

Modelanalyse af virke- midlers effekt i forhold til forbedret afvanding i Gerå

Modelrapport

December 2020



Modelanalyse af virkemidlers effekt i forhold til forbedret afvanding i Gerå

Modelrapport

Er udgivet af

Landbrug og Fødevarer F.m.b.A.
SEGES
Agro Food Park 15
8200 Aarhus N
+45 87 40 5000
seges.dk

Udarbejdet af

SEGES, Plante- og Miljøinnovation

Støttet af

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Forfatter

Line Bønnelycke Nørgaard, Konsulent

Forsidefoto

Martin Stoltenberg Hansen (Dronefoto af Gerå, januar 2020)

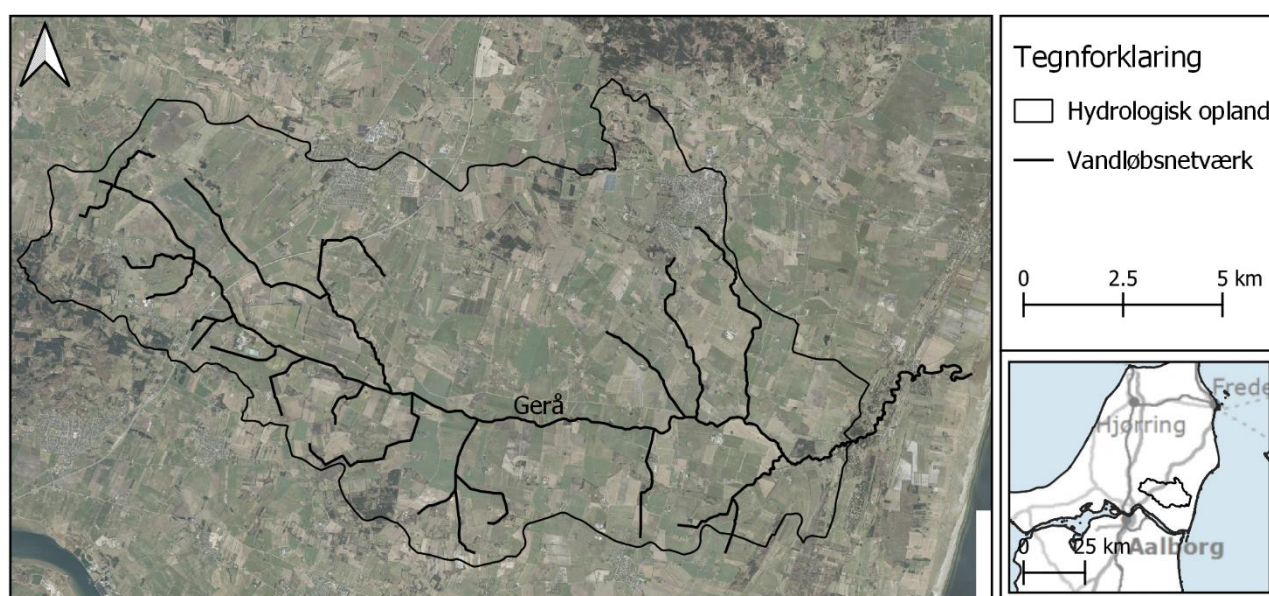
Indhold

1	Indledning	1
2	Metode.....	2
3	Referencescenarie	4
3.1	Resultater i udvalgte tidsskridt.....	5
4	Scenarie 1 – Oprensning.....	7
4.1	Scenarie 1a.....	8
4.1.1	Vand på terræn.....	8
4.1.2	Vandstand og vandføring i vandløb	10
4.2	Scenarie 1b.....	11
4.2.1	Vand på terræn.....	11
4.2.2	Vandstand og vandføring i vandløb	12
4.3	Opstuvning i Gerå.....	13
5	Scenarie 2 – Vådområde.....	15
5.1	Vand på terræn.....	16
5.2	Afstand til grundvand	18
5.3	Vandstand og vandføring i vandløb	19
6	Scenarie 3 – Vandparkering	22
6.1	Vand på terræn.....	22
6.2	Afstand til grundvand	24
6.3	Vandstand og vandføring i vandløb	25
7	Scenarie 4 – Miniådal	27
7.1	Vand på terræn.....	28
8	Scenarie 5 – Dobbeltprofil	29
8.1	Vand på terræn.....	30
8.2	Vandstand og vandføring i vandløb	30
9	Konklusion og sammenfatning	31
10	Litteratur	32

1 Indledning

En række udvalgte virkemidlers påvirkning på afvandingen i vandløbet Gerå er blevet undersøgt via hydrogeologisk modellering, med en kalibreret model repræsenterende vandløbet og dets tilhørende hydrologiske opland. Formålet med undersøgelsen er at generere viden om en række udvalgte virkemidlers påvirkning på afstrømningen i vandløbet, grundvandsstanden og vand på terræn i oplandet.

I dette projekt udgør Gerå's hydrologiske opland modelområdet. Oplandet er karakteriseret af et fladt terræn, høj grundvandsstand og en arealanvendelse bestående af ca. 75 % landbrug. I området opleves problemer med vand på terræn, som skaber udfordringer for markdriften. 60% af området landbrugsareal er drænet, hvoraf 30% af det drænedes areal er tilkoblet pumper, for at kunne pumpe vandet væk fra området til nærmeste vandløbsgren. Af Figur 1 fremgår Gerå's vandløbsnetværk og dets hydrologiske opland.



Figur 1. Gerå's hydrologiske opland.

Gerå er knap 27 km langt og beliggende i Nordjylland med udløb til Kattegat. Vandløbet er af mellemstor størrelsen med en bredde på 3 meter i starten af dets forløb og 9 meter ved udløb fra modelområdet. Gerå har et fald på 0,35‰ svarende til 9,32 m hen over den 27 km lange strækning. Årsmedianafstrømningen i perioden 1985 - 2018 er på 8,22 l/s/km² for hele det hydrologiske opland.

Forud for denne rapport er der udarbejdet en forundersøgelse af Gerå og dets hydrologiske opland, se "Forundersøgelse af Gerå's hydrologiske opland, Landskabsanalyse og systembeskrivelse" for mere viden (Nørsgaard, 2020a).

2 Metode

Modellen af Gerå, som benyttes i undersøgelserne i denne rapport, er opstillet af DHI i 2008 og består af en koblet grundvands- og overfladevandsmodel (MIKE SHE og MIKE HYDRO River). Der henvises til artiklen *"Klimaændringers konsekvenser for vandløbsafstrømningen – Et modelstudie af Gerå"*, for mere viden om modelopsætning samt kalibrering og validering af Gerå-modellen (Nørgaard, 2020). Resultaterne for udvalgte virkemidler er sammenlignet med resultater simuleret på baggrund af modellen af Gerås nuværende tilstand, som kaldes referencescenariet. Ændringer i modelopsæt indenfor de enkelte scenarier er beskrevet i de enkelte afsnit.

Ved brug af den hydrogeologiske model for Gerå og opland undersøges udvalgte virkemidlers effekt på afstrømningen i Gerå, grundvandsstanden og vand på terræn i oplandet. Dette undersøges ved at sammenligne referencescenariet med følgende fem scenarier:

Scenarie 1) Oprensning

Effekten af at oprense Gerå undersøges.

Scenarie 2) Vådområde

Effekten af at lave et vådområde i Gerå systemet undersøges. Figur 2 viser placeringen af vådområdet.

Scenarie 3) Vandparkering

Effekten af vandparkering langs Hjallerup Å (Figur 2), som er Gerå's mest vandførende sidegren, undersøges.

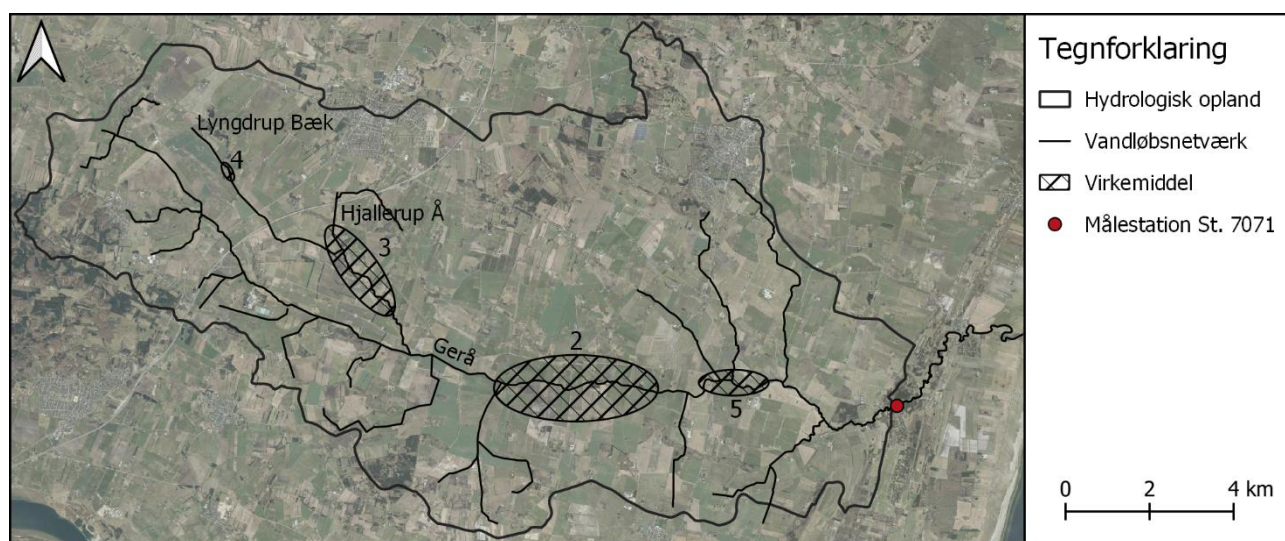
Scenarie 4) Miniådal

Effekten af at placere en miniådal opstrøms i sidegrenen Lyngdrup Bæk (Figur 2) undersøges.

Scenarie 5) Dobbeltprofil

Effekten af at lave et dobbeltprofil på en mindre strækning i Gerå undersøges. Figur 2 viser placeringen af dobbeltprofilet.

Placeringen af virkemidlerne i oplandet er valgt på baggrund af forundersøgelsen af Gerå (Nørgaard, 2020a), hvor både resultater ved stationær beregning i SCALGO, samt dynamisk beregning ved brug af modellen, er taget i betragtning.



Figur 2. Placering af virkemidler.

I modellen simuleres en 4-års periode fra 1/1 2012 til 1/1 2016 for både referencescenariet og de fem scenarier med udvalgte virkemidler. I denne undersøgelse foretages analyser på baggrund af den 3-års periode (1/1 2013 – 1/1 2016), idet det første år af simuleringen anses for at være modellens opvarmningsperiode.

Der er på nuværende tidspunkt ikke taget hensyn til mulige udfordringer som kvælstof- og fosforfrigivelse, som kan have negative konsekvenser for vandmiljøet, natur og dyreliv, ved placeringen af virkemidlerne. Dette kræver yderligere undersøgelser.

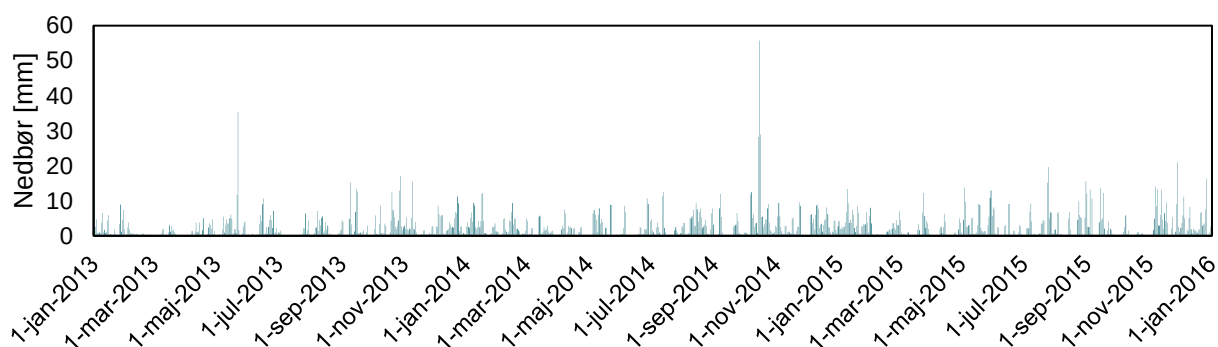
Af Figur 2 ses ligeledes, at der findes en målestation i Gerå st. 7071 i bunden af vandløbsnetværket og modelområdet. For hver af de udvalgte virkemidler, vil det undersøges hvilken effekt det enkelte virkemiddel har på vandstanden og vandføringen i dette punkt. Dette vil også blive undersøgt i udvalgte punkter, hvor det er relevant for det enkelte virkemiddel.

Til sammenligning af vand på terræn og grundvandsstand mellem virkemiddelsscenarierne og referencescenariet, udvælges bestemte tidsskridt på baggrund af resultater for referencescenariet. For nogle af virkemidlerne er det også relevant at undersøge, i hvilken grad den gennemsnitlige vandstand på terræn og den gennemsnitlige grundvandsstand er blevet påvirket af virkemidlet.

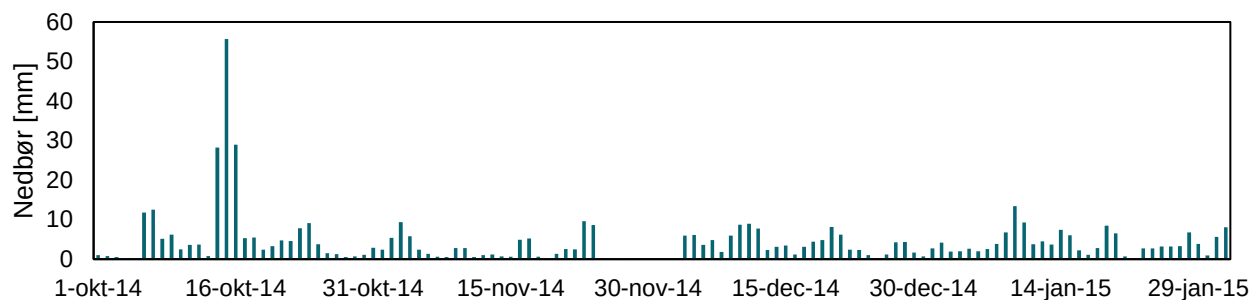
3 Referencescenarie

Resultater fra referencescenariet udgør sammenligningsgrundlaget for scenarieanalyserne, hvoraf effekten af udvalgte virkemidler undersøges. Ud fra resultaterne for referencescenariet er der udvalgt to tidsskridt, hvor der forekommer en signifikant udbredelse af vand på terræn i oplandet. Disse udgør sammenligningsgrundlag i denne undersøgelse. De udvalgte tidsskridt er hhv. tidsskridt 4093 og 4448, som svarer til datoerne 20/10 2014 og 17/1 2015, og dermed en efterårs- og en vinterhændelse med oversvømmelse af vandløbsnære arealer.

Af Figur 3 fremgår nedbør for perioden 1/1 2013 til 1/1 2016. Figur 4 er et zoom af nedbøren i perioden 20/9 2014 til 20/2 2015, hvor nedbøren omkring tidspunkterne for de to udvalgte tidsskridt kan ses.



Figur 3. Nedbør i perioden 1/1 2013 til 1/1 2016.



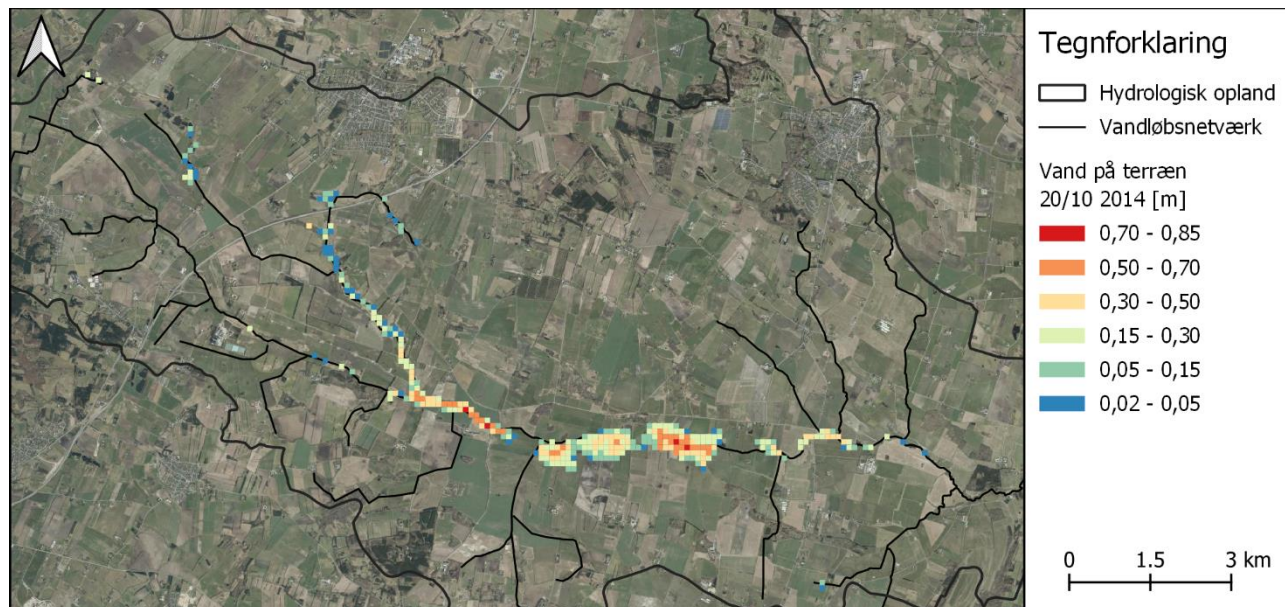
Figur 4. Nedbør i perioden 20/9 2014 til 20/2 2015.

