som står for udviklingen af HIP-portalen, arbejder i øjeblikket på konsolidering af en ny HIP version, hvor samtlige HIP-modelberegninger bliver udstillet i grafer og tabeller. Herved gøres modelberegningerne lettere tilgængelige for udvalgte punkter. Modelleret vandføring med

1990-2019 2041-2070 2071-2100	HIP Vandføring - modelberegninger	
	Historisk (100 m)	Klimaændringer (500 m)
Hele perioden	<i>Tidsserie</i> Middel Minimum Maksimum Standardafvigelse Percentilværdier : 1, 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95, 99 Medianminimum Medianmaksimum Ekstremhændelser : 2, 5, 10, 20, 50, 100 år Modelusikkerheder	<i>Tidsserie (randbetingelse)</i> Middel Minimum Maksimum - Percentilværdier : 1, 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95, 99 Medianminimum Medianmaksimum Ekstremhændelser : 2, 5, 10, 20, 50, 100 år Modelusikkerheder
Årstider	<i>Tidsserie</i> Middel Minimum Maksimum Standardafvigelse Percentilværdier : 1, 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95, 99	<i>Middel</i> <i>Minimum</i> <i>Maksimum</i> - <i>Percentilværdier :</i> 1, 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95, 99
Måneder	<i>Tidsserie</i> Middel Minimum Maksimum Standardafvigelse Percentilværdier : 1, 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95, 99	<i>Middel</i> <i>Minimum</i> <i>Maksimum</i> - <i>Percentilværdier :</i> 1, 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95, 99

Tabel 1

Vandføringsdata leveret af GEUS til HIP på basis af DK model HIP 100m og 500m modellen.

Data er tilgængelige for download (undt. tidsserier i 100 m GRID).

I øjeblikket er samtlige data ved at blive fuldt implementeret til visning i grafer og tabeller på HIP-potal (HIPdata.dk) for at øge tilgængeligheden af data for valgte punkter.

DK-model 100m og usikkerhed for klimaændringer (klimafaktorer) for vandføring vil også blive vist i grafer og tabeller for alle punkter. Derudover vil 30-års statistik og ekstremhændelser for målt vandføring og målt havvandsstand også blive udstillet, så de kan ses og anvendes sammen med modelberegninger. I Tabel 1 er vist en oversigt over vandføringsdata, der udstilles på HIP-portal, baseret på DK-model HIP leverancer af GEUS.

Station	Vandløb, lokalitet	areal	medianmin	medianmin	medianmax	medianmax	T 10-års max	T 10-års max	T 100-års max	T 100-års max	WBE	WBE-S	KGE	NSE	QE-01
		km ²	DCE: l/skm ²	sim: l/skm ²	DCE: l/skm ²	sim: l/skm ²	DCE: l/skm ²	sim: l/skm ²	obs: l/skm ²	sim: l/skm ²	%	%			%
3000003	UGGERBY Å, ASTEDBRO	153	3.57	4.05	45.4	28.8	56.6	44.2	65.3	67.2	11	-1	0.66	0.66	-26
6000001	RY Å, MANNA	285	4.86	5.74	40.7	31.9	52.9	44.7	64.0	60.1	8	5	0.76	0.65	-14
8000001	GERÅ, MELHOLT KIRKE	154	2.81	3.84	47.2	40.0	61.6	61.6	73.7	92.6	11	3	0.78	0.70	-11
11000016	ÅRUP Å, ÅRUP	108	4.57	3.20	49.2	57.9	58.7	85.7	67.8	115.4	13	36	0.80	0.72	11
14000016	LINDENBORG Å, MØLLEBRO	319	7.17	7.39	31.7	24.5	45.3	34.6	65.7	52.7	5	6	0.76	0.65	-15
18000077	SKALS Å, LØVEL BRO	556	4.46	5.54	16.3	21.9	19.6	28.9	22.6	35.3	-7	-15	0.87	0.77	15
19000012	JORDBRO Å, JORDBRO MØLLE	64	11.84	12.97	43.3	33.6	59.7	43.4	77.7	52.5	0	1	0.78	0.58	-8
20000026	KARUP Å, HAGEBRO	518	7.90	9.59	24.7	26.7	29.8	35.0	33.2	43.8	-11	-9	0.75	0.63	16
22000062	STORÅ, SKÆRUM BRO	1097	6.98	8.62	42.7	40.1	54.9	57.3	63.3	73.2	2	0	0.88	0.84	-5
25000078	OMME Å, SØNDERSKOV BRO	622	5.00	7.82	35.3	38.5	54.3	51.0	79.8	57.9	-6	-16	0.89	0.85	3
25000082	SKJERN Å, ALERGÅRD	1052	7.86	9.25	40.8	31.2	54.3	42.7	66.8	52.5	6	-3	0.79	0.81	-15
21000085	GUDENÅ, ÅSTEDBRO	188	4.36	6.09	63.1	58.8	89.4	94.0	111.0	130.2	2	-7	0.83	0.81	-14
21000089	GUDENÅ, VOERVADSBRO	377	6.18	5.04	45.4	41.3	71.1	68.7	109.9	103.0	14	25	0.82	0.75	-7
26000082	ÅRHUS Å, SKIBBY	119	1.94	2.54	34.8	28.4	45.7	60.3	53.2	115.0	10	15	0.85	0.78	-2
31000027	VARDE Å, VAGTBORG	815	6.89	7.52	40.3	35.4	49.0	50.2	55.0	62.1	11	15	0.81	0.66	-4
35000010	SNEUM Å, NØRÅ BRO,	223	5.93	6.61	59.1	46.8	71.7	70.2	78.2	95.6	3	7	0.86	0.75	-5
36000008	KONGE Å, KONGE BRO	388	6.42	6.11	48.7	49.3	58.7	78.3	70.0	115.0	8	17	0.86	0.76	12
38000024	RIBE Å, STAVNAGER BRO	676	5.35	5.51	45.2	51.0	57.9	75.5	64.2	103.2	5	11	0.89	0.84	12
42000016	GRØNÅ, RØRKÆR	513	3.69	4.57	46.6	44.0	61.2	66.7	71.7	96.2	13	11	0.84	0.85	-6
32000016	VEJLE Å, HARALDSKÆR	199	12.38	12.39	57.7	49.1	70.8	64.0	79.6	77.0	2	8	0.88	0.75	-5
45000001	ODENSE Å, EJBY MØLLE	535	2.28	4.04	48.2	32.0	63.5	59.6	73.9	103.4	14	-2	0.68	0.76	-24
45000043	LINDVED Å	65	1.28	2.24	37.9	34.2	70.5	74.0	113.2	136.1	-2	15	0.86	0.76	5
46000017	HÅRBY Å	78	1.81	3.72	40.1	27.8	51.8	46.4	62.1	75.4	4	-18	0.76	0.79	-15
47000001	HUNDSTRUP Å	58	1.03	2.17	55.9	34.9	72.4	68.5	83.4	120.4	13	-4	0.73	0.76	-19
48000007	HØJBRO Å, HANEBJERGÅRD,	36	0.61	1.10	45.3	27.2	58.9	55.1	67.8	102.9	3	5	0.81	0.72	-11
50000056	NIVÅ, JELLEBRO	62	0.68	2.04	31.2	22.9	41.0	42.7	48.3	72.9	-8	-9	0.81	0.65	10
52000020	NYBØLLE Å, NYBØLLEVAD BRO	62	0.06	0.49	9.7	8.9	16.3	20.1	23.0	46.3	-14	-31	0.79	0.72	14
52000068	LANGVAD Å, STOREMØLLEBRO	175	0.25	1.13	28.1	24.4	48.6	57.2	70.7	148.5	-5	-17	0.85	0.73	10
55000017	ÅMOSE Å, UGERLØSE BRO	112	0.37	0.88	34.7	27.8	45.8	62.4	52.0	122.3	12	12	0.83	0.73	8
56000007	TUDEÅ, ØRSLEV	147	0.44	0.91	32.5	23.0	45.3	52.9	57.6	110.4	10	4	0.84	0.76	-7
57000050	SUSÅ, ØRSLEV,	611	0.80	1.11	28.3	26.6	41.9	64.3	52.5	133.0	14	18	0.82	0.75	16
58000047	KØGE Å, LELLINGE DAMBRUG	134	0.29	0.33	35.9	23.4	61.0	62.0	81.3	142.5	17	47	0.75	0.70	-10
61000013	FRIBRØDRE Å, RODEMARK,	55	0.16	0.38	32.2	22.1	49.6	55.1	62.4	117.4	18	13	0.69	0.67	-23
66000014	BAGGE Å	43	0.33	1.66	65.6	92.6	136.5	157.5	288.6	289.8	na	na	na	na	na

