

Silkeborg, Viborg, Favrskov og Randers Kommune

Notat nr. 2016-3

Sammenstilling af analyser af udvalgte grødeskæringsscenarier som oplæg til beslutning om fremtidig grødeskæringspraksis i Gudenåen fra Silkeborg til Randers

Rekvirent Silkeborg Kommune
Teknik- og Miljøafdelingen
Søvej 3
8600 Silkeborg

Rådgiver Orbicon A/S
Jens Juuls Vej 16
8260 Viby J

Projektnummer 1321600372
Projektleder Bjarne Moeslund
Beregninger Klaus Schlünsen
Kvalitetssikring Lars Bo Christensen
Revisionsnr. Endelig
Godkendt af Simon Grünfeld
Udgivet 16-12-2016

INDHOLDSFORTEGNELSE

Indledning	3
1. Resumé af analysen af vandstandsændringen i perioden 2000-2015	4
2. Analyse af grødeskæringsscenarier	5
2.1. Præsentation af resultaterne af scenarieanalyserne	7
3. Tvilumbro	9
4. Ulstrup.....	32
5. Kongensbro	54
6. Bemærkninger til scenarieanalyserne.....	60
6.1. Mulige skift i grødesammensætningen	61
6.2. Resultaternes robusthed	62

INDLEDNING

I forbindelse med den igangværende revision af vandløbsregulativet for Gudenåen mellem Silkeborg og Randers lod de fire kommuner (Silkeborg, Favrskov, Viborg og Randers) ultimo 2015 gennemføre en analyse af, hvordan sommervandstanden i åen har ændret sig som følge af det markante skifte i grødetilstanden, der fandt sted i 2007-2008.

Denne analyse blev ledsaget af en analyse af, hvor langt i retning af de tidligere sommervandstande man kan komme gennem grødeskæring i forskellige strømløbdebredder og med forskellige intensiteter (antal grødeskæringer).

Disse analyser er afrapporteret i *"Notat nr. 2016-2: 1. Analyse af udviklingen i sommervandstanden i Gudenåen i perioden 2000-2015. 2. Analyse af mulighederne for at genskabe vandstands niveauet fra før den ændrede grødetilstand i 2007 gennem grødeskæring"* med tilhørende *"Ikke-teknisk resumé"*.

I forlængelse af ovennævnte analyser har de fire kommuner ønsket en analyse af yderligere et antal grødeskæringsscenarier, heriblandt den nuværende grødeskæringspraksis. Disse analyser er sammen med de tidligere analyser præsenteret og vurderet i dette notat.

Til støtte for vurderingen af de forskellige grødeskæringsscenariers effekter på vandstanden er der fra Notat 2016-2 medtaget en kortfattet beskrivelse af vandstandsudviklingen siden 2000.

1. RESUMÉ AF ANALYSEN AF VANDSTANDSÆNDRINGEN I PERIODEN 2000-2015

Analysen er foretaget på grundlag af data fra de to vandløbsmålestationer ved henholdsvis Tvilumbro (repræsenterende strækningen fra Silkeborg til Tange Sø) og ved Ulstrup (repræsenterende strækningen fra Tange Sø til Langå).

Analysen viser, at ændringen af grødetilstanden fra før til efter 2008 er markant. Normalvandstanden i sommerperioden (sommermedian af målte vandstande juni - september) er øget med 58 cm på stationen ved Tvilumbro. På stationen ved Ulstrup er ændringerne mindre markante, men normalvandstanden er dog øget med 34 cm. Vandstandsstationen ved Kongensbro blev etableret i 2011, og der foreligger derfor ikke data fra denne station, der beskriver vandstandsforholdene ved Kongensbro i perioden før ændringen af grødetilstanden.

Den markante ændring af sommervandstanden ved Tvilumbro svarer godt overens med de observerede ændringer af grødetilstanden. Der er ganske vist ikke lavet detaljerede kortlægninger af grødens tilstand efter det markante skift i 2008, men med reference til Gudenåkomiteens vegetationsundersøgelse i 2001 har det ved efterfølgende tilsyn med åen kunnet konstateres, at der på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø er sket en meget markant øgning af grødens dækningsgrad, og at mængden af grøde gennem hele perioden 2008-2015 har været meget højere end i den forudgående periode (2000-2007). Eller sagt på en anden måde, så var vandføringsevnen og vandstanden i udgangspunktet kun påvirket af lidt grøde på strækningen opstrøms Tange Sø, da ændringen af grødetilstanden fandt sted i 2008 som følge af klarere vand i åen.

De gennemførte tilsyn med åen har sammenholdt med ovennævnte grødeundersøgelse fra 2001 desuden vist, at der på strækningen fra Tange Sø til Langå er sket en mindre markant øgning af grødens dækningsgrad, og at mængden af grøde gennem hele perioden 2008-2015 kun har været lidt højere end i den forudgående periode. Det betyder, at vandføringsevnen og vandstanden på strækningen nedstrøms Tange Sø var påvirket af væsentlig mere grøde i udgangspunktet (set i forhold til stationen ved Tvilumbro), da ændringen af grødetilstanden fandt sted i 2008 som følge af det pludseligt klarere vand i åen.

På strækningen opstrøms Tange Sø er der således sket en meget markant øgning af grødemængden og en tilsvarende markant øgning af sommervandstanden, mens der på strækningen nedstrøms Tange Sø er sket en mindre markant øgning af grødemængden og en mindre markant øgning af sommervandstanden.

2. ANALYSE AF GRØDESKÆRINGSSCENARIER

Det er i samarbejde med de 4 kommuner valgt at gennemføre analyse af en række scenarier, som alle belyser effekten af forskellige former for grødeskæring i Gudenåen. For strækningerne både op- og nedstrøms Tange Sø blev der i første omgang analyseret scenarier med 2, 3 og 4 årlige grødeskæringer i 15 meters bredde samt scenarier med 2 og 3 årlige grødeskæringer i 25 meters bredde.

Disse analyser er afrapporteret i *"Notat nr. 2016-2: 1. Analyse af udviklingen i sommervandstanden i Gudenåen i perioden 2000-2015. 2. Analyse af mulighederne for at genskabe vandstands niveauet fra før den ændrede grødetilstand i 2007 gennem grødeskæring"* med tilhørende *"Ikke-teknisk resumé"*.

Der er i nærværende notat beskrevet analyser af følgende supplerende scenarier:

- 1 årlig skæring i 7 meters bredde fra Silkeborg til Borre Å og 1 årlig skæring i 10 meters bredde nedstrøms Tange Sø (= regulativmæssig skæring i medfør af det gældende regulativ).
- 2 årlige skæringer i 7 meters bredde fra Silkeborg til Borre Å og 2 årlige skæringer i 10 meters bredde nedstrøms Tange Sø.
- 2 årlige skæringer i 10 meters bredde fra Silkeborg til Borre Å og 2 årlige skæringer i 10 meters bredde nedstrøms Tange Sø.
- 2 årlige skæringer i 7 meters bredde fra Silkeborg til Kongensbro i kombination med 2 årlige skæringer i 10 meters bredde fra Kongensbro til Borre Å.

I forbindelse med analysen af de supplerende scenarier er de tidligere analyserede scenarier blevet genberegnet under anvendelse af data fra perioden 2012-2015. I dette notat er samtlige scenarier derfor analyseret på grundlag af data fra 2012-2015.

Grødemodellerne er i samtlige scenarieanalyser udarbejdet på grundlag af data fra perioden 2012-2015, i hvilken periode grødetilstanden i åen vurderes at have nået et mere stabilt niveau, efter at have været under udvikling i årene efter at vandet i åen blev mere klart. De beregnede vandstande i de forskellige scenarier korresponderer derfor med de gennemsnitlige målte vandstande i perioden 2012-2015.

I de opstillede scenarier er terminerne for grødeskæringerne lagt således, at der altid er en måned mellem to på hinanden følgende skæringer. Skæringerne er i alle tilfælde planlagt til udførelse enten den 1. eller den 15. i den måned, hvor de skal gennemføres. Tidspunktet for 1. grødeskæring varierer

i forhold til, hvor mange skæringer det enkelte scenarie indeholder, idet alle skæringer dog gennemføres i grødens primære vækstsæson, som er juni - september. I de supplerende beregninger i nærværende notat er der af hensyn til sammenligneligheden med de tidligere analyserede scenarier foretaget analyse af grødeskæringsscenarier med skæringer medio juni og medio juli.

Grødemodellerne, som er anvendt til konsekvensberegningerne, er baseret på de konkrete måldata for vandstand og vandføring samt kendskab til virkningerne af de grødeskæringer, der er gennemført i Gudenåen. Desuden er inddraget viden fra undersøgelser af grødeskæringer i andre vandløb. Beregningerne ved hjælp af modellerne giver derfor på baggrund af eksisterende viden og data de bedste bud på de resulterende vandstandsforhold i de analyserede scenarier.

De målte vandstande ved Tvilumbro er resultater af den gennemførte regulativmæssige grødeskæringspraksis i perioden 2012-2015 med 1 gange skæring i 7 meter bred strømrønde primo juli, og de korresponderer derfor direkte med de beregnede (modellerede) vandstande i scenariet med skæring i 7 meter bred strømrønde. På tilsvarende vis korresponderer de målte vandstande ved Ulstrup med de beregnede vandstande ved 1 gange skæring i 10 meter bred strømrønde medio august.

Beregningerne viser, at der kun er lille forskel mellem de målte vandstande i perioden 2012-2015 og de beregnede vandstande i scenariet "1 gange grødeskæring i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrønde", se tabel 2.1.

	Median	75 % fraktil	90 % fraktil
Tvilumbro			
Målte vandstande 2012-2015 (DVR90)	17,35	17,46	17,60
Beregnede vandstande ved 1 gange skæring i 7 meter bred strømrønde (DVR90)	17,31	17,42	17,53
Differens (meter)	0,04	0,04	0,07
Ulstrup			
Målte vandstande 2012-2015 (DVR90)	2,16	2,36	2,60
Beregnede vandstande ved 1 gange skæring i 10 meter bred strømrønde (DVR90)	2,15	2,30	2,46
Differens (meter)	0,01	0,06	0,14

Tabel 2.1. Oversigt over målte vandspejlskoter (sommermedian) i forhold til beregnede vandspejlskoter (sommermedian) i scenariet "1 gange skæring i 7 meter bred strømrønde" (Tvilumbro) og "1 gange skæring i 10 meter bred strømrønde" (Ulstrup).

Den gode overensstemmelse mellem beregnet vandstand ved skæring 1 gang i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrønde og målt vandstand ved praktisering af regulativmæssig skæring 1 gang i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrønde viser, at grødemodellen giver et retvisende grundlag for beregning af grødens og grødeskæringens effekt på vandstanden.

Det er på den baggrund valgt at benytte de beregnede vandstande ved 1 gange skæring i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrønde som sammenligningsgrundlag (reference) for samtlige øvrige grødeskæringsscenarier.

Derved får man et billede af, hvordan de forskellige grødeskæringsscenarier med det samme datagrundlag påvirker vandstanden i forhold til hinanden, og ikke i forhold til en vandstand, der er beregnet på grundlag af data fra en anden periode.

Idet det primære formål med scenarieanalyserne er at undersøge, hvor langt i retning af de tidligere sommervandstande, man kan nå gennem grødeskæring, sammenlignes resultaterne af scenarieanalyserne grafisk med de gennemsnitlige målte sommervandstande for perioden 2000-2007, som repræsenterer tiden før det markante skift i grødetilstanden, og hvor der ikke blev gennemført grødeskæring i Gudenåen.

For strækningen ved Kongensbro foreligger der ingen data, der beskriver vandstandsforholdene i perioden før 2008, hvorfor der ikke foreligger en vandstandsmæssig reference for perioden før den markante ændring af grødetilstanden.

2.1. Præsentation af resultaterne af scenarieanalyserne

De gennemførte analyser beskriver de gennemsnitlige effekter af grødeskæringen på vandstanden, beregnet på grundlag af gennemsnitlige grødemodeller og gennemsnitlige målte vandstande. Specifikke grødeskæringsscenarier (bestemte terminer og strømrøndebredder) kan derfor have forskellige effekter på vandstanden i forskellige år, selv hvis man tager højde for uens vandføring i de enkelte år.

Det betyder, at man skal se resultaterne af scenarieanalyserne med forbehold for, at sommervandstanden ved en given grødeskæringspraksis i nogle år vil kunne ligge lavere end beregnet, og i andre år højere end beregnet, og med forbehold for, at grødemodellerne afspejler de faktiske forhold bedre i nogle år end i andre. Dette forhold er tydeligt illustreret i forskellen mellem de gennemsnitlige sommervandstande for perioden 2008-2015 og perioden 2012-2015.

Resultaterne af beregningerne af de vandstandsmæssige konsekvenser af de analyserede grødeskæringsscenarier er præsenteret grafisk og på tabel-form.

Graferne indeholder foruden vandstandskurverne i de enkelte scenarier også kurver, der viser gennemsnittet af målte vandstande i perioderne 2000-2007 (perioden før ændringen af grødestilstanden), 2008-2015 (hele perioden fra ændringen af grødestilstanden) og 2012-2015 (perioden med formodet stabilisering af grødestilstanden). Disse kurver giver mulighed for at se de forskellige grødeskæringsscenarier i forhold til dels tiden før ændringen af grødestilstanden og dels tiden efter ændringen af grødestilstanden.

Det bemærkes i forhold til vandstandskurverne i de enkelte scenarier for strækningen nedstrøms Tange Sø (Ulstrup), at de beregnede vandstande sidst i september overstiger de målte vandstande. Denne uoverensstemmelse hænger sammen med, at de opstillede grødemodeller 1) er udtryk for en gennemsnitlig grødestilstand, 2) er behæftet med en vis unøjagtighed og 3) har vanskeligt ved at beskrive grødestilstanden korrekt i randen af modelperioden.

Til støtte for vurderingen af scenariernes kvantitative effekter er der i tilknytning til hver figur med grafisk fremstilling af resultaterne for sommeren som helhed givet grafer og tabeller, der viser, hvor store vandstandssænkninger, der kan opnås ved at intensivere grødeskæringen i forhold til den nuværende, regulativbestemte grødeskæring. Disse grafer og tabeller giver dermed et billede af de vandstandsmæssige effekter af de enkelte scenarier i forhold til hinanden, hvilket gør det muligt at vurdere, hvilke sænkninger af sommervandstanden, der kan opnås ved at gå fra den nuværende grødeskæringspraksis til en af de øvrige analyserede praksisser.

Grafer og tabeller viser, hvordan de forskellige grødeskæringsscenarier med reference til den regulativbestemte grødeskæring påvirker

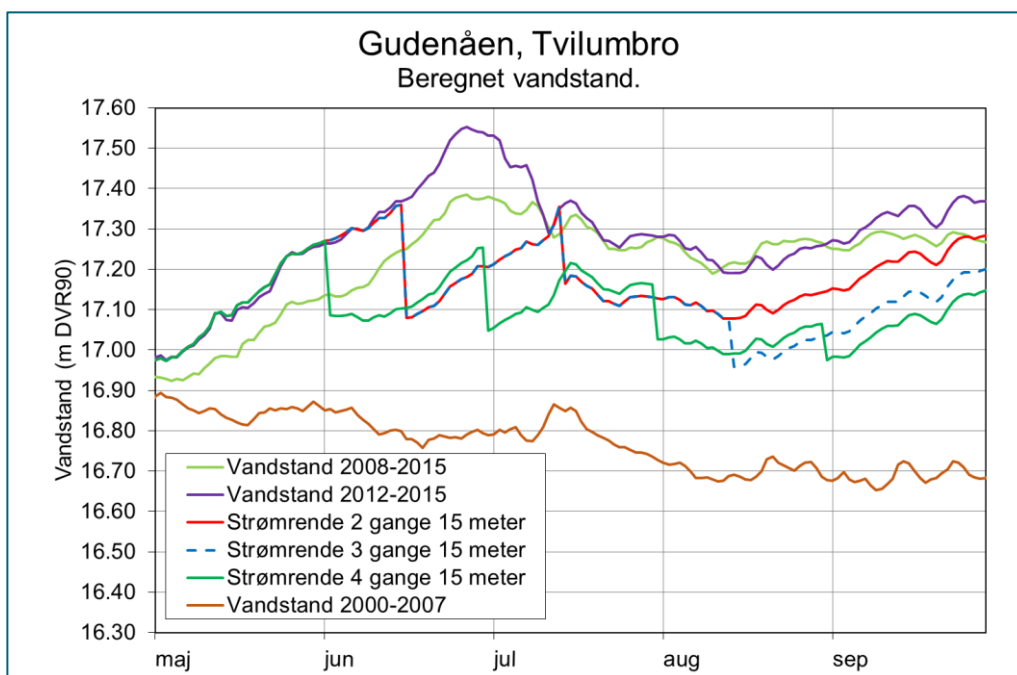
1. Medianvandstanden og 75 og 90 % fraktilerne af beregnede vandstande i perioden maj-september
2. Beregnet månedsmiddelvandstand i perioden maj-september
3. Beregnet månedsmaksimumsvandstand (én værdi pr. måned)
4. Vandstandsmæssige differenser mellem nuværende praksis og de analyserede praksisser

på de tre lokaliteter Tvilumbro, Kongensbro og Ulstrup.

Differensberegningerne giver måned for måned et billede af, hvordan såvel månedsmiddelvandstanden som månedsmaksimumsvandstanden forventes at ligge i forhold til nuværende grødeskæringspraksis.

3. TVILUMBRO

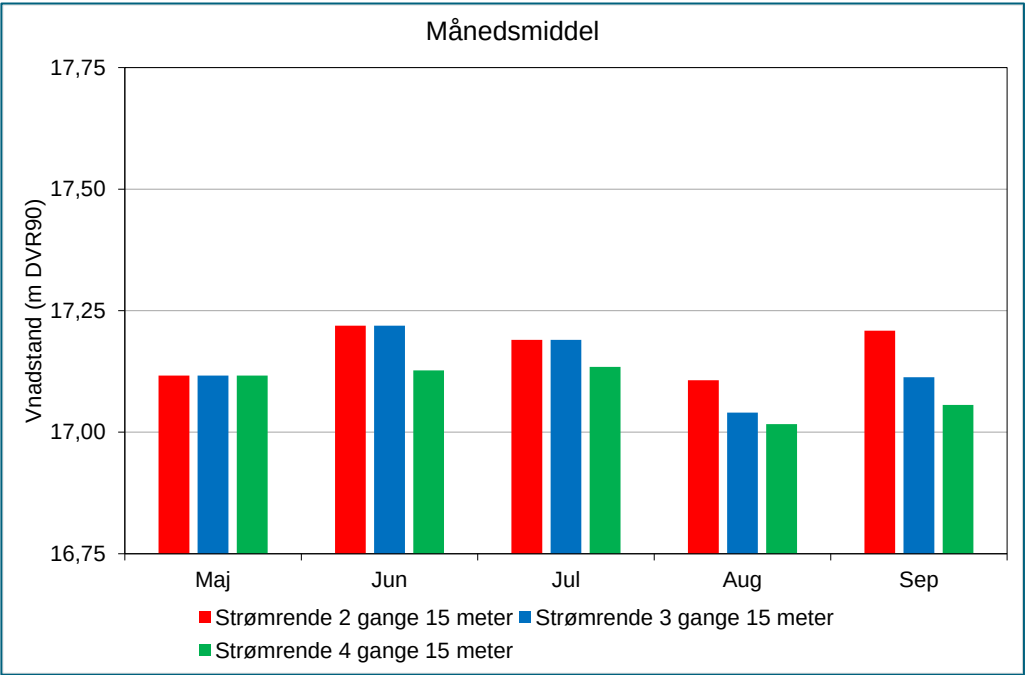
Beregningerne for Tvilumbro viser, at medianvandstanden for sommerperioden (juni - september) ved gennemførelse af de mest omfattende scenarier med 4 årlige grødeskæringer i 15 meters bredde eller 3 årlige grødeskæringer i 25 meters bredde vil kunne sænkes med 21-26 cm set i forhold til den beregnede medianvandstand ved 1 skæring i 7 meter bred strømrønde (nuværende regulativbestemte praksis), se figur 3.1 - 3.5 og tabel 3.1 - 3.5 samt figur 3.6 - 3.10 og tabel 3.6 - 3.10.



Figur 3.1. Målte vandstande præsenteret som gennemsnit for perioderne 2000-2007, 2008-2015 og 2012-2015 samt beregnede vandstande for scenarier med gennemførelse af 2, 3 og 4 årlige grødeskæringer i en 15 meter bred strømrønde.