I 2014 forekommer en nedbørshændelse hvor der, i løbet af tre dage fra d 14/10 - 16/10, falder 113 mm, hvoraf 56 mm falder på 2. dagen. I dagene efter falder 3-6 mm nedbør, hvilket resulterer i store mængder vand på terræn i det udvalgte tidsskridt d. 20/10 2014.

Oversvømmelseshændelsen i 2015 opstår formentligt grundet vinterens høje grundvandsspejl og den lange periode med konstant nedbør. Der forekommer 23 dage i træk med nedbør frem til d. 17/1 2015, i denne periode falder 92 mm nedbør i alt, og resulterer i et peak af vand på terræn d. 17/1 2015.

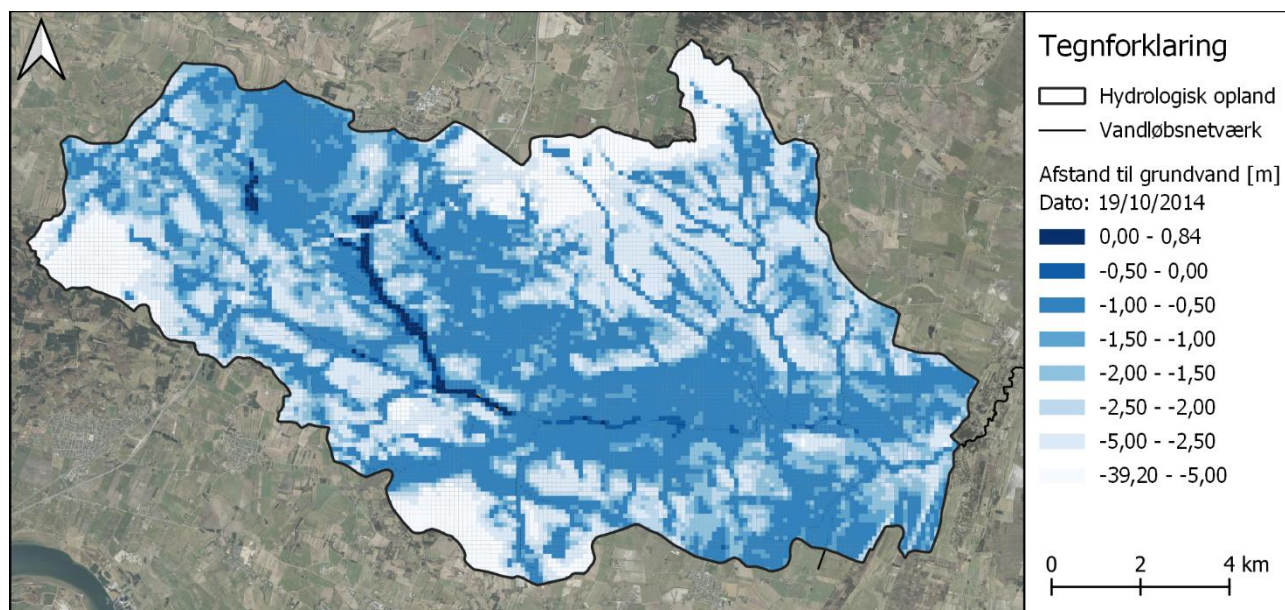
3.1 Resultater i udvalgte tidsskridt

Af Figur 5 og Figur 6 fremgår udbredelsen af vand på terræn og afstanden til grundvandsspejl for tidsskridtet svarende til 20/10 2014. For denne hændelse forekommer der vand på terræn i op til 81 cm, og varigheden af hændelsen er omtrent 20 dage. Der opstår mest vand på terræn omkring midten af Gerå, hvor et større sammenhængende areal er oversvømmet. Men både opstrøms og nedstrøms dette område samt langs Hjallerup Å og opstrøms i Lyngdrup Bæk, ses også vand på terræn.



Figur 5. Resultat af vand på terræn i tidsskridt 4093 svarende til d. 20/10 2014.

Grundvandsstanden i området er tilsvarende højt, der hvor der står vand på terræn de mørkeblå steder på Figur 6. Derudover ses store sammenhængende områder med højtstående grundvand i 1 – 1,5 meters dybde. Især omkring midten af Gerå, hvor terrænet er lavest, og hvor der førhen fandtes en ådal, er grundvandet tæt ved terræn i dette tidsskridt.



Figur 6. Resultat af afstand til grundvand i tidsskridt 146 svarende til d. 19/10 2014.

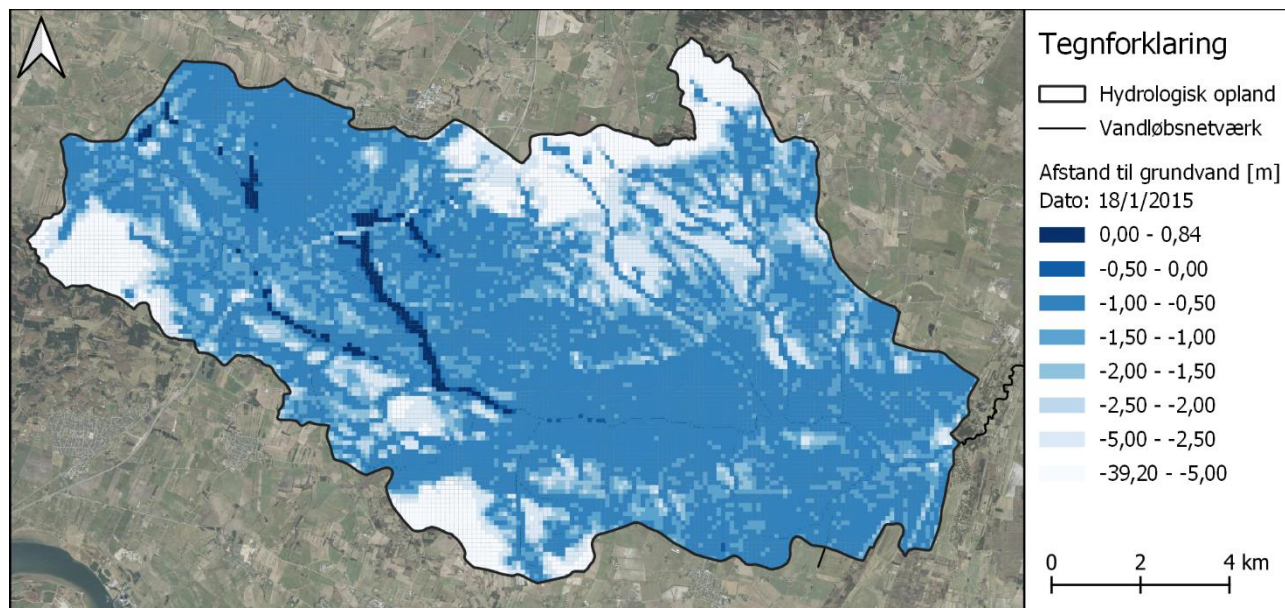
Af Figur 7 og Figur 8 fremgår udbredelsen af vand på terræn og afstanden til grundvandsspejl for tidsskridtet svarende til d. 17/1 2015. For denne hændelse er der vand på terræn i omtrent 65 dage. Af figurene fremgår resultater fra tidsskridtet med den største udbredelse af vand på terræn, hvor den største vandstand er 84 cm.

I dette tidsskridt er der ingen vand på terræn omkring midten af Gerå, men der ses stor udbredelse langs Hjallerup Å og i mindre grad opstrøms i Gerå og Lyngdrup Bæk.



Figur 7. Resultat af vand på terræn i tidsskridt 4448 d. 17/1 2015.

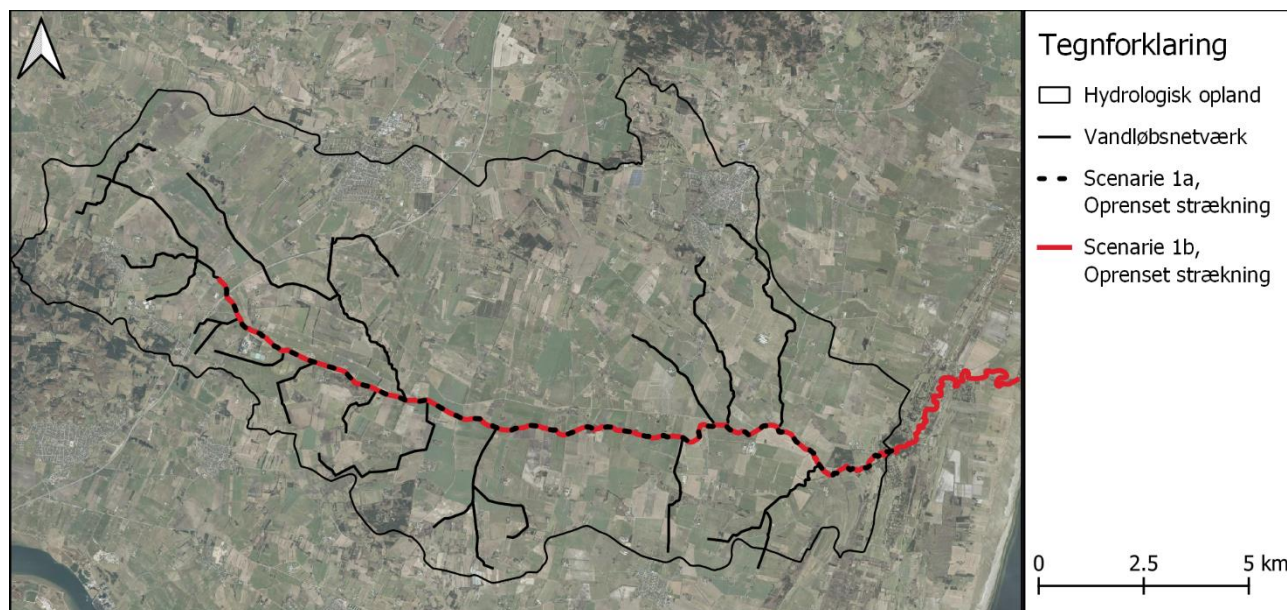
Grundvandsstanden i området er tilsvarende højt, der hvor der står vand på terræn. Derudover ses her i større grad store sammenhængende områder med højtstående grundvand i 1 – 1,5 meters dybde. Dette formentlig fordi dette tidsskridt forekommer om vinteren, idet områdets grundvandsmagasiner er fyldt op gennem efterår og vinter, hvor nedbøren er større end fordampningen.



Figur 8. Resultat af afstand til grundvand i tidsskridt 159 svarende til d. 18/1 2015.

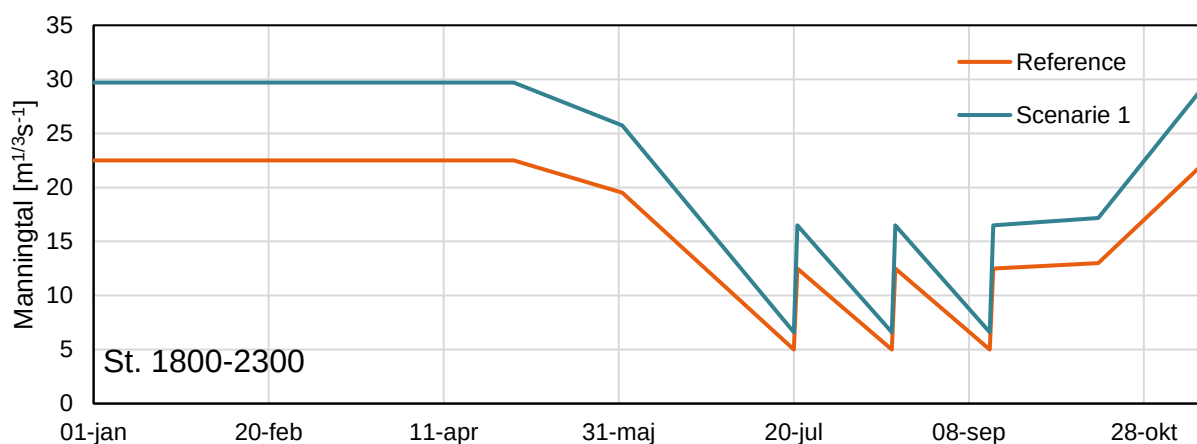
4 Scenarie 1 – Oprensning

I scenarie 1 ønskes det at undersøge, hvilken effekt det vil have at oprense Gerå. Modellen opsættes således, at denne repræsenterer et ny-oprenset vandløb ved at ændre Manningtallet i MIKE HYDRO River. Dette virkemiddel undersøges for et scenarie 1a og et scenarie 1b. For scenarie 1a vil oprensningen ske fra Gerå's start i station 16968 og ned til Melholt Kirke ved station 7071, hvorfra vandløbet defineres som naturvandløb ned til udløb i Kattegat i station 0. I scenarie 1b vil hele vandløbet fra start til slut, bliver oprenset, hvilket dermed også omfatter "naturvandløbet". Se Figur 9 for oversigt over den oprensede strækning i henholdsvis scenarie 1a og 1b.



Figur 9. Oprensede strækninger af Gerå i scenarie 1a og 1b.

Modstanden i vandløbet styres i modellen af en tidsserie for modstandsfaktoren, for at angive grødens års-tidsbetingede påvirkning på strømningen i vandløbet. På baggrund af dette er de i modellen angivne manningtal gældende ved en modstandsfaktor på 1. Af Figur 10 fremgår et eksempel på modstandsfaktorens styring af Manningtallet, hvor Manningtallet fra hhv. referencescenariet og scenarie 1 er ganget på modstandsfaktoren for strækning st. 1800-2300 i Gerå.



Figur 10. Eksempel på modstandsfaktors styring af manningtallet i vandløbet, strækning St. 1800-2300 vist, for reference scenarie og scenarie 1.

De ændrede manningtal fremgår af Tabel 1. Tabelværdierne er valgt på baggrund af et maksimalt resulterende manningtal på omtrent $30 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$, hvilket er det manningtal der fremgår af vandløbsregulativet for Gerå. Et højere manningtal giver mindre modstand, et mindre manningtal giver større modstand. Derfor sættes manningtallet i modellen af det ny-oprensede system op ift. manningtallet i referencescenariet.

Tabel 1. Anvendt Manningtal for referencescenarie samt scenarie 1a og 1b. Vandløbet er medstrøms stationeret.

Stationering	Manningtal [$\text{m}^{1/3}\text{s}^{-1}$], Referencescenarie	Manningtal [$\text{m}^{1/3}\text{s}^{-1}$], Scenarie 1a	Manningtal [$\text{m}^{1/3}\text{s}^{-1}$], Scenarie 1b
0 (Udløb til Kattegat)	13	13	15
3000	13	13	15
6000	13	13	15
6700	13	13	15
7000	13	15	15
8000	14	15	15
9000	12	13	13
10000	10	10,7	10,7
11000	9	10,3	10,3
12000	8,5	10	10
13000	8	9,1	9,1
15000	7	8,3	8,3
17000	6	7,1	7,1
19000	5	6,6	6,6
20924	5	6,6	6,6
22141	5	6,6	6,6
23343	5	7,5	7,5
24560	5	7,5	7,5
25764	5	7,5	7,5
26968 (Gerå start)	5	7,5	7,5

4.1 Scenarie 1a

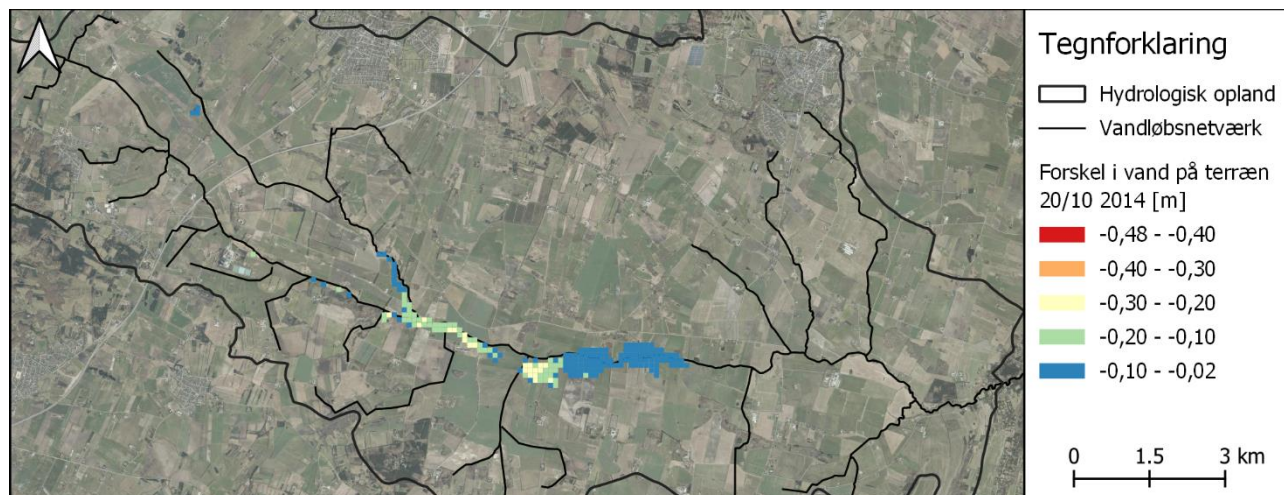
4.1.1 Vand på terræn

I scenarie 1a viser resultater for vand på terræn, at der for de to udvalgte tidsskridt, vil være en mindre maksimal vandstand, et mindre oversvømmet areal og derved mindre vand på terræn samlet set. For tidsskridt 4093 er der 11% mindre areal der oversvømmes, og i alt er der knap 25% mindre vand på terræn sammenlignet med referencescenariet. For tidsskridt 4448 er der 13% mindre areal der oversvømmes, og knap 16% mindre vand på terræn. Resultater for de to tidsskridt for scenarie 1a og referencescenariet fremgår af Tabel 2.