Tabel 2

Oversigt over de 34 stationer samt opnået performance.

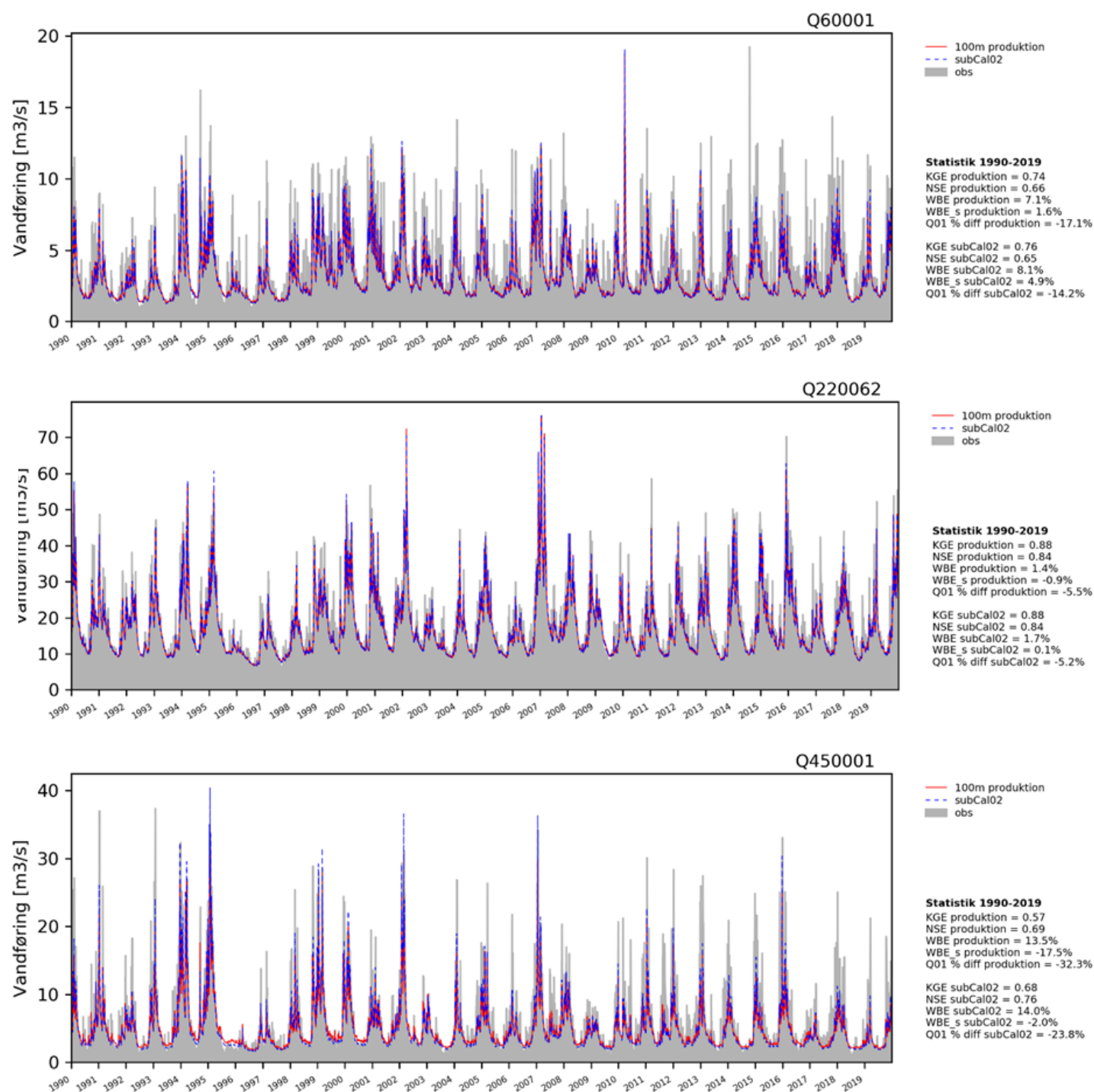
I tabellen er vist station, lokalitet (se figur mht. placering), oplandsareal, samt observerede og simulerede data for 1990-2019: median min vandføring, median max vandføring, T-10 års og T-100 års hændelser (simuleret med DK-model HIP 100m og sammenlignet med observeret / estimeret af DCE.)