Grødeskæringsscenarie	Beregnet vandstandsændring (cm) i forhold til regulativmæssig skæring i 1 gange 7 meter bred strømrønde		
	Median	75 % fraktil	90 % fraktil
2 gange 15 meter strømrønde	-14	-17	-14
3 gange 15 meter strømrønde	-20	-17	-18
4 gange 15 meter strømrønde	-21	-26	-26

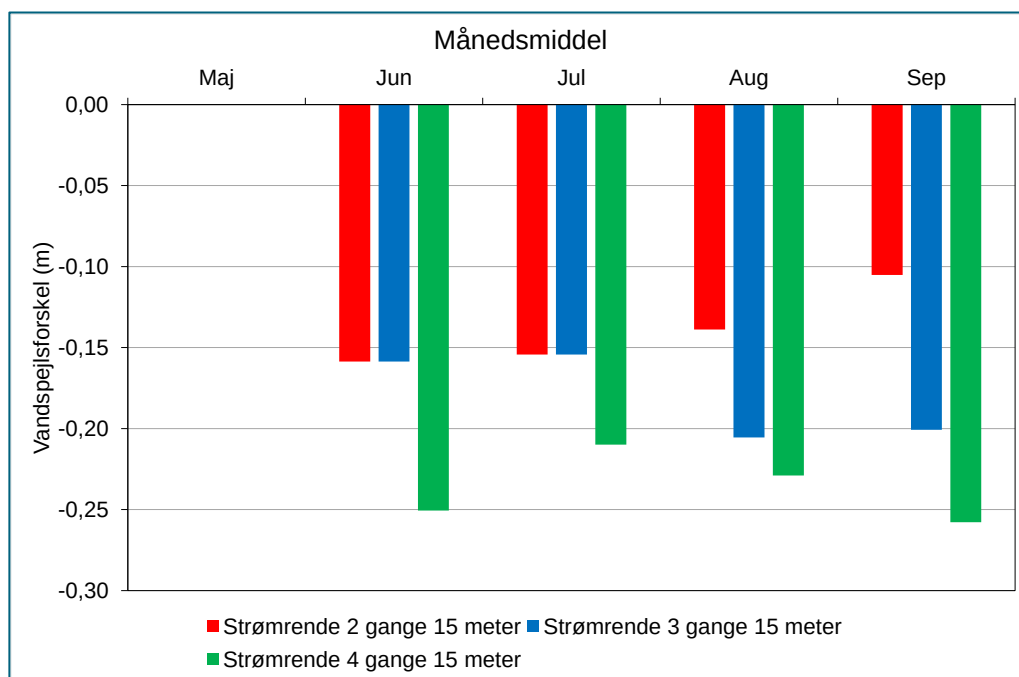
Tabel 3.1. Beregnede ændringer af sommermedianvandstanden ved skæring i 2, 3 og 4 gange 15 meter bred strømrønde i forhold til beregnet sommermedianvandstand ved skæring i 1 gange 7 meter bred strømrønde (nuværende regulativbestemte praksis). Værdierne er beregnet på grundlag af data fra perioden 2012-2015.



Figur 3.2. Beregnede månedsmiddelvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2, 3 og 4 grødeskæringer i 15 meter bred strømrende.

Månedsmiddelvandstand (DVR90)	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrende 2 gange 15 meter	17,12	17,22	17,19	17,11	17,21
Strømrende 3 gange 15 meter	17,12	17,22	17,19	17,04	17,11
Strømrende 4 gange 15 meter	17,12	17,13	17,13	17,02	17,06

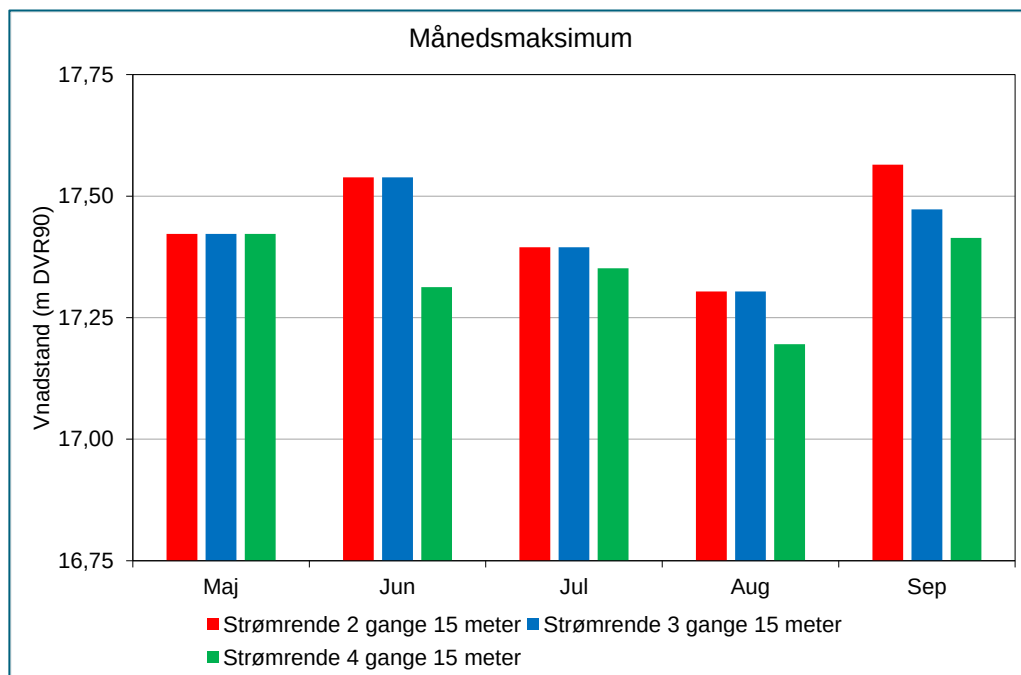
Tabel 3.2. Beregnede månedsmiddelvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2, 3 og 4 grødeskæringer i 15 meter bred strømrende.



Figur 3.3. Differensplot, der viser, hvordan 2, 3 og 4 grødeskæringer i 15 meter bred strømrende påvirker månedsmiddelvandstanden i forhold til 1 skæring i 7 meter bred strømrende (Regulativ).

Differens	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrende 2 gange 15 meter	0,00	-0,16	-0,15	-0,14	-0,11
Strømrende 3 gange 15 meter	0,00	-0,16	-0,15	-0,21	-0,20
Strømrende 4 gange 15 meter	0,00	-0,25	-0,21	-0,23	-0,26

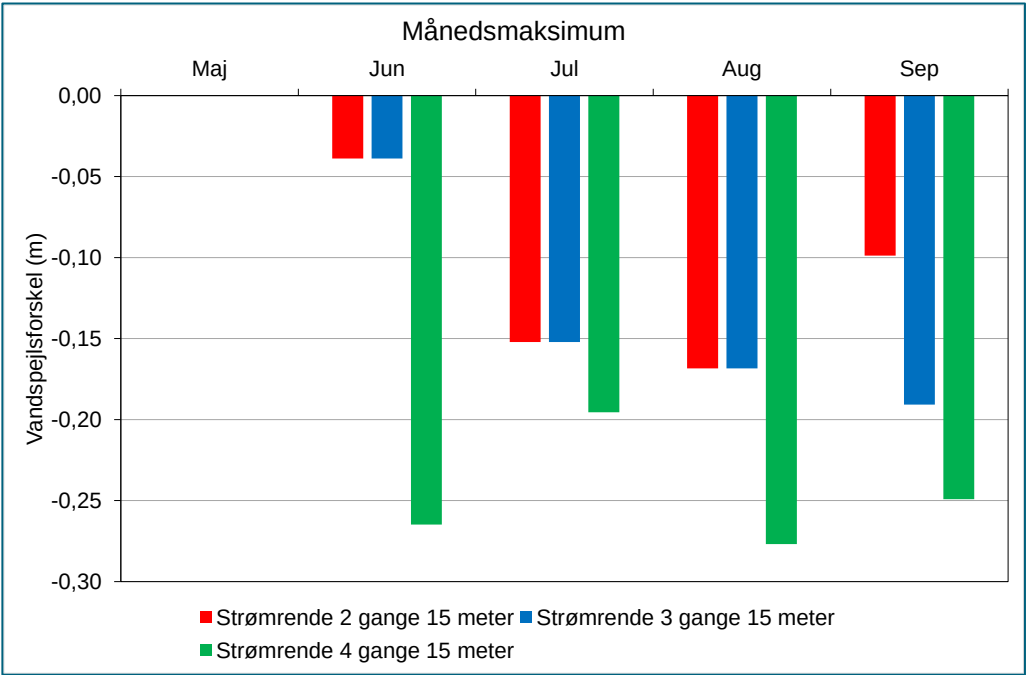
Tabel 3.3. Talmæssige differenser mellem månedsmiddelvandstandene ved 2, 3 og 4 grødeskæringer i 15 meter bred strømrende og 1 grødeskæring i 7 meter bred strømrende (Regulativ).



Figur 3.4. Beregnede månedsmaksimumsvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2, 3 og 4 grødeskæringer i 15 meter bred strømrende.

Månedsmaksimumsvandstand (DVR90)	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrende 2 gange 15 meter	17,42	17,54	17,39	17,30	17,56
Strømrende 3 gange 15 meter	17,42	17,54	17,39	17,30	17,47
Strømrende 4 gange 15 meter	17,42	17,31	17,35	17,20	17,41

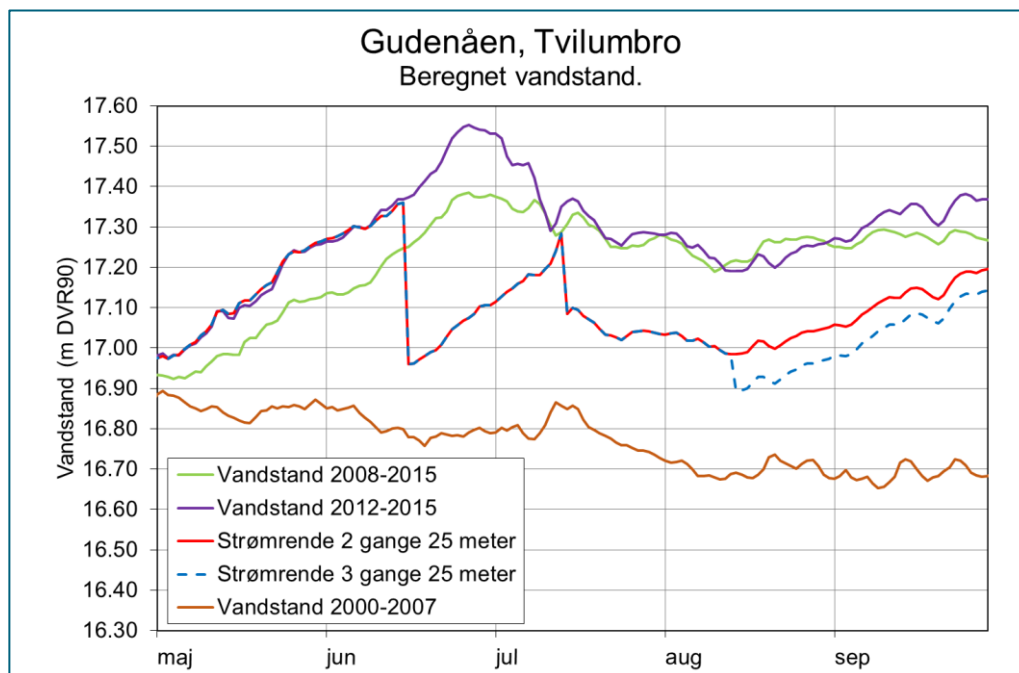
Tabel 3.4. Beregnede månedsmaksimumsvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2, 3 og 4 grødeskæringer i 15 meter bred strømrende.



Figur 3.5. Differensplot, der viser, hvordan 2, 3 og 4 grødeskæringer i 15 meter bred strømrende påvirker månedsmaksimumsvandstanden i forhold til 1 skæring i 7 meter bred strømrende (Regulativ).

Differens	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrende 2 gange 15 meter	0,00	-0,04	-0,15	-0,17	-0,10
Strømrende 3 gange 15 meter	0,00	-0,04	-0,15	-0,17	-0,19
Strømrende 4 gange 15 meter	0,00	-0,26	-0,20	-0,28	-0,25

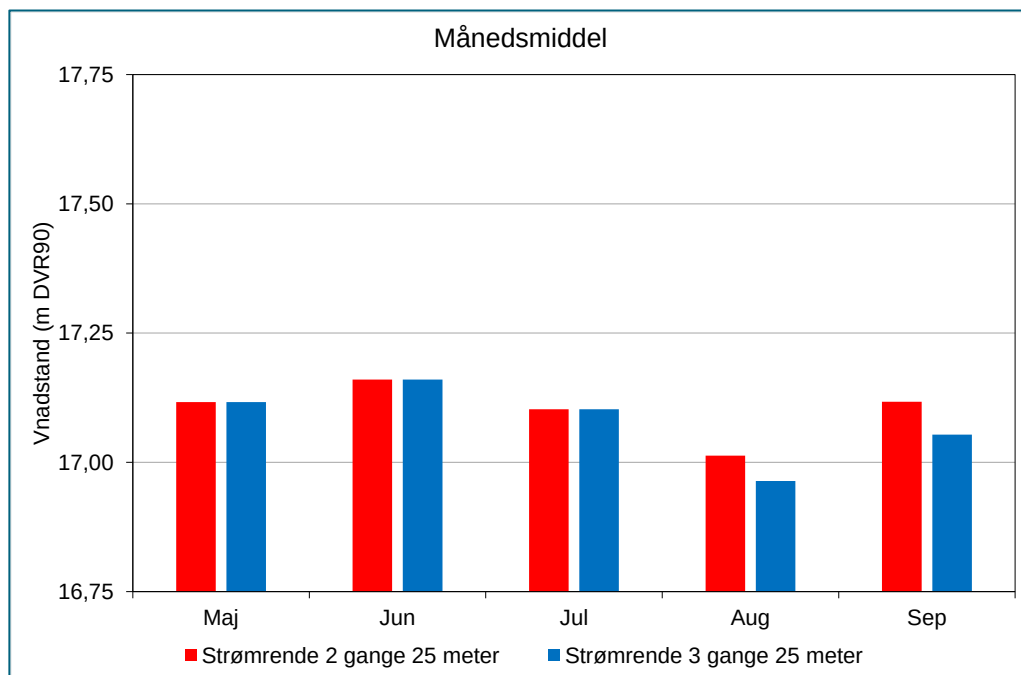
Tabel 3.5. Talmæssige differenser mellem månedsmaksimumsvandstandene ved 2, 3 og 4 grødeskæringer i 15 meter bred strømrende og 1 grødeskæring i 7 meter bred strømrende (Regulativ).



Figur 3.6. Målte vandstande præsenteret som gennemsnit for perioderne 2000-2007, 2008-2015 og 2012-2015 samt beregnede vandstande for scenarier med gennemførelse af 2 og 3 grødeskæringer i en strømrendebredde på 25 meter.

Grødeskæringsscenarie	Beregnet vandstandsændring (cm) i forhold til regulativmæssig skæring i 1 gange 7 meter bred strømrende		
	Median	75 % fraktil	90 % fraktil
2 gange 25 meter strømrende	-23	-25	-19
3 gange 25 meter strømrende	-27	-26	-21

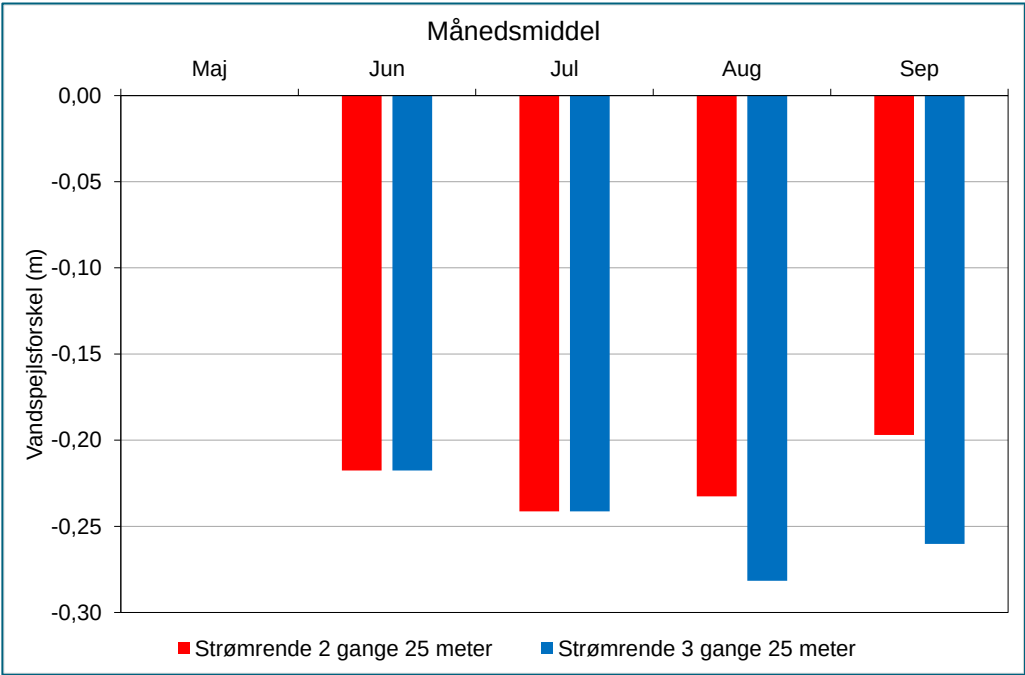
Tabel 3.6. Beregnede ændringer af sommermedianvandstanden ved grødeskæring i 2 og 3 gange 25 meter bred strømrende i forhold til beregnet sommermedianvandstand ved skæring i 1 gange 7 meter bred strømrende (nuværende regulativbestemte praksis). Værdierne er beregnet på grundlag af data fra perioden 2012-2015.



Figur 3.7. Beregnede månedsmiddelvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2 og 3 grødeskæringer i 25 meter bred strømrrende.

Månedsmiddelvandstand (DVR90)	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrrende 2 gange 25 meter	17,12	17,16	17,10	17,01	17,12
Strømrrende 3 gange 25 meter	17,12	17,16	17,10	16,96	17,05

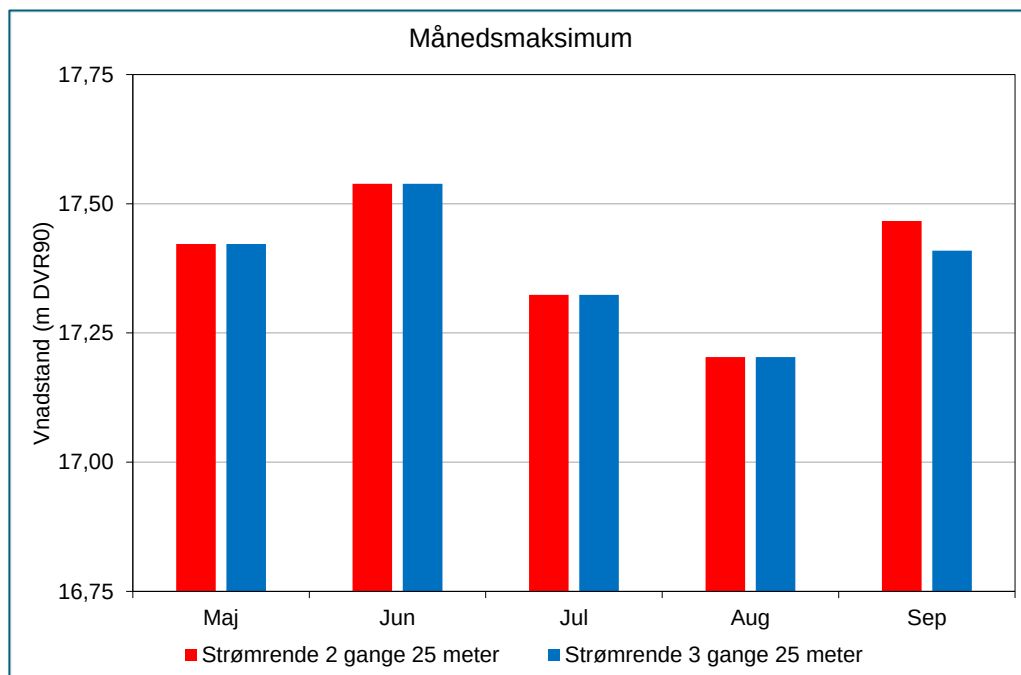
Tabel 3.7. Beregnede månedsmiddelvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2 og 3 grødeskæringer i 25 meter bred strømrrende.



Figur 3.8. Differensplot, der viser, hvordan 2 og 3 grødeskæringer i 25 meter bred strømrrende påvirker månedsmiddelvandstanden i forhold til 1 skæring i 7 meter bred strømrrende (Regulativ).

Differens	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrrende 2 gange 25 meter	0,00	-0,22	-0,24	-0,23	-0,20
Strømrrende 3 gange 25 meter	0,00	-0,22	-0,24	-0,28	-0,26

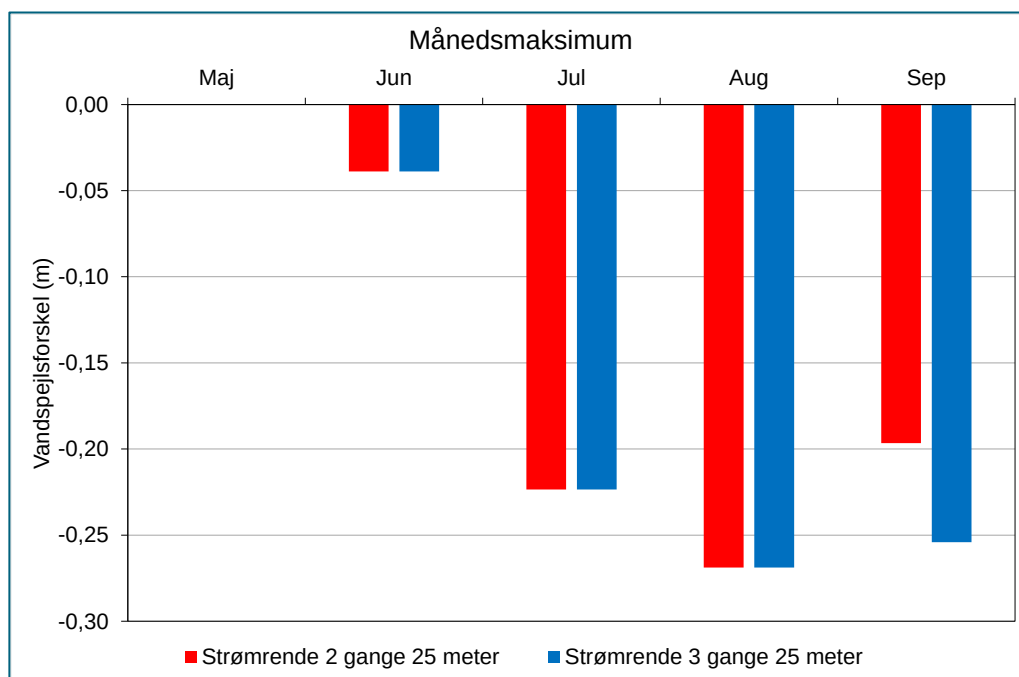
Tabel 3.8. Talmæssige differenser mellem månedsmiddelvandstandene ved 2 og 3 grødeskæringer i 25 meter bred strømrrende og 1 grødeskæring i 7 meter bred strømrrende (Regulativ).