Tabel 2. Maks simuleret vandstand på terræn, oversvømmet areal og summeret vand på terræn for hele det oversvømmede areal for scenarie 1a og referencescenarie for to udvalgte tidsskridt.

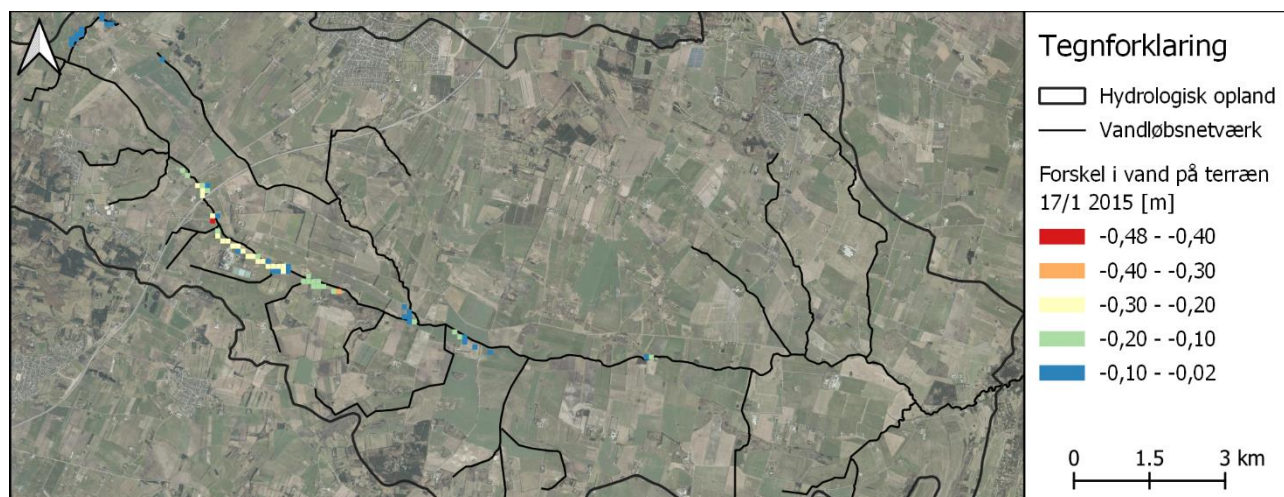
	TS 4093 20/10 2014		TS 4448 17/1 2015	
	Reference	Scenarie 1a	Reference	Scenarie 1a
Maks vandstand på terræn [m]	0,81	0,73	0,84	0,81
Oversvømmet areal [km^2]	4,12	3,67	2,60	2,26
Vand på terræn [$\times 1000 \text{ m}^3$]	825	622	615	518

For at give resultaterne et rummeligt aspekt, og undersøge hvor i oplandet der opstår vand på terrænen, fremgår den stedlige fordeling af Figur 11 og Figur 12 for de to udvalgte tidsskridt. Figurene viser forskellen mellem vandstand på terrænen mellem referencescenariet og scenarie 1a, hvor en højere negativ værdi angiver lavere vandstand i scenarie 1a.



Figur 11. Forskel i vandstand mellem referencescenarie og scenarie 1a for tidsskridt 4093 20/10 2014, hvor værdien angiver hvor meget vandstanden i scenarie 1a er mindre end referencescenarie i den enkelte celle.

For tidsskridt 4093 er der en lille ændring i vand på terrænen omkring midten af vandløbet, hvor der samles mest vand. Der opstår en større effekt opstrøms hvor der er 10-30 cm lavere vandstand på terrænen, hvilket også resulterer i at nogle celler ikke længere indeholder vand på terrænen. Langs det nederste stykke af sidegrenen Hjallerup Å, ses en mindre effekt.



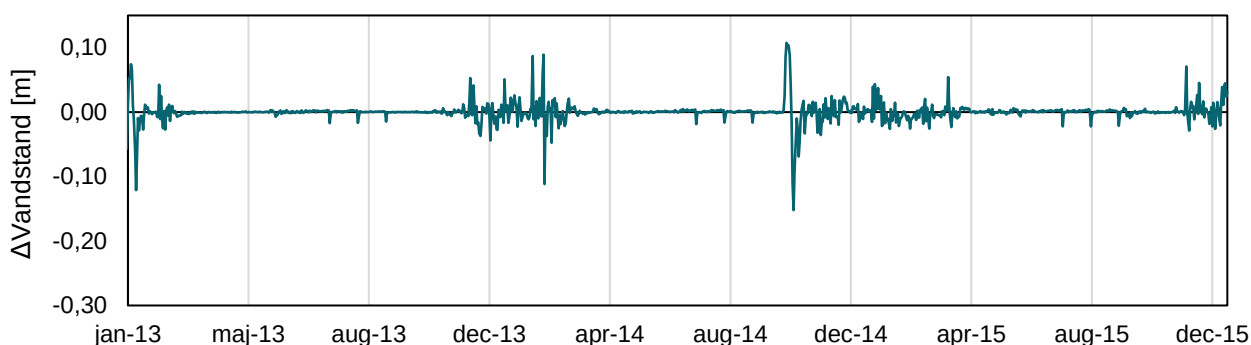
Figur 12. Forskel i vandstand mellem referencescenarie og scenarie 1a for tidsskridt 4448 17/1 2015, hvor værdien angiver hvor meget vandstanden i scenarie 1a er mindre end referencescenarie i den enkelte celle.

For d. 17/ 2015 er der ingen effekt langs sidegrene Hjallerup Å, hvor der forekommer mest vand på terrænen. Opstrøms sidegrenen i Gerå har scenarie 1a en effekt, idet vandstanden sænkes op til 48 cm, og nogle celler bliver helt fri for vand på terrænen.

4.1.2 Vandstand og vandføring i vandløb

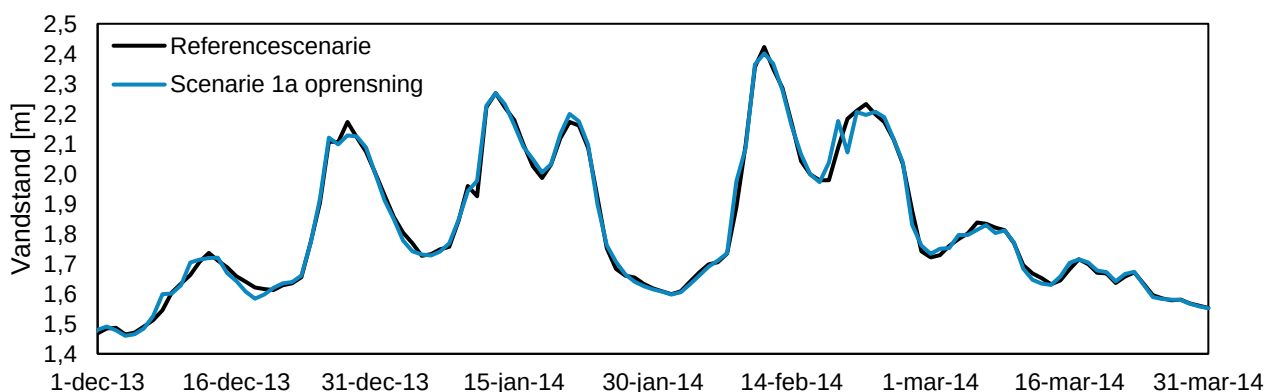
For at undersøge påvirkningen på vandstanden i Gerå ved scenarie 1a, sammenlignes denne ved målestationen i st. 7071. Ved oprensning af vandløbet i scenarie 1a, opleves ingen effekt på middelvandstanden for dette punkt, til gengæld er den maksimale vandstand der opstår, knap 10 cm højere end i referencescenariet. Det er sandsynligt, at årsagen til dette er, at der i scenarie 1a oprenses ned til st. 7000, hvorefter naturvandløbet starter. I naturvandløbet er der i forvejen et lavere manningstal sammenlignet med resten af vandløbet, idet denne del ikke vedligeholdes på samme vis. Derved opstår der en flaskehalseffekt. Flaskehalseffekten nederst i Gerå medfører dog ikke at problemer med vand på terræn flyttes eller forværres i nogle områder.

Af Figur 13 fremgår forskellen i vandstand i vandløbet ved målestationen i st. 7071, mellem scenarie 1a og referencescenariet for perioden 1/1 2013 til 1/1 2016. Ved pludselige peaks i vandstanden, er der i scenarie 1a en lavere vandstand i vandløbet sammenlignet med referencescenariet. Men når der opstår en høj vandstand, opbygget over længere tid, vil maxvandstanden i scenarie 1a være større end referencescenariet. Af figuren ses at effekten af scenarie 1a på vandstanden er meget svingende, og varierer fra 10 til -15 cm.



Figur 13. Forskel mellem vandstand i vandløb ved målestationen i st. 7071 mellem referencescenarie og scenarie 1a i perioden 1/1 2013 – 1/1 2016.

Af Figur 14 fremgår den faktiske simulerede vandstand for scenarie 1a og referencescenariet, i perioden 1/10 2013 til 31/3 2014. Heraf ses at de to grafer er stort set identiske.



Figur 14. Vandstand ved målestation i Gerå st. 7071 for referencescenariet og scenarie 1a i perioden 1/10 2013 til 31/3 2014.

Middel-, median, og minimumsvandføringen i vandløbet er uændret ved målestationen i oprensningsscenarie 1a, mens maxvandføringen bliver 0,5 m³/s større end referencescenariet. Hydrograferne for de to scenarier er stort set identiske, for sammenligningspunktet ved målestationen.

4.2 Scenarie 1b

4.2.1 Vand på terræn

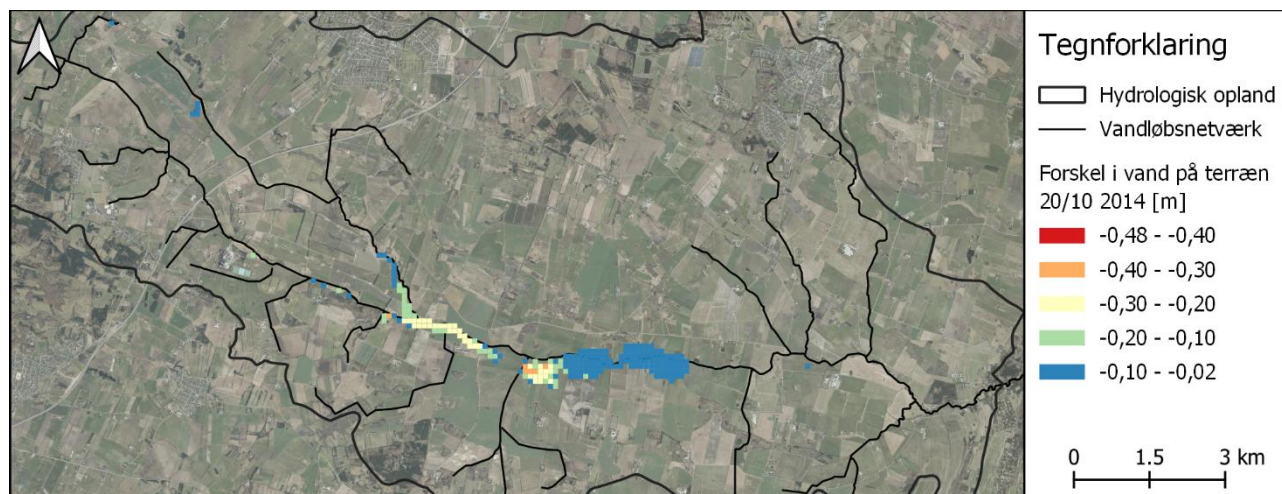
Resultater for scenarie 1b viser, at der er mindre eller stort set samme mængde vand på terræn sammenlignet med referencescenariet og scenarie 1a. Resultater fremgår af Tabel 3.

Tabel 3. Maks simuleret vandstand på terræn, oversvømmet areal og summeret vand på terræn for hele det oversvømmede areal for scenarie 1a og 1b samt referencescenariet for de to udvalgte tidsskridt.

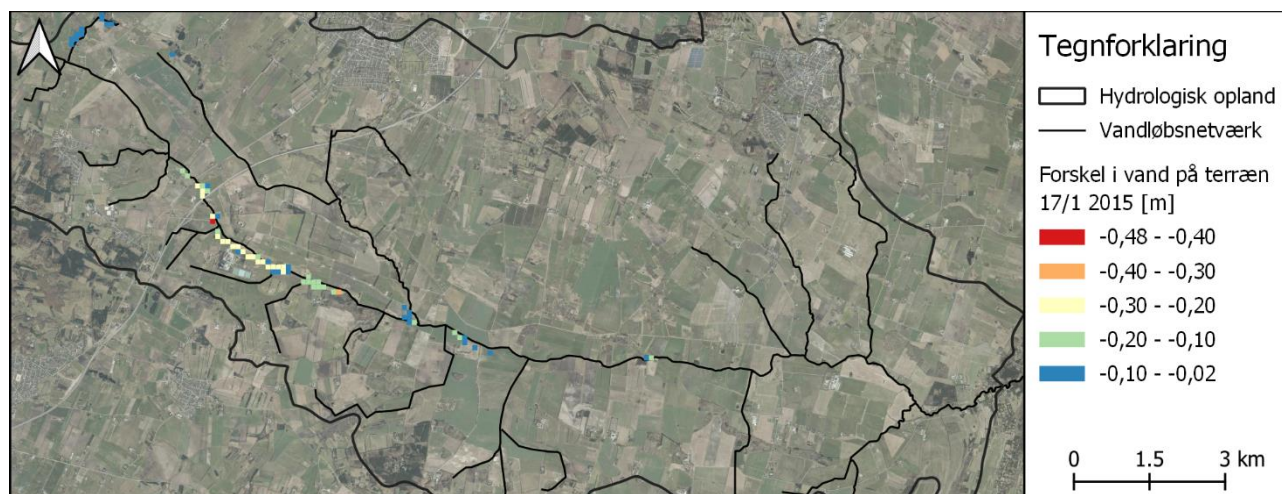
	TS 4093 20/10 2014			TS 4448 17/1 2015		
	Reference	Scenarie 1a	Scenarie 1b	Reference	Scenarie 1a	Scenarie 1b
Maks vandstand på terræn [m]	0,81	0,73	0,71	0,84	0,81	0,81
Oversvømmet Areal [km ²]	4,12	3,67	3,55	2,6	2,26	2,27
Vand på terræn [x1000 m ³]	825	622	583	615	518	518

Resultaterne i Tabel 3 viser at der er knap 250.000 m³ mindre vand på terræn i tidsskridt 4093 for scenarie 1b sammenlignet med referencescenariet, svarende til en reduktion på omtrent 30%. For tidsskridt 4448 er resultat det samme som scenarie 1a. Yderligere forekommer der en lavere maksvandstand af vand på terræn i scenarie 1b i tidsskridt 4093.

Af Figur 15 og Figur 16 fremgår effekten af oprensningsscenarie 1b i oplandet, for hver af de to udvalgte tidsskridt. På figuren er vist forskellen i vand på terræn mellem referencescenariet og scenarie 1b, hvor en højere negativ værdi angiver en lavere vandstand i scenarie 1b.



Figur 15. Forskel i vandstand mellem referencescenarie og scenarie 1b for tidsskridt 4093 20/10 2014, hvor værdien angiver hvor meget vandstanden i scenarie 1b er mindre end referencescenarie i den enkelte celle.

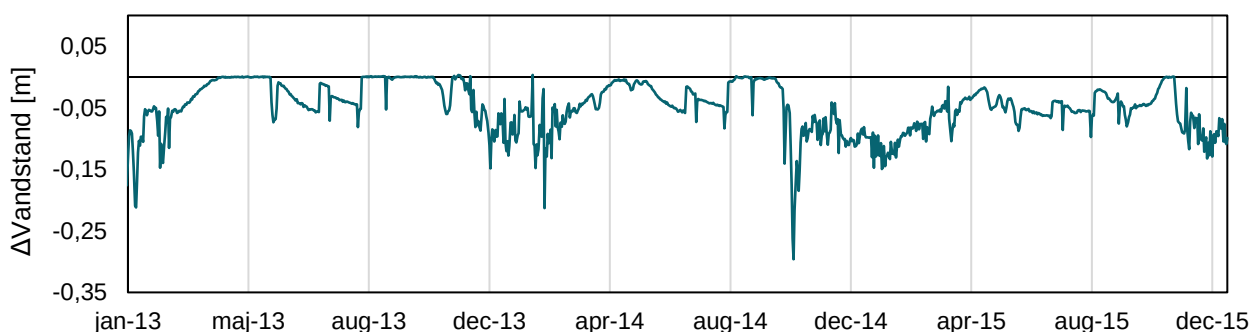


Figur 16. Forskel i vandstand mellem referencescenarie og scenarie 1b for tidsskridt 4448 17/1 2015, hvor værdien angiver hvor meget vandstanden i scenarie 1b er mindre end referencescenarie i den enkelte celle.

For begge tidsskridt er det gældende, at der ikke forekommer mere vand på terræn nogle steder ift. referencescenariet. Omkring midten af Gerå ses den mindste effekt, ligesom i scenarie 1a er dette det mindst påvirkede område. Hvorimod der især for tidsskridt 4093 ses en større påvirkning opstrøms midten af Gerå, hvor vandspejlet sænkes op til 40 cm sammenlignet med referencescenariet.