I de fem kolonner til højre er vist GEUSs resultat af performance analyse for vandbalance fejl for året (WBE) og sommerperioden (WBE-S), Kling-Gupta fejl (KGE), Nash-SUTCLIFFE fejl (NSE) samt %-vis afvigelse på Q_{E-01} (vandføringsdata angives ved specifik afstrømning pr. arealenhed).

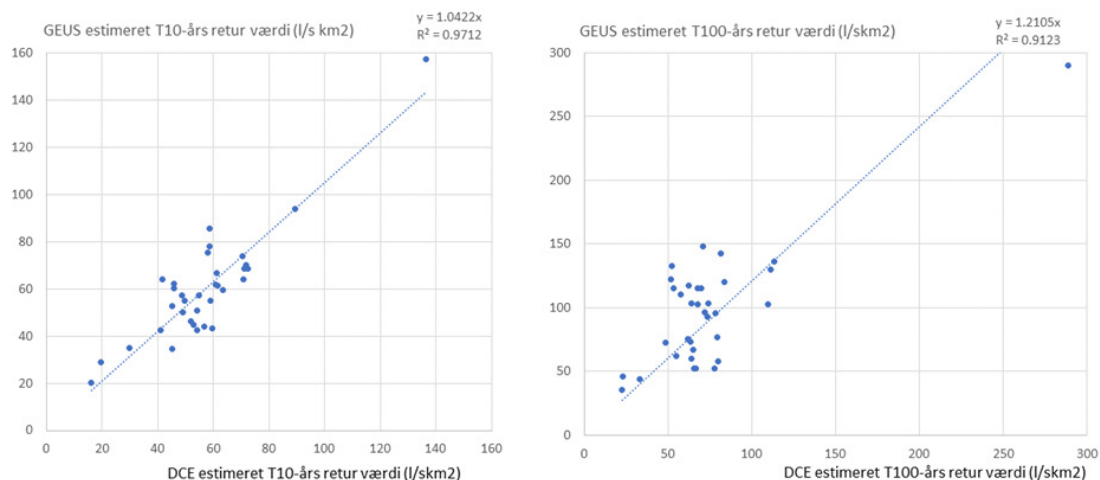
Resultater

I Tabel 2 er givet en sammenfatning af data for de 34 vandføringsstationer. Sammenligningen af simuleret og målt afstrømning peger på, at HIP-data ved de 34 stationer har KGE og NSE-værdier over 0.65 og vandbalancefejl, der er mindre end 15-20 % for hele året og mindre end 25-50 % om sommeren. Fejl på Q_{01-E} er mindre end 25 % og opfylder dermed screeningskravet på denne størrelse. På T=100 års hændelser ses dog en tendens til, at de simulerede afstrømninger med DK-model HIP overstiger de estimerede T=100 års vandføringer, der er beregnet af DCE. T=10 års hændelser og median max værdier viser bedre overensstemmelse. I Figur 2 er vist tidsserier for 3 udvalgte stationer.

I Figur 3 på side 28, er vist scatterplot af estimeret T=10 års og T=100 år max vandføringer ved 34 stationer (afbildet som l/s km²) for GEUS-estimat i forhold til DCE-estimat ud fra observeret vandføring. Samtlige stationer har komplet datasæt for 1990-2019. Der ses en svag tendens til at GEUS-estimerer overestimerer for T=100 års hændelser, mens T=10 års hændelser viser bedre overensstemmelse og bedre korrelation.

**Figur 2**

Udvalgte tidsserier med performance vurdering på basis af henholdsvis produktionskørsel (direkte papameteroverføring fra 500 til 100m model) samt slutkalibrering af DK model HIP 100m (SUBCAL02).



Figur 3

Sammenligning af estimerede T10-års og T100-års max afstrømning ved 34 udvalgte Q-stationer (L/SKM²).

I Figur 4 er samtlige estimater for modelberegne klimafaktorer for RCP8.5 2071-2100 vist i forhold til 1990-2019 modelberegninger af medianminimum, Q01, medianmaximum, samt T2, T5, T10, T20, T50 og T100 års hændelser. Det ses, at medianminimum ved nogle stationer reduceres i et fremtidigt klima, mens den ved andre stationer forøges. Ændringer er indenfor +/- 20 %. Jo mere ekstrem en vandføringsvariabel der kigges på, desto større er klimafaktorer. Mange stationer i Østdanmark har T=100 års klimafaktorer på mellem 2-5, mens Vestske stationer typisk har T=100 års klimafaktorer på mellem 1.2 og 2.

