

Hydrogeologisk modellering af Gerå og opland:
En syntese af resultater og inputs fra relevante aktører

STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Udgivet
December 2023

Forfatter:
Mathias Larsen

Organisation:
SEGES Innovation P/S

Forsidefoto:
Martin Stoltenberg Hansen

Indledning

Der opleves gentagne udfordringer med oversvømmelser og vandlidende marker i vandløbsoplandet til Gerå i Nordjylland. Arealanvendelsen i Gerås opland består hovedsageligt af landbrugsdrift, og da terrænet i området er fladt og lavtliggende, er der ofte udfordringer med afvandingen. Dette har en negativ påvirkning på dyrkningen i området. På grund af dette har Gerå og dets opland optrådt som case-område i flere af SEGES Innovations projekter, som har haft til formål at undersøge mulige løsninger på udfordringer med vand på marker.

I tidligere modelstudier er afstrømningens udvikling i Gerå blevet analyseret for at opnå større viden om de fremtidige udfordringer med håndteringen af stigende vandmængder i vandløbet (Nørgaard, 2020b). Her blev det vist, at der i fremtiden vil forekomme en højere vandføring i Gerå grundet de stigende mængder nedbør, kraftigere nedbørshændelser samt højere grundvandsstand. Her er det især i efterårs- og vinterperioden, der forventes størst forøgelse i vandføringen, da en stor del af nedbøren i denne periode vil falde som overskudsnedbør. Ydermere viste undersøgelserne, at både den årlige middelvandstand og den årligt gennemsnitlige minimums- og maksimumsvandstand vil stige i fremtiden. Det vil resultere i, at vandstanden i Gerå oftere vil stå over dræn- og brinkkoter end hidtil.

Vandudfordringerne, som opleves i Gerå oplandet, kan således forventes at blive større i fremtiden, og i den forbindelse er en række virkemidler og løsningstiltag blevet undersøgt med det formål at analysere deres effekt på håndteringen af de stigende vandmængder i vandløbet. Til undersøgelsen af løsningernes effekt er der både blevet gennemført stationære, hydrauliske beregninger i VASP samt fuldt dynamiske beregninger i en eksisterende koblet hydrogeologisk vandløbsmodel, Mike SHE – Mike HYDRO River.

I de forudgående undersøgelser blev der i første omgang regnet på effekten af de enkelte virkemidler igennem en nærmere undersøgelse med den stationære VASP-model. VASP er et beregningsprogram til vandløb, som er anvendt til beregningen af vandspejlsændringerne i Gerå ved implementeringen af i alt 4 forskellige virkemidler. Ændringerne er efterfølgende blevet sammenlignet med referencvandspejlet. Ud fra denne screening er de virkemidler blevet udvalgt, som har størst, betydelig effekt, og som derfor skal indgå i de dynamiske modelscenarier.

Efterfølgende er der opstillet og kørt tre modelscenarier i en dynamisk koblet Mike SHE – Mike HYDRO River model, hvor formålet er at beregne og analysere effekten af en række løsningstiltag i oplandet. Scenarierne er yderligere blevet konstrueret med henblik på at belyse den tidslige og rummelige afvandingseffekt i landskabet samt hvilke konsekvenser, det ville have, hvis:

- A) der ikke indføres løsningstiltag imod de stigende vandmængder.
- B) der implementeres så mange løsningstiltag som muligt til sikringen af dræning og afvanding af landbrugsjorder.
- C) der anvendes en helhedsorienteret tankegang, hvor løsningstiltagene er til gavn for dræning og afvanding såvel som hensyntagen til klima, miljø, natur, m.m.

I denne rapport vil der fokuseres på resultaterne fra den dynamiske model, som vil blive præsenteret for et udvalgt fokusområde i Gerå oplandet. Fokusområdet er udvalgt efter, hvor vandlidende og udfordret området er med store vandmængder.

Modelopsætning og valgte virkemidler

Herunder følger en beskrivelse af de enkelte scenarier med type og placering af virkemidler, samt hvordan de er implementeret i den dynamiske model.

Scenarie A

I referencescenariet (scenarie A) gøres der intet imod de stigende vandmængder, og scenariet viser dermed, hvilken effekt det ville have, hvis ingen virkemidler bliver implementeret. Scenariet køres for perioden 1/6 2049 til 31/5 2050, og resultaterne benyttes efterfølgende som reference til at vurdere effekten af de forskellige løsninger, der er opstillet i scenarie B og C.

Scenarie B

I scenarie B fokuseres der på at implementere så mange virkemidler som muligt for at sikre dræning og afvanding af landbrugsjord. Dette inkluderer udvidet vandløbsprofil, vandparkering og et omløb udenom en strækning, der er defineret som et naturvandløb (Figur 1). Vandløbsstrækningen, som er blevet udvidet, er markeret med blå.



Figur 1. Placering af virkemidler i scenarie B, som inkluderer omløb, udvidet profil (vandløbsstrækning markeret med blå) og vandparkering.

Gerå er regulativmæssigt defineret som et naturvandløb fra sit udløb i Kattegat og cirka 7 km opstrøms. Dette medfører, at vandløbet på denne strækning ikke har nogen regulativmæssig skikkelse, og vandløbsvedligeholdelsen er her minimal. Derfor undersøges effekten af en omløbsløsning for at finde ud af, om et overløb til et omløb udenom naturvandløbet vil sænke vandstanden opstrøms i Gerå-vandløbssystemet. I modellen indsættes en ny vandløbsstreng, som starter lige ved starten af naturvandløbsstrækning og ender ved Gerås udløb til Kattegat. Som repræsentation af en overløbskant indsættes et stemmeværk (weir), som sættes til kote 1,4.