Figur 3.9. Beregnede månedsmaksimumsvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2 og 3 grødeskæringer i 25 meter bred strømrrende.

Månedsmaksimumsvandstand (DVR90)	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrrende 2 gange 25 meter	17,42	17,54	17,32	17,20	17,47
Strømrrende 3 gange 25 meter	17,42	17,54	17,32	17,20	17,41

Tabel 3.9. Beregnede månedsmaksimumsvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2 og 3 grødeskæringer i 25 meter bred strømrrende.



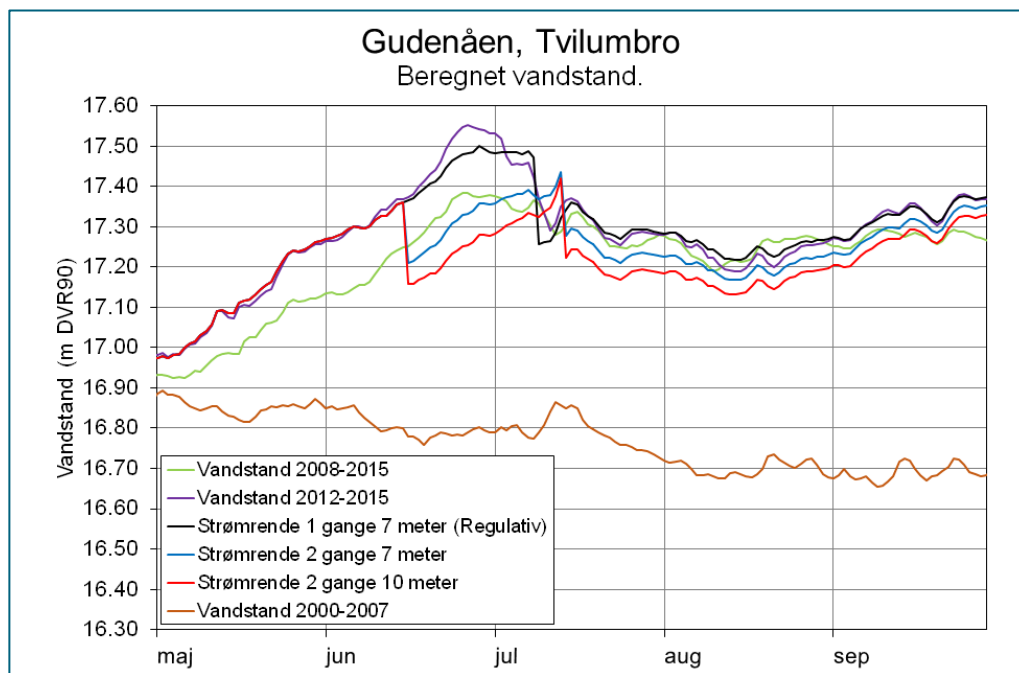
Figur 3.10. Differensplot, der viser, hvordan 2 og 3 grødeskæringer i 25 meter bred strømrrende påvirker månedsmaksimumsvandstanden i forhold til 1 skæring i 7 meter bred strømrrende (Regulativ).

Differens	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrrende 2 gange 25 meter	0,00	-0,04	-0,22	-0,27	-0,20
Strømrrende 3 gange 25 meter	0,00	-0,04	-0,22	-0,27	-0,25

Tabel 3.10. Talmæssige differenser mellem månedsmaksimumsvandstandene ved 2 og 3 grødeskæringer i 25 meter bred strømrrende og 1 grødeskæring i 7 meter bred strømrrende (Regulativ).

Disse resultater skal sammenholdes med, at sommermedianvandstanden er blevet øget med 58 cm som følge af den øgede grødemængde efter 2008. Gennemførelse af et af de mest omfattende scenarier vil således kunne bringe vandstanden mindre end halvvejs ned til niveauet før den markante ændring i grødetilstanden. Det skyldes både, at de enkelte grødeskæringer ikke sænker vandstanden tilstrækkeligt på skæringstidspunktet, og at der er genvækst mellem grødeskæringerne.

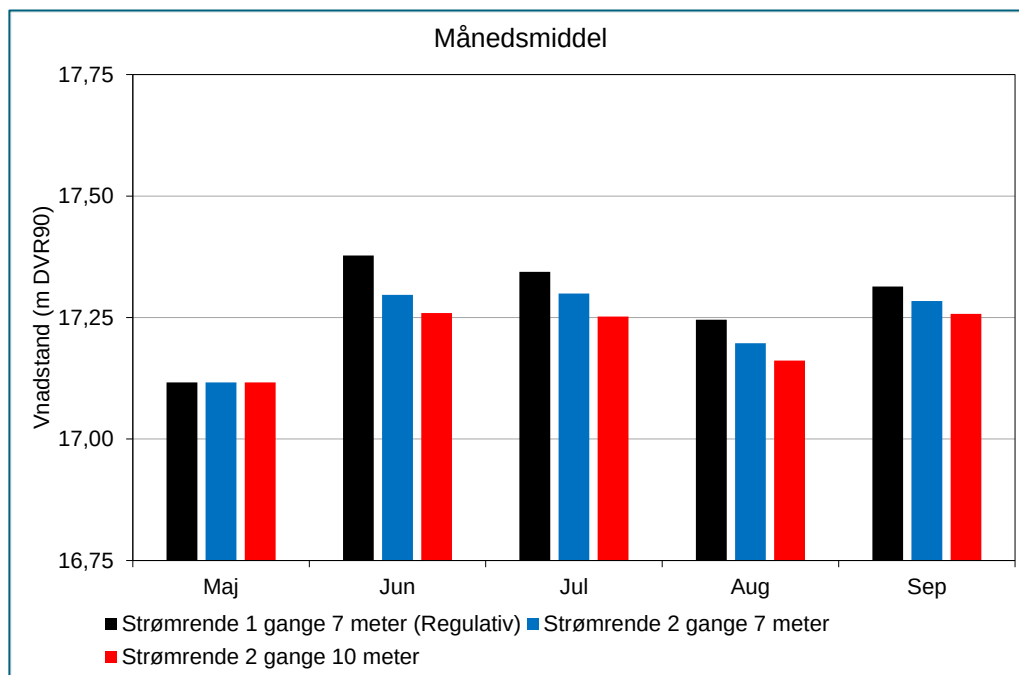
Det har som logisk konsekvens, at både 1 og 2 årlige skæringer i 7 meter bred strømrrende har en noget mindre effekt på vandstanden i sommerperioden, og at heller ikke 2 årlige skæringer i 10 meter bred strømrrende kan bringe sommervandstanden ned i nærheden af niveauet fra før 2008, se figur 3.11 – 3.15 og tabel 3.11 – 3.15.



Figur 3.11. Målte vandstande præsenteret som gennemsnit for perioderne 2000-2007, 2008-2015 og 2012-2015 og beregnede vandstande for scenarier med gennemførelse af 1 og 2 grødeskæringer i en strømrrendebredde på 7 meter og 2 skæringer i en strømrrendebredde på 10 meter.

Grødeskæringsscenarie	Beregnet vandstandsændring (cm) i forhold til regulativmæssig skæring i 1 gange 7 meter bred strømrrende		
	Median	75 % fraktil	90 % fraktil
1 gange 7 meter strømrrende	0 (reference)	0 (reference)	0 (reference)
2 gange 7 meter strømrrende	-5	-6	-9
2 gange 10 meter strømrrende	-9	-11	-12

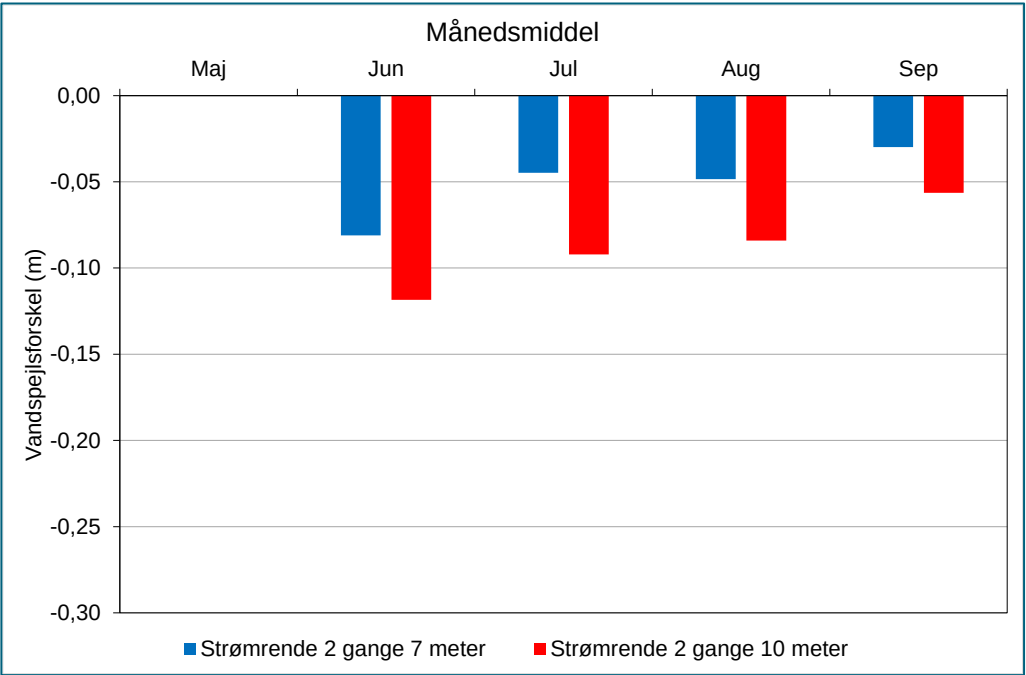
Tabel 3.11. Beregnede ændringer af sommermedianvandstanden ved skæring i 1 og 2 gange 7 meter bred strømrrende og 2 gange 10 meter bred strømrrende i forhold til beregnet sommermedianvandstand ved skæring i 1 gange 7 meter bred strømrrende (nuværende regulativbestemte praksis). Værdierne er beregnet på grundlag af data fra perioden 2012-2015.



Figur 3.12. Beregnede månedsmiddelvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 1 grødeskæring i 7 meter strømrrende (Regulativ) og 2 grødeskæringer i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrrende.

Månedsmiddelvandstand (DVR90)	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrrende 1 gange 7 meter (Regulativ)	17,12	17,38	17,34	17,25	17,31
Strømrrende 2 gange 7 meter	17,12	17,30	17,30	17,20	17,28
Strømrrende 2 gange 10 meter	17,12	17,26	17,25	17,16	17,26

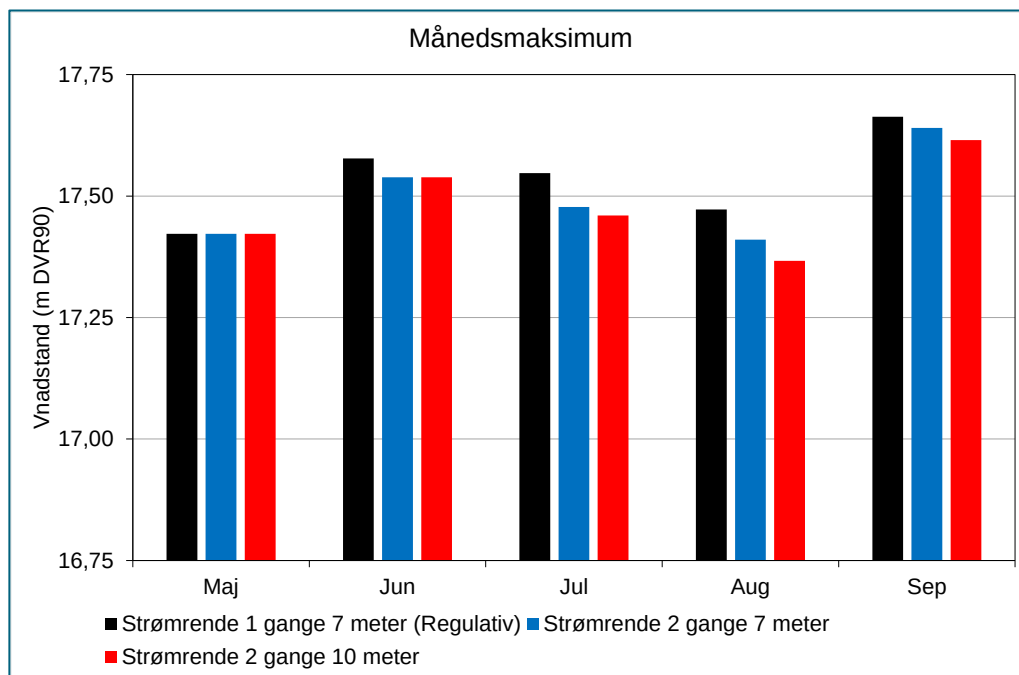
Tabel 3.12. Beregnede månedsmiddelvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 1 grødeskæring i 7 meter strømrrende (Regulativ) og 2 grødeskæringer i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrrende.



Figur 3.13. Differensplot, der viser, hvordan 2 grødeskæringer i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrrende påvirker månedsmiddelvandstanden i forhold til 1 skæring i 7 meter bred strømrrende (Regulativ).

Differens	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrrende 1 gange 7 meter (Regulativ)	Reference				
Strømrrende 2 gange 7 meter	0,00	-0,08	-0,04	-0,05	-0,03
Strømrrende 2 gange 10 meter	0,00	-0,12	-0,09	-0,08	-0,06

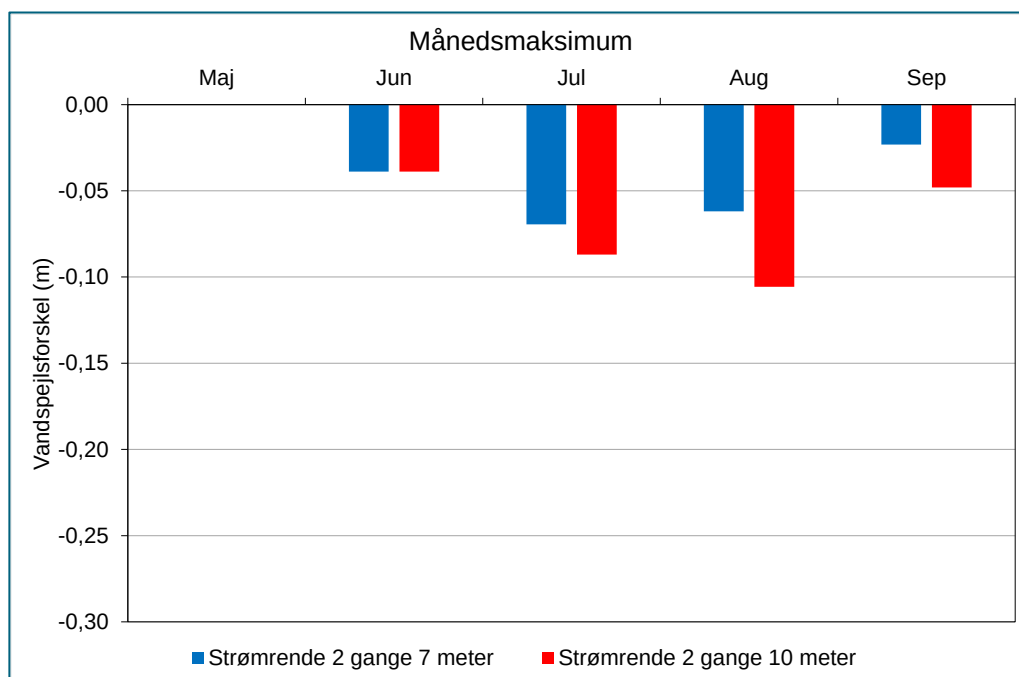
Tabel 3.13. Talmæssige differenser mellem månedsmiddelvandstandene ved 2 skæringer i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrrende og 1 grødeskæring i 7 meter bred strømrrende (Regulativ).



Figur 3.14. Beregnede månedsmaksimumsvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 1 grødeskæring i 7 meter strømrrende (Regulativ) og 2 grødeskæringer i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrrende.

Månedsmaksimumsvandstand (DVR90)	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrrende 1 gange 7 meter (Regulativ)	17,42	17,58	17,55	17,47	17,66
Strømrrende 2 gange 7 meter	17,42	17,54	17,48	17,41	17,64
Strømrrende 2 gange 10 meter	17,42	17,54	17,46	17,37	17,62

Tabel 3.14. Beregnede månedsmaksimumsvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 1 grødeskæring i 7 meter strømrrende (Regulativ) og 2 grødeskæringer i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrrende.

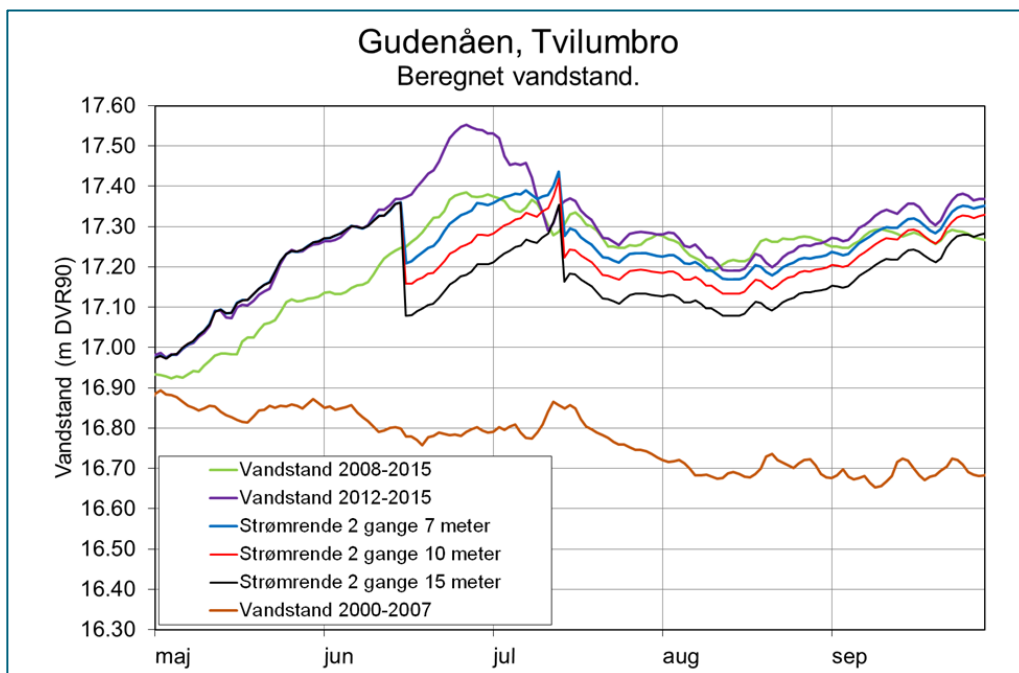


Figur 3.15. Differensplot, der viser, hvordan 2 grødeskæringer i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrrende påvirker månedsmaksimumsvandstanden i forhold til 1 skæring i 7 meter bred strømrrende (Regulativ).

Differens	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrrende 1 gange 7 meter (Regulativ)	Reference				
Strømrrende 2 gange 7 meter	0,00	-0,04	-0,07	-0,06	-0,02
Strømrrende 2 gange 10 meter	0,00	-0,04	-0,09	-0,11	-0,05

Tabel 3.15. Talmæssige differenser mellem månedsmaksimumsvandstandene ved 2 skæringer i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrrende og 1 grødeskæring i 7 meter bred strømrrende (Regulativ).

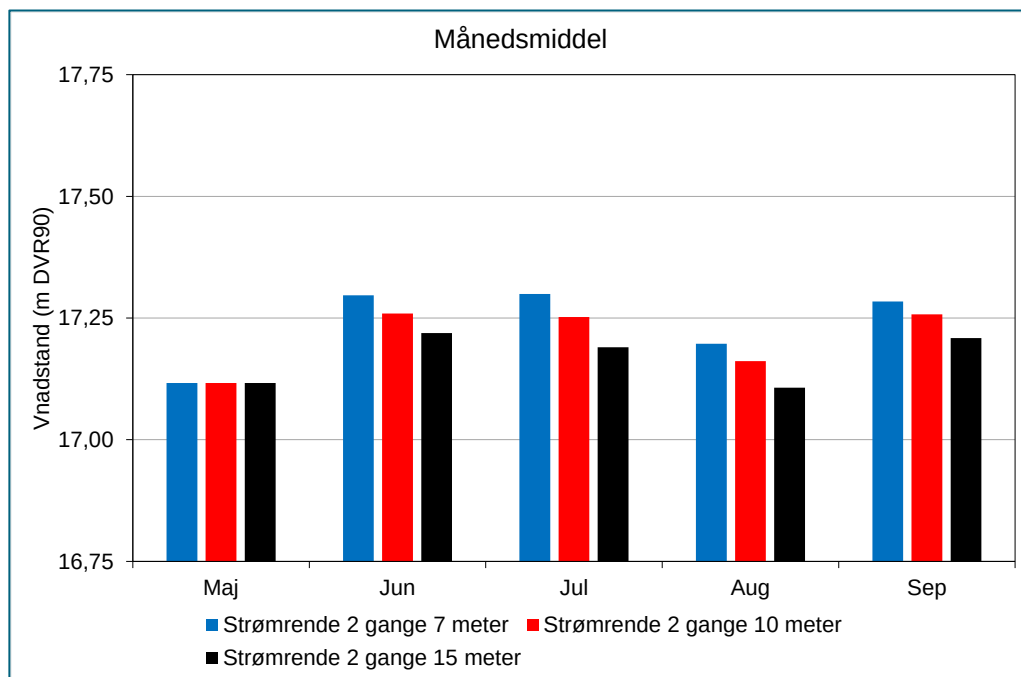
I figur 3.16 – 3.20 og tabel 3.16 – 3.20 er vist, hvorledes 2 skæringer medio juni og medio juli i 7, 10 og 15 meter bred strømrrende påvirker vandstanden i forhold til nuværende praksis med 1 skæring i 7 meter bred strømrrende.