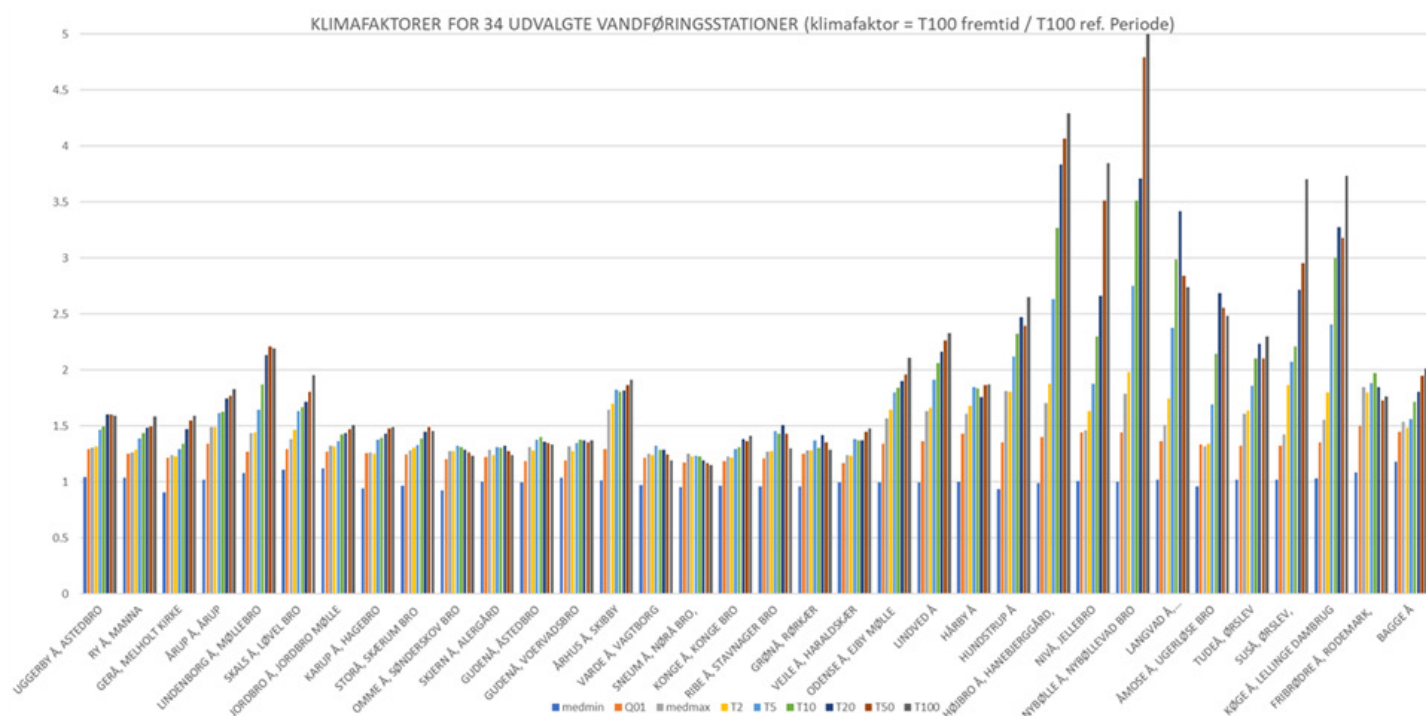
I Figur 5 på side 30, er vist en sammenstilling af klimafaktorer og standardafvigelser beregnet på tværs af ensemblet af RCP8.5 klimamodeller (i alt 17) for 2071-2100 i forhold til 1990-2019. Der er vist grafer, hvor blå søjler angiver beregnede klimafaktorer og orange søjle angiver beregnede standardafvigelser.

Det fremgår af Figur 5, at T=100 års hændelser har store standardafvigelser i forhold til klimafaktorer, dvs. stor usikkerhed med et relativt lavt 'signal-til-støj' forhold specielt for nogle stationer (enkelte stationer har standardafvigelser, der udgør op til halvdelen af klimafaktoren). Mere moderate standardafvigelser (op til 1/3) ses for T=10 års hændelser. For Q01 ses et mere robust billede. Typisk er klimafaktorer for Q01 beregnet til 1.2 – 1.5, og standardafvigelser er beregnet til ca. +/- 10 %.

Kigger man på årstider, er klimafaktoren for Q01 i gennemsnit ved de 34 stationer for sommerperioden juni-juli-august (JJA) 1.33, mens Q99 (en lav sommervandføring der overskrides 99% af tiden) er beregnet til 1.01 (stort set uændret).

I Figur 6 er vist en sammenligning af de nye HIP klimafaktorer baseret på RCP4.5 og RCP8.5 emissionsscenariet frem mod 2071-2100 (med den nye reference periode 1990-2019 fra Henriksen et al. 2020a/b), sammenlignet med de tidligere klimafaktorer fra 2014 baseret på (A1B) frem mod 2021-2050 (med den tidligere referenceperiode 1961-1990 fra Henriksen et al. 2014). A1B emissions-scenariet er relativt tæt på RCP4.5 i drivhusgasudledning frem mod 2100 og repræsenterer dermed ligeledes et moderat emissionsscenarie, mens RCP8.5 er et højt emissionsscenarie der resulterer i betydeligt større klimafaktorer på landsplan, der når helt op omkring en klimafaktor på mellem 3 og 5 for mange østdanske vandføringsstationer. I gennemsnit er der med RCP4.5 beregnet klimafaktorer for hele landet på 1.16 for nær fremtid og 1.14 for fjern fremtid, mens klimafaktorer med de nye fremskrivninger for RCP8.5 er beregnet til i gennemsnit 1.30 for nær fremtid og 1.84 for fjern fremtid på landsplan.