Vandparkering går ud på at tilbageholde ønskede vandmængder i lavninger i oplandet. I Gerå places denne løsning nedstrøms tilløbet fra Hjallerup Å med et ubegrænset volumen, sådan der altid vil være den nødvendige kapacitet til at parkere de ønskede vandmængder. Vandet vil løbe over i løsningen, når vandstanden overstiger kote 5,78. Nedstrøms løsningen vil vandføringskapaciteten begrænses til 1,95 m³/s svarende til en 30% reduktion af den nutidige vintermedianmaksimumvandføring. I modellen laves løsningen som et rør, der er indsat med tilkoblet volumen (culvert, side structure with storage), efterfulgt af et rør (culvert) med en maksimalt tilladt vandføring på 1,95 m³/s. Dette medfører, at vandet løber ind i vandparkeringsløsningen, når vandstanden overstiger koten, og ud igen når vandstanden er under koten.

Det undersøges også hvorvidt en udvidelse af Gerås geometriske skikkelse vil påvirke afvandingseffekten, da en udvidelse af skikkelsen vil medføre et øget tværsnitsareal for vandgennemstrømningen, og dermed resultere i en vandspejlssænkning. Vandløbets skikkelse bliver udvidet med 3 meter

startende fra omløbet og gående opstrøms. For at undgå en for stor forøgelse af vandløbsskikkelse i den øvre ende af Gerå bliver udvidelsen begrænset til 2 meter.

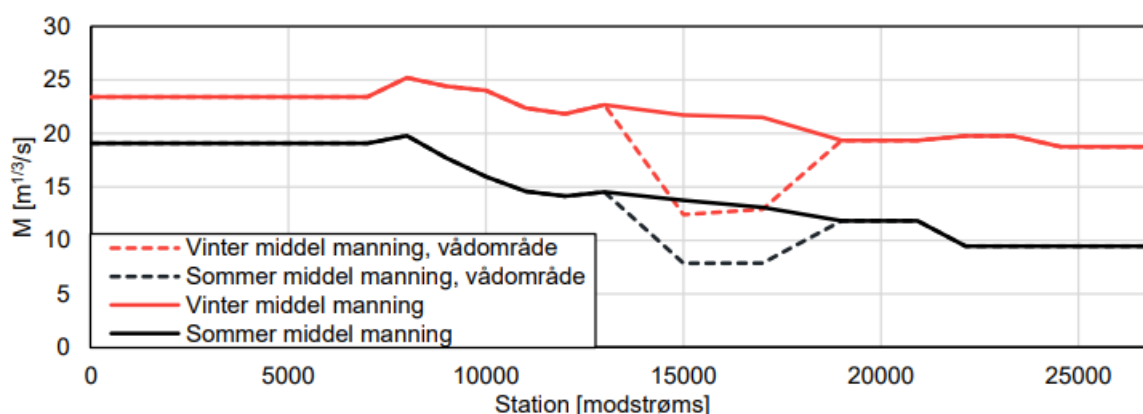
Scenarie C

Med fokus på en helhedsorienteret afvandingsindsats i oplandet, scenarie C, forsøges implementering af virkemidler, som tager hensyn til klima og natur. Dette scenarie inkluderer et vådområde med genslyngning af vandløb samt en vandparkeringsløsning, som er magen til den samme løsning beskrevet i scenarie B. Figur 2 viser placeringen af de udvalgte virkemidler i Gerå i scenarie C.



Figur 2. Placering af virkemidler i scenarie C, hvor der er implementeret en vandparkering og et vådområde i den tidligere Ger Ådal, som er markeret med blå.

I scenarie C er der valgt at placere et vådområde i den tidligere Ger Ådal. Ger Ådal er det lavest beliggende område i oplandet, og det har derfor store problemer med vand på terræn, hvilket gør ådalen til et naturligt sted at placere et vådområde. I modellen skabes vådområdet ved at fjerne dræn i det pågældende område, som strækker sig over ca. 4 km. Ligeledes indsættes stryg i vandløbsmodellen, som stuver vandet bagud i vådområdet. Dette indgreb vil sænke manningtallet i vådområdet, hvormed der bliver skabt større modstand på denne strækning. Dette skal repræsentere en genslyngning gennem vådområdet som beskrevet i tidligere undersøgelser og modelopsætning af SEGES (Nørgaard, 2020c). Af figur 3 fremgår både middel sommer- og vinter-manningtal for Gerå-systemet for scenarie A og B, samt scenarie C med stiplede linje.

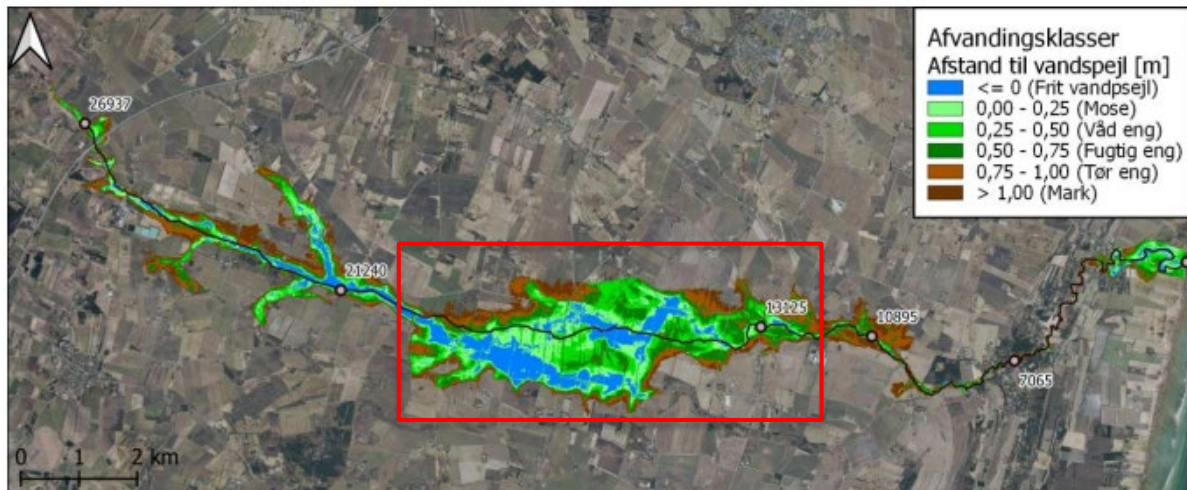


Figur 3. Manningtal i Gerå midlet for sommer- og vinterperiode. Fuldt optrukket linje viser Manningtallet for scenarie A og B mens den stiplede linje viser Manningtallet for scenarie C med implementeret vådområde. Station 0 er ved vandløbets udløb til Kattegat.