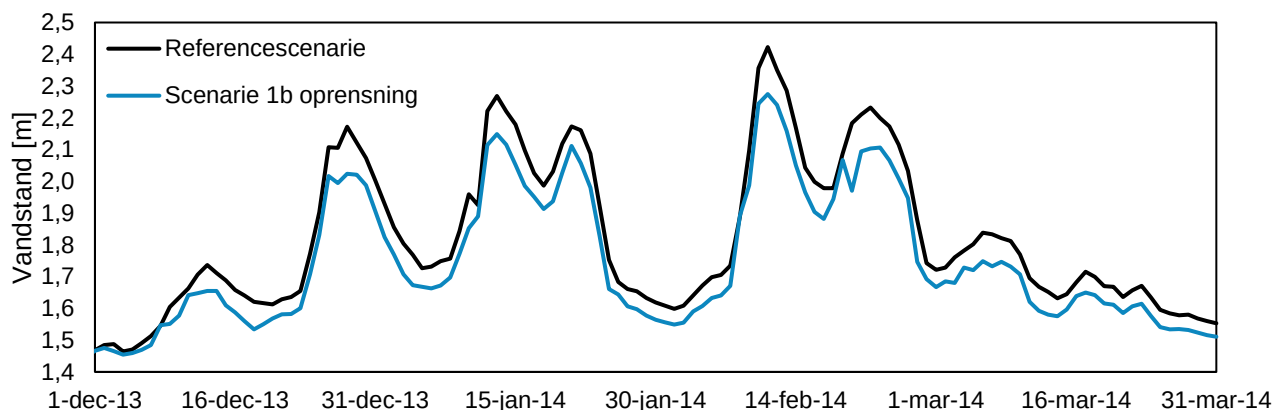
4.2.2 Vandstand og vandføring i vandløb

Vandstanden i vandløbet ved målestationen i Gerå's st. 7071 er sammenlignet for scenarie 1b og referencescenariet. Resultatet fremgår af Figur 17 for perioden 1/1 2013 til 1/1 2016. Resultaterne viser, at vandstanden i 87% af tiden, er mindre i scenarie 1b med ned til 29,6 cm mindre vandstand end referencescenariet. Middelvandstanden for scenarie 1b er 5 cm lavere og maksvandstanden er 7 cm lavere ift. referencescenariet.



Figur 17. Forskel mellem vandstand i vandløb ved målestation, mellem referencescenarie og scenarie 1b i perioden 1/1 2013 – 1/1 2016.

Af Figur 18 fremgår den faktiske simulerede vandstand for scenarie 1b og referencescenariet, i perioden 1/10 2013 til 31/3 2014. Heraf ses at vandstandsgrafen for scenarie 1b generelt ligger under grafen for referencescenariet.



Figur 18. Vandstand ved målestation i Gerå st. 7071 for referencescenariet og scenarie 1b i perioden 1/10 2013 til 31/3 2014.

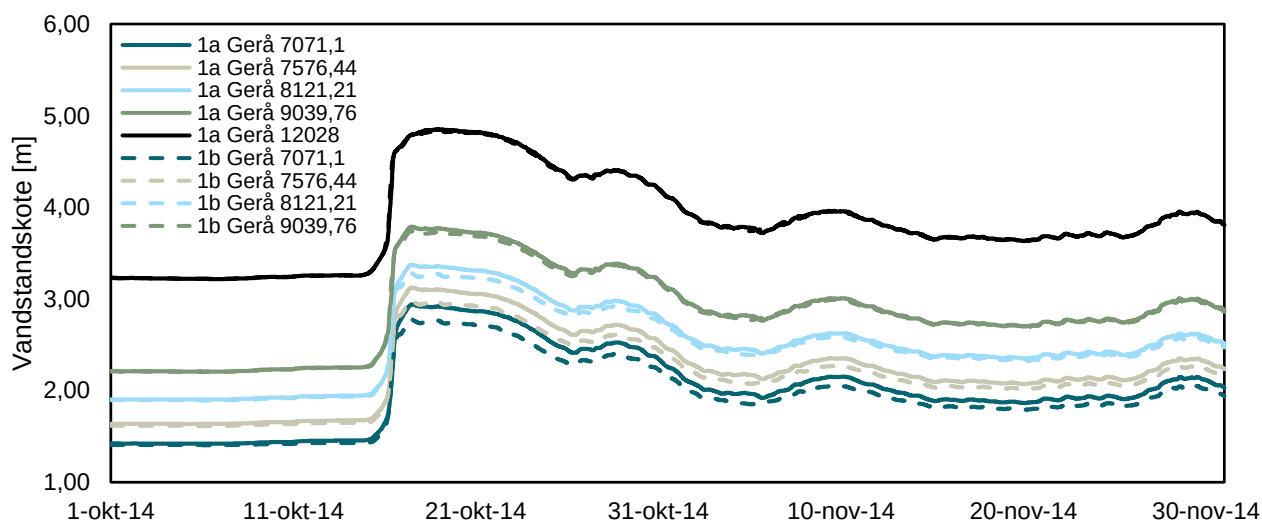
Der er lange perioder hen over efterår og vintersæsonen, hvor vandstanden ved målestationen er markant lavere i oprensningsscenarie 1b, sammenlignet med referencescenariet. Forskellen bunder sandsynligvis i, at den nederste del af vandløbet i dette scenarie er blevet oprenset, og den flaskehalseffekt der opstår i referencescenariet og scenarie 1a, er fjernet.

Effekten på selve vandføringen i vandløbet er meget lille. Median-, middel- og minimumsvandføringen er stort set uændret ift. referencescenariet, men der opnås en maxsvandføring som er ca. 0,5 m³/s højere.

4.3 Opstuvning i Gerå

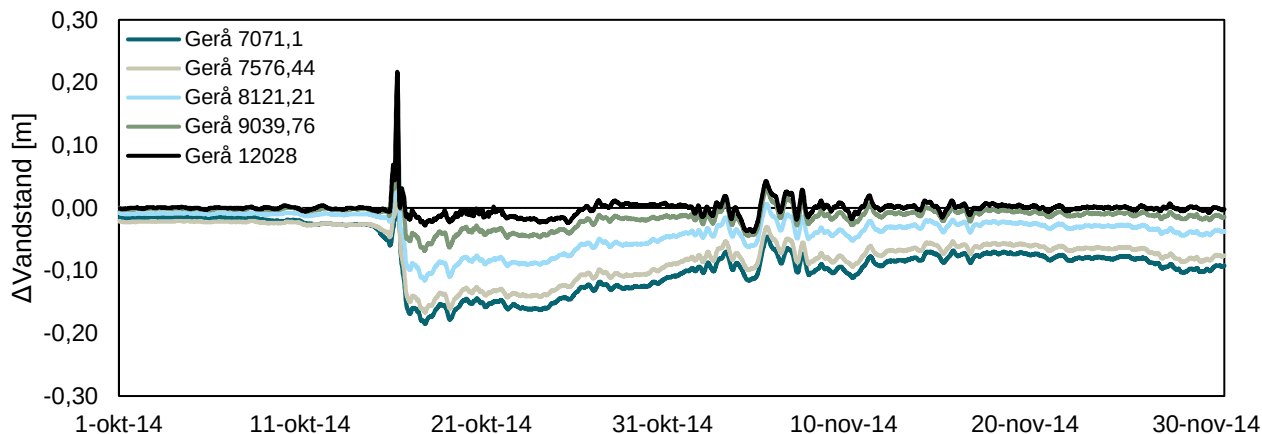
For at undersøge hvor langt oppe i Gerå systemet naturvandløbet har en effekt, beregnes forskellen i vandstand mellem scenarie 1a og 1b til udvalgte stationeringer. Herved undersøges hvor langt oppe i systemet, scenarie 1b vil resultere i en lavere vandstand sammenlignet med 1a. Derved hvor langt oppe i systemet naturvandløbet har en påvirkning.

Af Figur 19 fremgår vandstanden for scenarie 1a og 1b i perioden 1/10 2014 til 1/12 2014 for udvalgte stationeringer i Gerå, svarende til punktet for målestationen (st. 7071,1) samt hhv. 500 (st. 7576,44), 1000 (st. 8121,21), 2000 (st. 9039,76) og 5000 (st. 12028) meter opstrøms i Gerå fra målestationen.



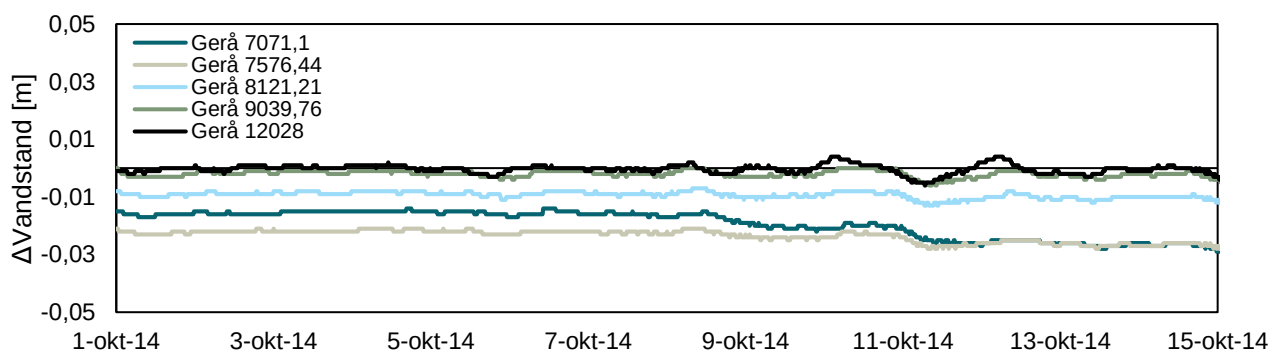
Figur 19. Vandstand for scenarie 1a og 1b i perioden 1/10 2014 til 1/12 2014 ved målestationen (7071,1) og hhv. 500 (st. 7576,44), 1000 (st. 8121,21), 2000 (st. 9039,76) og 5000 (st. 12028) meter opstrøms i Gerå fra målestationen.

Forskellen mellem graferne for vandstanden i scenarie 1a og 1b fremgår af Figur 20. Den plottede vandstand dækker over perioden for den udvalgte oversvømmelseshændelse d. 20. oktober 2014 (tidsskridt 4093), hvorved der ligeledes opstår et peak i vandstanden i vandløbet, som for scenarie 1b er en smule forskudt. Herved opstår momentant forskel i vandstanden som er op til 20,8 cm højere end samme tidspunkt for scenarie 1a.



Figur 20. Forskel i vandstand mellem scenarie 1a og 1b ved målestationen (7071,1) og hhv. 500 (st. 7576,44), 1000 (st. 8121,21), 2000 (st. 9039,76) og 5000 (st. 12028) meter opstrøms i Gerå fra målestationen. En negativ værdi angiver en lavere vandstand i scenarie 1b, hvor naturvandløbet er oprenset.

I perioden 1/10 til 15/10 inden vandstanden stiger og peaker frem mod d. 20. oktober, ses af Figur 19, at vandstanden i scenarie 1b er lavere end vandstanden i scenarie 1a for st. 7071,1, 7576,44 og 8121,21. Dermed forekommer der i denne periode opstuvning i Gerå grundet naturvandløbet i op til 1 km fra målestationen, men forskellen ved disse lavere vandstande er kun på 1-3 cm og dermed ikke markant, se Figur 21. Der ses en meget lille forskel (<0,5 cm) for st. 9039,76.

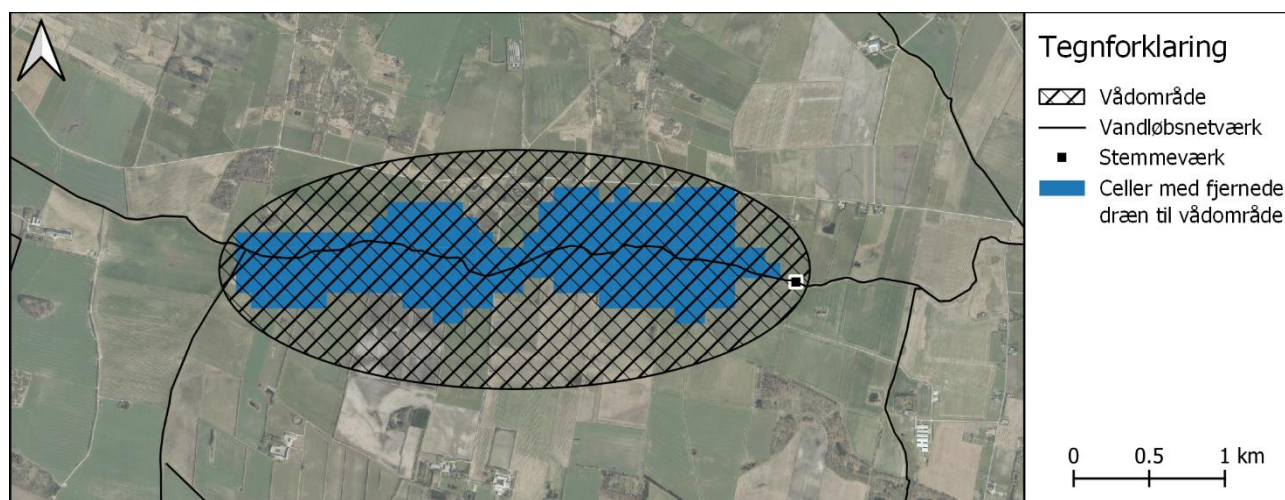


Figur 21. Zoom af Figur 20 1/10 til 8/10 2014, forskel i vandstand mellem scenarie 1a og 1b ved målestationen (7071,1) og hhv. 500, 1000, 2000 og 5000 meter opstrøms i Gerå fra målestationen.

Derudover ses af Figur 19 og Figur 20 at afstrømningen ved de høje vandstande udløst af nedbørshændelsen i midt oktober 2014 generelt foregår ved en lavere vandstand i scenarie 1b for st. 7071,1, 7576,44, 8121,21 og 9039,76. Vandstanden er her 7-16 cm lavere, med en aftagende difference i opstrøms retning, sammenlignet med scenarie 1a. Ved st. 12028, 5 km fra målestationen, ses en meget lille forskel på 1-2 cm.

5 Scenarie 2 – Vådområde

I scenarie 2 placeres et vådområde midt på Gerå, og effekten af dette undersøges. Denne placering er valgt, idet dette er det lavest liggende område, som ofte er plaget af vand på terrænet. Det vil derfor også være naturligt at placere et vådområde der. For at skabe et vådområde i modellen er drænene fjernet i det pågældende område. Der indsættes et stemmeværk i st. 14750 for at opstemme vandet bagud i vådområdet. Af Figur 22 fremgår placeringen for vådområdet samt celler med fjernet dræning, og placering af stemmeværk er vist.



Figur 22. Placering af vådområde og de i modellen ændrede celler (cellestørrelse: 100x100 m).

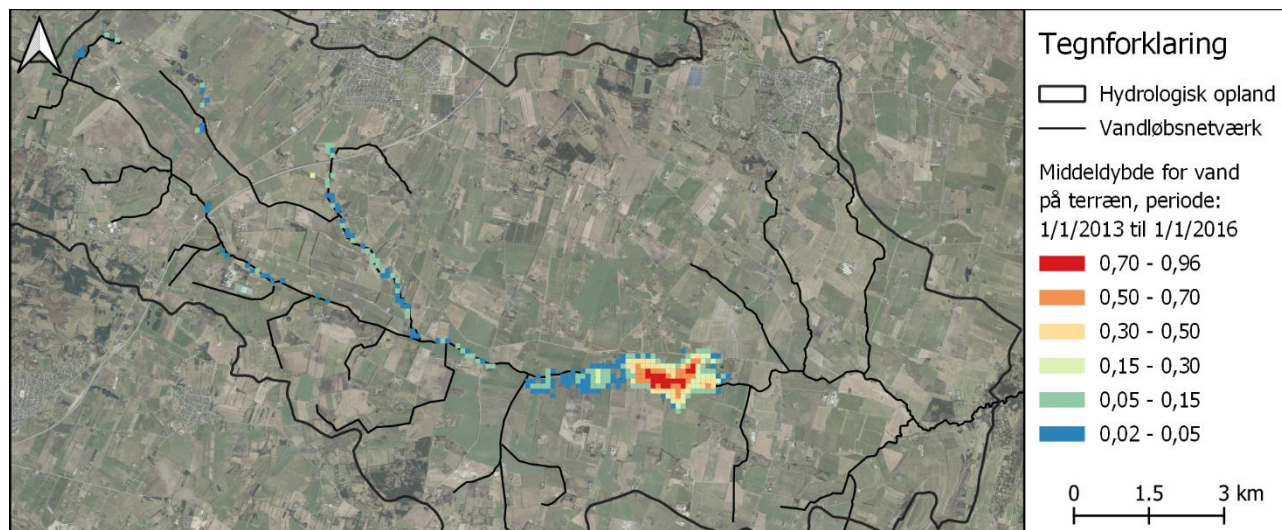
Manningtallet for den vandløbsstrækning hvorudfra vådområdet er placeret, gøres mindre for at skabe større modstand. En oversigt over manningtallene for vandløbsstrækningen gennem vådområdet fremgår af Tabel 4. Modstandsfaktoren angivet i modellen styrer ligeledes Manningtallet her. Strømretning i Gerå er fra høj til lav stationering.

Tabel 4. Manningtal for vandløbsstrækning gennem vådområde, Gerå er medstrøms stationeret.