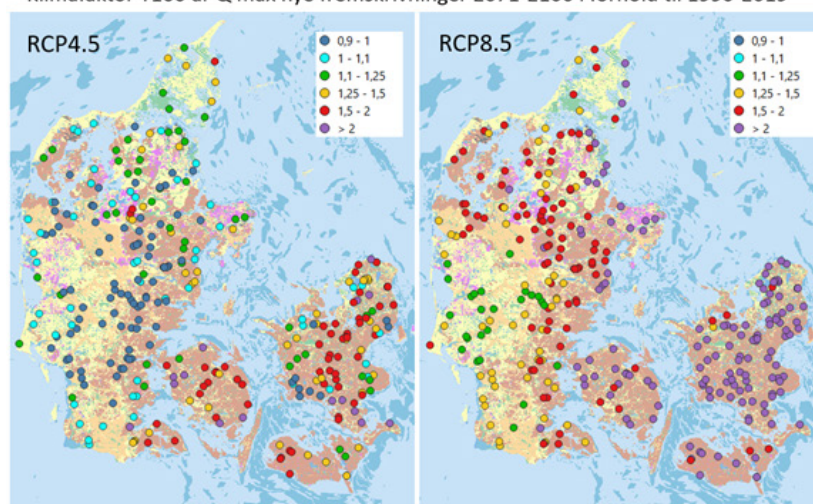
Samtlige resultater for mere end 50.000 vandføringsstationer kan ses på HIP-portalen (hipdata.dk). Her kan klimafaktorer visualiseres for RCP4.5 og RCP8.5 på tværs af ensemblet af klimamodeller for nær (2041-2070) og fjern fremtid (2071-2100).



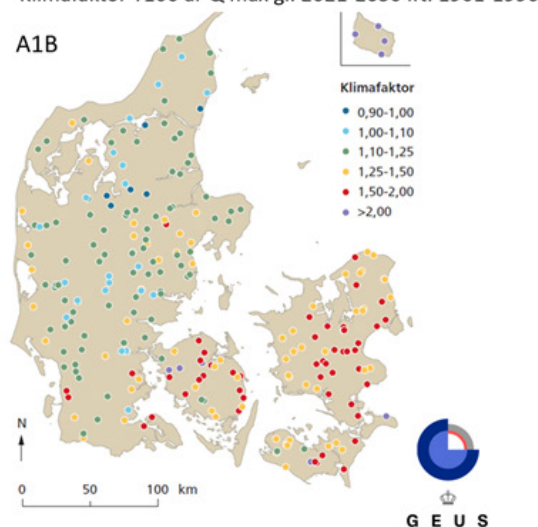
Figur 4

Estimerede klimafaktorer med DK-model HIP 500m for 34 stationer for 2071-2100 i forhold til 1990-2019 for median min. Q01 median max, T2, T5, T10, T20, T50 og T100-års hændelsen.

Klimafaktor T100 år Q max nye fremskrivninger 2071-2100 i forhold til 1990-2019



Klimafaktor T100 år Q max gl. 2021-2050 ift. 1961-1990



Figur 6

Sammenligning af estimerede klimafaktorer for RCP4.5 og RCP8.5 (Figurer til venstre) for fjern fremtid 2071-2100 i forhold til 1990-2019 (Henriksen et al. 2020A/B) med tidligere estimater for A1B emissionsscenariet for 2021-2050 i forhold til referenceperioden 1961-1990 (Henriksen et al. 2014).

Figur 5

Sammenligning af estimerede klimafaktorer og standardafvigelser på tværs af 17 RCP8.5 2071-2100 klimamodeller for T=10-års hændelse (øverst), T100-års hændelse (midten) og Q01 (nederst).



Diskussion og konklusion

Der er foretaget en analyse af ekstremværdisimuleringer og klimafaktorer (der repræsenterer klimafremskrivinger) med udgangspunkt i 34 udvalgte vandføringsstationer med tilstrækkeligt datagrundlag (komplette data for 1990-2019), god performance (af modellerede i forhold til målte data) og uden væsentlig regulering (f.eks. større søer). Resultater viser rimelig god performance for op til T=20 års hændelser, mens at T=100 års hændelser er simuleret med større værdier (ca. 20% i gennemsnit) for de 34 udvalgte stationer.

Klimafremskrivinger for de samme stationer peger på T=100 års klimafaktorer (RCP8.5 2071-2100 i forhold til 1990-2019) på 1.2 – 2 for Vestdanske oplande og 2 til 5 for Østdanske oplande. Det bemærkes, at usikkerheder på tværs af ensemblet af klimamodellerne (standardafvigelse) udgør op til halvdelen af de beregnede klimafaktorer (+/- 50%). For T=10 års hændelser ses usikkerheder på +/- 30 % i forhold til beregnede klimafaktorer. For Q01 percentil (en vandføring der overskrides 1 % af tiden) ses klimafaktorer på 1.2 – 1.5 og med standardafvigelse på tværs af ensemblet af 17 klimamodeller på ca. +/- 10 %.

De nye klimafaktorer for moderat emissionsscenario (RCP4.5) for nær og fjern fremtid (2071-2100) med den nye referenceperiode 1990-2019, svarer i størrelsesordenen til de tidligere fremskrivninger (Henriksen et al. 2014) med A1B scenariet frem mod 2021-2050, og med den tidligere referenceperiode 1961-1990. Udover forskelle på referenceperioder er de nye beregninger baseret på flere klimamodeller (17 for RCP8.5 og 5 for RCP4.5 for hele landet, mens forrige beregning var baseret på ni klimamodeller for Midtjylland og Sjælland og tre klimamodeller for de øvrige DK-model domæner). Der var derudover forskelle på nedskalering og bias-korrektionen, og anvendte ekstremværdifordelingsfunktion (forrige beregninger blev dels baseret på årsmaks og Gumbel (Henriksen et al. 2013 – udstillet på klimatilpasning.dk) og dels baseret på Peak Over Threshold (POT) og med brug af eksponentielfordelingen (Henriksen et al., 2014).