Vandparkeringsløsningen i scenarie C er opsat på samme vis som beskrevet for scenarie B.

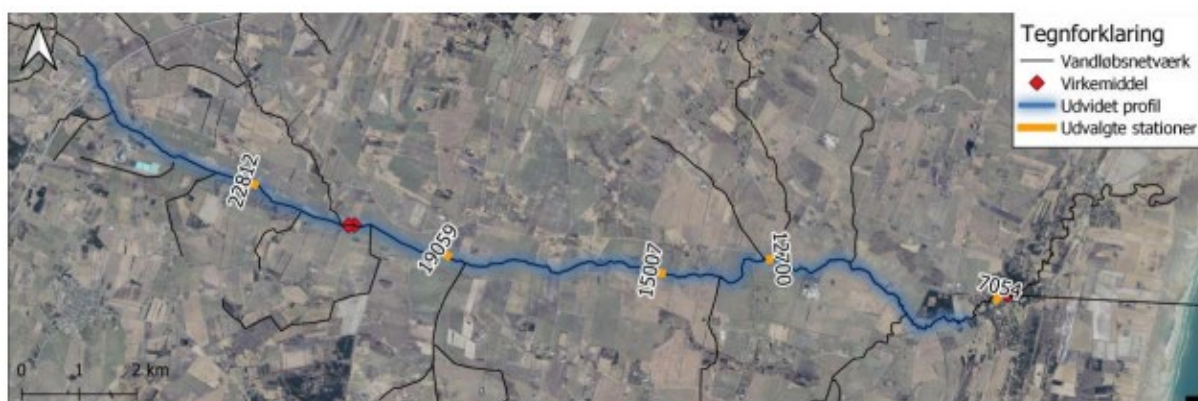
Resultater og diskussion

I dette afsnit vil resultaterne for de to løsningsscenarier (scenarie B og C) i den koblede dynamiske model blive fremvist og diskuteret. Dette inkluderer løsningernes effekt på vandstand, vandføring i vandløb og grundvandsstand, som sammenlignes med referencescenariet (scenarie A). Der er udvalgt et fokusområde, som vil være omdrejningspunktet i denne præsentation. Fokusområdet er valgt ud fra de vandløbsnære arealer, som er mest vandplaget. På figur 4 ses afvandingsklassekortet for referencescenariet for Gerå ved vintermedianmaksimumafstrømning, og det fremgår heraf, at store dele af de vandløbsnære arealer lige opstrøms for St. 13125 er betydeligt vandlidende, og har store problemer med oversvømmelser. Derfor vil dette område være i fokus, når resultaterne af de to dynamiske modelscenarier bliver præsenteret.



Figur 4. Afvandingsklassekort for referencescenarie for Gerå ved vintermedianmaksimumafstrømning. Den røde firkant markerer et område, hvor problemet med vandlidende marker er størst.

Modelresultaterne for scenarie B og C er udtrukket fra området omkring St. 15007 og St. 19059, som kan ses på hhv. figur 5 og 6. I både scenarie B og C er vandparkeringsløsningen placeret lige opstrøms for St. 19059. St. 15007 ligger omkring 4 km længere nedstrøms i systemet, og her er der i scenarie B udvidet profilskikkelse af Gerå, mens der i scenarie C er placeret et vådområde.



Figur 5. Placeringen af virkemidlerne i scenarie B samt udvalgte stationerne hvorfra modelresultaterne er udtrukket.



Figur 6. Placeringen af virkemidlerne i scenarie C samt udvalgte stationerne hvorfra modelresultaterne er udtrukket.

Resultaterne af døgnmiddelvandstand, døgnmiddelvandføring, grundvandsstand og afvandingsklassekort vises for scenarie B og C ved st. 19059 og st. 15007 i de efterfølgende afsnit.

Døgnmiddelvandstand

Simulerede døgnmiddelvandstande ved St. 19059 og St. 15007 ses på hhv. figur 7 og 8.