Figur 3.16. Målte vandstande præsenteret som gennemsnit for perioderne 2000-2007, 2008-2015 og 2012-2015 og beregnede vandstande for scenarier med gennemførelse af 2 grødeskæringer i en strømrendebredde på 7 meter, 10 meter og 15 meter.

Grødeskæringsscenarie	Beregnet vandstandsændring (cm) i forhold til regulativmæssig skæring i 1 gange 7 meter bred strømrende		
	Median	75 % fraktil	90 % fraktil
2 gange 7 meter strømrende	-5	-6	-9
2 gange 10 meter strømrende	-9	-11	-12
2 gange 15 meter strømrende	-14	-17	-14

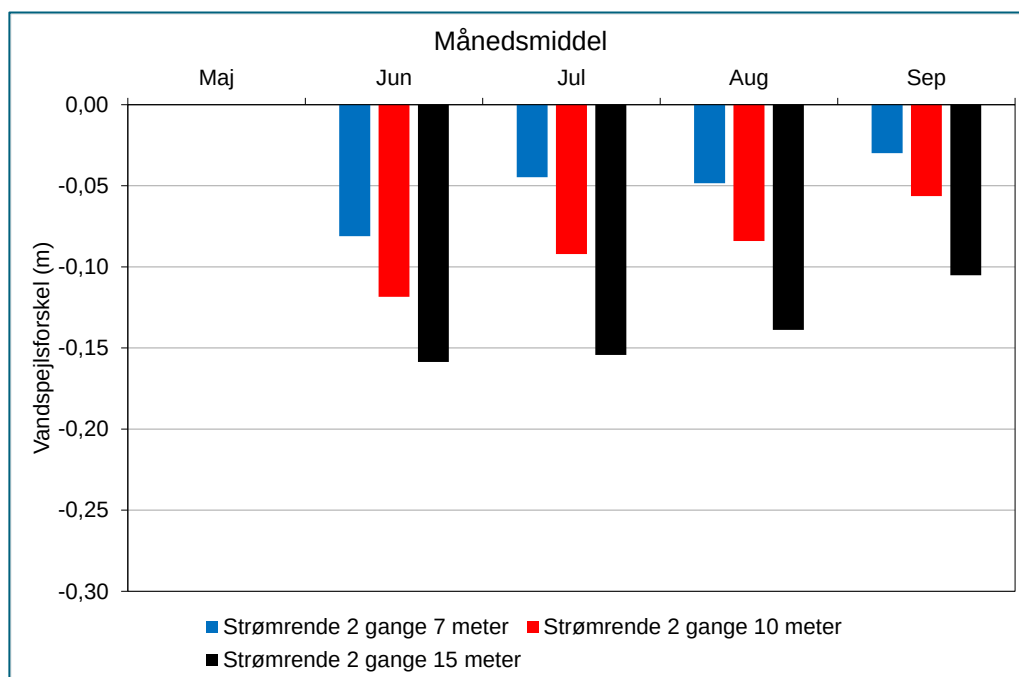
Tabel 3.16. Beregnede ændringer af sommermedianvandstanden ved skæring i 2 gange 7 meter, 2 gange 10 meter og 2 gange 15 meter bred strømrende i forhold til beregnet sommermedianvandstand ved skæring i 1 gange 7 meter bred strømrende (nuværende regulativbestemte praksis). Værdierne er beregnet på grundlag af data fra perioden 2012-2015.



Figur 3.17. Beregnede månedsmiddelvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2 grødeskæringer i 7, 10 og 15 meter bred strømrende.

Månedsmiddelvandstand (DVR90)	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrende 2 gange 7 meter	17,12	17,30	17,30	17,20	17,28
Strømrende 2 gange 10 meter	17,12	17,26	17,25	17,16	17,26
Strømrende 2 gange 15 meter	17,12	17,22	17,19	17,11	17,21

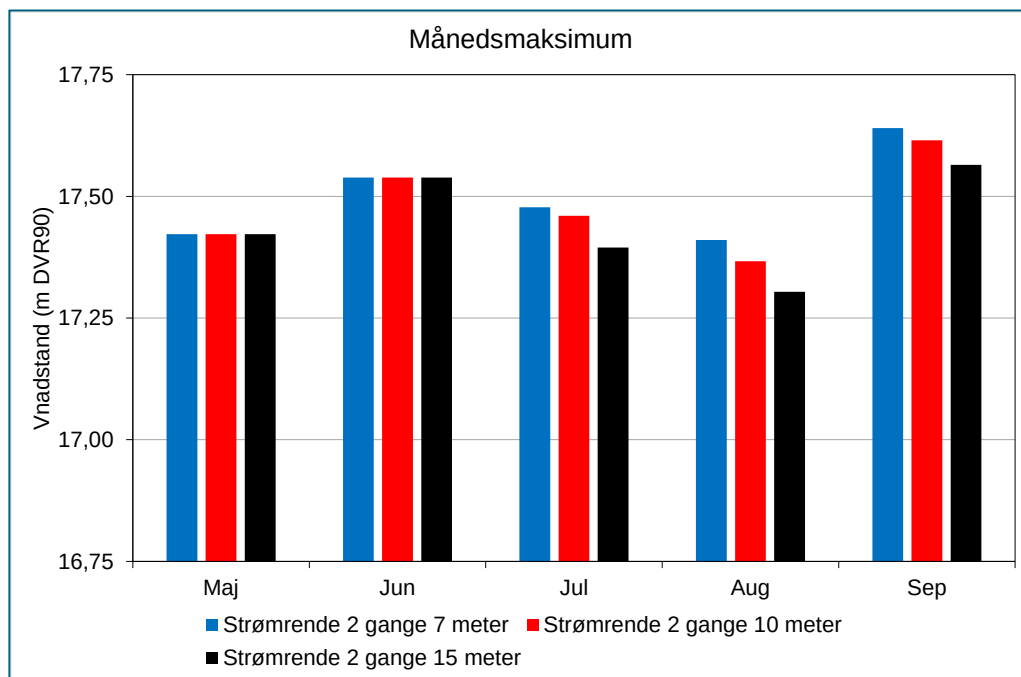
Tabel 3.17. Beregnede månedsmiddelvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2 grødeskæringer i 7, 10 og 15 meter bred strømrende.



Figur 3.18. Differensplot, der viser, hvordan 2 grødeskæringer i 7, 10 og 15 meter bred strømrende påvirker månedsmiddelvandstanden i forhold til 1 skæring i 7 meter bred strømrende (Regulativ).

Differens	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrende 2 gange 7 meter	0,00	-0,08	-0,04	-0,05	-0,03
Strømrende 2 gange 10 meter	0,00	-0,12	-0,09	-0,08	-0,06
Strømrende 2 gange 15 meter	0,00	-0,16	-0,15	-0,14	-0,11

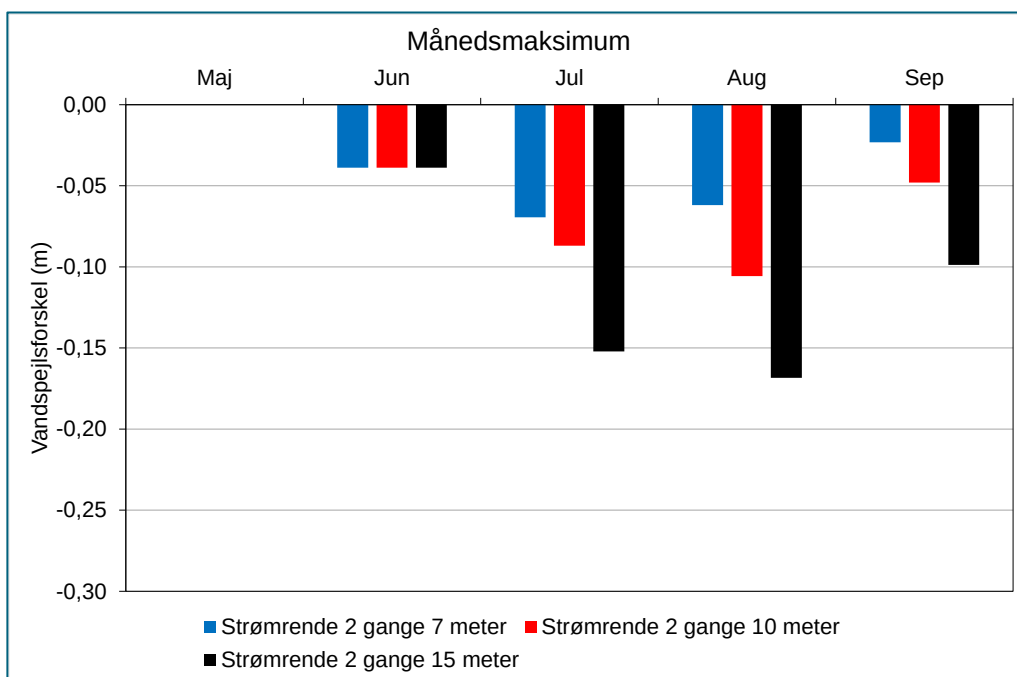
Tabel 3.18. Talmæssige differenser mellem månedsmiddelvandstandene ved 2 skæringer i 7, 10 og 15 meter bred strømrende og 1 grødeskæring i 7 meter bred strømrende (Regulativ).



Figur 3.19. Beregnede månedsmaksimumsvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2 grødeskæringer i 7, 10 og 15 meter bred strømrende.

Månedsmaksimumsvandstand (DVR90)	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrende 2 gange 7 meter	17,42	17,54	17,48	17,41	17,64
Strømrende 2 gange 10 meter	17,42	17,54	17,46	17,37	17,62
Strømrende 2 gange 15 meter	17,42	17,54	17,39	17,30	17,56

Tabel 3.19. Beregnede månedsmaksimumsvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2 grødeskæringer i 7, 10 og 15 meter bred strømrende.



Figur 3.20. Differensplot, der viser, hvordan 2 grødeskæringer i 7, 10 og 15 meter bred strømrønde påvirker månedsmaksimumsvandstanden i forhold til 1 skæring i 7 meter bred strømrønde (Regulativ).

Differens	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrønde 2 gange 7 meter	0,00	-0,04	-0,07	-0,06	-0,02
Strømrønde 2 gange 10 meter	0,00	-0,04	-0,09	-0,11	-0,05
Strømrønde 2 gange 15 meter	0,00	-0,04	-0,15	-0,17	-0,10

Tabel 3.20. Talmæssige differenser mellem månedsmaksimumsvandstandene ved 2 skæringer i 7, 10 og 15 meter bred strømrønde og 1 grødeskæring i 7 meter bred strømrønde (Regulativ).

Opgjort på månedsbasis er effekterne af de analyserede praksisser på vandstanden lidt større, end hvis man opgør dem for hele sommerperioden. Det hænger sammen med, at man på månedsbasis ser effekten af grødeskæring inden for en periode, der er af nogenlunde samme længde som den tid, det tager for grøden at udligne effekten af grødeskæring gennem genvækst.

Selvom analyserne af de forskellige grødeskæringsscenarier i forhold til nuværende grødeskæringspraksis på månedsbasis giver lidt større vandspejls-sænkninger, end hvis man ser effekterne i forhold til længere perioder, er det overordnede resultat af scenarietanalyserne som helhed, at selv de mest omfattende intensiveringer af grødeskæringen ikke kan bringe vandstanden ned på niveauet fra før ændringen af grødetilstanden.

Årsagen til, at de tidligere vandstande ikke kan nås selv ved gennemførelse af meget intensiv vedligeholdelse, skal søges i det forhold, at grøden tidligere var meget dårligt udviklet på strækningen omkring stationen ved Tvilumbro.

I følge Gudenåkomiteens undersøgelse af vegetationen i Gudenåen i 2001 blev grødens dækningsgrad på delstrækningen umiddelbart nedstrøms stationen ved Tvilumbro vurderet til 20-30 %, mens den i de senere år har ligget på 80-100 %. Det betyder, at vandstanden før 2008 kun i ringe grad var påvirket af grøde, og at selv ved skæring i stor bredde i dag vil der være en højere dækningsgrad end før 2008, hvortil kommer, at der vil ske genvækst på hovedparten af bundfladen, mens denne for hovedpartens vedkommende var grødefri tidligere.

Årsagerne til den før 2008 generelt ringe grødemængde på strækningen var især stor vanddybde i kombination med relativt uklart vand.

Efter det markante skift i grødetilstanden har Gudenåens vand generelt været væsentligt mere klart med sigt til bunden de fleste steder og i hovedparten af tiden, hvilket har skabt grundlag for den ændrede grødetilstand.

Situationen er derfor, at på strækningen omkring Tvilumbro var udgangspunktet et grødefattigt vandløb, og at denne grødetilstand ikke kan genskabes selv ved gennemførelse af de mest intensive af de analyserede grødeskæringsscenarier (flere skæringer i stor strømrendebredde). På den baggrund er det også indlysende, at hverken den nuværende regulativmæssige skæring i 7 meter bred strømrende eller 2 årlige skæringer i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrende kan genskabe sommervandstands niveauet fra før 2008.

Supplering af den nuværende skæring i en 7 meter bred strømrende primo medio juli med en tilsvarende skæring medio juni vil i følge beregningerne kunne skabe et betydeligt vandspejlsfald først på sommeren. Genvæksten vil i løbet af de efterfølgende 4 uger frem mod næste grødeskæring fylde strømmenden med ny grøde, men fordi vandføringen samtidig falder, og fordi grøden omkring strømmenden bliver tættere, har skæringen medio juli ikke samme effekt på vandstanden som den første skæring. Til trods herfor er to skæringer i 7 meter bred strømrende medio juni og medio juli ifølge beregningerne i stand til at holde vandstanden på et lidt lavere niveau gennem det meste af sommeren, end hvad der kan opnås med én skæring i 7 meter bred strømrende medio juli.

Det følger af beregningerne, at 2 skæringer i 10 meter bred strømrende medio juni og medio juli vil have en lidt større effekt på sommervandstanden end 2 skæringer i 7 meter bred strømrende. Men mønsteret er det samme,

og for begge scenarier gælder, at de med sænkninger af sommermedianvandstanden i størrelsesordenen 5-9 cm ikke kan genskabe de vandstandsforhold om sommeren, som var i perioden før 2008.

Analyserne indikerer, at der kan være en betydelig vandstandsmæssig effekt af at flytte den regulativmæssige skæring i 7 meter bred strømmende fra medio juli til medio juni. Det hænger mest sandsynligt sammen med, at Manningtallet har minimum (= størst grødepåvirkning af vandstanden) i sidste halvdel af juni, og at Manningtallet ifølge beregninger på målte vandstande og vandføringer allerede begynder at stige medio juli, det vil sige når den regulativmæssige skæring gennemføres. Dette skal dog ses i sammenhæng med, at vandstanden lå på et højere niveau først på sommeren i perioden 2012-2015 end i hele perioden 2008-2015. I år med lavere vandstand vil gevinsten ved en tidlig skæring være mindre. De varierende vandstandsforhold og de deraf følgende varierende effekter af at skære på bestemte tidspunkter taler for at overveje mulighederne for i nogen grad at lade tidspunktet for grødeskæring være bestemt af vandstanden i åen.

Forklaringen på, at grødens effekt på vandstanden når maksimum allerede i sidste halvdel af juni og begynder at aftage allerede medio juli, kan være, at grøden på strækningen mellem Silkeborg og Kongensbro har en forholdsvis høj andel af vandranunkel, hvis biomasse toppe tidligt i vækstperioden. Den øvrige grøde toppe formodentlig lidt senere, samtidig med at der sker tab af grødebiomasse langs bredderne på grund af tiltagende selvskygning. Forandringerne er formodentlig små, men tilstrækkelige til at kunne forklare den tidsmæssige udvikling af grødens effekt på vandstanden.

Med forbehold for at vandføringen og dermed den vandføringsbestemte effekt på vandstanden varierer fra år til år, og med forbehold for at tidspunktet for begyndelsen af og kulminationen på grødens vækst også varierer fra år til år, er det på baggrund af de gennemførte beregninger anbefalingen at gennemføre grødeskæringen ca. medio juni, hvis der kun skal gennemføres én årlig skæring, subsidiært at gennemføre skæringerne medio juni og medio juli, hvis der ønskes gennemført to årlige skæringer. I sidstnævnte tilfælde vil første grødeskæring ligge tæt på begyndelsen af perioden med biomasse-mæssigt maksimum, mens anden grødeskæring vil give fornyet reduktion af grødemængden i slutningen af perioden med biomasse-mæssigt maksimum.

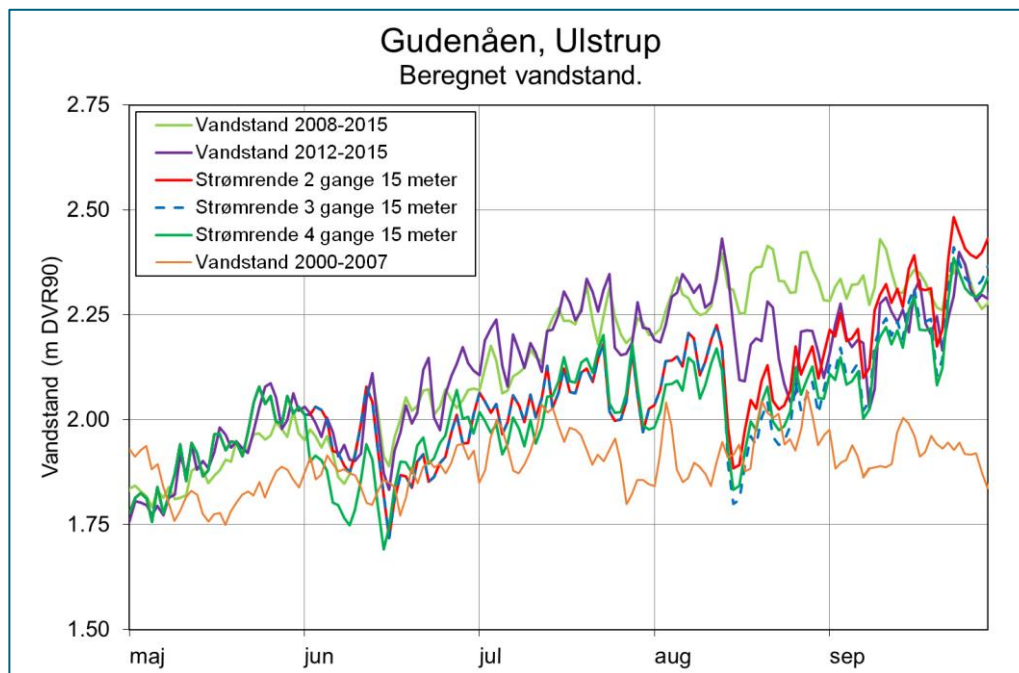
Denne anbefaling, der primært tager afsæt i grødetilstanden og -udviklingen, bør afvejes i forhold til andre forhold og hensyn. Silkeborg Kommune har i hidtidige grødeskæringspraksis tilstræbt at lægge den regulativbestemte skæring så sent som muligt under hensyntagen til den aktuelle vandstand og vandføring. Denne praksis har været muliggjort af, at vandføringen, og dermed den vandføringsbestemte vandstand, almindeligvis er faldende frem

gennem første del af sommeren, samtidig med at grøden og den grødebestemte vandstand almindeligvis er stigende. De to modsatrettede effekter på vandstanden har således kunnet udnyttes til udsætte grødeskæringen længst muligt uden markant stigende vandstand, for på den måde at opnå en effekt af grødeskæringen længere ind i den periode, hvor stigende nedbør almindeligvis får vandføringen, og dermed den vandføringsbestemte effekt på vandstanden til at stige.

Silkeborg Kommunes praksis er dermed et godt eksempel på, at flere parametre og hensyn tages i betragtning ved valget af tidspunktet for iværksættelse af grødeskæring.

4. ULSTRUP

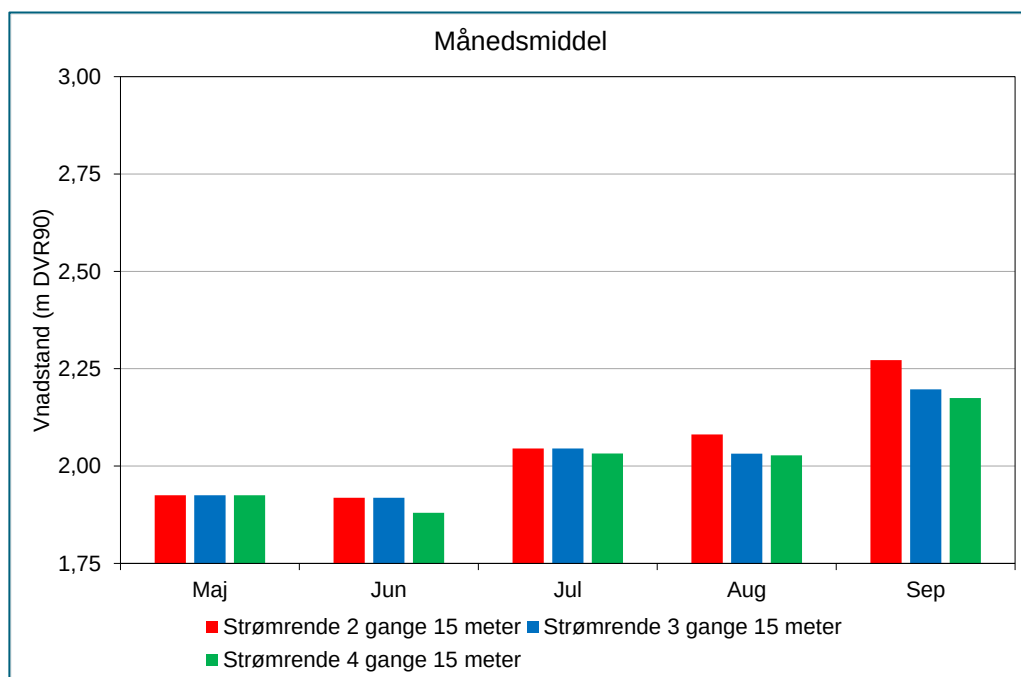
Beregningerne for Ulstrup viser, at gennemførelse af de mest omfattende scenarier med 4 årlige grødeskæringer i 15 meters bredde eller 3 årlige grødeskæringer i 25 meters bredde næsten vil kunne sænke middelvandstanden i sommerperioden til niveauet fra perioden 2000-2007, se figur 4.1 – 4.10 og tabel 4.1 – 4.10.