Referencer

Henriksen, H. J., Kragh, S. J., Gotfredsen, J., Ondracek, M., van Til, M., Jakobsen, A., Schneider, R. J. M., Koch, J., Troldborg, L., Rasmussen, P., Pasten-Zapata, E., and Stisen, S.: Sammenfatningsrapport vedr. modelleverancer til Hydrologisk Informations- og Prognosesystem, 2020a.

Henriksen, H. J., Kragh, S. J., Gotfredsen, J., Ondracek, M., van Til, M., Jakobsen, A., Schneider, R. J. M., Koch, J., Troldborg, L., Rasmussen, P., Pasten-Zapata, E., and Stisen, S.: Dokumentationsrapport vedr. modelleverancer til Hydrologisk Informations- og Prognosesystem, 2020b.

Henriksen, H.J., Pang, B., Olsen, M., Sonnenborg, T., Refsgaard, J.C. og Madsen, H.: Klimaeffekter på ekstremværdi afstrømninger. GEUS rapport 38, 2014.

Henriksen, H.J., Olsen, M., og Troldborg, L.: Klimaekstremvandføring. Klimaeffekter på hydrologi og afstrømning. GEUS rapport 29, 2013.

Pasten-Zapata, E., Sonnenborg, T. O., and Refsgaard, J. C.: Climate change: Sources of uncertainty in precipitation and temperature projections for Denmark, 43, e2019430102-01, <https://doi.org/10.34194/GEUSB-201943-01-02>, 2019.

Borgerindsamling af grundvandsdata og scenariemodellering af interaktion mellem grundvand, afløbssystem og vandløb i bydelen Kærby i Aalborg



Af: Søren Thorndahl,
Aalborg Universitet,
st@build.aau.dk



Af: Rasmus Vest
Nielsen, Aalborg
Universitet,
rmie@build.aau.dk



Af: Morten
Westergaard, NIRAS,
MOW@NIRAS.DK



Af: Anja Sloth Ziegler,
Aalborg Forsyning,
anja.ziegler@aalborg-
forsyning.dk

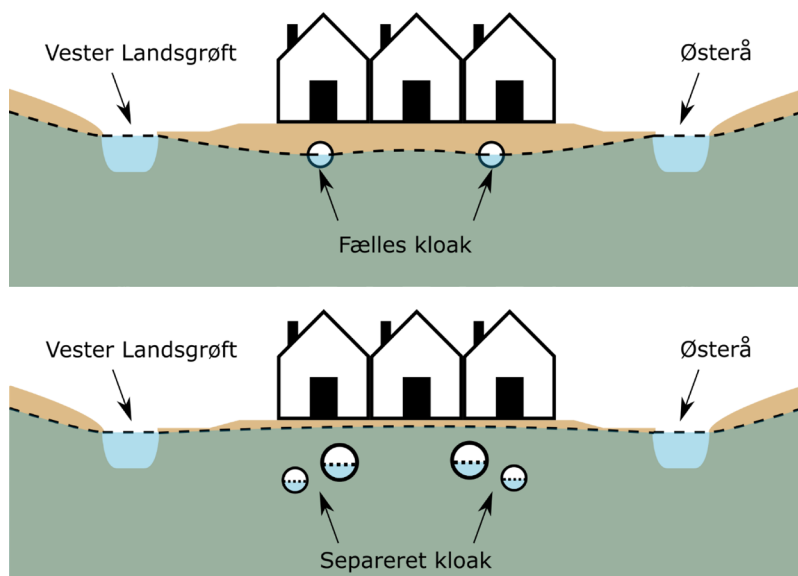
Udviklingsprojektet GRAVA (Samspil mellem GRundvand, Afløbssystem og VAndløb i byer) er støttet af VUDP og gennemføres i perioden 2019-2022, som et samarbejde mellem Aalborg Universitet, NIRAS, Aalborg Forsyning og Aalborg Kommune. Projektet har til formål at måle, analysere og fremskrive interaktionen mellem højtstående grundvand, afløbssystem og vandløb i et lavtliggende byområde, Kærby, i Aalborg.

Baggrund

Kærby (60 ha) er beliggende mellem to bakkeøer og gennem området løber Østerå og to afvandingsgrøfter som modtager overflade- og overløbsvand. I dag er Kærby fælleskloakeret og det naturligt højtstående grundvandsspejl holdes kunstigt nede af indsigning til afløbssystemet, omfangsdræn og vandløb (Figur 1). Ifølge Aalborg Kommunes Spildevandsplan skal Kærby separatkloakeres inden udgangen af 2026.

For at kunne vurdere fremtidige udfordringer både pga. klimaændringer, planlagte ændringer af å-trace nedstrøms og kommende separatkloakering, sigter projekteret imod at inddrage borgere og grundejere i Kærby i indsamling af data. Vha. dataindsamling kortlægges steds- og tidslige variationer i grundvandsstanden samtidig med at den danner grundlag for modellering af nuværende og fremtidige forhold.

GRAVA-projektet gennemføres med Kærby som casestudie, men i projektet fokuseres på generaliserende løsninger, der kan dække og inspirere andre lokaliteter med lignende problemstillinger.

**Figur 1**

Koncepttværsnit.

Øverst: det nuværende fællessystem.

Nederst: et fremtidigt separatsystem.