St.	Manningtal [$m^{1/3}s^{-1}$], Vådområde
14700	4
15000	4
17000	3,6
18800	3,2

5.1 Vand på terræn

Resultater for scenarie 2 viser, at der i området hvor vådområdet er placeret, altid er vand på terræn. Den gennemsnitlige vandstand for vand på terræn i perioden 1/1 2013 til 1/1 2016 for hele området bevidner om dette, denne fremgår af Figur 23. Dybder på under 2 cm fremgår ikke.



Figur 23. Gennemsnitsdybde for vand på terræn i hver celle (100x100 m) > 2 cm for perioden 1/1/2013 – 1/1/2016, for scenarie 2.

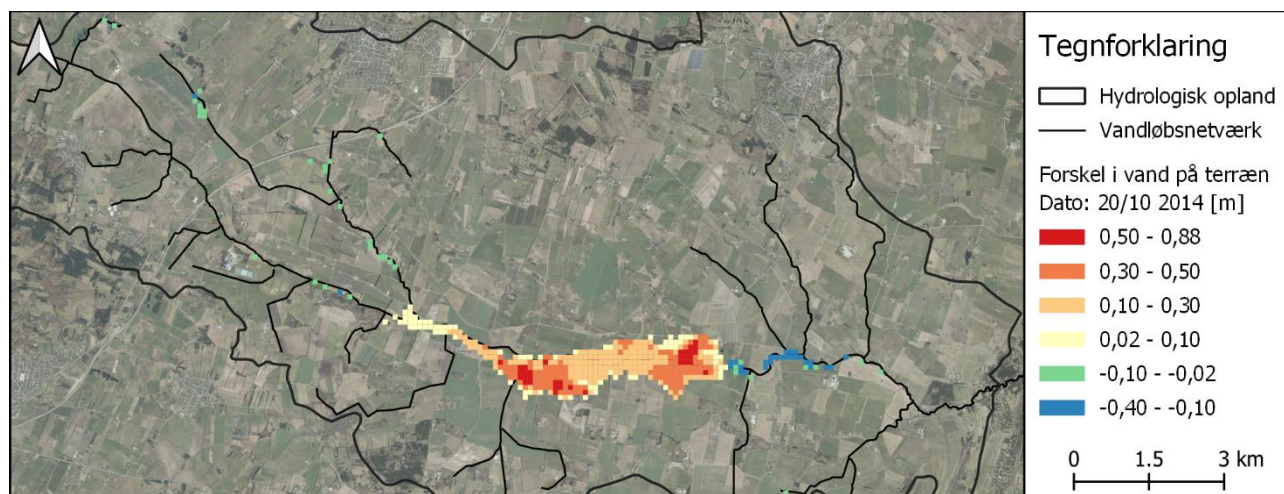
Middelværdierne for scenarie 2 understøtter, at der opstår et stort område med vand på terræn. For at undersøge hvordan vådområdet påvirker oversvømmelser langs resten af vandløbssystemet, sammenlignes resultater for scenarie 2 med referencescenariet i de to udvalgte tidsskridt.

I tidsskridt 4093 øges den samlede vandmængde med 113%, idet det oversvømmede areal øges med 38% og maxvandstanden øges med 33% idet denne stiger fra 80 cm i referencescenariet til 108 cm i scenarie 2. For tidsskridt 4448 øges vandmængden med 174% sammenlignet med referencescenariet, idet det oversvømmede areal øges med 135% og maxvandstanden med 32%. Resultater fremgår af Tabel 5.

Tabel 5. Maks simuleret vandstand på terræn, oversvømmet areal og summeret vand på terræn for hele det oversvømmede areal for scenarie 2 og referencescenarie for to udvalgte tidsskridt.

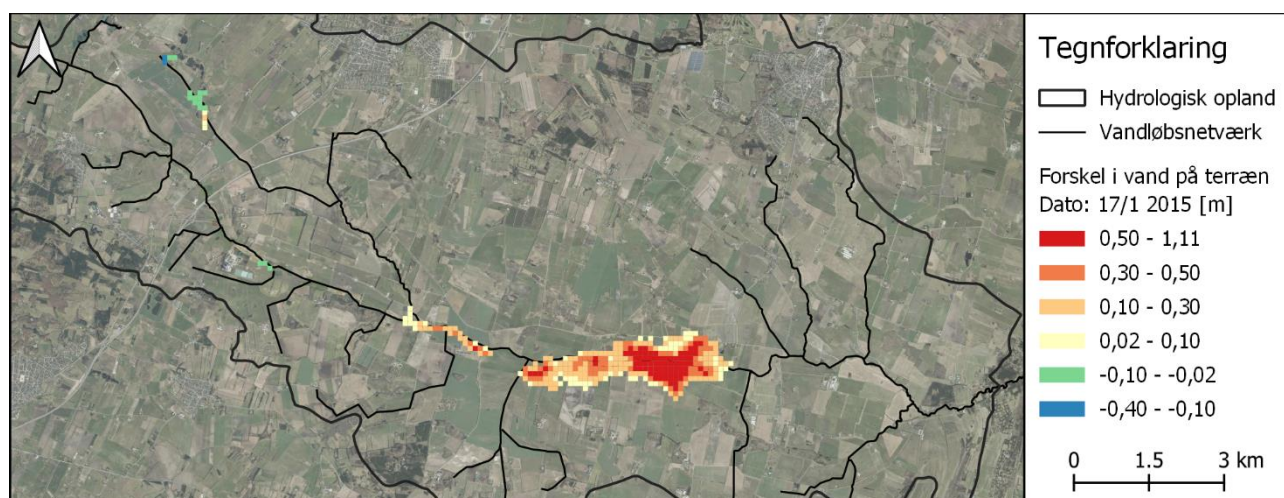
	TS 4093 20/10 2014		TS 4448 17/1 2015	
	Reference	Scenarie 2	Reference	Scenarie 2
Oversvømmet areal [km ²]	4,1	5,7	2,6	6,1
Vand på terræn [x 1000 m ³]	825	1756	615	1685

Af Figur 24 og Figur 25 fremgår den stedlige fordeling af forskel på vand på terræn for scenarie 2 sammenlignet med referencescenariet. En negativ værdi angiver en lavere vandstand end referencescenariet, hvor en positiv værdi angiver en øget vandstand.



Figur 24. Forskel i vandstand mellem referencescenarie og scenarie 2 for tidsskridt 4093 20/10 2014, positiv værdi angiver højere vandstand ift. reference og negativ værdi angiver en lavere vandstand end referencetilstand.

For tidsskridt 4093 ses tydeligt, at der er en øget stigning i vand på terræn, og et større areal der er påvirket ift. referencescenariet. I scenariet 2 er der nu celler med vand på terræn, som i referencescenariet er upåvirket. Der er en stigning i vandstanden på op til 88 cm omkring midten af Gerå, hvor vådområdet er placeret i modellen. I området nedstrøms vådområdet viser resultaterne, at der er op til 40 cm mindre vand på terræn ift. referencescenariet. Der er ganske få celler tilbage med vand på terræn nedstrøms vådområdet, og i disse er maksvandstanden reduceret fra 49 til 17 cm. Opstrøms i sidegrenene Hjallerup Å og Lyngdrup Bæk ses også, at vand på terræn reduceres i scenarie 2 dog kun med 2-10 cm.

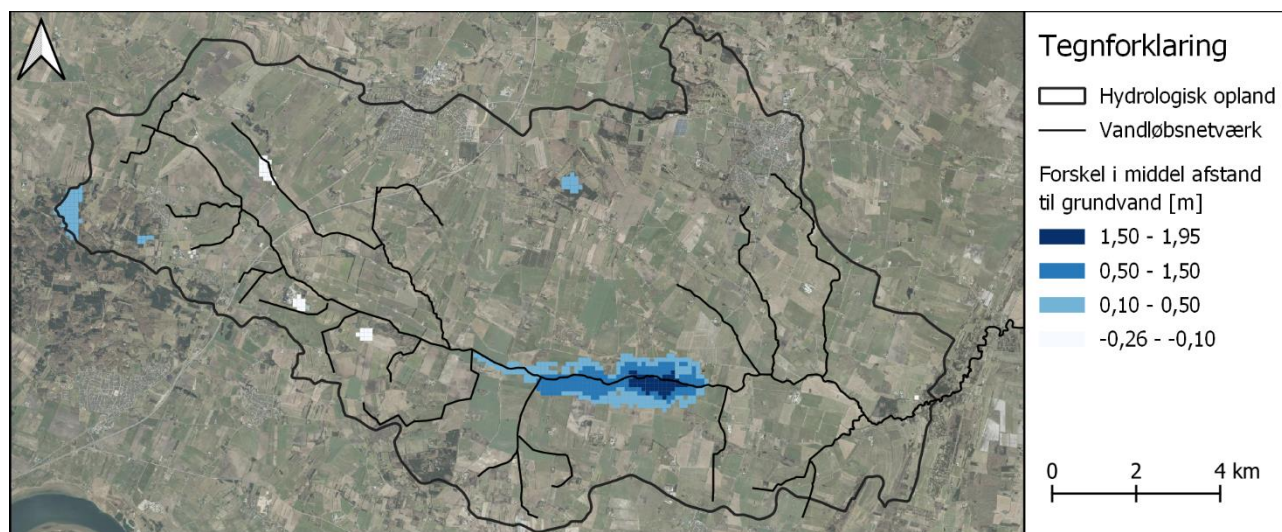


Figur 25. Forskel i vandstand mellem referencescenarie og scenarie 2 for tidsskridt 4448 17/1 2015, positiv værdi angiver højere vandstand ift. reference og negativ værdi angiver en lavere vandstand end referencetilstand.

For tidsskridt 4448 viser resultaterne, at der også her er en stor stigning i vand på terræn i og omkring området med vådområdet sammenlignet med referencescenariet. Dette hænger også sammen med, at der i tidsskridt 4448 for referencescenariet ikke var vand på terræn i dette område. Der var dog en del vand på terræn langs Hjallerup Å samt opstrøms i Gerå i referencescenariet, og dette er uændret ift. scenarie 2. Øverst i Lyngdrup bæk samt i tre celler opstrøms i Gerå, er der en lille reduktion i vand på terræn ift. referencescenariet.

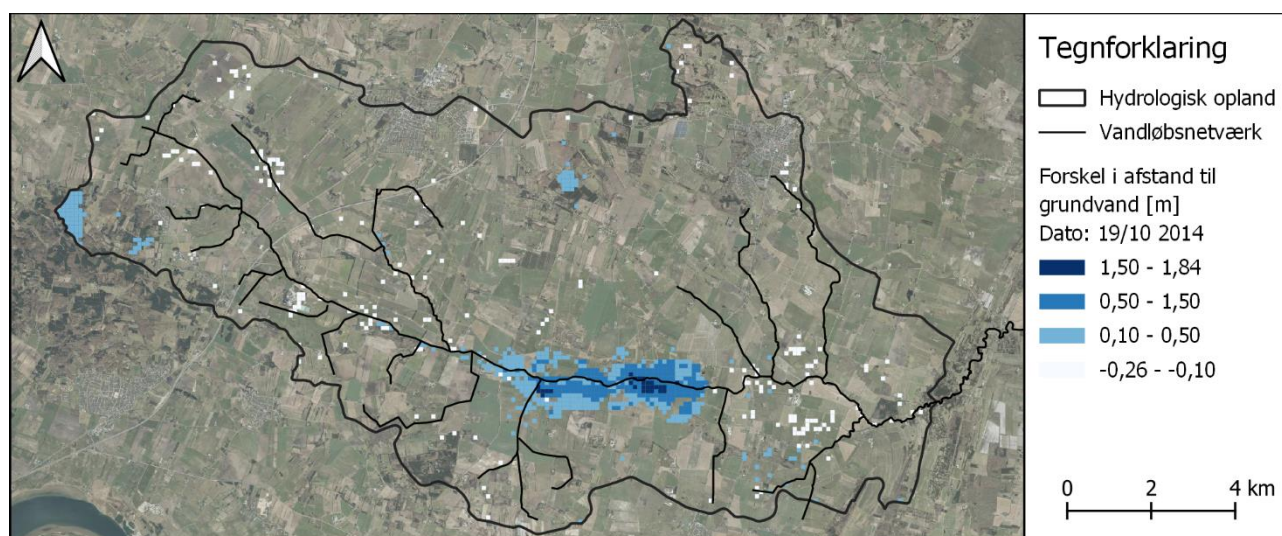
5.2 Afstand til grundvand

Det undersøges, hvordan vådområdet vil påvirke grundvandsstanden i oplandet. Dette ved at undersøge forskellen i middel afstand til grundvandet i hele området for scenarie 2 sammenlignet med referencescenariet, samt sammenligne forskellen i de to udvalgte tidsskridt. Af Figur 26 fremgår forskellen i middel afstand til grundvand i perioden 1/1 2013 til 1/1 2016 sammenlignet med referencescenariet. Grundvandsstanden er i scenarie 2 steget i det område hvor vådområdet er placeret. I de celler hvor vådområdet er placeret, er den gennemsnitlige grundvandsstand steget mellem 1,95 og 0,5 meter. Men også i området udenom er den gennemsnitlige afstand til grundvandet steget med 0,5 til 0,1 meter.



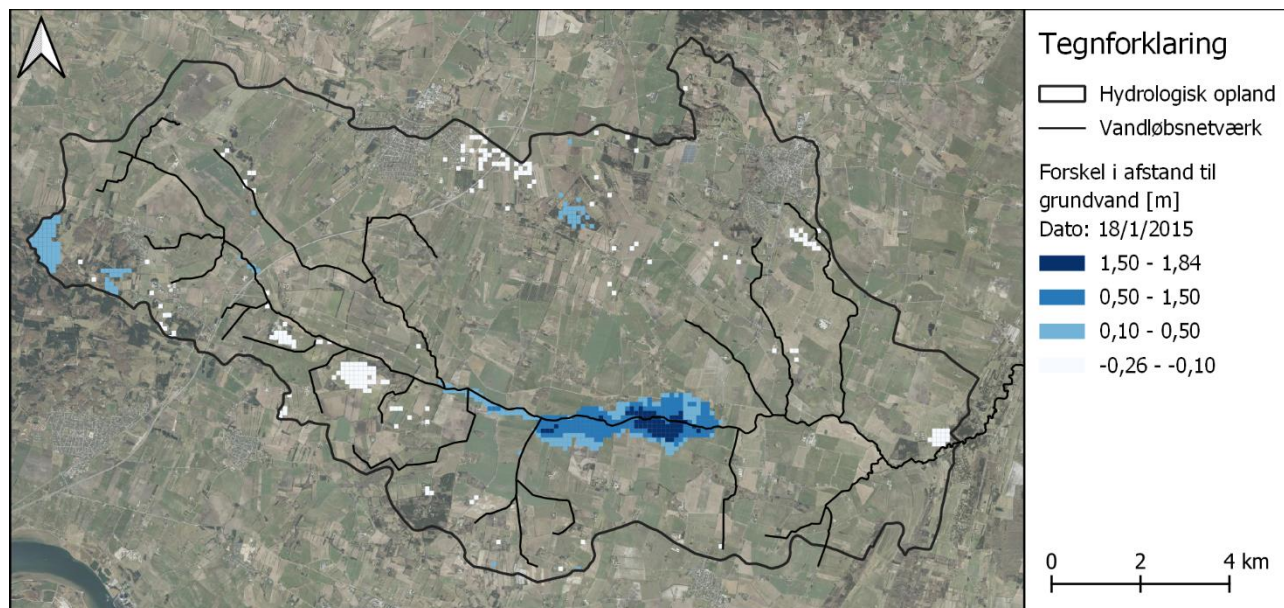
Figur 26. Forskel i middel afstand til grundvand for referencescenarie og scenarie 2 i perioden 1/1 2013 – 1/1 2016. Positiv værdi indikerer at grundvandsspejlet er tættere på terræn i scenarie 2 sammenlignet med referencescenariet.

Af Figur 27 og Figur 28 fremgår forskellen i afstand til grundvandet for scenarie 2 sammenlignet med referencescenariet for de to udvalgte tidsskridt. For tidsskridt 4093 er grundvandet steget op mod 1,5 meter i en radius på op mod 650 meter uden for det område, hvor vådområdet er placeret. Inde omkring Gerå hvor vådområdet er placeret, er grundvandsspejlet steget med 0,5 – 1,84 cm.



Figur 27. Forskel i afstand til grundvand for referencescenarie og scenarie 2 for tidsskridt 146 d. 19/10 2014. Positiv værdi indikerer at grundvandsspejlet er tættere på terræn i scenarie 2 sammenlignet med referencescenariet.

For tidsskridt 4448 er grundvandet steget med 1,5 meter i en radius på op mod 500 meter uden for det område, hvor vådområdet er placeret. Inde omkring Gerå hvor vådområdet er placeret, er grundvandsspejlet steget med 1,5 – 2,10 cm.