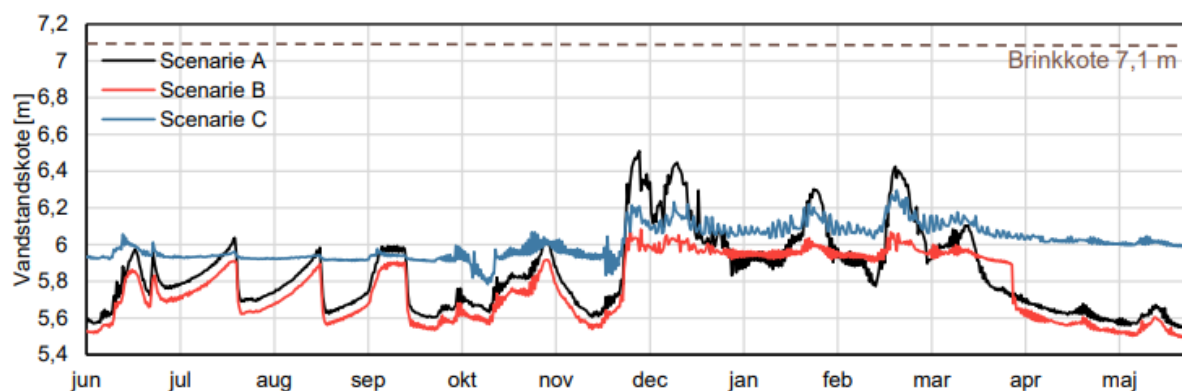
Scenarie B

Vandstandsgrafen for scenarie B ved St. 19059 følger pænt den samme udvikling, som ses i referencescenariet, dog med en generelt lavere vandstand (Figur 7). Denne udvikling fortsætter indtil i slutningen af november, hvor vandparkeringsløsningen bliver aktiveret og efterfølgende holder vandstanden nede. Hen over vinterhalvåret forekommer større afstrømningshændelser, som afværges med vandparkeringsløsningen, og vandstanden er op til 55 cm lavere i peak sammenlignet med reference-scenariet. Om foråret holdes vandstanden i et højere niveau i forlænget periode om foråret, da vandparkeringsløsningen stadig er i gang med udtømmning.

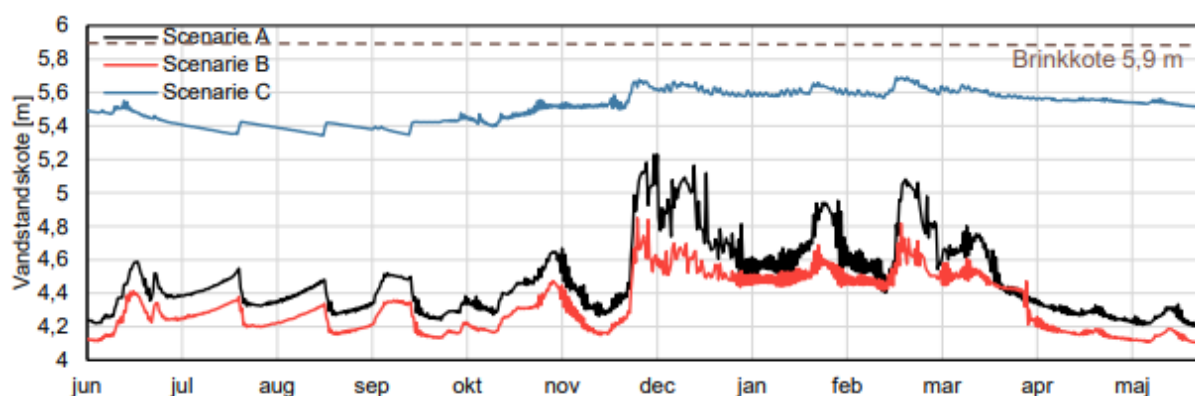
Længere nedstrøms ved St. 15007 ses den samme overordnede reduktion i vandstanden (Figur 8). Senere i vinterhalvåret holdes vandstanden på samme vis nede, og peakvandstanden reduceres med op til 65 cm. Effekten af at vandparkeringsløsningen bliver udtømt om foråret ses ikke i samme grad som længere opstrøms, og derved holdes vandstanden under referenceniveauet.

Scenarie C

Ved St. 19059 er vandstandskoten generelt højere end referencescenariet hen over hele året på nær om vinterhalvåret, hvor vandparkeringsløsningen er aktiveret (Figur 7). Variationen i vandstandstanden er derudover meget lav i scenarie C. Midt i vådområdet, ved St. 15007, ses vandstanden markant højere end referencescenariet, og ligeledes ses samme relative konstante vandstand (Figur 8).



Figur 7. Simuleret døgnmiddelvandstand i St. 19059.



Figur 8. Simuleret døgnmiddelvandstand i St. 15007.

Døgnmiddelvandføring

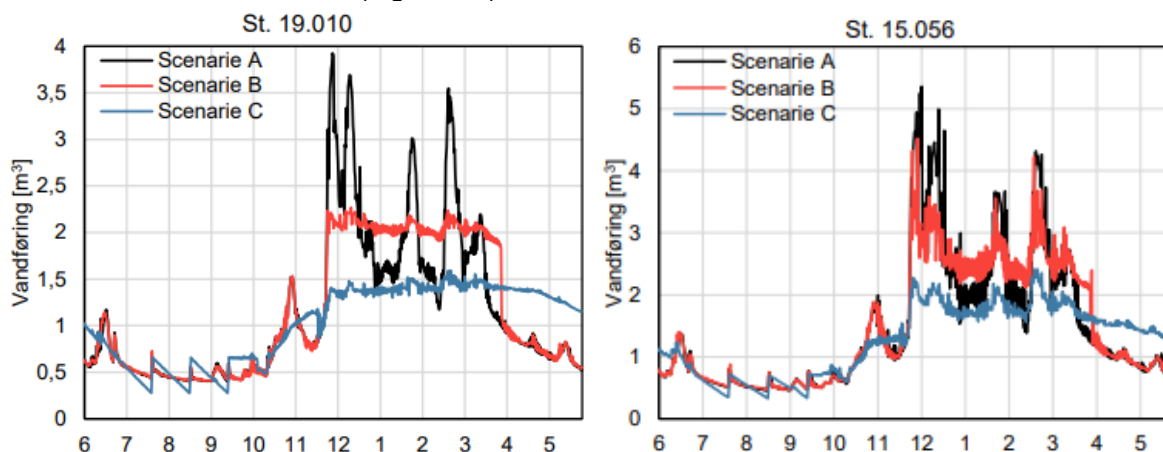
Simulerede døgnmiddelvandføring ved St. 19010 og St. 15056 ses på figur 9.