Figur 4.1. Målte vandstande præsenteret som gennemsnit for perioderne 2000-2007, 2008-2015 og 2012-2015 samt beregnede vandstande for scenarier med gennemførelse af 2, 3 og 4 årlige grødeskæringer i en 15 meter bred strømrende. Det bemærkes, at grødemodellerne for henholdsvis 2 og 3 årlige skæringer er sammenfaldene fra tidspunktet for første skæring indtil tidspunktet for tredje skæring. Det bemærkes også, at vandstanden på strækningen nedstrøms Tangeværket ikke kun er påvirket af grøde og grødeskæring samt den naturlige variation af vandføringen, men også af driften på vandkraftværket.

Grødeskæringsscenarie	Beregnet vandstandsændring (cm) i forhold til regulativmæssig skæring i 1 gange 10 meter bred strømrende		
	Median	75 % fraktil	90 % fraktil
2 gange 15 meter strømrende	-7	-7	-9
3 gange 15 meter strømrende	-10	-12	-12
4 gange 15 meter strømrende	-12	-12	-15

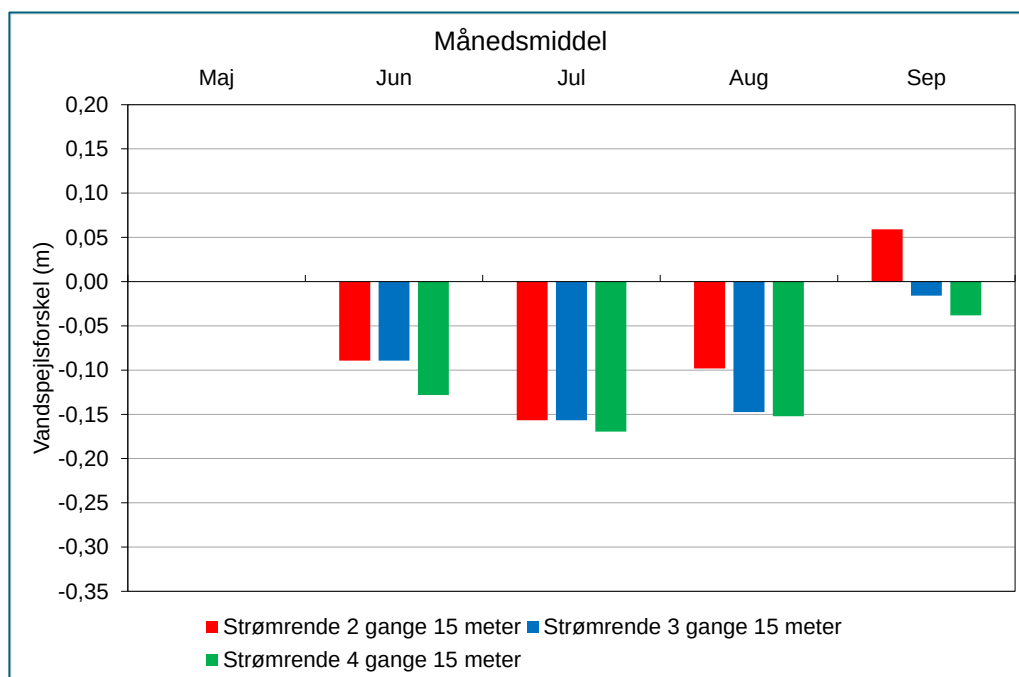
Tabel 4.1. Beregnede ændringer af sommermedianvandstanden ved skæring i 2, 3 og 4 gange 15 meter bred strømrende i forhold til beregnet sommermedianvandstand ved skæring i 1 gange 10 meter bred strømrende (nuværende regulativbestemte praksis). Værdierne er beregnet på grundlag af data fra perioden 2012-2015.



Figur 4.2. Beregnede månedsmiddelvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2, 3 og 4 grødeskæringer i 15 meter bred strømrende.

Månedsmiddelvandstand (DVR90)	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrende 2 gange 15 meter	1,92	1,92	2,05	2,08	2,27
Strømrende 3 gange 15 meter	1,92	1,92	2,05	2,03	2,20
Strømrende 4 gange 15 meter	1,92	1,88	2,03	2,03	2,17

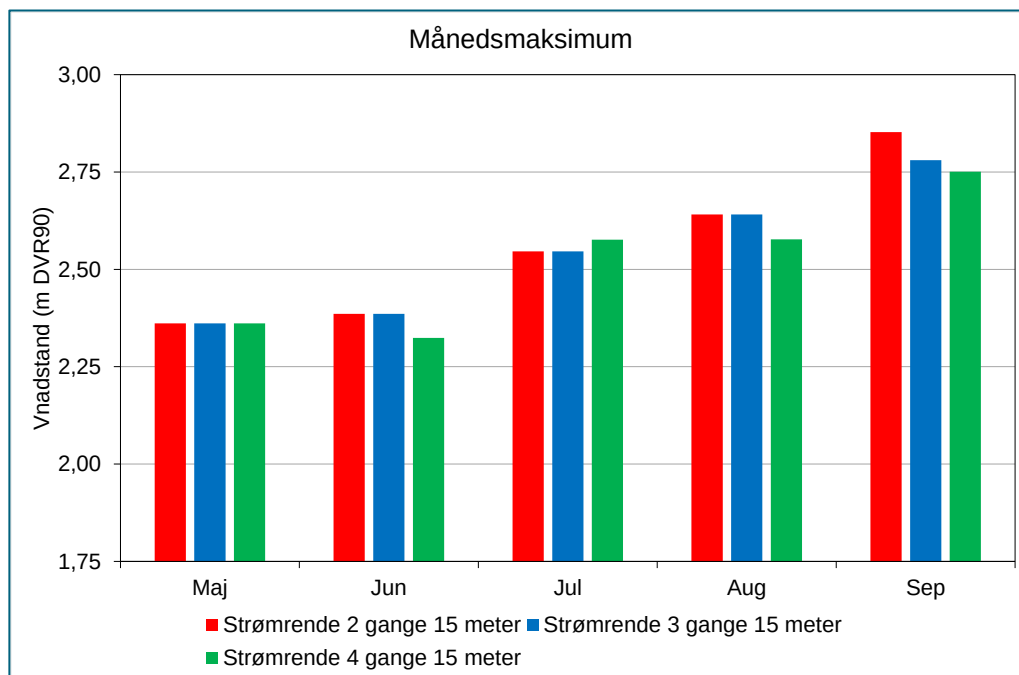
Tabel 4.2. Beregnede månedsmiddelvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2, 3 og 4 grødeskæringer i 15 meter bred strømrende.



Figur 4.3. Differensplot, der viser, hvordan 2, 3 og 4 grødeskæringer i 15 meter bred strømrrende påvirker månedsmiddelvandstanden i forhold til 1 skæring i 10 meter bred strømrrende (Regulativ).

Differens	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrrende 2 gange 15 meter	0,00	-0,09	-0,16	-0,10	0,06
Strømrrende 3 gange 15 meter	0,00	-0,09	-0,16	-0,15	-0,02
Strømrrende 4 gange 15 meter	0,00	-0,13	-0,17	-0,15	-0,04

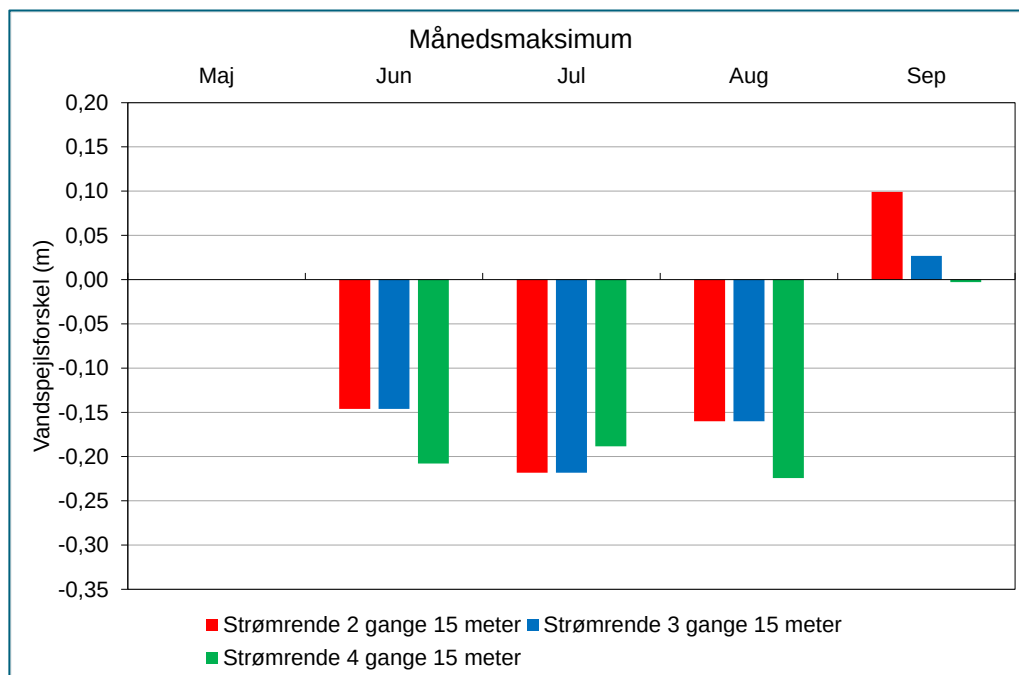
Tabel 4.3. Talmæssige differenser mellem månedsmiddelvandstandene ved 2, 3 og 4 grødeskæringer i 15 meter bred strømrrende og 1 grødeskæring i 10 meter bred strømrrende (Regulativ).



Figur 4.4. Beregnede månedsmaksimumsvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2, 3 og 4 grødeskæringer i 15 meter bred strømrende.

Månedsmaksimumsvandstand (DVR90)	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrende 2 gange 15 meter	2,36	2,39	2,55	2,64	2,85
Strømrende 3 gange 15 meter	2,36	2,39	2,55	2,64	2,78
Strømrende 4 gange 15 meter	2,36	2,32	2,58	2,58	2,75

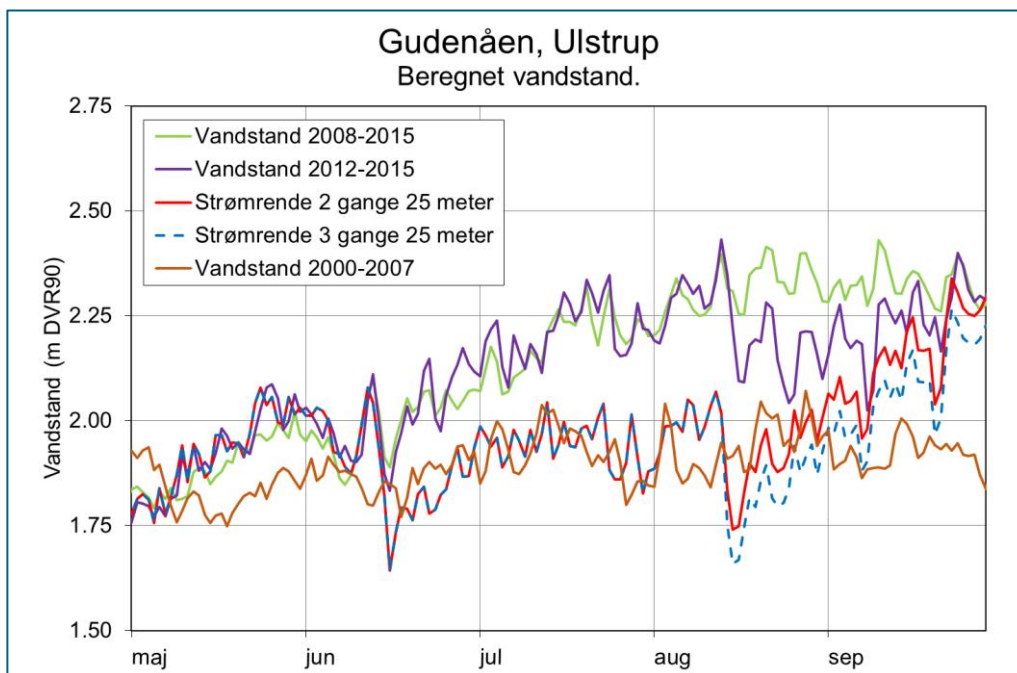
Tabel 4.4. Beregnede månedsmaksimumsvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2, 3 og 4 grødeskæringer i 15 meter bred strømrende.



Figur 4.5. Differensplot, der viser, hvordan 2, 3 og 4 grødeskæringer i 15 meter bred strømrende påvirker månedsmaksimumsvandstanden i forhold til 1 skæring i 10 meter bred strømrende (Regulativ).

Differens	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrende 2 gange 15 meter	0,00	-0,15	-0,22	-0,16	0,10
Strømrende 3 gange 15 meter	0,00	-0,15	-0,22	-0,16	0,03
Strømrende 4 gange 15 meter	0,00	-0,21	-0,19	-0,22	0,00

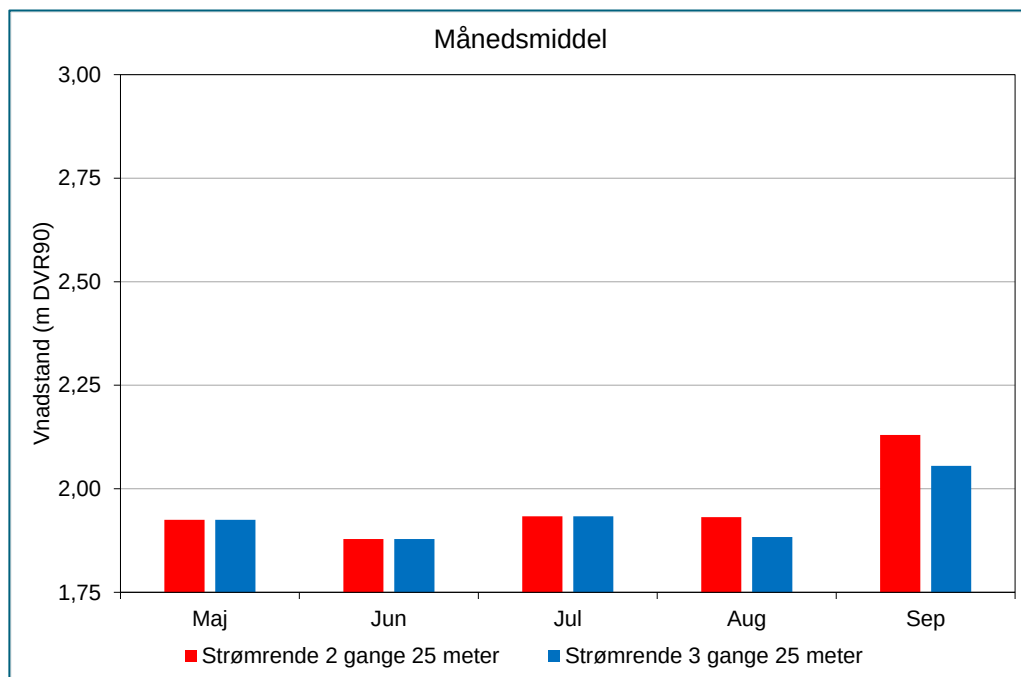
Tabel 4.5. Talmæssige differenser mellem månedsmaksimumsvandstandene ved 2, 3 og 4 grødeskæringer i 15 meter bred strømrende og 1 grødeskæring i 10 meter bred strømrende (Regulativ).



Figur 4.6. Målte vandstande præsenteret som gennemsnit for perioderne 2000-2007, 2008-2015 og 2012-2015 samt beregnede vandstande for scenarier med gennemførelse af 2 og 3 grødeskæringer i en strømrøndebredde på 25 meter i perioden juni-september, begge inkl. Det bemærkes, at grødemodellerne for henholdsvis 2 og 3 årlige skæringer er sammenfaldene fra tidspunktet for første skæring indtil tidspunktet for tredje skæring. Det bemærkes også, at vandstanden på strækningen nedstrøms Tangeværket ikke kun er påvirket af grøde og grødeskæring samt den naturlige variation af vandføringen, men også af driften på vandkraftværket.

Grødeskæringsscenarie	Vandstandsændring (cm) i forhold til regulativmæssig skæring i 1 gange 10 meter bred strømrønde		
	Median	75 % fraktil	90 % fraktil
2 gange 25 meter strømrønde	-17	-21	-20
3 gange 25 meter strømrønde	-20	-24	-23

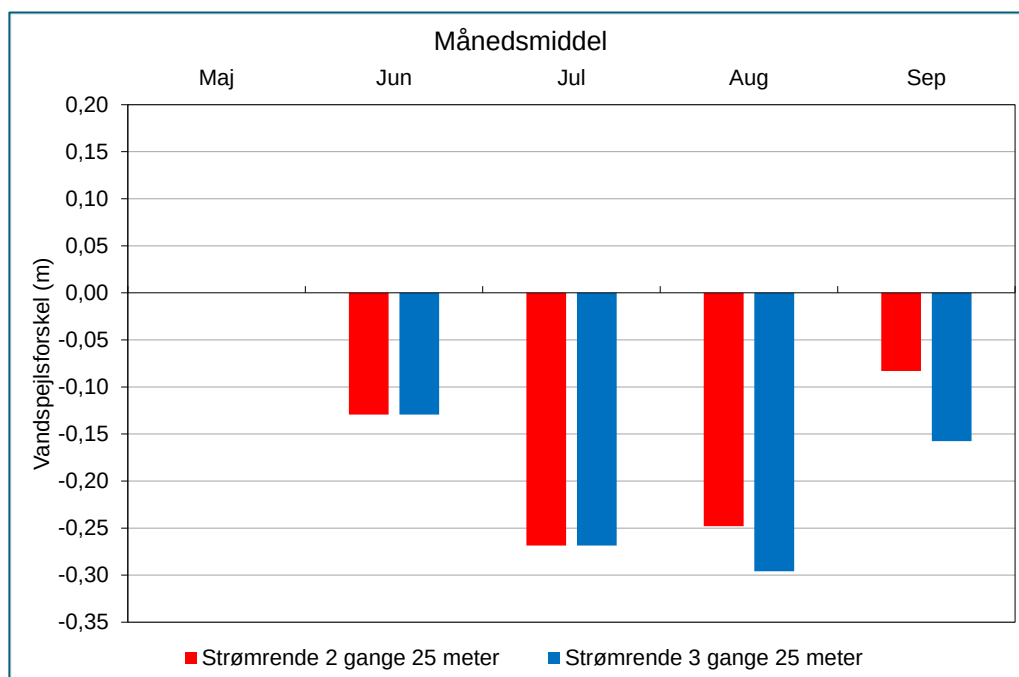
Tabel 4.6. Beregnede ændringer af sommermedianvandstanden ved skæring i 2 og 3 gange 25 meter bred strømrønde i forhold til beregnet sommermedianvandstand ved skæring i 1 gange 10 meter bred strømrønde (nuværende regulativbestemte praksis). Værdierne er beregnet på grundlag af data fra perioden 2012-2015.



Figur 4.7. Beregnede månedsmiddelvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2 grødeskæringer i 25 meter bred strømrrende.

Månedsmiddelvandstand (DVR90)	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrrende 2 gange 25 meter	1,92	1,88	1,93	1,93	2,13
Strømrrende 3 gange 25 meter	1,92	1,88	1,93	1,88	2,06

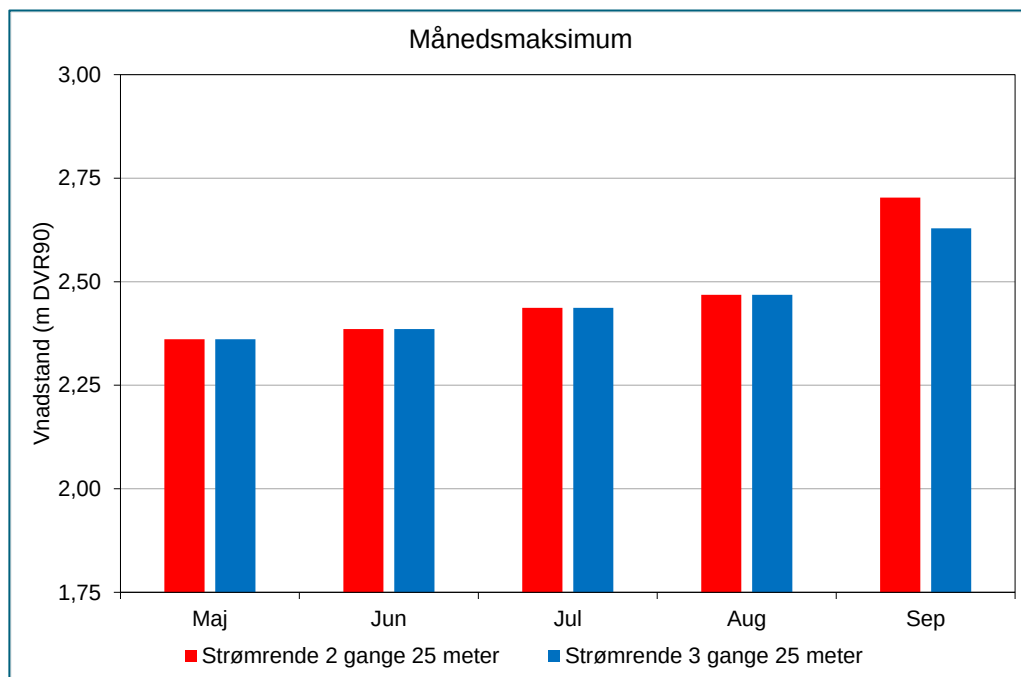
Tabel 4.7. Beregnede månedsmiddelvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2 grødeskæringer i 25 meter bred strømrrende.