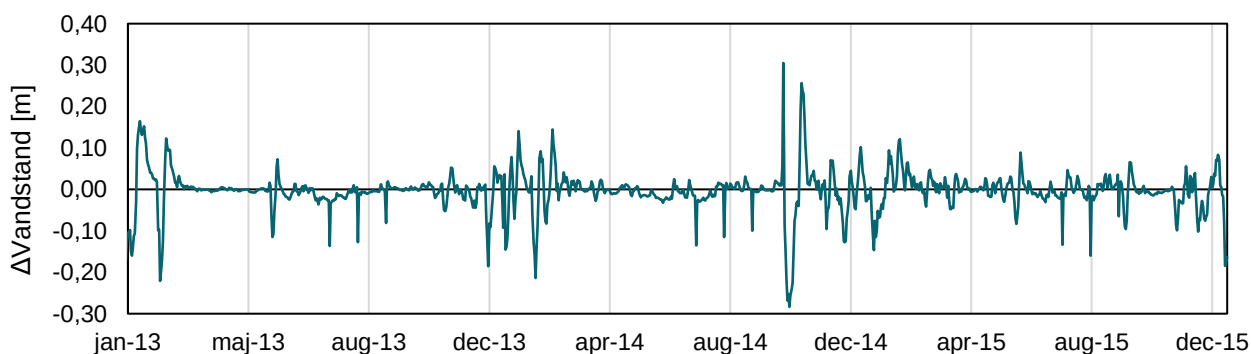


Figur 28. Forskel i afstand til grundvand for referencescenarie og scenarie 2 for tidsskridt 159 d. 18/1 2015. Positiv værdi indikerer at grundvandsspejlet er tættere på terræn i scenarie 2 sammenlignet med referencescenariet.

Ved at placere et vådområde midt i det hydrologiske opland øger dette grundvandsspejlet i og omkring vådområdet i en radius på omtrent 500-600 meter.

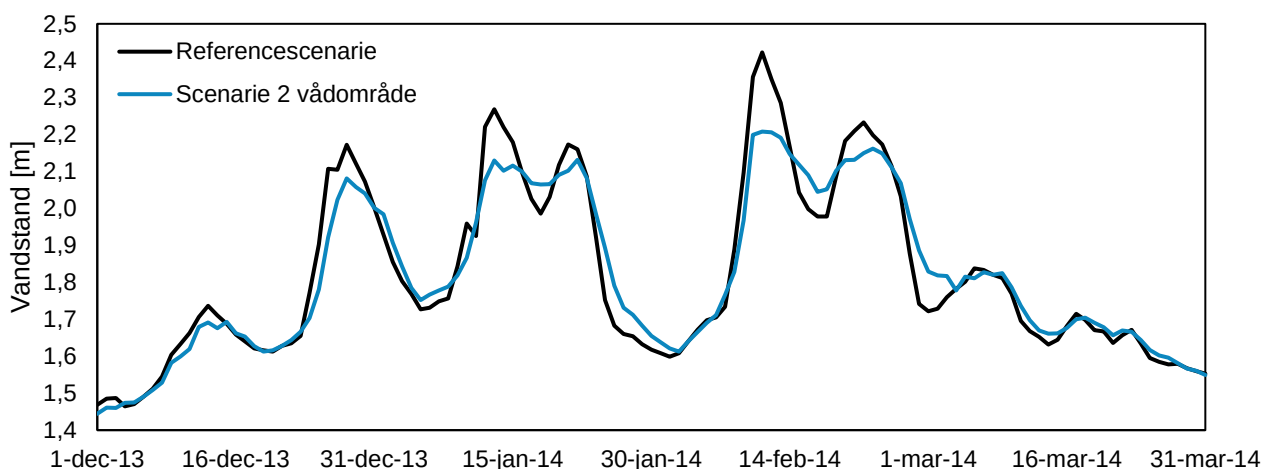
5.3 Vandstand og vandføring i vandløb

Det undersøges, hvilken påvirkning scenarie 2 har på Gerås vandstand og vandføring. Punktet for målestationen i Gerå st. 7071 danner sammenligningsgrundlag. Forskellen fremgår af Figur 29. Der er ingen påvirkning på middel- og minimumsvandstand, men maksvandstanden er 12 cm mindre ved målestationen for scenarie 2 sammenlignet med referencescenariet. I figuren fremgår, at forskellen er meget varierende og der både forekommer større og mindre vandstande i scenarie 2, hvilket tyder på, at der er ændret på timingen af peaks ved at lave et vådområde opstrøms målestationen.



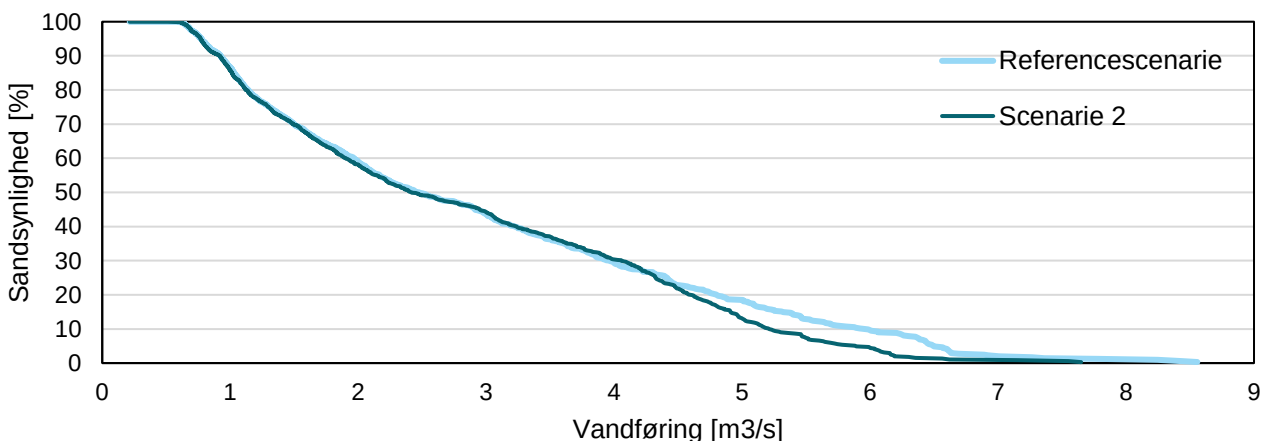
Figur 29. Forskel mellem vandstand i vandløb ved målestation, mellem referencescenarie og scenarie 2 i perioden 1/1 2013 – 1/1 2016.

For at undersøge dette nærmere, er de faktiske simulerede vandstande for scenarie 2 og referencescenariet plottet på Figur 30 for perioden 1/10 2013 til 31/3 2014. Heraf ses, at vådområdet har den effekt, at vandstandspeaks udjævnes sammenlignet med referencescenariet.



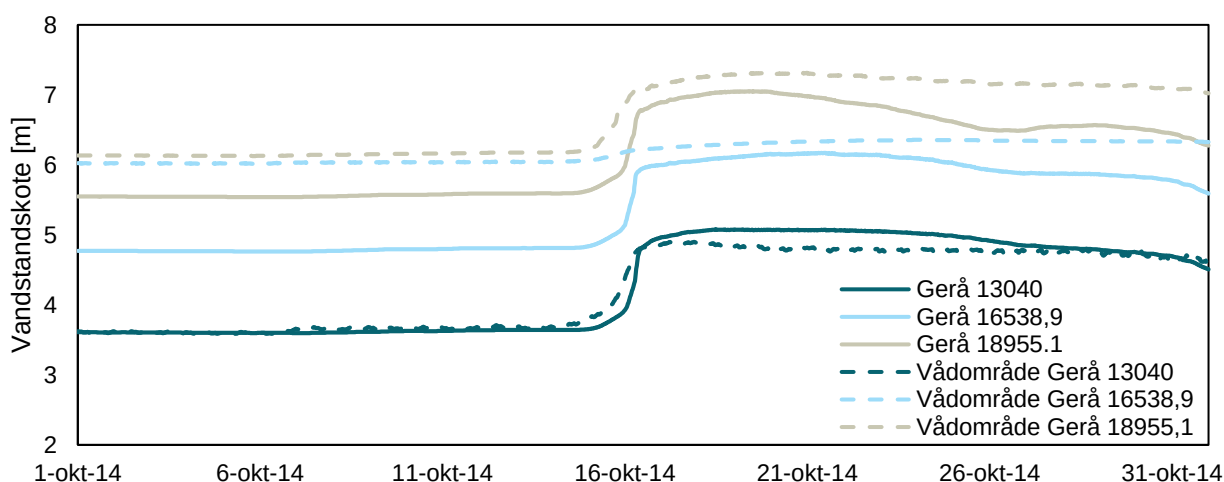
Figur 30. Vandstand ved målestation i Gerå st. 7071 for referencescenariet og scenarie 2 i perioden 1/10 2013 til 31/3 2014.

Både middel og maksvandføringen er omtrent $1 \text{ m}^3/\text{s}$ mindre i scenarie 2 end i referencescenariet ved målestationen. For at sammenligne vandføringerne for de to scenarier, fremgår hydrograferne for begge af Figur 31. Heraf ses det, at sandsynligheden for vandføringer over ca. $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ reduceres i scenarie 2 ved målestationen.

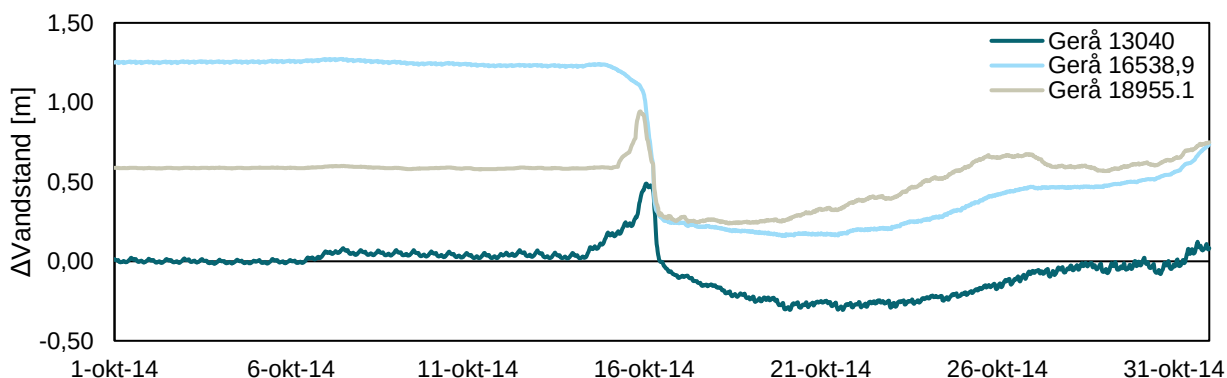


Figur 31. Afstrømningshydrograf for scenarie 2 og referencescenarie. Viser sandsynligheden for at en afstrømning af en bestemt størrelse vil forekomme, på baggrund af simuleret data i perioden 1/1 2013 til 1/1 2016.

Udover vandstanden ved målestationen undersøges yderligere vandstanden i tre andre punkter for dette virkemiddel; st. 18955,1 (lige opstrøms vådområde), st. 16538,9 (midt i vådområdet) og st. 13040 (nedstrøms vådområde). Resultaterne for vandstanden i disse punkter for perioden 1/10 2014 til 1/11 2014 for både referencescenariet og scenarie 2, fremgår af Figur 32. Af Figur 33 fremgår forskellen mellem de to scenarier.



Figur 32. Vandstandskote for referencescenarie og scenarie 2 for st. 18955,1 (lige opstrøms vådområde), st. 16538,9 (midt i vådområdet) og st. 13040 (nedstrøms vådområde).



Figur 33. Forskel i vandstand mellem referencescenarie og scenarie 2, for de tre udvalgte punkter. Positiv værdi indikerer at vandstanden i scenarie 2 er højere end i referencescenariet.

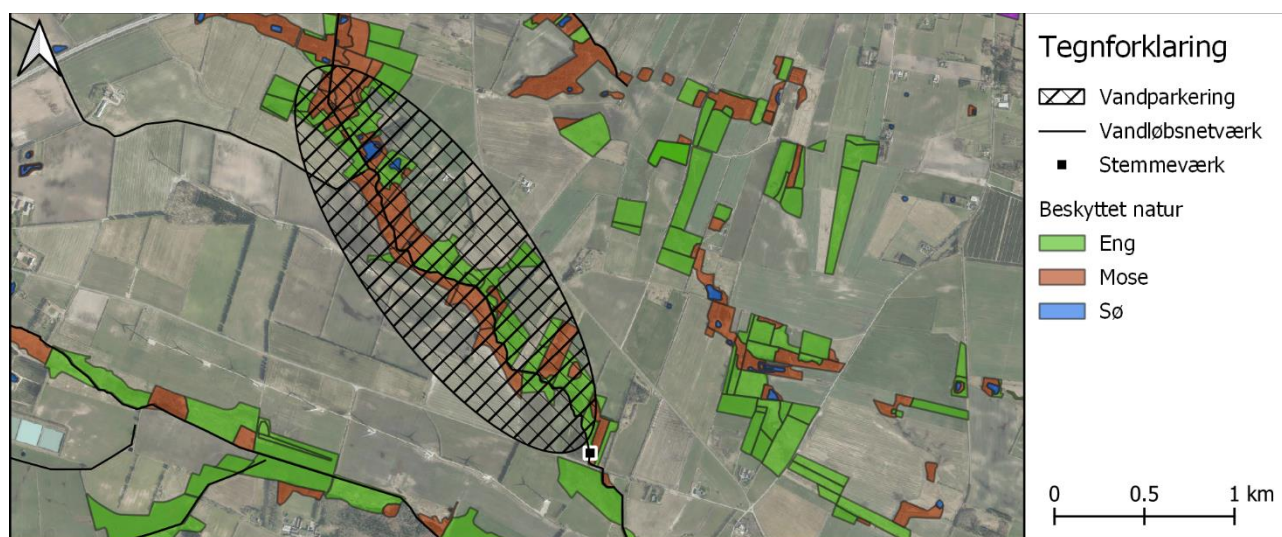
Resultaterne fra punktet opstrøms vådområdet i st. 18955,1 viser at vandstanden er omtrent 60 cm højere i scenarie 2 inden oversvømmelseshændelsen forekommer. Herefter stiger vandstanden under hændelsen til et højere niveau end i referencescenariet, og forbliver høj i scenarie 2.

I st. 16538,9, som er i selve vådområdet, er vandstanden i scenarie 2 konstant høj med en forskel på op til 125 cm sammenlignet med referencescenariet. Når oversvømmelseshændelsen sker er vandstanden her stort set uændret, idet vandløbet allerede er fyldt til brinken, og overskydende vand vil løbe ud på terræn.

Nedstrøms vådområdet i st. 13040 er vandstanden op til 6 cm højere inden oversvømmelseshændelsen, men under selve hændelsen er vandstanden omtrent 30 cm lavere i scenarie 2.

6 Scenarie 3 – Vandparkering

Ved at benytte virkemidlet "vandparkering" i scenarie 3, ønskes det at styre vandet således, at det ledes ud på og midlertidigt opbevares på engarealer, fremfor at oversvømme dyrkede marker. I scenarie 3 ses på effekterne af at parkere vand langs vandløbsgrenen Hjallerup Å, hvor der findes eng- og mosearealer. For at styre hvor vandet skal opbevares, ændres terrænkoterne i MIKE SHE til et lavere niveau, der hvor det ønskes vandet skal opbevares. Derudover nedjusteres brinkkoterne i MIKE HYDRO River, således vandløbet løber over til den side, hvor der findes eng og mose, og hvor terrænkoten er nedjusteret. Der er indlagt et stemmewærk nedstrøms i Hjallerup Å for at øge opstuvningen og tilbageholdelsen opstrøms på engarealerne. Placeringen fremgår af Figur 34.



Figur 34. Placering af vandparkeringsområdet og stemmewærk i Hjallerup Å samt omkringliggende natur.

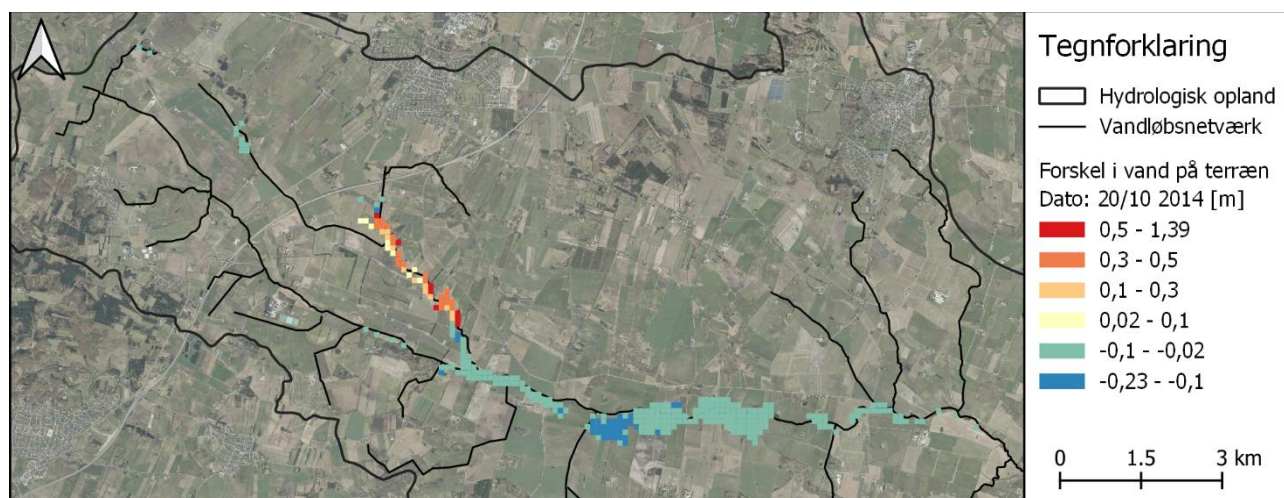
6.1 Vand på terræn

Udbredelsen af vand på terræn undersøges for scenarie 3. Af Figur 35 fremgår middelvandstanden for vand på terræn for scenarie 3 i perioden 1/1 2013 til 1/1 2016. Det ses her, at der langs Hjallerup Å, hvor vandparkeringen er lavet, i gennemsnit er op til 0,5 m vandspejl. I nogle af cellerne langs Hjallerup Å er der permanent vandspejl.