Scenarie B

Døgnmiddelvandføringen i scenarie B følges overordnet set med referencescenariet indtil vandparkeringsløsningen aktiveres (Figur 9 tv.). Dette sker i november, hvor vandføringen næsten holdes konstant frem til april måned, hvor vandparkeringen er blevet udtømt. I denne periode forhindres betydeligt store peakvandføringshændelser. Længere nedstrøms ved St. 15056 er denne effekt dog mindre, men peakvandføringen i scenarie B er fortsat mindre end referencescenariet (Figur 9 th.).

Scenarie C

Ved St. 19010 i scenarie C følges døgnmiddelvandføringen ikke med referencescenariet på samme måde som i scenarie B (Figur 9 tv.). Derimod ses peakvandføringen i høj grad som værende stærkt reduceret, hvilket er særligt tydeligt i vinterhalvåret. Inde i vådområdet ved St. 15056 er vandføring hen over vinterhalvåret også lavere end i referencescenariet, men fordi vandet holdes tilbage og lægges ud på terrænet i området, forårsager det en forlænget periode over foråret, hvor vandføringen er større end referencescenariet (Figur 9 th.).



Figur 9. Simuleret døgnmiddelvandføring for St. 19010 (tv.) og St. 15056 (th.).

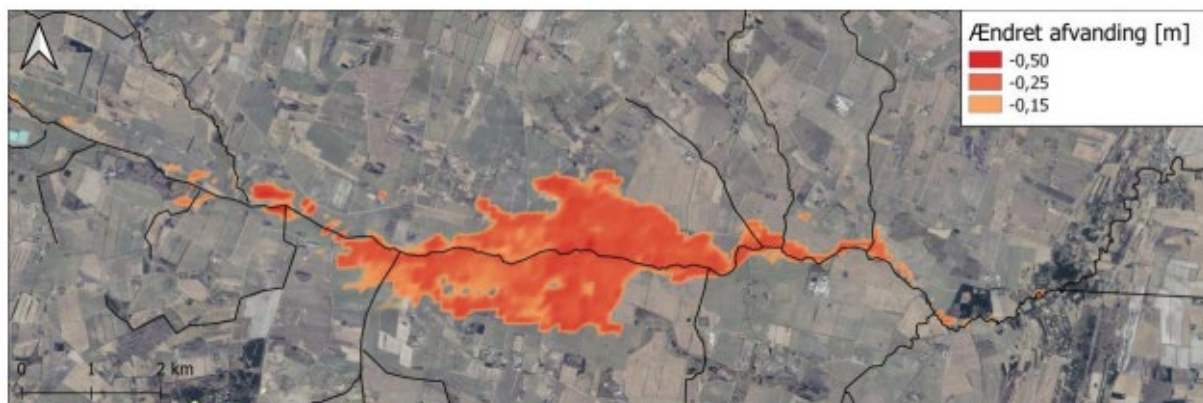
Grundvandsstanden og afvandingsklassekort

Afvandingskort er blevet brugt til at vise effekten på grundvandsstanden i området, og de er baseret på resultater for afstanden til den mættede zone. I modellen er der valgt at undersøge den maksimale modelberegnete vandstand og marts-april middelvandstand for scenarierne.

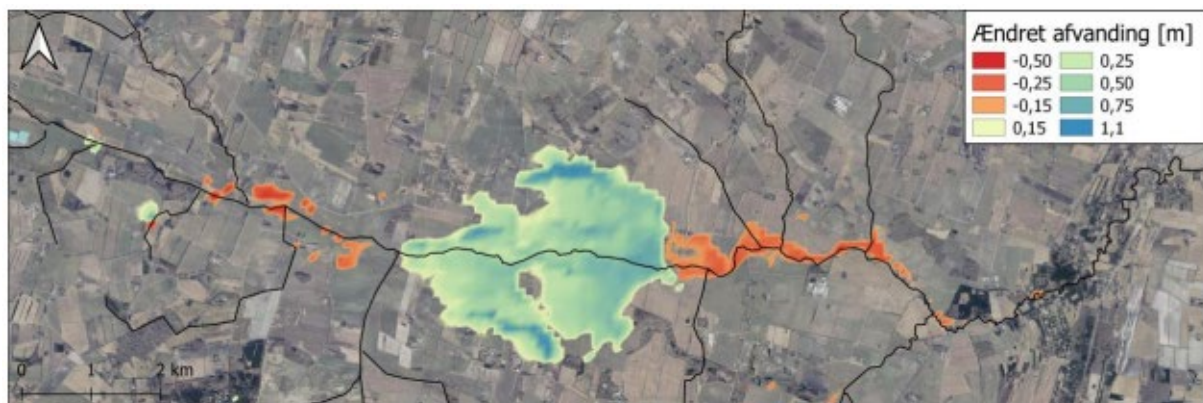
Maksimal vandstand

Ved den maksimale vandstand menes det maksimale trykniveau, der opnås på tværs af hele simuleringsperioden i alle celler. Dette betyder, at det ikke nødvendigvis er samtidigt at de maksimale vandstande forekommer i området.

På figur 10 sammenlignes referencescenariet med den maksimale vandstand i scenarie B. Her ses det, at den maksimale vandstand i Ger Ådal er betydeligt tørrere inde omkring midten af Gerå, hvor vandstanden er sænket med op til 0,5 m. Dette areal, som bliver tørrere, udgør ca. 7,35 km². Omvendt opleves samme område i scenarie C meget vådere, da der her er genetableret et vådområde. Længere nedstrøms er de vandløbsnære område til gengæld blevet tørrere. Det vådlagte område udgør ca. 7,4 km².



Figur 10. Ændringen i afvandingsklassekort mellem scenarie A og scenarie B baseret på maksimal vandstand.