Figur 4.8. Differensplot, der viser, hvordan 2 grødeskæringer i 25 meter bred strømrende påvirker månedsmiddelvandstanden i forhold til 1 skæring i 10 meter bred strømrende (Regulativ).

Differens	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrende 2 gange 25 meter	0,00	-0,13	-0,27	-0,25	-0,08
Strømrende 3 gange 25 meter	0,00	-0,13	-0,27	-0,30	-0,16

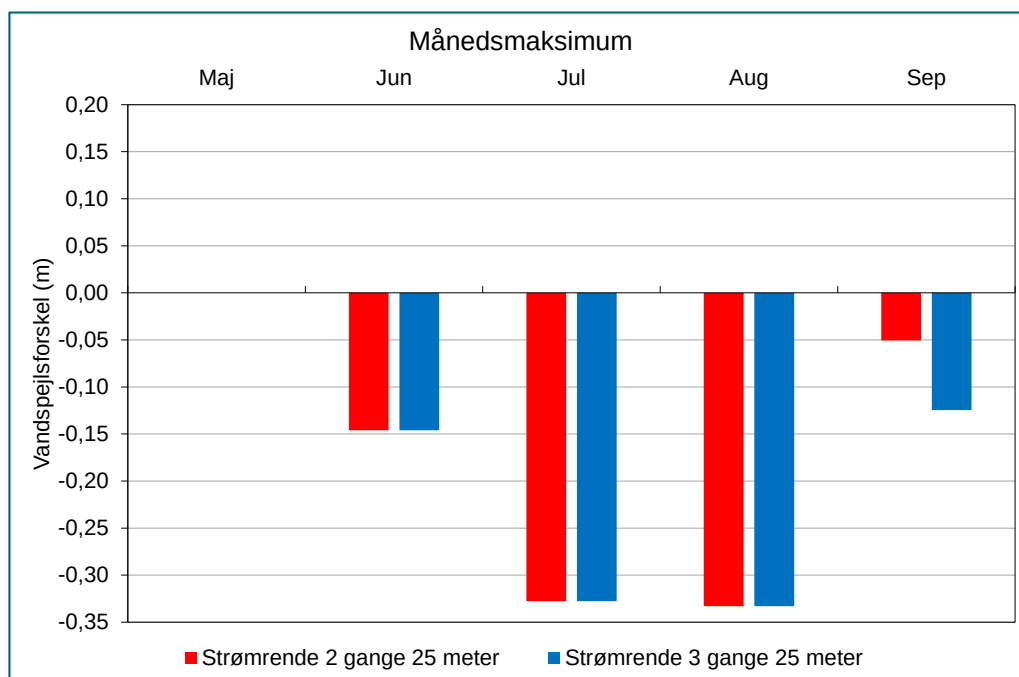
Tabel 4.8. Talmæssige differenser mellem månedsmiddelvandstandene ved 2 skæringer i 25 meter bred strømrende og 1 grødeskæring i 10 meter bred strømrende (Regulativ).



Figur 4.9. Beregnede månedsmaksimumsvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2 grødeskæringer i 25 meter bred strømrrende.

Månedsmaksimumsvandstand (DVR90)	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrrende 2 gange 25 meter	2,36	2,39	2,44	2,47	2,70
Strømrrende 3 gange 25 meter	2,36	2,39	2,44	2,47	2,63

Tabel 4.9. Beregnede månedsmaksimumsvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2 grødeskæringer i 25 meter bred strømrrende.



Figur 4.10. Differensplot, der viser, hvordan 2 grødeskæringer i 25 meter bred strømrende påvirker månedsmaksimumsvandstanden i forhold til 1 skæring i 10 meter bred strømrende (Regulativ).

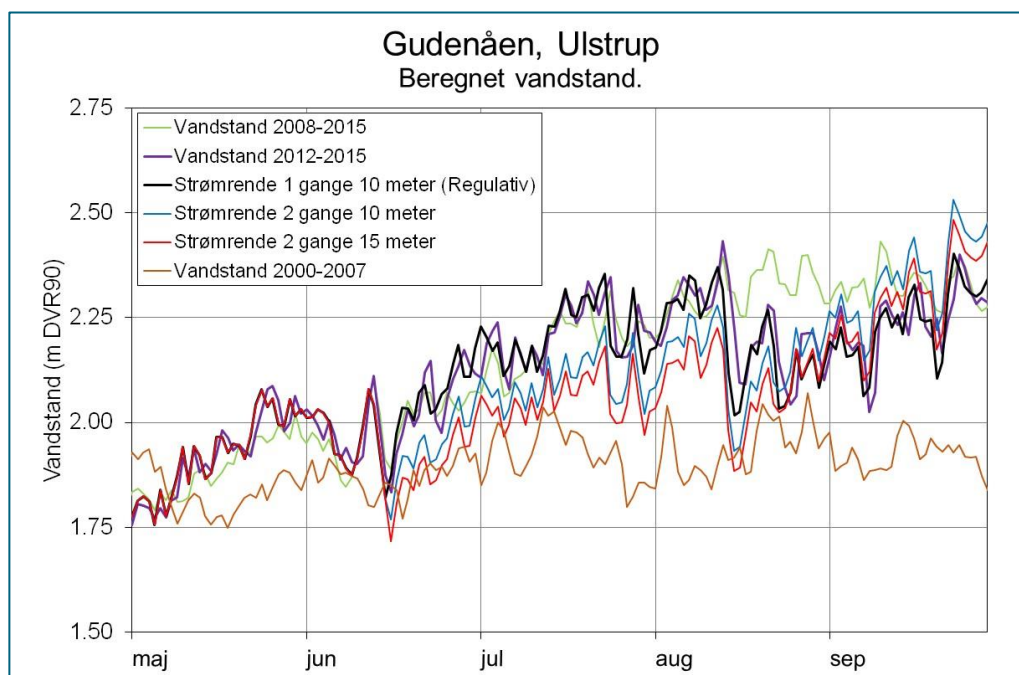
Differens	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrende 2 gange 25 meter	0,00	-0,15	-0,33	-0,33	-0,05
Strømrende 3 gange 25 meter	0,00	-0,15	-0,33	-0,33	-0,12

Tabel 4.10. Talmæssige differenser mellem månedsmaksimumsvandstandene ved 2 skæringer i 25 meter bred strømrende og 1 grødeskæring i 10 meter bred strømrende (Regulativ).

Disse resultater skal sammenholdes med, at medianvandstanden er blevet øget med knap 35 cm som følge af den øgede grødemængde efter 2008. Gennemførelse af et af de mest omfattende scenarier vil således kunne bringe medianvandstanden for sommerperioden som helhed betragtet ca. halvvejs ned til niveauet før den markante ændring i grødetilstanden. Det skyldes både, at de enkelte grødeskæringer ikke sænker vandstanden tilstrækkeligt på skæringstidspunktet, og at der er genvækst mellem grødeskæringerne på en større del af bunden, end hvad der var bevokset før 2008.

Med til billedet hører imidlertid, at selvom medianvandstanden for sommeren som helhed betragtet kun kan bringes halvvejs ned mod det tidligere niveau, så viser de beregnede månedsværdier, at 3 skæringer i 25 meter bred strømrende vil kunne sænke vandstanden til nær det oprindelige niveau i en stor del af sommerperioden.

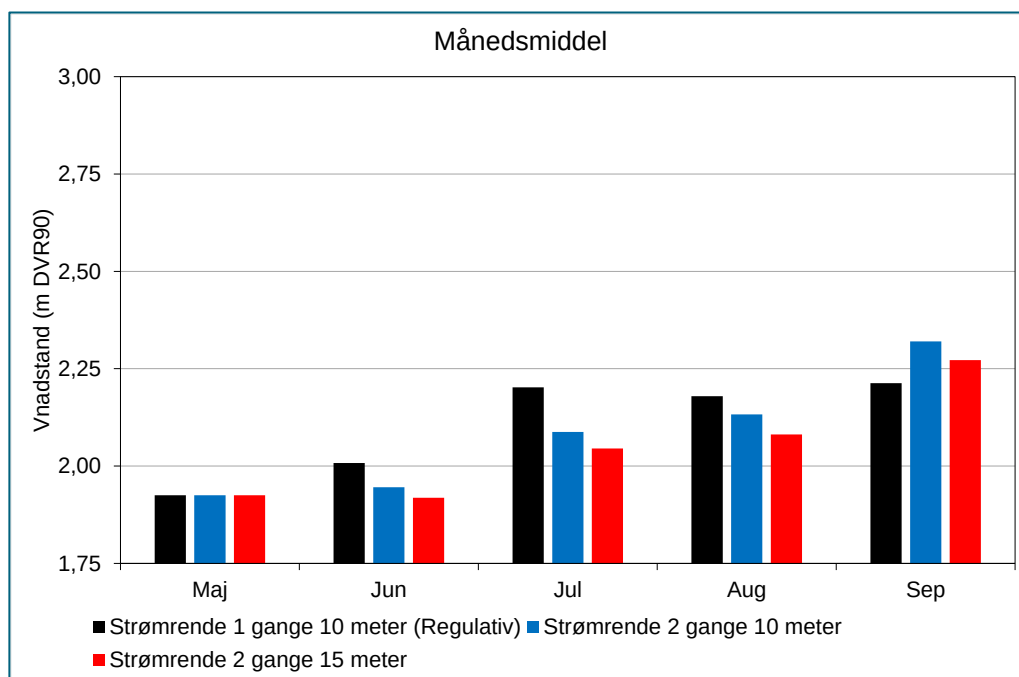
Beregningerne viser, at både 1 og 2 årlige skæringer i 10 meter bred strømrrende har en noget mindre effekt på vandstanden i sommerperioden end de mest omfattende scenarier. Beregningerne viser endvidere, at heller ikke 2 årlige skæringer i 15 meter bred strømrrende kan bringe sommervandstanden ned i nærheden af niveauet fra før 2008, se figur 4.11 – 4.15 og tabel 4.11 – 4.15.



Figur 4.11. Målte vandstande præsenteret som gennemsnit for perioderne 2000-2007, 2008-2015 og 2012-2015 og beregnede vandstande for scenarier med gennemførelse af 1 og 2 grødeskæringer i en strømrrendebredde på 10 meter og 2 skæringer i en strømrrendebredde på 15 meter i perioden juni-september, begge inkl. Det bemærkes, at vandstanden på strækningen nedstrøms Tangeværket ikke kun er påvirket af grøde og grødeskæring samt den naturlige variation af vandføringen, men også af driften på vandkraftværket.

Grødeskæringsscenarie	Beregnet vandstandsændring (cm) i forhold til regulativmæssig skæring i 1 gange 10 meter bred strømrrende		
	Median	75 % fraktil	90 % fraktil
1 gange 10 meter strømrrende	0 (reference)	0 (reference)	0 (reference)
2 gange 10 meter strømrrende	-3	-2	-4
2 gange 15 meter strømrrende	-7	-7	-9

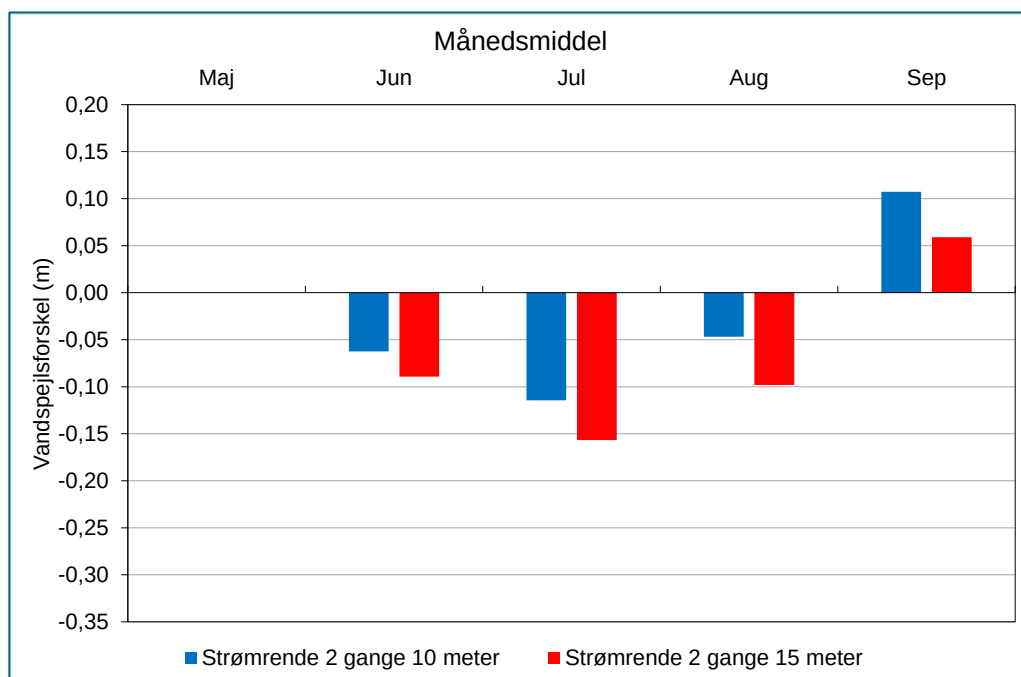
Tabel 4.11. Beregnede ændringer sommermedianvandstanden ved skæring i 1 og 2 gange 10 meter bred strømrrende og 2 gange 15 meter bred strømrrende i forhold til beregnet sommermedianvandstand ved skæring i 1 gange 10 meter bred strømrrende (nuværende regulativbestemte praksis). Værdierne er beregnet på grundlag af data fra perioden 2012-2015.



Figur 4.12. Beregnede månedsmiddelvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 1 grødeskæring i 10 meter strømrrende (Regulativ) og 2 grødeskæringer i 10 henholdsvis 15 meter bred strømrrende.

Månedsmiddelvandstand (DVR90)	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrrende 1 gange 10 meter (Regulativ)	1,92	2,01	2,20	2,18	2,21
Strømrrende 2 gange 10 meter	1,92	1,95	2,09	2,13	2,32
Strømrrende 2 gange 15 meter	1,92	1,92	2,05	2,08	2,27

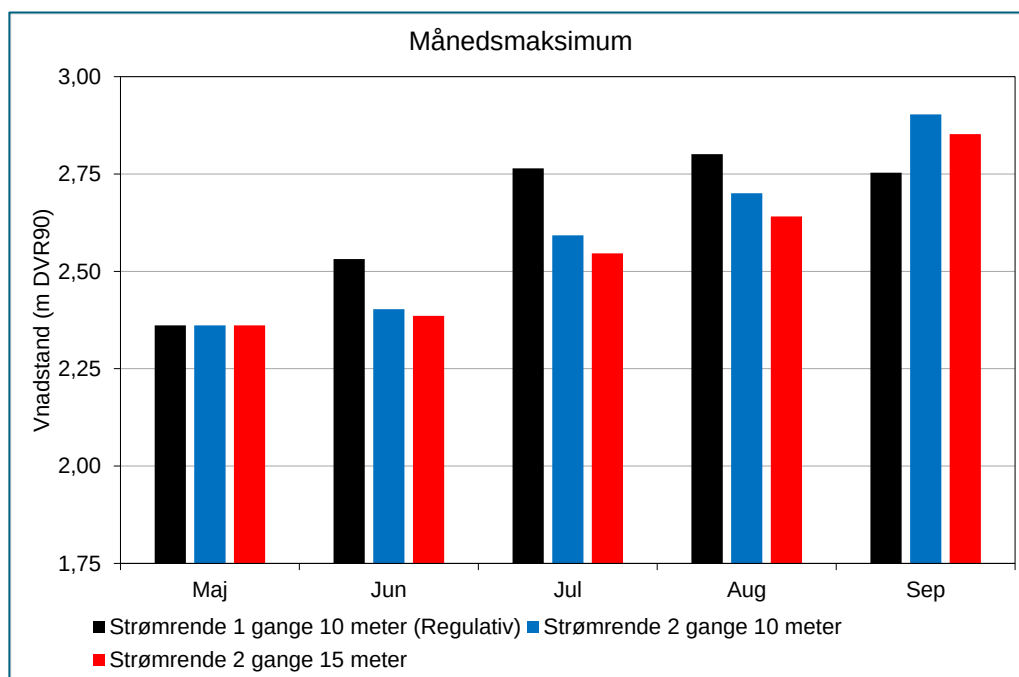
Tabel 4.12. Beregnede månedsmiddelvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 1 grødeskæring i 10 meter strømrrende (Regulativ) og 2 grødeskæringer i 10 henholdsvis 15 meter bred strømrrende.



Figur 4.13. Differensplot, der viser, hvordan 2 grødeskæringer i 10 henholdsvis 15 meter bred strømrende påvirker månedsmiddelvandstanden i forhold til 1 skæring i 10 meter bred strømrende (Regulativ).

Differens	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrende 1 gange 10 meter (Regulativ)	Reference				
Strømrende 2 gange 10 meter	0,00	-0,06	-0,11	-0,05	0,11
Strømrende 2 gange 15 meter	0,00	-0,09	-0,16	-0,10	0,06

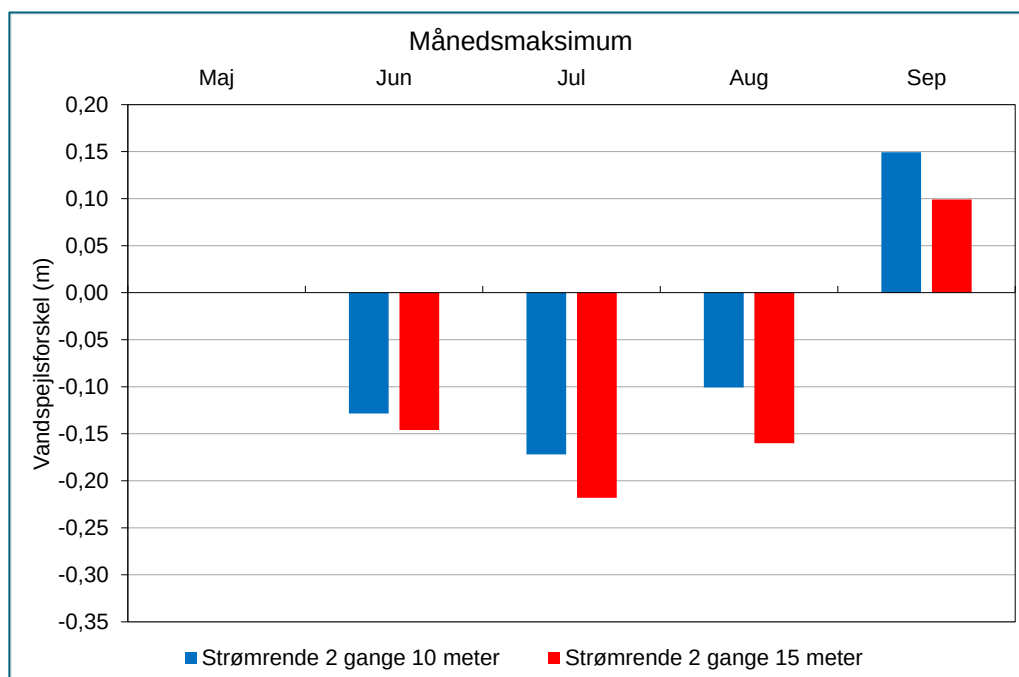
Tabel 4.13. Talmæssige differenser mellem månedsmiddelvandstandene ved 2 skæringer i 10 henholdsvis 15 meter bred strømrende og 1 grødeskæring i 10 meter bred strømrende (Regulativ).



Figur 4.14. Beregnede månedsmaksimumsvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 1 grødeskæring i 10 meter strømrende (Regulativ) og 2 grødeskæringer i 10 henholdsvis 15 meter bred strømrende.

Månedsmaksimumsvandstand (DVR90)	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrende 1 gange 10 meter (Regulativ)	2,36	2,53	2,76	2,80	2,75
Strømrende 2 gange 10 meter	2,36	2,40	2,59	2,70	2,90
Strømrende 2 gange 15 meter	2,36	2,39	2,55	2,64	2,85

Tabel 4.14. Beregnede månedsmaksimumsvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 1 grødeskæring i 10 meter strømrende (Regulativ) og 2 grødeskæringer i 10 henholdsvis 15 meter bred strømrende.