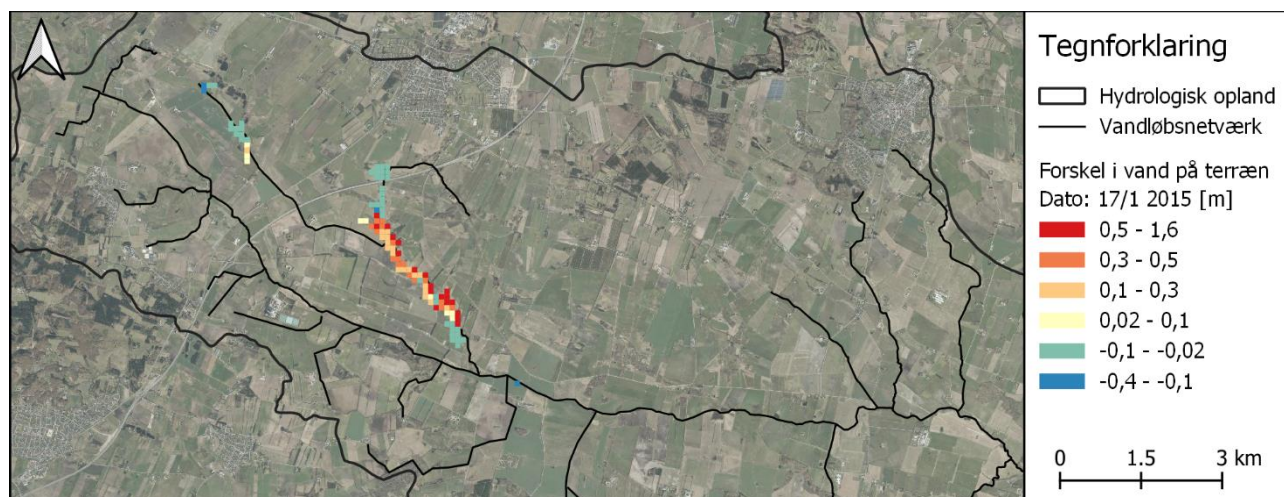
Figur 35. Middelvandstand for vand på terræn for scenarie 3 i perioden 1/1 2013 til 1/1 2016.

For at undersøge den stedlige fordeling af vand på terræn, fremgår af Figur 36 og Figur 37 resultater for de to tidsskridt, hvor scenarie 3 er sammenlignet med referencescenariet.



Figur 36. Forskel i vandstand mellem referencescenarie og scenarie 3 for tidsskridt 4093 20/10 2014, positiv værdi angiver højere vandstand ift. reference og negativ værdi angiver en lavere vandstand end referencetilstand.

Af Figur 36 ses det, at der forekommer op til 1,39 meter højere vandstand på terræn langs Hjallerup Å i tidsskridt 4093. Modsat ses en reduktion i vandstanden for vand på terræn nedstrøms stemmевærket og vandparkeringen på 2-10 cm for det meste af området, men også på op til 23 cm i dele af området. Vandparkeringen har en effekt langt nedstrøms i Gerå. For tidsskridt 4093 er der ca. 10% mindre areal der er påvirket af vand på terræn, sammenlignet med referencescenariet.



Figur 37. Forskel i vandstand mellem referencescenarie og scenarie 3 for tidsskridt 4448 17/1 2015, positiv værdi angiver højere vandstand ift. reference og negativ værdi angiver en lavere vandstand end referencetilstand.

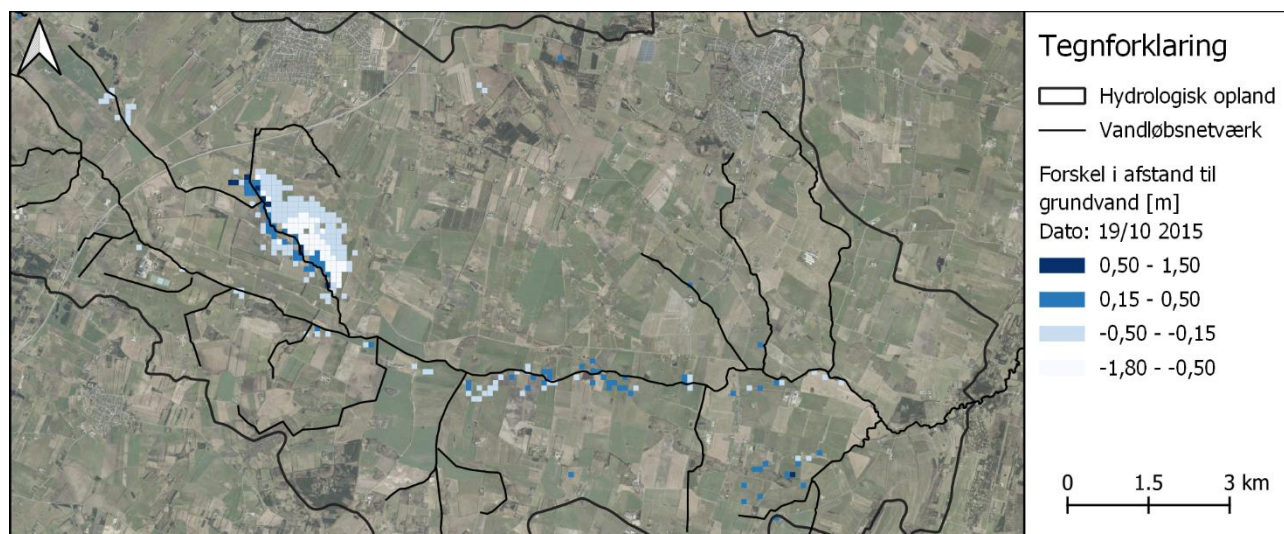
Af Figur 37 fremgår det, at der i tidsskridt 4448 opstår op til 1,6 meter højere vandstand på terræn sammenlignet med referencescenariet. Derudover er der en smule lavere vandstand lige nedstrøms stemmевærket, men derudover er der ingen ændringer ift. referencescenariet. For tidsskridt 4448 er det areal der påvirkes af vand på terræn, stort set det samme som i referencescenariet.

Årsagen til de høje vandstande i begge tidsskridt for scenarie 3 er en kombination af, at terrænet er sænket, og at der grundet stemmевærket opstuvendes vand bagud i det sænkede landskab, hvorfor der ophobes vand på

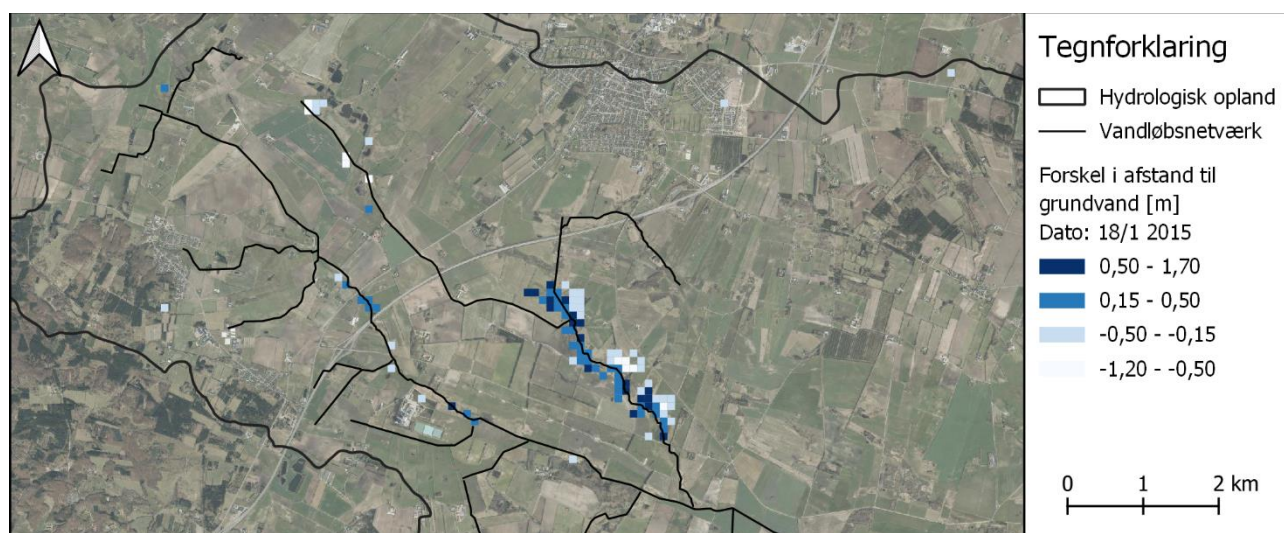
disse arealer. Dette er også hensigten med denne type virkemiddel, hvor der netop skabes et stort opbevaringsvolumen i landskabet.

6.2 Afstand til grundvand

Afstanden til grundvandet påvirkes kun langs Hjallerup Å, hvor vandparkeringen er placeret. Af Figur 39 og Figur 39 fremgår forskellen i afstand til grundvand mellem scenarie 3 og referencescenariet for de udvalgte tidsskridt. Det ses at cellerne langs vandløbet har en høj grundvandsstand hvor grundvandet står op mod 1,5 og 1,7 meter højere end i referencescenariet. Modsat er der et stort område nord-øst for Hjallerup Å, hvor grundvandet sænkes med op til hhv. 1,8 og 1,2 meter ift. referencescenariet. Årsagen til dette er, at der skabes en høj opmagasinerings langs vandløbet, grundet de ændrede terrænkoter. Herved er der et større volumen, hvortil grundvandet kan drænes til, og derved sænkes grundvandsspejlet.



Figur 38. Forskel i afstand til grundvand for referencescenarie og scenarie 3 for tidsskridt 146 d. 19/10 2014. Positiv værdi indikerer at grundvandsspejlet er tættere på terræn i scenarie 3 sammenlignet med referencescenariet.

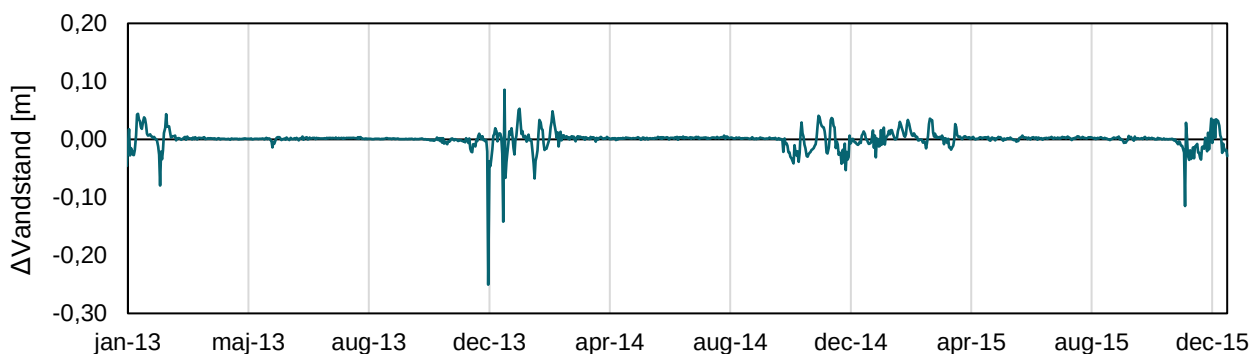


Figur 39. Forskel i afstand til grundvand for referencescenarie og scenarie 3 for tidsskridt 159 d. 18/1 2015. Positiv værdi indikerer at grundvandsspejlet er tættere på terræn i scenarie 3 sammenlignet med referencescenariet.

6.3 Vandstand og vandføring i vandløb

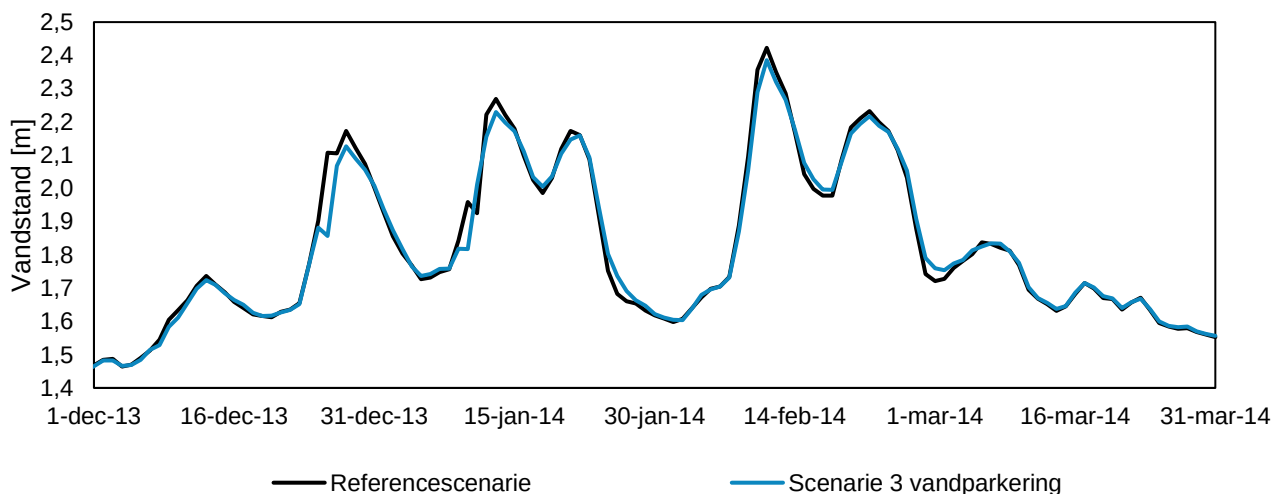
For vandstanden ved målestationen i Gerå st. 7071 ses en lille ændring i dynamikken, som effekt af vandparkeringen i Hjallerup Å. Median-, middel-, og minimumsvandføringen er ens for scenarie 3 og referencescenariet.

Vandparkeringens påvirkning af vandstanden ved målestationen fremgår af Figur 40. Denne viser, at der sker en lille ændring i dynamikken i og med, at der både forekommer højere og lavere vandstande sammenlignet med referencescenariet.



Figur 40. Forskel mellem vandstand i vandløb ved målestation mellem referencescenarie og scenarie 3 i perioden 1/1 2013 – 1/1 2016.

Af Figur 41 fremgår de faktiske simulerede vandstande for scenarie 3 og referencescenariet plottet for perioden 1/10 2013 til 31/3 2014. Heraf ses det, at vandparkeringen langs Hjallerup Å har den effekt, at vandstandspeaks er omtrent 5 cm mindre sammenlignet med referencescenariet.

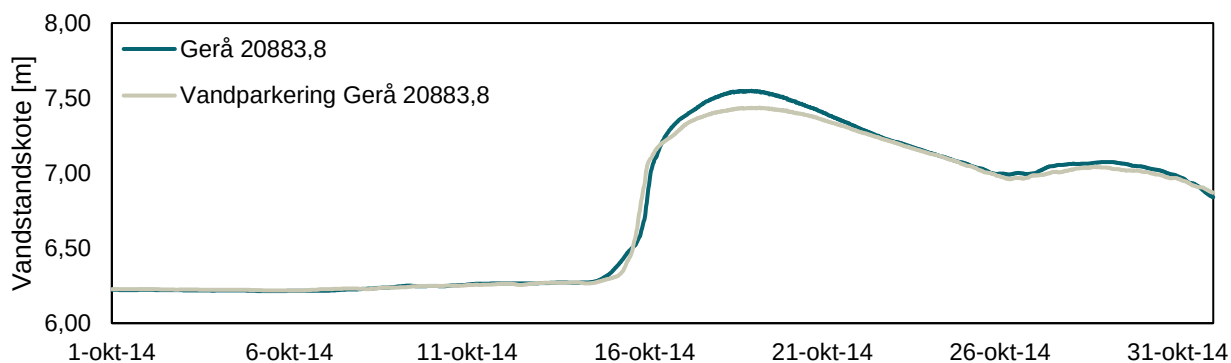


Figur 41. Vandstand ved målestation i Gerå st. 7071 for referencescenariet og scenarie 3 i perioden 1/10 2013 til 31/3 2014.

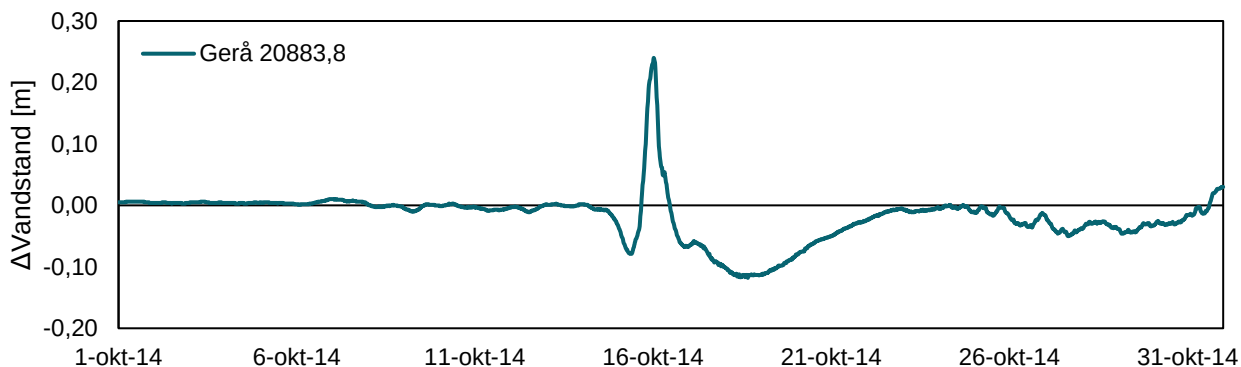
Vandføringen ved målestationen i Gerå er meget lidt påvirket af vandparkeringen. Af resultaterne ses det, at forskellen for middelvandføringen i perioden 1/1 2013 – 1/1 2016 mellem scenarie 3 og referencescenariet er på knap 0,2 m³/s. Afstrømningshydrografen for scenarie 3 for punktet ved målestationen er stort set identisk med denne for referencescenariet.