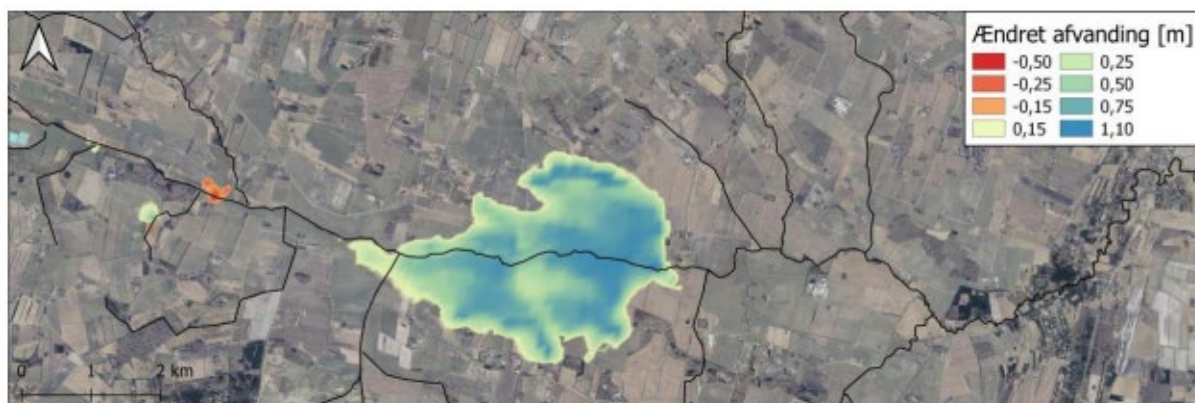


Figur 11. Ændring i afvandingsklassekort mellem scenarie A og scenarie C baseret på maksimal vandstand.

Marts-april middelvandstand

Forskellen mellem grundvandsstanden for scenarie A og C i perioden marts-april ses på figur 12 som en ændring i afvandingsklassekort. Af figuren fremgår det, at der i perioden marts-april som forventet er meget vådere omkring midten af Gerå i scenarie C grundet vådområdeløsningen. Der kan forventes en ændret afvanding på op til 1,1 m.

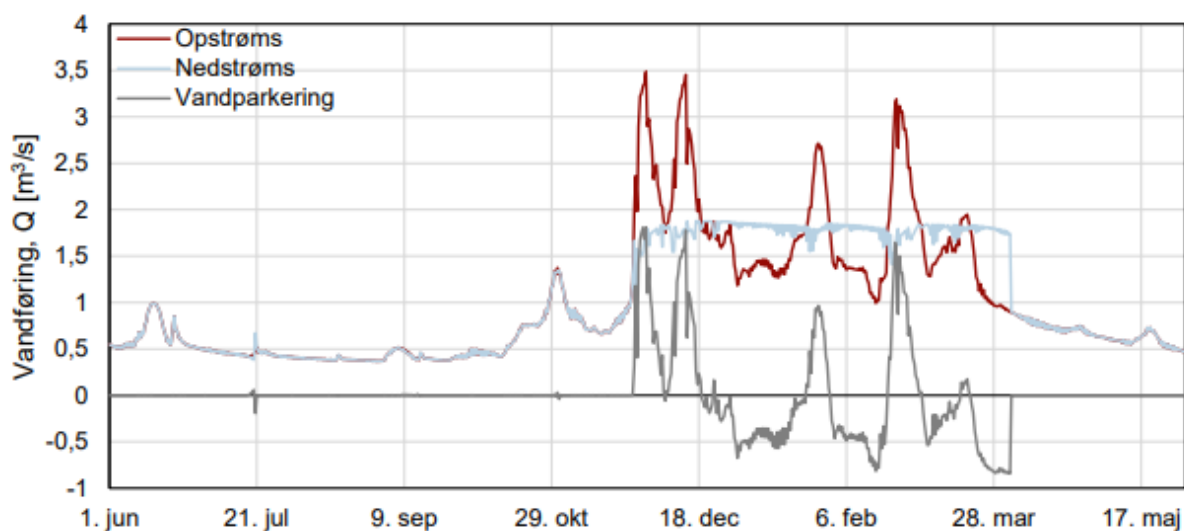
Den ændrede afvanding mellem scenarie B og referencescenariet blev også undersøgt, men da forskellene blev fundet ubetydelige, er de ikke medtaget her.



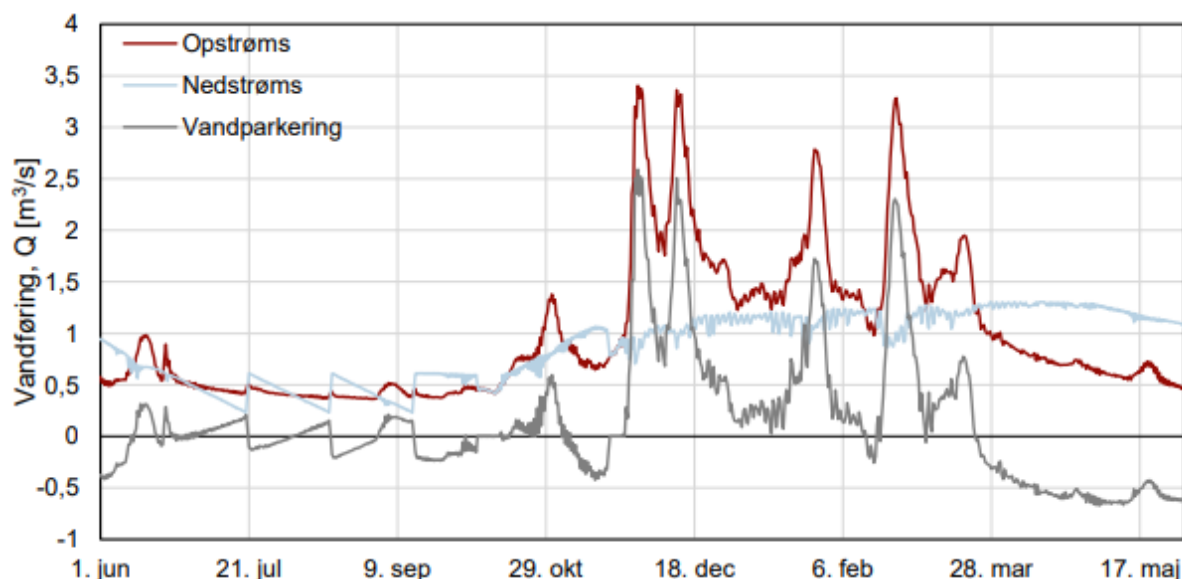
Figur 12. Ændring i afvandingsklassekort mellem scenarie A og C baseret på en middelværdi for perioden marts-april.