Borgerinddragelse

Således handler en stor og vigtig del af GRAVA-projektet om borgerinddragelse. Dels har projektet til hensigt at informere borgerne omkring både tekniske og lovgivningsmæssige udfordringer i forbindelse med håndtering af overfladevand, højtstående grundvand og separatkloakering, men i særdeleshed også at inddrage borgerne i dataindsamling til projektet.

Fra projektstart etableredes ni automatiske grundvandspejlestationer, otte offentlige grundvandspejlestationer (figur 2) samt fem skalapæle til aflæsning af vandstand i søer og vandløb. Alle offentlige målestationer er placeret langs rekreative stier og på offentlige arealer og er udstyret med en QR-kode så den aktuelle vandstand kan aflæses af forbigående og indrapporteres på hjemmesiden vandkortet.dk. I det første års drift (Juli 2020 – Juli 2021) blev der indrapporteret ca. 1600 vandstande på de offentlige stationer.

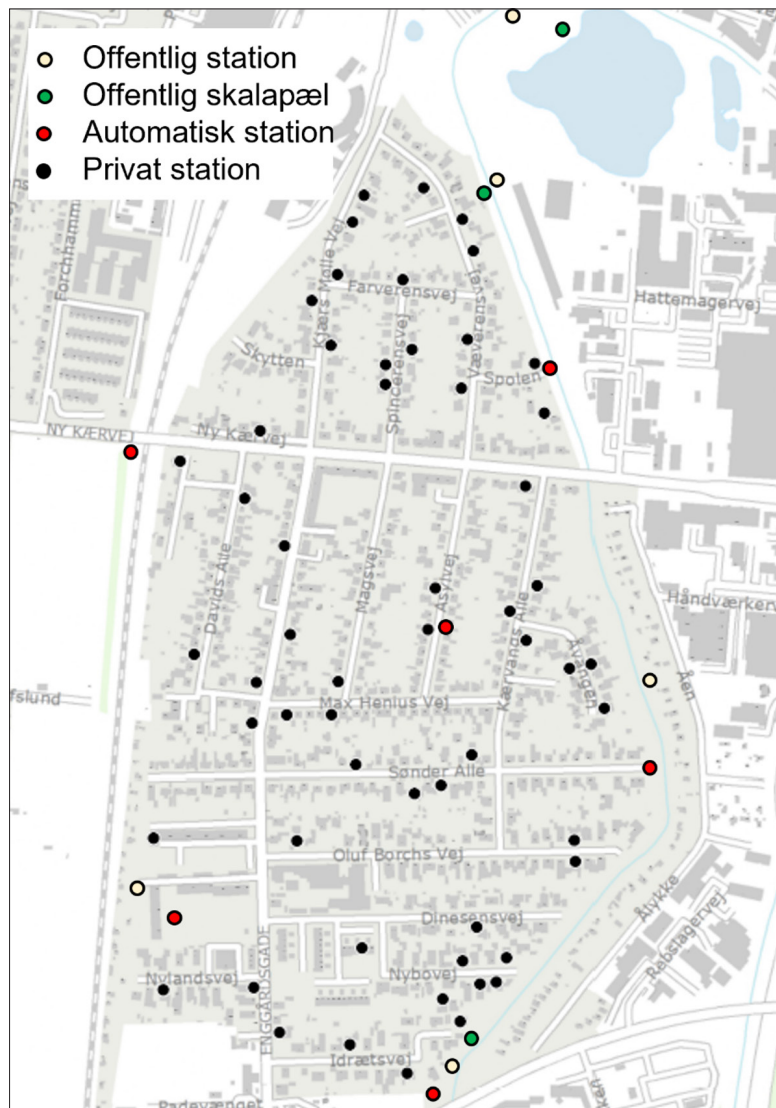
Gennem borgermøder og informationsmateriale har projektet henvendt sig direkte til Kørbys grundejere. Grundejerne har fået tilbudt at der etableres en privat grundvandspejlestation på deres (privat) grund, hvor de dels kan holde øje med den aktuelle grundvandsstand samt indrapportere aflæste værdier til projektet. På de afholdte borgermøder viste der sig at være en ovenud stor interesse for at få en sådan målestation etableret, hvilket resulterede i, ikke mindre end, 60 målestationer, som blev etableret i efteråret 2020. I det første års drift blev der indrapporteret ca. 6100 vandstande – eller i gennemsnit ca. en aflæsning på hver måler hver tredje dag.

Figur 2

Foto af målestationer.



Figur 3
Kort over målestationer.

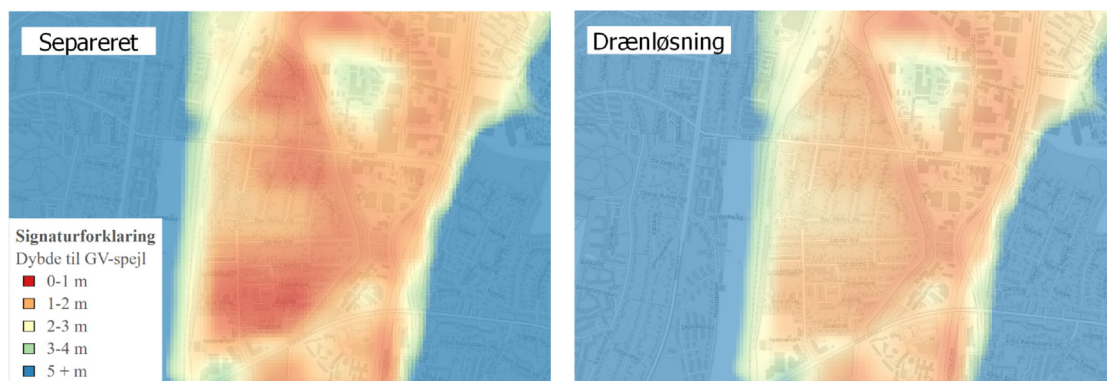


Figur 4

Eksempler på simulerede afstande til grundvandsspejl.