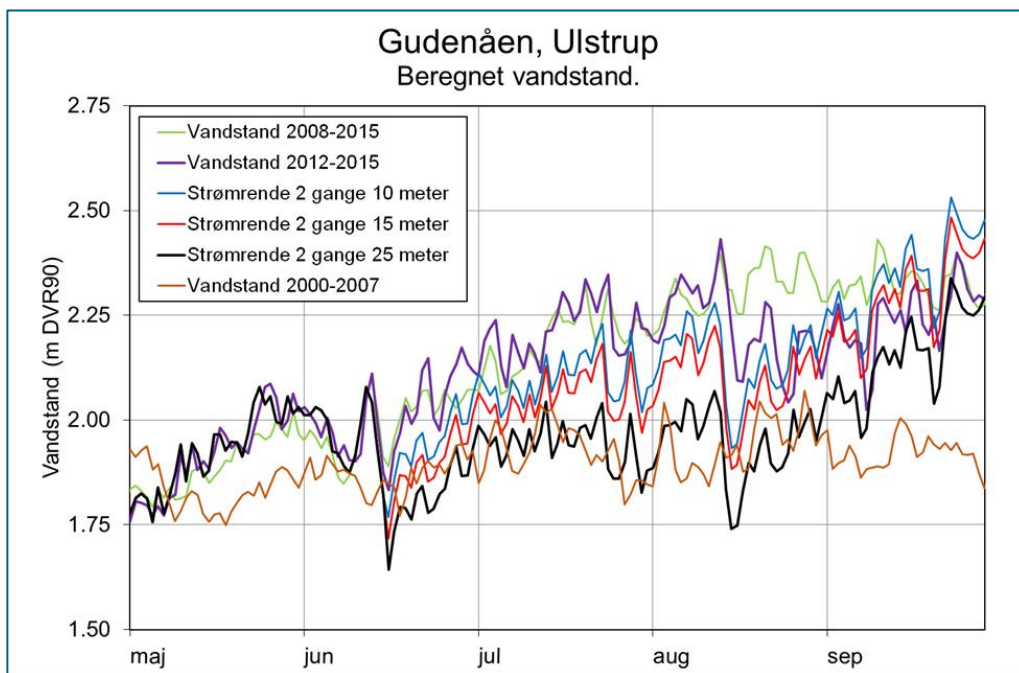


Figur 4.15. Differensplot, der viser, hvordan 2 grødeskæringer i 10 henholdsvis 15 meter bred strømrrende påvirker månedsmiddelvandstanden i forhold til 1 skæring i 10 meter bred strømrrende (Regulativ).

Differens	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrrende 1 gange 10 meter (Regulativ)	Reference				
Strømrrende 2 gange 10 meter	0,00	-0,13	-0,17	-0,10	0,15
Strømrrende 2 gange 15 meter	0,00	-0,15	-0,22	-0,16	0,10

Tabel 4.15. Talmæssige differenser mellem månedsmiddelvandstandene ved 2 skæringer i 10 henholdsvis 15 meter bred strømrrende og 1 grødeskæring i 10 meter bred strømrrende (Regulativ).

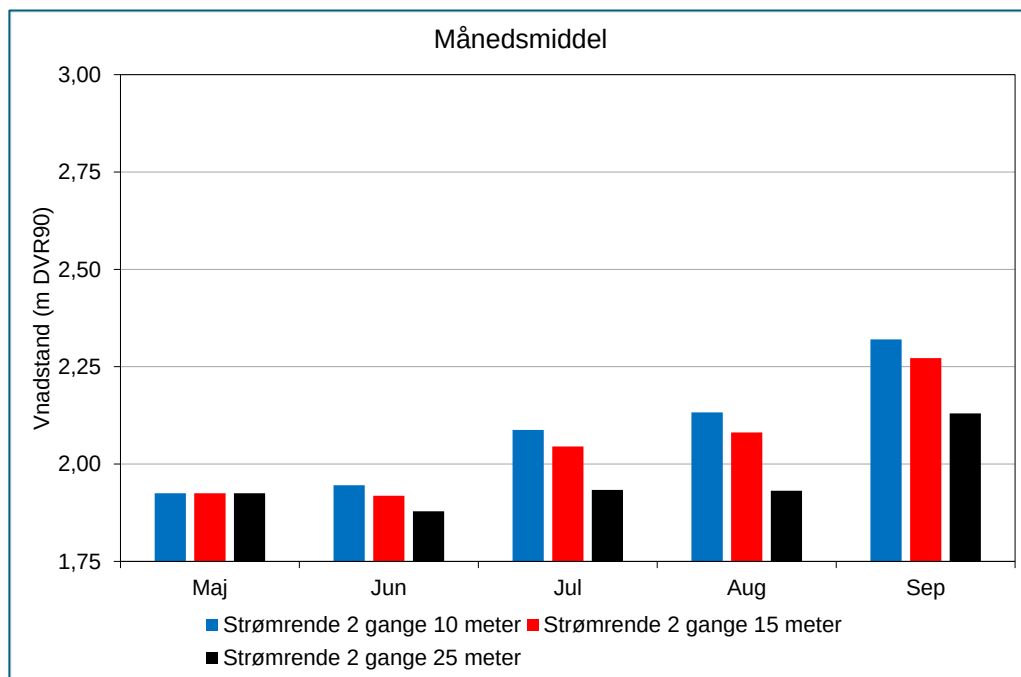
I figur 4.16 – 4.20 og tabel 4.16 – 4.20 er vist, hvorledes 2 skæringer i 10, 15 og 25 meter bred strømrrende påvirker vandstanden i forhold til nuværende praksis med 1 skæring i 10 meter bred strømrrende.



Figur 4.16. Målte vandstande præsenteret som gennemsnit for perioderne 2000-2007, 2008-2015 og 2012-2015 og beregnede vandstande for scenarier med gennemførelse af 2 grødeskæringer i en strømrendebredde på 10 meter, 15 meter og 25 meter. Det bemærkes, at vandstanden på strækningen nedstrøms Tangeværket ikke kun er påvirket af grøde og grødeskæring samt den naturlige variation af vandføringen, men også af driften på vandkraftværket.

Grødeskæringsscenarie	Beregnet vandstandsændring (cm) i forhold til regulativmæssig skæring i 1 gange 10 meter bred strømrende		
	Median	75 % fraktil	90 % fraktil
2 gange 10 meter strømrende	-3	-2	-4
2 gange 15 meter strømrende	-7	-7	-9
2 gange 25 meter strømrende	-17	-21	-20

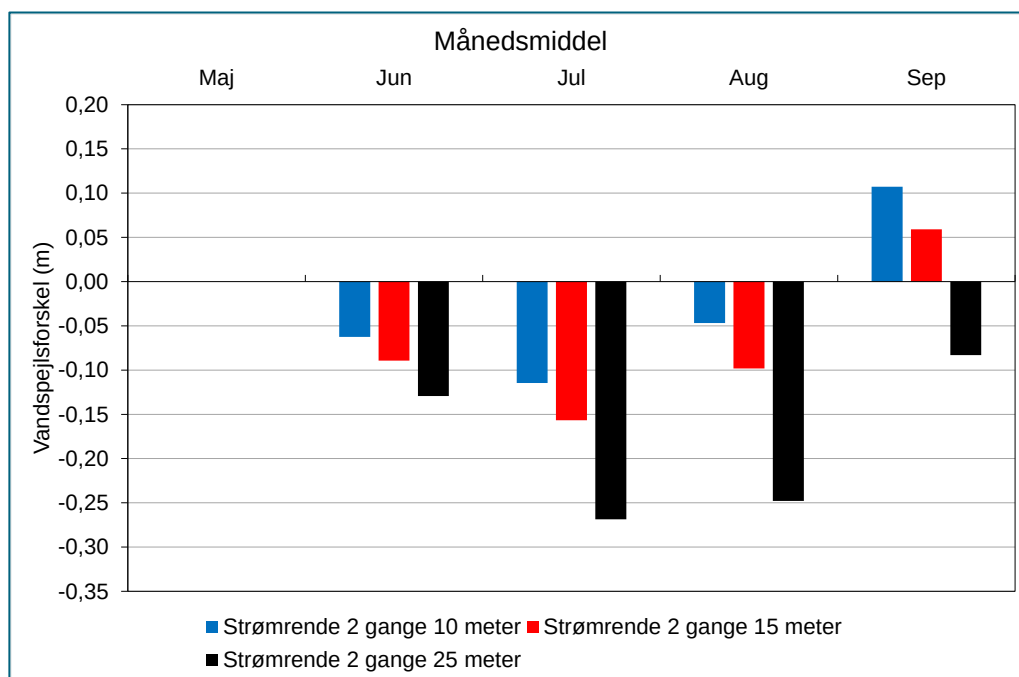
Tabel 4.16. Beregnede ændringer af sommermedianvandstanden ved skæring i 2 gange 10 meter, 2 gange 15 meter og 2 gange 25 meter bred strømrende i forhold til beregnet sommermedianvandstand ved skæring i 1 gange 10 meter bred strømrende (nuværende regulativbestemte praksis). Værdierne er beregnet på grundlag af data fra perioden 2012-2015.



Figur 4.17. Beregnede månedsmiddelvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2 grødeskæringer i 10, 15 og 25 meter bred strømrrende.

Månedsmiddelvandstand (DVR90)	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrrende 2 gange 10 meter	1,92	1,95	2,09	2,13	2,32
Strømrrende 2 gange 15 meter	1,92	1,92	2,05	2,08	2,27
Strømrrende 2 gange 25 meter	1,92	1,88	1,93	1,93	2,13

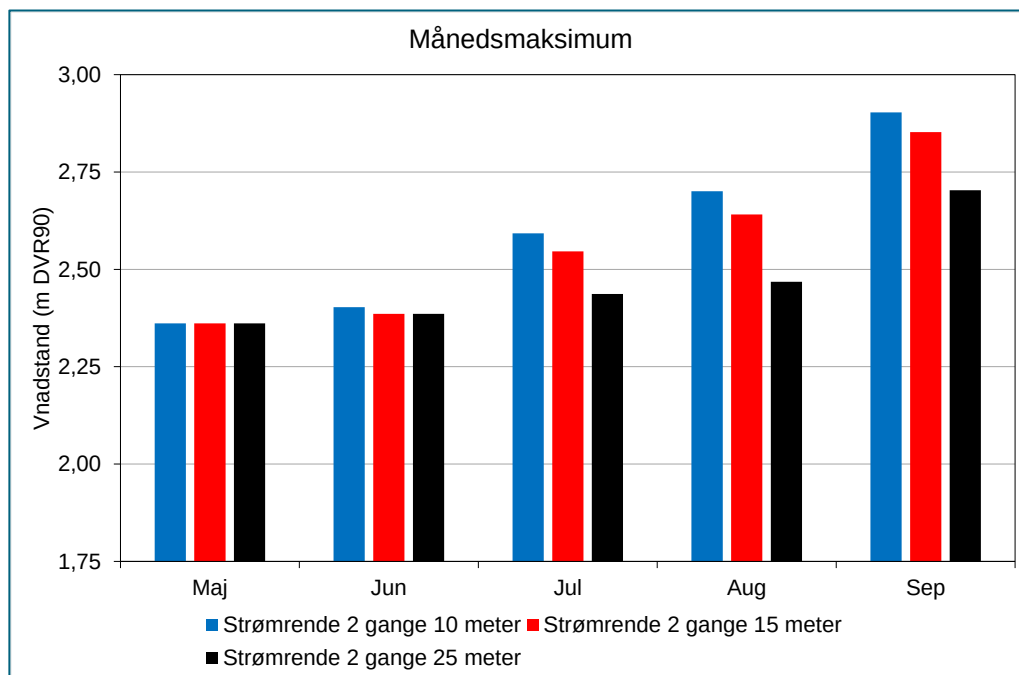
Tabel 4.17. Beregnede månedsmiddelvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2 grødeskæringer i 10, 15 og 25 meter bred strømrrende.



Figur 4.18. Differensplot, der viser, hvordan 2 grødeskæringer i 10, 15 og 25 meter bred strømrende påvirker månedsmiddelvandstanden i forhold til 1 skæring i 10 meter bred strømrende (Regulativ).

Differens	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrende 2 gange 10 meter	0,00	-0,06	-0,11	-0,05	0,11
Strømrende 2 gange 15 meter	0,00	-0,09	-0,16	-0,10	0,06
Strømrende 2 gange 25 meter	0,00	-0,13	-0,27	-0,25	-0,08

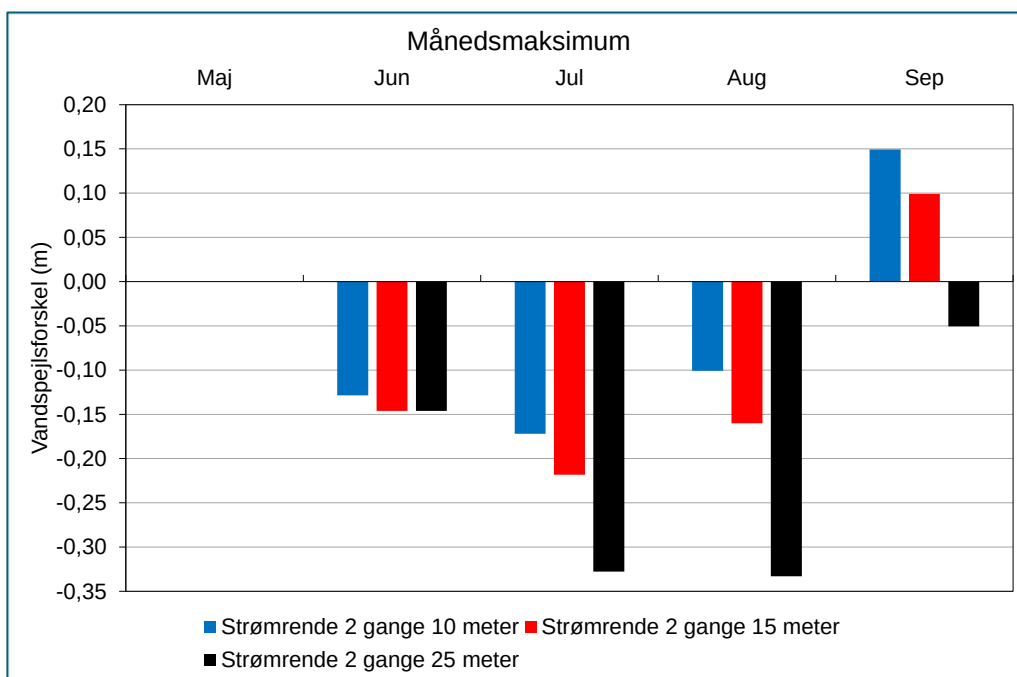
Tabel 4.18. Talmæssige differenser mellem månedsmiddelvandstandene ved 2 skæringer i 10, 15 og 25 meter bred strømrende og 1 grødeskæring i 10 meter bred strømrende (Regulativ).



Figur 4.19. Beregnede månedsmaksimumsvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2 grødeskæringer i 10, 15 og 25 meter bred strømrrende.

Månedsmaksimumsvandstand (DVR90)	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrrende 2 gange 10 meter	2,36	2,40	2,59	2,70	2,90
Strømrrende 2 gange 15 meter	2,36	2,39	2,55	2,64	2,85
Strømrrende 2 gange 25 meter	2,36	2,39	2,44	2,47	2,70

Tabel 4.19. Beregnede månedsmaksimumsvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 2 grødeskæringer i 10, 15 og 25 meter bred strømrrende.



Figur 4.20. Differensplot, der viser, hvordan 2 grødeskæringer i 10, 15 og 25 meter bred strømrrende påvirker månedsmaksimumsvandstanden i forhold til 1 skæring i 10 meter bred strømrrende (Regulativ).

Differens	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrrende 2 gange 10 meter	0,00	-0,13	-0,17	-0,10	0,15
Strømrrende 2 gange 15 meter	0,00	-0,15	-0,22	-0,16	0,10
Strømrrende 2 gange 25 meter	0,00	-0,15	-0,33	-0,33	-0,05

Tabel 4.20. Talmæssige differenser mellem månedsmaksimumsvandstandene ved 2 skæringer i 10, 15 og 25 meter bred strømrrende og 1 grødeskæring i 10 meter bred strømrrende (Regulativ).

Årsagen til, at de tidligere vandstande nedstrøms Tange Sø, i modsætning til opstrøms Tange Sø, i højere grad kan nås ved gennemførelse af meget intensiv grødeskæring, skal søges i det forhold, at grøden tidligere var væsentligt bedre udviklet på strækningen omkring stationen ved Ulstrup end på strækningen omkring stationen ved Tvilumbro. Vandføringsevnen nedstrøms Tange Sø var derfor også før 2008 påvirket af en veludviklet grøde, hvorfor vandstanden lå på et relativt højere niveau, sammenlignet med strækningen opstrøms Tange Sø.

I følge Gudenåkomiteens undersøgelse af vegetationen i Gudenåen i 2001 blev grødens dækningsgrad på delstrækningen umiddelbart nedstrøms stationen ved Ulstrup vurderet til 60-70 %, mens den i de senere år har ligget

kun lidt højere. Det betyder, at vandstanden i udgangspunktet var påvirket af en meget veludviklet grøde, og at påvirkningen af vandstanden som følge af øget grødemængde har været relativt mindre.

Årsagerne til den generelt bedre grødeudvikling på strækningen før det markante skift i grødetilstanden var generelt bedre lysforhold og dermed klarere vand, set i forhold til strækningen omkring Tvilumbro, samt at grøden består af langskudplanter, der er i stand til at sende skud op i overfladen selv fra stor dybde.

Analyserne viser således, at grøden også på strækningen omkring Ulstrup er blevet bedre udviklet efter ændringen af vandets klarhed, men i langt mindre grad end ved Tvilumbro, fordi udgangspunktet ved Ulstrup var en veludviklet grøde mod en dårligt udviklet grøde ved Tvilumbro.

Konklusionen er, at fordi udgangspunktet på strækningen omkring Ulstrup var et forholdsvis grøderigt vandløb, kan vandstandsforholdene fra før 2008 næsten genskabes, men kun ved gennemførelse af de mest intensive af de opstillede grødeskæringsscenarier.

To årlige skæringer i 10 meter bred strømrrende kan ganske vist godt bringe vandstanden ned i nærheden af niveauet fra før 2008 i den del af sommeren, hvor grødeskæringen har effekt, men som følge af genvæksten efter sidste grødeskæring ligger vandstanden højere i sidste del af sommeren.

To skæringer i 10 meter bred strømrrende kan derfor ikke bringe vandstanden for sommeren som helhed ned på niveauet fra før 2008. Det bemærkes, at den største vandstandsmæssige effekt af to skæringer medio juni og medio juli forekommer i perioden efter den anden skæring, mens effekten af den første skæring er langt mindre, sammenlignet med én skæring i august.

Beregningerne indikerer dermed, at skæring medio juni ikke har samme effekt som skæring medio juli, hverken vandstandsmæssigt eller varighedsmæssigt. På tilsvarende vis indikerer beregningerne, at der sidst i grødens vækstperiode er begrænsede vandstandsmæssige forskelle mellem 2 skæringer medio juni og medio juli og én skæring medio august. Det giver anledning til at antage, at en flytning af den regulativmæssige skæring medio august til medio juli vil have større effekt på sommermiddelvandstanden end det vil have at gennemføre skæringer i juni og juli henholdsvis at gennemføre én skæring i august. Ved to skæringer vil effekten på sommervandstanden forventeligt være størst ved skæring medio juli og medio august.

Det hænger mest sandsynligt sammen med, at grødetilstanden, og dermed grødens effekt på vandstanden, kulminerer i perioden medio juli til medio

august, og at grødens effekt på vandstanden begynder at aftage, samtidig med at den regulativmæssige skæring gennemføres medio august.

Forklaringen på, at grødetilstanden først når maksimum medio juli og forbliver på det niveau indtil medio august, kan være, at grøden på strækningen nedstrøms Tange Sø er domineret af vandaks og andre langskudsplanter, hvis biomasse toppe et stykke inde i vækstperioden. Det hænger sammen med, at langskudsplanterne skal udvikle langskud fra en jordstængler uden eller med en kun lille mængde overvintrende skud. Grødeskæring medio august sker derfor på det tidspunkt, hvor grødebiomassen er højest, og hvorefter det naturlige henfald begynder i bevoksningerne omkring strømrønden, dels på grund af selvskygning og dels fordi planterne naturligt henfalder efter blomstring. Grødeskæring medio juni sker omvendt på et så tidligt tidspunkt i grødens udvikling, at selv de almindeligvis følsomme vandaksarter vil kunne præstere en hurtig genvækst.

Med forbehold for at vandføringen og dermed den vandføringsbestemte vandstand varierer fra år til år, og med forbehold for at tidspunktet for begyndelsen af grødens vækst varierer fra år til år, er det på baggrund af de gennemførte beregninger anbefalingen at gennemføre grødeskæringen medio juli, hvis der kun skal gennemføres én årlig skæring, subsidiært at gennemføre skæringer medio juli og medio august, hvis der ønskes gennemført to årlige skæringer. I sidstnævnte tilfælde vil første grødeskæring ligge tæt på begyndelsen af perioden med biomasse-mæssigt maksimum, og anden grødeskæring vil give fornyet reduktion af grødemængden i slutningen af perioden med biomasse-mæssigt maksimum.

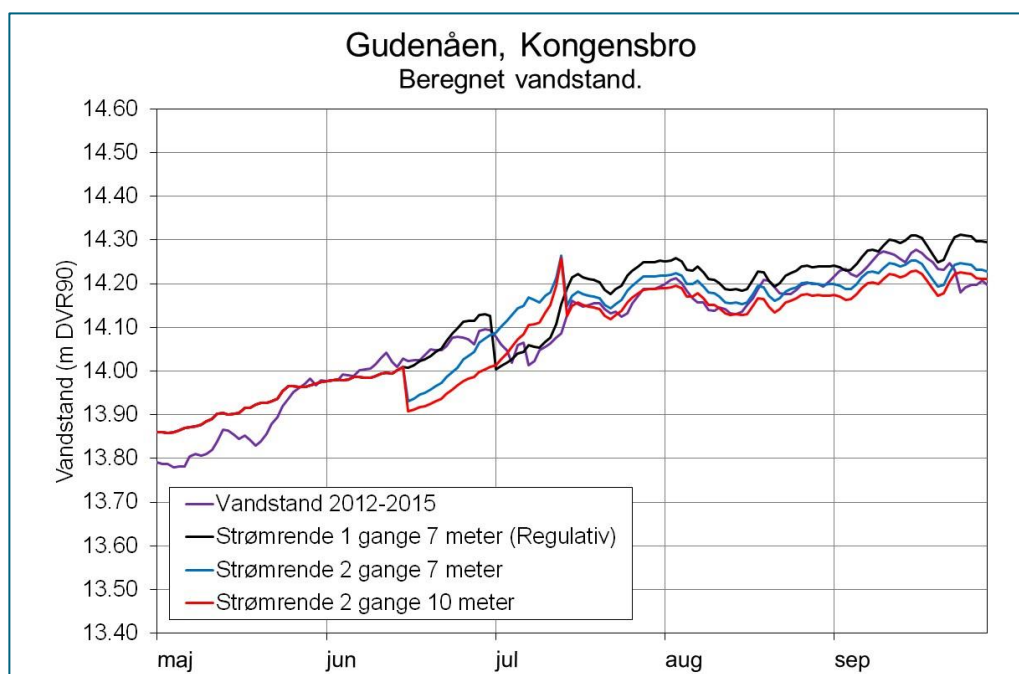
5. KONGENSBRØ

Scenarieanalyserne for strækningen ved Kongensbro er vanskeliggjort af, at vandstanden på strækningen er påvirket af vandstanden i Tange Sø og vandføringsevnen nedstrøms Borre Å.