Vandparkeringsløsning

I scenarie B og C er der implementeret en vandparkeringsløsning, som i den dynamiske model er lavet uden kapacitetsbegrænsning. Dette vil sige, at der altid er plads til den mængde vand, der er behov for til at nedbringe vandføringen nedstrøms løsningen. Den årlige udvikling i vandføringen opstrøms, nedstrøms og til vandparkeringsløsningen for scenarie B og C ses på hhv. figur 13 og 14, og af figurerne fremgår det, at vandparkeringsløsningen stort set er i stand til at udligne vandføringen i løbet af hele vinterhalvåret i begge scenarier, da den er ubegrænset i forhold til sin vandopbevaring. For scenarie B starter udtømningen af vandparkeringsløsningen en gang i marts og slutter i begyndelsen af april. Ligeledes for scenarie C starter udtømningen i marts, men vandføringen ud af vandparkeringsløsningen fortsætter helt frem til slutningen af maj.



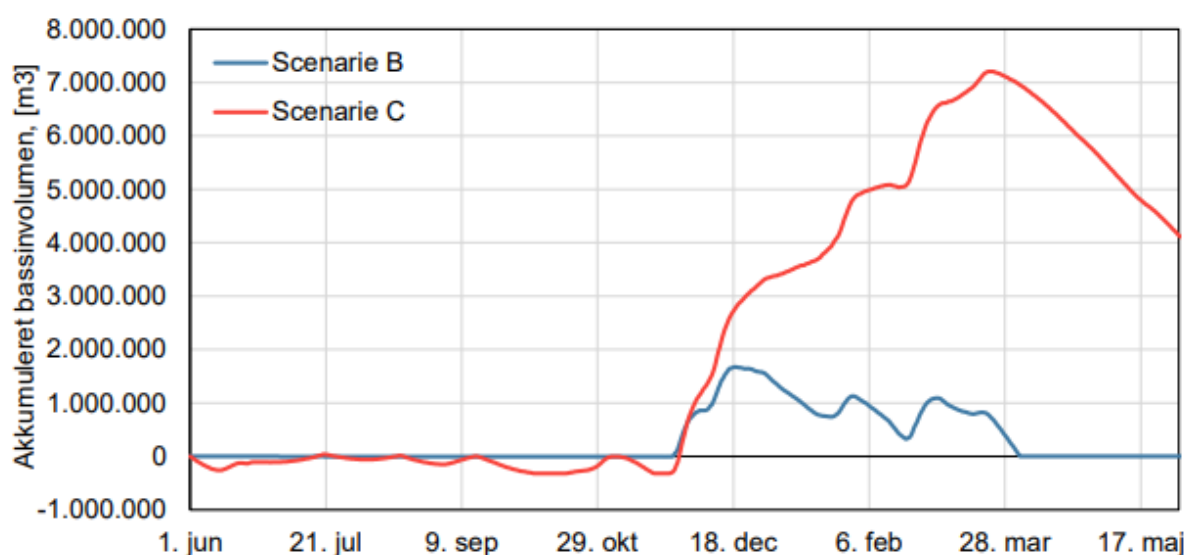
Figur 13. Vandføring Q opstrøms og nedstrøms vandparkeringsløsningen i scenarie B. Vandføringen for vandparkeringsløsningen er ligeledes vist, hvor en positiv Q indikerer at vand strømmer ind i løsningen, mens en negativ Q indikerer at vand strømmer ud og tilbage i Gerå.



Figur 14. Vandføring Q opstrøms og nedstrøms vandparkeringsløsningen i scenarie C. Vandføringen for vandparkeringsløsningen er ligeledes vist, hvor en positiv Q indikerer at vand strømmer ind i løsningen, mens en negativ Q indikerer at vand strømmer ud og tilbage i Gerå.

Den akkumulerede volumen af de vandmængder, som strømmer ind i vandparkeringsløsningerne i scenarie B og C ses på figur 15. Det ses på figuren, at der kræves et vandparkeringsvolumen på op til 1,7 mio. m^3 for scenarie B, hvilket svarer til at der skal stå 25 cm vand på et areal på 6,7 km^2 , svarende til 4% af det totale oplandsareal og 13% af oplandet opstrøms løsningen. For scenarie C kræves et bassinvolumen på 7,2 mio. m^3 , og det vil betyde, at der skal stå 25 cm vand på omkring 29 km^2 i oplandet opstrøms løsningen. Dette vil svare til 55% af oplandsarealet opstrøms løsningen.

Udtømningen af vandparkeringsløsningen i scenarie B er færdig i begyndelsen af april. Derimod ses store udfordringer med at få udtømt vandparkeringsløsningen i scenarie C, som fortsætter helt frem til modelsimuleringens afslutning d. 31/5 2050.



Figur 15. Den akkumulerede bassinvolumen, som kræves ved vandparkeringsløsningen i scenarie B og C.

Opsummering og perspektivering

I dette projekt er det undersøgt hvordan man i fremtiden kan håndtere udfordringer med store vandmængder i Gerå opland ved implementering af forskellige virkemidler. I forbindelse med dette blev effekterne af virkemidlerne samt deres samspil i løsnings-scenarier testet vha. modelundersøgelser. En opsummering af resultaterne kan ses i tabel 1.