Udover at undersøge vandstanden ved målestationen, undersøges effekten på vandstanden i Gerå 300 meter nedstrøms tilløbet fra Hjallerup Å. Af Figur 42 fremgår vandstandskoten i Gerå st. 20883,8 for referencescenariet og scenarie 3, af Figur 43 fremgår forskellen.

Af figurerne ses at der er en lille forskel i peakvandstanden, på omtrent 10 cm ved højeste vandstandskote, hvor vandstanden for scenarie 3 er lavest. Dynamikken er desuden ændret en smule, hvilket fremgår af Figur 43.



Figur 42. Vandstandskoten i Gerå st. 20883,8 (300 meter nedstrøms tilløb for Hjallerup Å) for referencescenariet og scenarie 3.



Figur 43 Forskel i vandstand i st. 20883,8 mellem referencescenariet og scenarie 3.

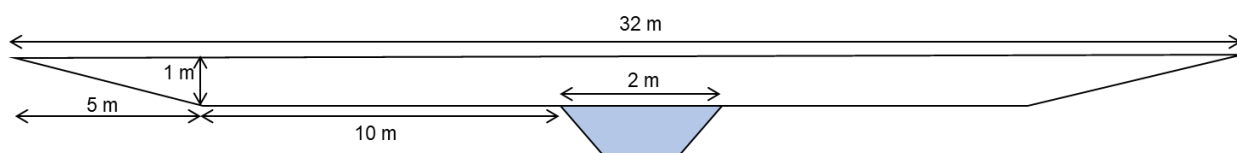
7 Scenarie 4 – Miniådal

I scenarie 4 placeres en miniådal opstrøms i Lyngdrup Bæk langs en strækning på 500 meter mellem st. 1120 og st. 1620. Ligesom ved vandparkerings- og vådområdescenariet, fjernes modellens dræn i området, hvor miniådalen placeres. Af Figur 44 fremgår placeringen af miniådalen i Lyngdrup Bæk, celler med fjernede dræn samt de to tværsnit, der udgør miniådalen.



Figur 44. Placering af miniådal og celler med fjernede dræn samt tværsnit for ådalen.

En miniådal er typisk 9-10 gange bredere end selve vandløbet og bliver genslynget langs bunden. Vandløbet er på den udvalgte strækning 2 meter bredt, og miniådalen skal være 20 meter. Med et anlæg på 5 bliver den samlede bredde på miniådalen 32 meter. I modellen indsættes to tværsnit, baseret på eksisterende tværsnit, som laves ti gange bredere end de oprindelige, med en tydelig overgang fra strømmende til vandløbsrepos. Tværsnittene udformes, som det fremgår af Figur 45.



Figur 45. Udformning af miniådal i Lyngdrup bæk.

For at imitere effekten af en genslynngning, ændres modstanden i det enkelte tværsnit, således at der er en større modstand på reposen og en mindre modstand i bunden.

For scenarie 4 indgår kun resultater for vand på terræn i nærværende rapport, idet der hverken var nævneværdig effekt på vandstand i vandløb eller grundvandsstanden i oplandet.

7.1 Vand på terræn

Miniådalen har ingen effekt på vand på terræn langs Gerå eller andre steder i vandløbsnetværket, på nær hvor miniådalen er anlagt. Af Figur 46 fremgår forskellen i vand på terræn mellem scenarie 4 og referencescenariet for tidsskridt 4093. Kun ved selve miniådalen og lige opstrøms, ses en meget lille forskel sammenlignet med referencescenariet. For tidsskridt 4448 ses ingen forskel, hvorfor dette ikke er vist.

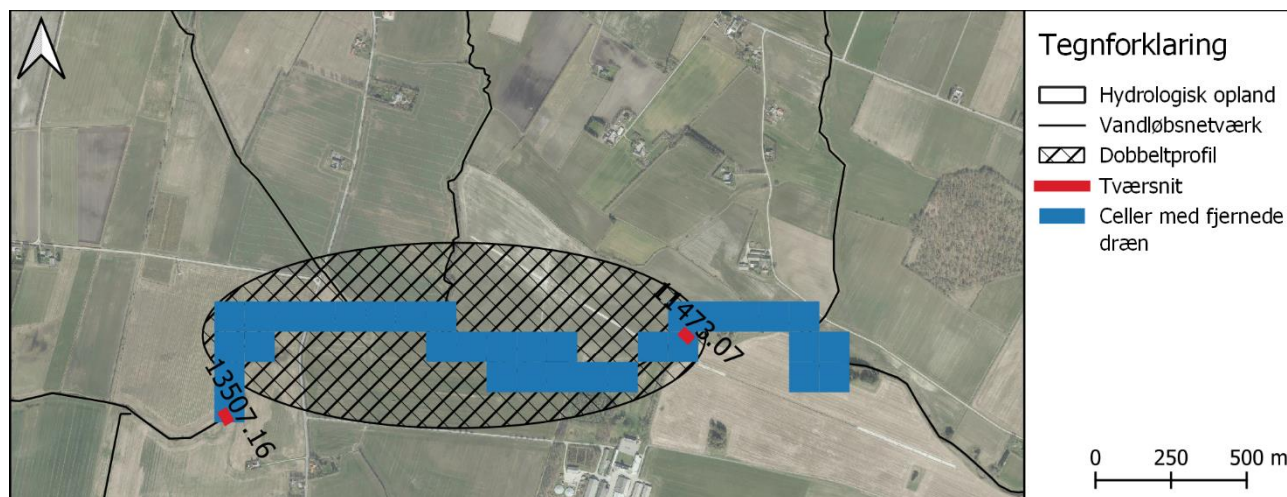


Figur 46. Forskel i vand på terræn mellem scenarie 4 med minivådområde langs Lyngdrup Bæk og referencescenarie.

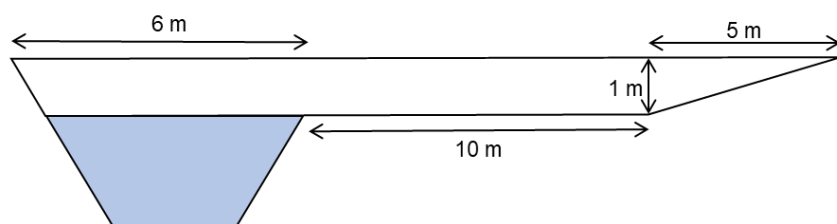
Idet en miniådal skal placeres opstrøms i mindre vandløb, er dette ikke et virkemiddel, der løser problemer med vand på terræn langs Gerå. Det vil muligvis kræve, at der blev placeret flere miniådale, forskellige udvalgte steder i vandløbssystemet. Miniådalen er et værktøj, der afhjælper problemer lokalt.

8 Scenarie 5 – Dobbeltprofil

I scenarie 5 anlægges dobbeltprofil i den ene side af Gerå langs en strækning på ca. 2 km fra st. 13.507 til st. 11.473. Tværsnitsprofilerne på strækningen ændres, således de repræsenterer et dobbeltprofil. Dræning slås fra i MIKE SHE i de gridceller langs vandløbet, hvor dobbeltprofilet findes. Af Figur 47 fremgår placeringen af dobbeltprofilet langs Gerå, og af Figur 48 fremgår udformningen af dobbeltprofilet.



Figur 47. Placering af dobbeltprofil, tværnit og celler med fjernet dræn.

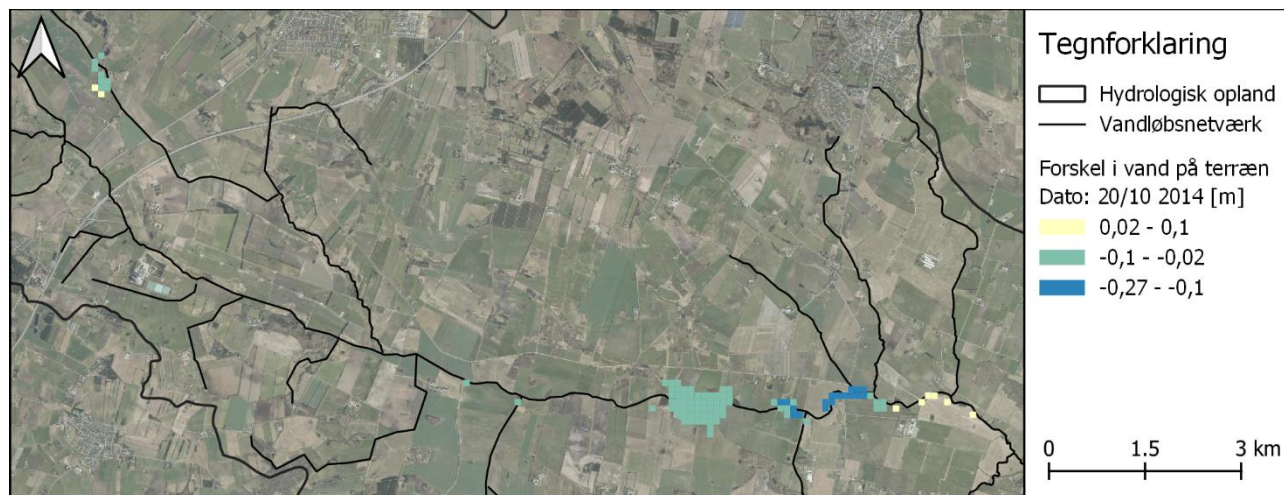


Figur 48. Dobbeltprofil i Gerå hvor den ene side er lagt ned

Ligesom ved miniådalen ændres modstanden gennem tværsnittet, således denne er høj på repoet og på brinkene, men lav i midten af vandløbet.

8.1 Vand på terræn

Scenarie 5, hvor der er lavet et dobbeltprofil nederst på Gerå, har en lille effekt på vand på terræn. Af Figur 49 ses forskellen i vand på terræn mellem scenarie 5 og referencescenariet for tidsskridt 4093, for tidsskridt 4448 var der ingen effekt.

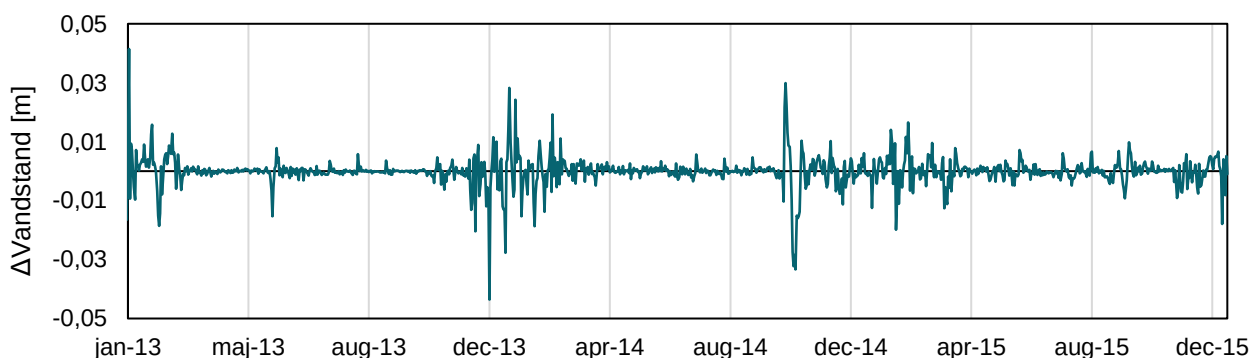


Figur 49. Forskel i vand på terræn mellem scenarie 5 og referencescenariet for tidsskridt 4093.

Af Figur 49 ses at dobbeltprofilen resultater i en højere vandstand på 2-10 cm lige nedstrøms virkemidlet i tidsskridt 4093, sammenlignet med referencescenariet. Vandstanden sænkes 2-10 cm opstrøms virkemidlet, hvor der i referencescenariet samles mest vand på terræn. Vand på terræn sænkes med 27-10 cm lige nedstrøms samt i første del af placeringen for virkemidlet.

8.2 Vandstand og vandføring i vandløb

Ved målestationen placeret i Gerås st. 7071, sammenlignes vandføring og vandspejl mellem scenarie 5 og referencescenariet. Middel- og minimumsvandstanden i perioden 1/1 2013 – 1/1 2016 påvirkes ikke, og maksimumvandstanden øges med 3 cm. Af Figur 50 ses forskellen mellem de to scenarier, hvoraf det fremgår, at vandstanden er op til knap 3 cm højere og 4,5 cm lavere end samme tidspunkt for referencescenariet. Der ved er der næsten ingen påvirkning på vandstanden ved målestationen.



Figur 50. Forskel mellem vandstand i vandløb ved målestation mellem referencescenarie og scenarie 5 i perioden 1/1 2013 – 1/1 2016.

Dobbeltprofilen har en meget lille påvirkning på vandføringen ved målestationen, middel-, min- og maksimumvandføringen mindskes med 2-9 l/s sammenlignet med referencescenariet. Afstrømningen undersøges ikke yderligere for dette virkemiddel, idet der ikke ses nogen nævneværdig effekt.

9 Konklusion og sammenfatning

I Danmark er det især flade og lavtliggende områder som Gerå, som er udsatte ved utilstrækkelig afvanding i vandløbene. Der vil altid forekomme nedbørshændelser, hvorved der opstår vand på terræn men ved at vælge de rette virkemidler, ønskes det at mindske risikoen for, at jorder er vandlidende igennem længere perioder, samt mindske udbredelsen af vand på terræn. De fem virkemidler er ved hydrogeologisk modellering (MIKE SHE koblet til MIKE HYDRO River) blevet testet i Gerå, og resultaterne viser, at virkemidlerne påvirker områdets hydrologi forskelligt. Ingen af virkemidlerne resulterer i at vand på terræn og vandlidende jorder kan undgås fuldstændig.

Miniådalen var det virkemiddel med mindst effekt, hvilket er et resultat af placeringen langt oppe i en sidegren. Dette virkemiddel virker generelt lokalt og benyttes i sidegrene til hovedløb. Skal det anvendes i Gerå og have en positiv effekt på de oversvømmede og vandlidende jorder, vil der forventeligt skulle placeres flere miniådale i udvalgte sidegrene. Effekten heraf er ikke undersøgt i nærværende rapport. Hverken vand på terræn eller grundvandsstanden i oplandet, samt vandstanden i Gerå blev påvirket af at placere en miniådal i Lyngdrup Bæk. Virkemidlet havde minimal lokal effekt.

Dobbeltprofilet som virkemiddel i Gerå havde en lille effekt på vandstanden for vand på terræn ved større oversvømmelseshændelser. Dobbeltprofilet har ingen påvirkning på grundvandsstanden i området og en meget lille effekt på vandstanden i Gerå nedstrøms virkemidlet. Idet dobbeltprofilet resulterede i mindre vand på terræn opstrøms og mere vand nedstrøms virkemidlet, kan det overvejes at placere dobbeltprofilet over en længere strækning eller et andet sted på Gerå. Det er muligt, at effekten af virkemidlet herved vil være større.

Vandparkerings langs den mest vandførende sidegren Hjallerup Å gav et permanent vandspejl i dette område med en middelvandstand på op til 50 cm primært grundet de sænkede terrænkoter. Virkemidlets effekt ift. vand på terræn kunne ses langs hele Gerå. Vandstanden blev sænket med op til 10 cm og op til 23 cm i enkelte områder. Grundvandsspejlet blev også sænket på den ene side af Hjallerup Å, idet der skabes et sort opbevaringsvolumen i vandparkerings, hvortil der kan drænes fra omkringliggende områder.

Vådområdet placeret midt på Gerå gav ligeledes et permanent vandspejl for vand på terræn i dette område på op til 1 meter i middelvandstand for den simulerede periode. Sammenlignet med referencescenariet var udbredelsen af vand på terræn omkring vådområdet og bagud i systemet større, imens vand på terræn nedstrøms vådområdet blev reduceret. Grundvandsspejlet står højere i op til ca. 500 meter fra vådområdet, og det gennemsnitlige grundvandsspejl omkring vådområdet stiger op til 2 meter. Nedstrøms i Gerå ses vandstanden i vandløbet at blive påvirket, således peaks udjævnes og der opnås desuden knap så høje vandføringer.

Ved oprensning af Gerå opnås den største effekt i forhold til at sænke vandspejlet og minimere vand på terræn. Når hele Gerå inklusiv naturvandløbet, som findes på det sidste stykke ned mod udløb, oprenses, har det en stor effekt på vand på terræn. For scenarie 1a og 1b reduceres det oversvømmede areal med op til hhv. 13% og 14%. Langs midten af Gerå ses især en effekt, men nedstrøms tættere ved målestationen ses ingen. Langs Hjallerup Å har oprensning af Gerå heller ikke en effekt ift. vand på terræn. Ingen af oprensningsscenarierne påvirker grundvandsstanden i området. Vandstanden i Gerå bliver derimod sænket i knap 90% af tiden i scenarie 1b og er op til 29,6 cm lavere end referencescenariet. Især hen over vinteren, hvor der opstår høje peaks, er der i scenarie 1b en lavere vandstand. For scenarie 1a ses ikke denne påvirkning af vandstanden, hvilket tyder på at naturvandløbsstrækningen skaber en flaskehalseffekt for afvandingen i vandløbet.

10 Litteratur

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

Nørgaard, L. B. (2020a). *Forundersøgelse af Gerå's hydrologiske opland, Landskabsanalyse og systembeskrivelse*. SEGES

Støttet af
Promilleafgiftsfonden for landbrug