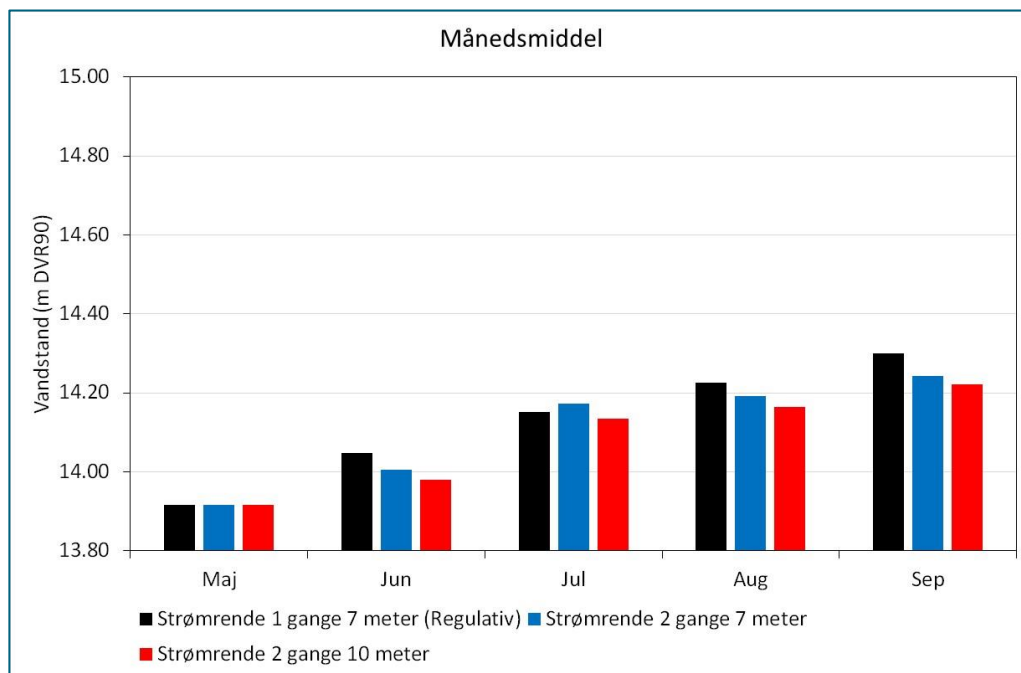
Beregningerne viser med forbehold herfor, at én skæring i 7 meter bred strømrrende i månedsskiftet juni-juli resulterer i vandstande, der er højere end de vandstande, der er målt i perioden 2012-2015, se figur 5.1.

Det hænger sammen med, at vandstanden i de senere år har været påvirket af mere end én skæring i sommerperioden og af skæring i større strømrren-debredde end 7 meter.

2 skæringer i 7 meter bred strømrrende medio juni og medio juli vil resultere i sommervandstande, der er få centimeter lavere, end hvad der kan opnås gennem én skæring, figur 5.2 – 5.5 og tabel 5.1 – 5.4, dog med den bemærkning, at skæringen medio juni giver en vandstandssænkning på knap 10 cm i ugerne efter grødeskæringen. Til gengæld viser beregningerne, at vandstanden i de følgende uger frem mod anden skæring ligger højere end den målte middelvandstand, samtidig med at der ikke er nogen stor effekt af den anden grødeskæring medio juli på vandstanden videre frem gennem sommeren.



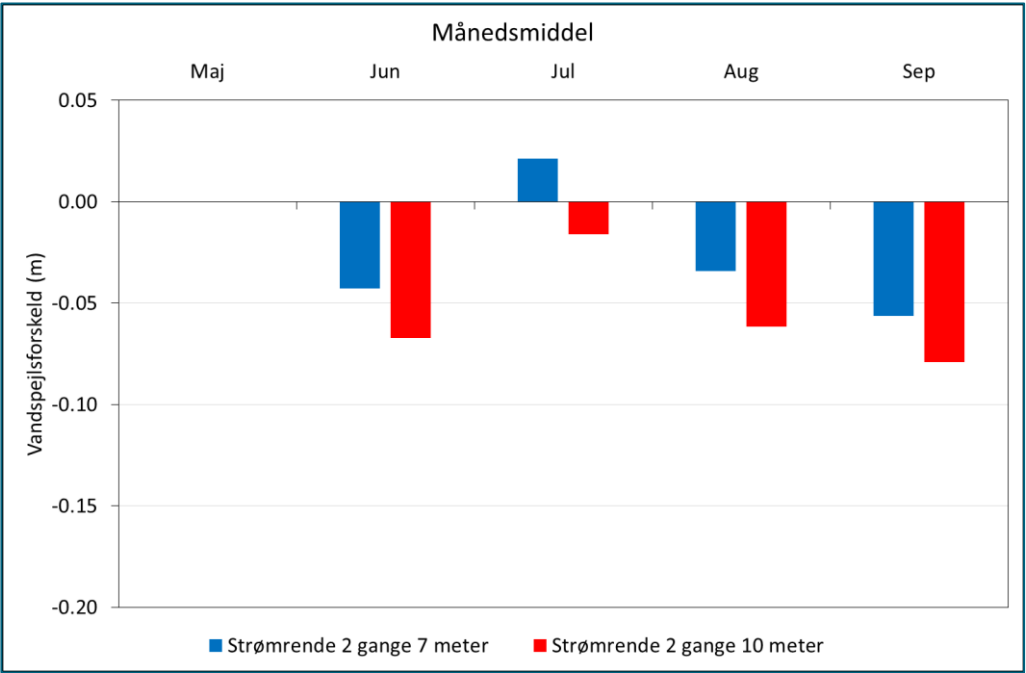
Figur 5.1. Målte vandstande præsenteret som gennemsnit for perioden 2012-2015 samt beregnede vandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 1 grødeskæring i 7 meter strømrrende (Regulativ) og 2 grødeskæringer i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrrende.



Figur 5.2. Beregnede månedsmiddelvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 1 grødeskæring i 7 meter strømrønde (Regulativ) og 2 grødeskæringer i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrønde.

Månedsmiddelvandstand (DVR90)	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrønde 1 gange 7 meter (Regulativ)	13,92	14,05	14,15	14,23	14,30
Strømrønde 2 gange 7 meter	13,92	14,01	14,17	14,19	14,24
Strømrønde 2 gange 10 meter	13,92	13,98	14,13	14,16	14,22

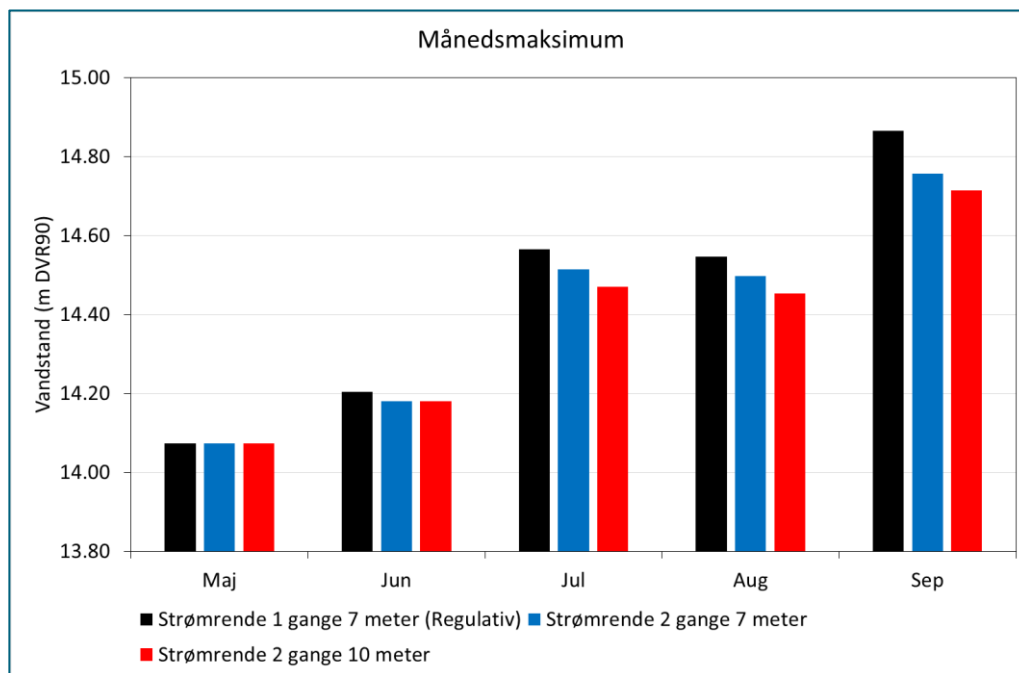
Tabel 5.1. Beregnede månedsmiddelvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 1 grødeskæring i 7 meter strømrønde (Regulativ) og 2 grødeskæringer i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrønde.



Figur 5.3. Differensplot, der viser, hvordan 2 grødeskæringer i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrende påvirker månedsmiddelvandstanden i forhold til 1 skæring i 7 meter bred strømrende (Regulativ).

Differens	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrende 2 gange 7 meter	0,00	-0,04	0,02	-0,03	-0,06
Strømrende 2 gange 10 meter	0,00	-0,07	-0,02	-0,06	-0,08

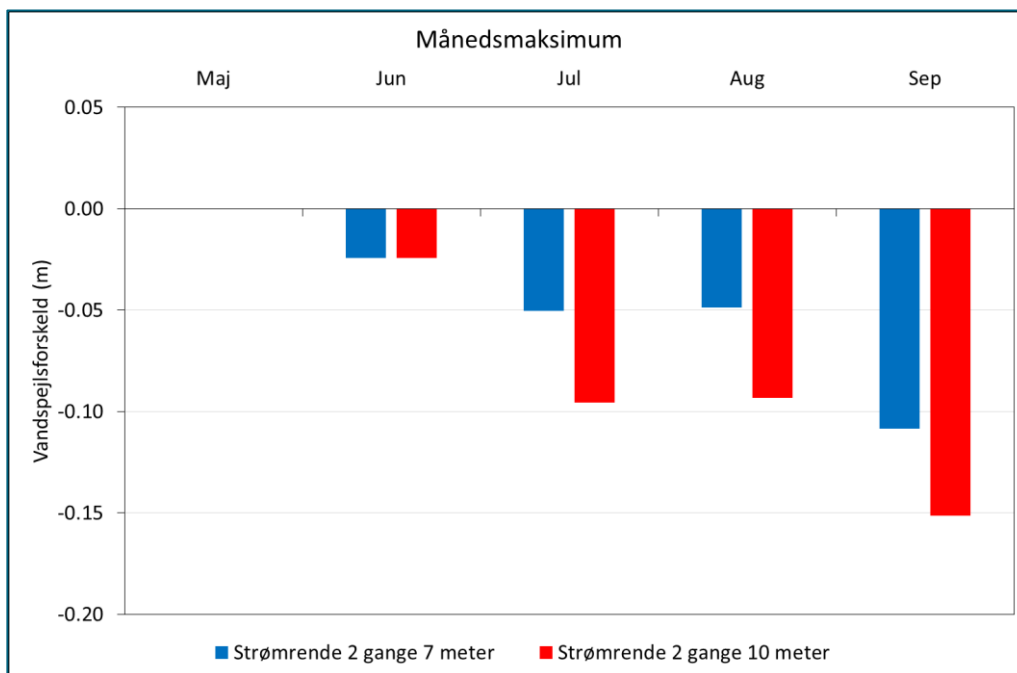
Tabel 5.2. Talmæssige differenser mellem månedsmiddelvandstandene ved 2 skæringer i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrende og 1 grødeskæring i 7 meter bred strømrende (Regulativ).



Figur 5.4. Beregnede månedsmaksimumvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 1 grødeskæring i 7 meter strømrrende (Regulativ) og 2 grødeskæringer i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrrende.

Månedsmaksimumvandstand (DVR90)	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrrende 1 gange 7 meter (Regulativ)	14,07	14,20	14,56	14,55	14,86
Strømrrende 2 gange 7 meter	14,07	14,18	14,51	14,50	14,76
Strømrrende 2 gange 10 meter	14,07	14,18	14,47	14,45	14,71

Tabel 5.3. Beregnede månedsmaksimumvandstande for de opstillede scenarier med gennemførelse af 1 grødeskæring i 7 meter strømrrende (Regulativ) og 2 grødeskæringer i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrrende.



Figur 5.5. Differensplot, der viser, hvordan 2 grødeskæringer i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrrende påvirker månedsmiddelvandstanden i forhold til 1 skæring i 7 meter bred strømrrende (Regulativ).

Differens	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep
Strømrrende 2 gange 7 meter	0,00	-0,02	-0,05	-0,05	-0,11
Strømrrende 2 gange 10 meter	0,00	-0,02	-0,10	-0,09	-0,15

Tabel 5.4. Talmæssige differenser mellem månedsmiddelvandstandene ved 2 skæringer i 7 henholdsvis 10 meter bred strømrrende og 1 grødeskæring i 7 meter bred strømrrende (Regulativ).

Beregningerne viser, at 2 skæringer i 7 meter bred strømrrende kan sænke månedsmiddelvandstanden med maksimum 4-6 cm, svarende til at sommermiddelvandstanden kan sænkes med ca. 3 cm. 2 skæringer i 10 meter bred strømrrende kan sænke månedsmiddelvandstanden med maksimum 7-8 cm, svarende til at sommermiddelvandstanden kan sænkes med knap 5 cm. Begge scenarier set i forhold til 1 skæring i 7 meter bred strømrrende.

Beregningerne viser på tilsvarende vis, at 2 skæringer i 7 meter bred strømrrende kan sænke månedsmaksimumsvandstanden med maksimalt 11 cm, og at 2 skæringer i 10 meter bred strømrrende kan sænke månedsmaksimumsvandstanden med maksimalt 15 cm, begge scenarier set i forhold til 1 skæring i 7 meter bred strømrrende.

Effekten af en grødeskæring medio juni i stedet for en skæring i månedsskiftet juni-juli er en kort periode af et par ugers varighed, hvor vandstanden

ligger lidt lavere end i dag, uanset om der skæres i 7 eller 10 meter bred strømrønde. Til gengæld må vandstanden forventes at komme til at ligge lidt højere end eller på niveau med i dag i de efterfølgende par uger. En tidlig skæring er derfor et spørgsmål om, hvornår i den tidlige sommer en lidt lavere vandstand er ønskelig.

Med til billedet af grødeskæringens effekt på vandstanden ved Kongensbro hører også, at vandstanden her ikke blot er påvirket af grøden, men også af vandstanden i Tange Sø nedstrøms Borre Å.

6. BEMÆRKNINGER TIL SCENARIEANALYSERNE

Grødemodellerne udgør sammen med vandførings- og vandstandsdata det beregningsmæssige grundlag for analyserne af de vandstandsmæssige konsekvenser af de forskellige grødeskæringsscenarier.

Idet grødemodellerne således fastlægger både den tidsmæssige placering af grødeskæringerne og effekten af disse på Manningtallet (vandløbets ruhed), har modellernes udformning stor betydning for resultaterne af analyserne af de enkelte grødeskæringsscenarier.

I de gennemførte analyser er grødeskæringen typisk påbegyndt på det tidspunkt i grødens vækstperiode, hvor der erfaringsmæssigt kan forventes en effekt på vandstanden af at gennemføre grødeskæring. I scenarier med flere end én grødeskæring er de følgende grødeskæringer beregningsmæssigt placeret 1 måned senere, idet genvæksten erfaringsmæssigt neutraliserer effekten af en grødeskæring i løbet af ca. 4 uger.

Det betyder, at hvis man kun gennemfører én årlig grødeskæring, så vil grøden, og dermed også vandstanden, i hovedparten af vækstperioden være uden påvirkning af grødeskæringen, uanset hvornår den gennemføres.

Dette problem kan som illustreret i de gennemførte scenarier mindskes gennem opfølgende grødeskæringer gennem grødens vækstperiode og yderligere mindskes gennem skæring i stor strømrødbredde.

Betydningen af grødeskæringens/grødeskæringernes tidsmæssige placering i sommerhalvåret fremgår med stor tydelighed af de gennemførte beregninger af månedsværdier for både middelvandstanden og maksimumvandstanden. Har man eksempelvis 1 eller 2 skæringer til rådighed, og gennemfører man disse skæring først på sommeren, da vil man få lavere vandstande først på sommeren, mens grøden være upåvirket af skæringerne sidst på sommeren og der give anledning til højere vandstanden. Og vise versa. Månedsværdierne giver dermed et godt grundlag for at beslutte, hvornår grødeskæring skal gennemføres i forhold til afvandingsinteresserne.

Hvis man af hensyn til vandløbsmiljøet ønsker at begrænse antallet af grødeskæringer såvel som strømrødbredden, så afhænger effekten på sommervandstanden i nogen grad af, hvornår i vækstperioden grødeskæringen finder sted. Dertil kommer, at effekten på vandstanden også afhænger af grødens tæthed på grødeskæringstidspunktet (-erne). Tidligere gennemførte analyser i Gudenåen viser, at grødetilstanden og grødens effekt på vandstanden varierer meget fra år til år, både tidsligt og kvantitativt.

I forhold til kvantificeringen af grødeskæringens effekt på vandspejlskoten er det vigtigt at være opmærksom på, at vandføringens størrelse har stor betydning for, hvorfra og hvortil vandspejlet kan sænkes. Det er tydeligt illustreret af den grafiske illustration af de målte vandstande i perioden 2008-2015 i forhold til målte vandstande i perioden 2012-2015.

6.1. Mulige skift i grødesammensætningen

Det er dokumenteret, at én årlig grødeskæring i de fleste tilfælde ikke vil have væsentlig negativ effekt på grødens artssammensætning og rumlige struktur, mens to eller flere grødeskæringer vil kunne have negativ effekt på begge parametre - jo flere skæringer, desto større negativ effekt.

For så vidt angår mængden af grøde eller grødens tæthed, så er der data fra forskellige vandløb, der viser, at gentagen slåning af en række arter, først og fremmest båndbladsplanter som enkelt pindsvineknop, kan føre til udvikling af tættere bevoksninger, og dermed større grødemængder ("græsplæneeffekten").

Når det gælder grødens sammensætning, så er erfaringen den, at mange arter med apikal vækst (væksten sker fra vækstpunkter i skudspidserne) er mere følsomme over for grødeskæring end arter med basalvækst (væksten sker fra vækstpunkter ved basis af blade og skud).

Denne forskel i følsomhed over for grødeskæring betyder, at eksempelvis flere af de store vandaksarter med apikal vækst er mere følsomme over for grødeskæring end arter med basisvækst, først og fremmest enkelt pindsvineknop.

Denne viden om arternes forskellige følsomhed over for gentagen grødeskæring giver anledning til at formode, at overgang fra én årlig grødeskæring til to eller flere årlige grødeskæringer øger risikoen for, at der sker en forskydning i grødesammensætningen i retning mod mere båndbladsvegetation og mindre langskudsvegetation.

Set alene i forhold til vandstanden og vandføringsevnen har et sådant skift til hyppigere og mere omfattende grødeskæringer den uønskede effekt, at man får en mere hurtigt voksende og tættere grøde, som alt andet lige betyder dårligere vandføringsevne og ringere muligheder for at forbedre vandføringsevnen gennem grødeskæring. Denne uønskede effekt er dokumenteret gennem en undersøgelse af grødens genvækst i 126 vandløb, jf. *"Faglig udredning om grødeskæring i vandløb. Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 2016"*, men undersøgelsen fortæller ikke, hvor hurtigt grøden reagerer på hyppig grødeskæring med ændret artssammensætning og struktur.

Overgang fra én årlig grødeskæring til to eller især flere årlige skæringer kan derfor være forbundet med dannelsen af en mere problemvoldende grøde, som både forringer vandføringsevnen mere og som for at opretholde en lavere vandstand kræver flere grødeskæringer end den oprindelige grøde.

Til gengæld er det erfaringen fra andre danske vandløb, at det er meget vanskeligt at vende udviklingen gennem ekstensivering af grødeskæringen, hvis man gennem hyppig grødeskæring har fået skabt en grøde med båndblade og stor robusthed over for grødeskæring.

Disse erfaringer taler derfor for, at man iagttager risikoen for udvikling af en mere vedligeholdelseskrævende grøde, hvis man af hensyn til afvandingsinteresserne ønsker at intensivere grødeskæringen.

6.2. Resultaternes robusthed

Resultaternes robusthed vurderes til trods for ovennævnte forhold at være tilstrækkelig til, at der kan drages pålidelige konklusioner om de vandstandsmæssige effekter af de enkelte grødeskæringsscenarier, og ikke mindst til at der kan foretages sammenligninger mellem disse.

Det skal dog nævnes, at beregningerne er gennemført ved brug af grødemodeller, der er formuleret på grundlag af eksisterende data og viden fra Gudenåen. Grødemodellerne tager derfor ikke højde for et muligt skift fra den nuværende grøde til en grøde med større andel af hurtigt voksende båndbladsplanter.

Det betyder, at resultaterne af scenarieanalyserne med 2 eller flere grødeskæringer kan tegne et mere positivt billede af effekterne af grødeskæringen på vandstanden, end tilfældet reelt vil være, hvis grødeskæringen i løbet af nogle år bevirker et skift i grødesammensætningen i retning mod mere båndbladsvegetation.