Tabel 1. Opsummering af resultaterne.

	Virkemiddel	Effekter
Scenarie B: Samspil mellem omløb, vandparkering og udvidet vandskikkelse	Udvidet vandskikkelse	Sænket vandstand hen over hele året
	Vandparkering	- Lavere peaks i døgnmiddelvandstand og -vandføring ved store afstrømningshændelser i vinterhalvåret - Forhøjet vandstand og vandføring i foråret grundet forsinket tømning af vandparkering - Vandparkeringen sænker den maksimale grundvandsstand nedstrøms løsningen
	Omløb naturvandløb	Da virkemidlet er implementeret for langt nedstrøms for fokusområdet, ses ingen særlig effekt. Effekten af omløbet ses kun ca. 3 km opstrøms omløbets start.
Scenarie C: Helhedsorienteret tilgang	Vådområde (genopretning af Gerå Ådal)	- Forøgelse af vandstandskote ved vådområdet samt betydelig lavere variation hen over året - Betydeligt lavere vandføringen hen over vinteren, men som konsekvens vil tilbageholdt vand forøge forårsvandføringen - Området omkring vådområdet vil blive vådere, især om foråret i perioden marts-april som er kritisk for udførsel af markarbejde
	Vandparkering (i samspil med vådområde)	- Udligner generelt vandføringen over hele året - Afværger store peakvandstande i vinterhalvåret - Forhøjet vandstand og vandføring i foråret grundet forsinket tømning af vandparkering

Modelresultaterne har vist, at enkelte virkemidler er i stand til at påvirke vandhåndteringen i Gerå. Dog kan effekten af virkemidlerne være varierende alt efter tid og sted. F.eks. blev der installeret en vandparkeringsløsning i scenarie B og C, som medvirkede til at begrænse vandføringen nedstrøms løsningen i vinterhalvåret samt afværgede store peaks i vandstand ved større afstrømningshændelser. I mellemtiden har vandparkeringsløsningen akkumuleret store mængder vand, som i det efterfølgende forår skal tømmes ud igen. Dette skaber som konsekvens en forlænget periode med øget vandføring nedstrøms løsningen, som kan forårsage eventuelle udfordringer for markarbejde i området. Ydermere, så blev der akkumuleret så meget vand i scenarie C, at der var store udfordringer med overhovedet at tømme lavningerne igen før sommeren. Vandparkeringsløsningens effekt var også overvejende dalende jo længere nedstrøms man kommer fra løsningen. Tættest på løsningen ved St. 19010 opleves stor effekt af vandparkeringen, som delvist sørgede for at håndtere de øgede vandmængder i vinterhalvåret. Følger man Gerå cirka 4 km nedstrøms til St. 15056, vil løsningens effekt allerede være aftagende.

Når virkemidler skal implementeres, er det også værd at overveje begrænsningerne i oplandet. Vandparkeringsløsningerne i både scenarie B og C er begge urealistiske, da de krævede enorme bassinvolumener til opmagasinering af vand, som er praktisk talt umulige at gennemføre. Ligeledes blev det forsøgt med implementering af et vådområde, hvilket genopretter den naturlige hydrologi i området, og er i trit med den miljø- og klimapolitiske dagsorden i Danmark. Konsekvensen af en vådområdeløsning er dog, at store arealer ikke kan dyrkes i fremtiden, da vandstanden simpelthen vil være for høj. Derfor vil det kræve afværgeforanstaltninger, hvor vådområdets udbredelse styres, hvis det ønskes at realisere et vådområdeprojekt.

Input fra relevante aktører

Modelresultaterne er blevet præsenteret for forskellige relevante aktører til møder og workshop. For de lokale aktører har resultaterne bidraget til deres forståelse for, hvor svær en udfordring det er, og fremadrettet også bliver, at sikre de nuværende dyrkningsarealer mod oversvømmelser og vandlidende forhold. Oplandets flade topografi, og vandmængderne, der i fremtiden skal håndteres, er så store, at det ikke er lykket at finde kombinationer af opmagasineringsmuligheder og afvandingsløsninger i oplandet, der vil kunne sikre alle markerne mod våde og vandlidende forhold. Oplandet er ikke egnet til vandparkering, og etablering af et vådområde vil betyde, at der vil være store arealer, som ikke kan dyrkes. Virkemidlerne med bedste effekt, og som de lokale aktører var interesserede i, var at udvide vandløbets skikkelse og øge vandløbsvedligeholdelsen (sidstnævnte virkemiddel er kun simuleret i stationær VASP-model. Resultater for dette virkemiddel er derfor ikke inkluderet i nærværende rapport). Dermed vil der kunne transporteres mere vand i vandløbet og vandføringsevnen ville forbedres. Udfordringen med disse virkemidler er, at dette er imod den forvaltning af vandløbene, som der er i dag, da påvirkningerne på natur og miljø ved at udvide skikkelsen og øge vandløbsvedligeholdelsen kan være store. En så stor reguleringssag og ændring af vandløbsregulativet vurderes ikke at være realistisk jf. nuværende praksis.

Andre relevante aktører som er blevet præsenteret for modelresultaterne foreslår, at videre modelberegninger kigger på, om sommerafstrømningshændelser vil kunne håndteres via vandparkering. Det kunne fremadrettet også være interessant at udføre samme øvelse for andre oplande med en anden topografi og faldforhold for at se mulighederne i sådanne oplande.

Referencer

Nørgaard, L. B. (2022). Afvandingsscenarioeberegninger for Gerå – et modelstudie. WSP.

Nørgaard, L. B. (2020a). Forundersøgelse af Gerås hydrologiske opland – Landskabsanalyse og systembeskrivelse. SEGES.

Nørgaard, L. B. (2020b). Klimaændringers konsekvenser for vandløbsafstrømningen - Et modelstudie af Gerå. SEGES.