Til venstre: simuleret scenarie i nær fremtid (2040-2070) med traditionelt separatsystem.

Til højre: simuleret scenarie i nær fremtid (2040-2070) med separatsystem samt horisontale dræn (den tredje ledning) i samme tracé som afløbssystemet.



Scenariemodellering og klimafremskrivning

For at kunne vurdere de fremtidige udfordringer i Kærby er der opstillet en højop-løselig grundvands- og overfladevandsmodel, hvori dræn (afløbssystemet) også er medtaget. Modellen er kalibreret med data opsamlet i projektet for at få den bedst mulige repræsentation af den nuværende situation. Herudover foretages en række modelsimuleringer som antager forskellige løsninger under forskellig klimafremskrivning. Nogle af de valgte løsninger er: 1) status quo (bevarelse af det nuværende fællessystem); 2) Etablering af separat kloaksystem (uden dræn); 3) etablering af separat kloaksystem med horisontale dræn (tredje ledning); 4) etablering af separat kloaksystem med vertikale dræn, 5) etablering af separat kloaksystem og sænkning af vandstand i søer og vandløb.

Simuleringerne viser med al tydelighed at, hvis der foretages en separatkloakering, som indirekte vil betyde en tætning af afløbssystemet, og der ikke etableres nødvendige afværgeforanstaltninger, vil grundvandsstanden i området stige til et kritisk niveau lige under og stedvist over terræn. Disse problemer vil yderligere forværres under påvirkning af klimaforandringerne. Udover en øget oversvømmelsesrisiko i vinterperioden, på grund af højere grundvandsstand, vil klimaforandringerne også betyde større variation i grundvandsstand mellem sommer og vinter, hvilket kan medføre øget risiko for sætningsskader på huse. Figur 4 viser et eksempel på simuleringer af grundvandsstand i den nuværende situation og en klimafremskrevet situation, hvor der er etableret et separatsystem uden dræn. Flere scenarier og sammenligninger kan ses på hjemmesiden www.grava.dk.

Yderligere informationer om GRAVA-projektet kan findes på:

Vandkortet.dk (indsamling og visualisering af målinger)

www.grava.dk (visualisering og beskrivelse af simuleringresultater)

<https://www.danva.dk/viden/vudp/projektuddelinger/grava/> (VUDP)

EVA studierejselegat

*for studerende på de videregående
uddannelsesinstitutioner*

Studerer du indenfor det faglige område, som EVA-udvalget normalt dækker gennem temadage, og har du mod på at rejse ud i verden og hente ny viden med hjem til Danmark og videreformidle denne viden, så har du mulighed for at søge et EVA-studierejselegat.

Formål

- At medvirke til at studerende opsøger ny/nyeste viden indenfor EVA-udvalgets faglige interesseområder gennem deltagelse i seminarer, kurser på udenlandske universiteter, udstillinger, studieture, studie/praktikophold eller lignende.
- At dygtiggøre danske studerende og give dem international indsigt.
- At medvirke til at der bringes ny viden og inspiration med hjem til Danmark, og at denne formidles til EVA's medlemmer gennem et mundtligt indlæg på en EVA-temadag og/eller et skriftligt indlæg i EVA-bladet.





Vilkår

1. Legatet kan søges af danske studerende, som har gennemført mindst 2 år af en dansk videregående uddannelse og indenfor en EVA-relevant studieretning.
2. Ansøgeren skal være studiemedlem af IDA.
3. Legatet kan kun søges individuelt, dvs. af enkeltpersoner, og kan kun tildeles den samme person én gang.
4. Legatet kan tildeles til deltagelse i fagrelevant aktivitet, og legatet kan dække udgifter til:
 - a. Rejse på økonomiklasse
 - b. Hotel og ophold holdt indenfor statens dispositionsbeløb for det pågældende land
 - c. Deltagergebyr
 - d. Rejseforsikring
5. Ansøgning om legat fremsendes pr. mail til EVA-udvalget (evaudvalg@gmail.com). Ansøgningen skal indeholde en kort beskrivelse af aktiviteten, det faglige indhold og forventet udbytte heraf. Med ansøgningen skal budget, CV og udtalelse/anbefaling fra studiested vedlægges. Eventuelle spørgsmål kan rettes til EVA-udvalget. Deadline for ansøgninger er 1. feb. og 1. sep. Ansøgningerne vil blive behandlet på det efterfølgende bestyrelsesmøde.
6. EVA-udvalget afgør suverænt eventuelle tvivlsspørgsmål vedrørende opfyldelse af vilkår.
7. Legatet kan maksimalt være på DKK 20.000,-.
8. Alle ansøgninger besvares personligt direkte til ansøgeren, når afgørelsen er truffet.
9. Legatmodtageren fremsender umiddelbart efter aktiviteten en kort skriftlig redegørelse, indeholdende et kort resume af aktiviteten og en evaluering af udbyttet for legatmodtageren.
10. Et studierejselegat er som udgangspunkt skattefrit, men legatet indberettes til SKAT, hvilket betyder at legatmodtageren er pligtig til at gemme de nødvendige dokumenter/bilag til dokumentation af de afholdte udgifter.
11. På normalt næstkommende EVA-temadag efter endt aktivitet afholder legatmodtageren et fagligt indlæg, baseret på deltagelse i aktiviteten, og/eller leverer et skriftlig indlæg til det efterfølgende EVA-blad.
12. Der kan opstå krav om tilbagebetaling hvis rejsen ikke kan udføres – eller hvis aktiviteten afviger væsentlig fra godkendt ansøgning. I sådanne tilfælde kontakter legatmodtager EVA-udvalget så snart det bliver legatmodtager bekendt, at aktiviteten vil afvige i fht. det ansøgte.

