A large, white, curved arc shape on the right side of the page, resembling a stylized 'C' or a partial circle, set against a light blue background.

# Vurdering af foranstaltninger og virkemidler til skabelse og opretholdelse af lavere som- mervandstand i Gudenå mellem Silkeborg og Tange Sø

NOVEMBER 2020

Projekt navn	Bistand til helhedsplan for Gudenåen
Kunde	Silkeborg Kommune
Projektleder	Rasmus Bang
Projekt nummer	1322000145
Til	Klik eller tryk her for at skrive tekst.
Udarbejdet af	Anders Lund Jensen,, Klaus Schlüsen og Bjarne Moeslund
Kvalitetssikret af	Christian Petersen
Godkendt af	Rasmus Bang
Version	01
Versionsdato	08-12-2020
Første udgivelsesdato	08-12-2020

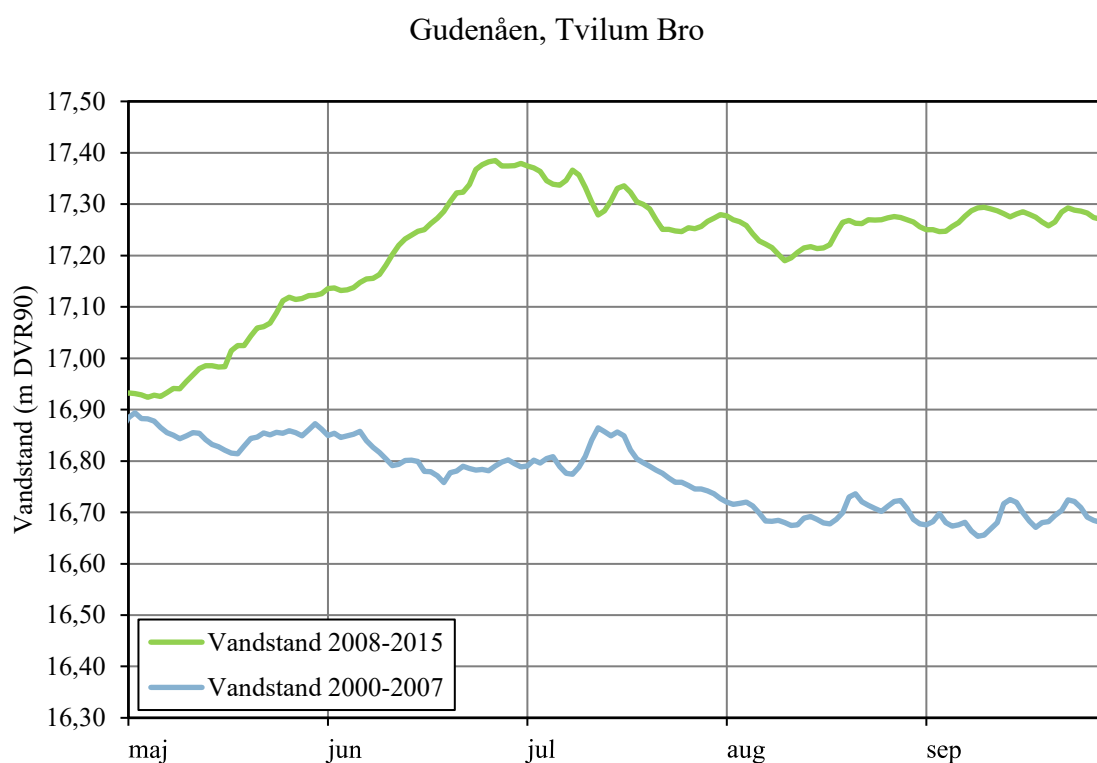
# INDHOLD

INDLEDNING	4
GRØDESKÆRING	5
UDDYBNING	8
VANDTILBAGEHOLDELSE	11
KONKLUSION OG KOMBINATION AF VIRKEMIDLER	13
REFERENCER	15

## INDLEDNING

Arbejdsgruppen omkring helhedsplanen for Gudenåen har ønsket en belysning af, hvilke foranstaltninger der, uafhængig af de lovgivnings- og planmæssige bindinger, hver især eller i forening vil kunne nedbringe sommermiddelvandstanden med 60 cm i Gudenåen på strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø.

60 cm er forskellen mellem sommermiddelvandstanden i Gudenå ved Tvillum Bro i tiden før henholdsvis efter at vandet i åen i løbet af ganske få år blev meget klart og gav grundlag for en meget markant øgning af grødemængden i åen, se figur 1.



Figur 1. Oversigt over middelvandstandens størrelse og variation i sommerperioden (maj-september) før henholdsvis efter at vandet blev klart og gav anledning til en meget markant øgning af grødemængden i Gudenåen på strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø, belyst på grundlag af vandstandsdata fra den hydrometriske station ved Tvillum Bro.

Dette notat indeholder en screening af de virkemidler, der hver især eller i forening kan tages i anvendelse for at nedbringe sommermiddelvandstanden med de 60 cm, som den er steget med som følge af det klare vand og den øgede grødemængde.

Screeningen og vurderingerne er i overensstemmelse med opdraget gennemført uden afvejsninger i forhold til de bindinger, der er gældende for åen og dens omgivelser.

## GRØDESKÆRING

En fornyet opmåling i 2020 af Gudenåen på strækningen mellem Silkeborg Langsø og Tange Sø har vist, at åens profil i al væsentlighed er uforandret i forhold til forudgående opmålinger, det vil sige, at der ikke har kunnet påvises hverken aflejringer eller profilindsnævninger af en sådan størrelse, at de kan tilskrives betydende indflydelse på vandføringsevnen /1/. Det er på den baggrund vurderingen, at aflejringer og profilforandringer kan ”frikendes” som medvirkende årsager til den forhøjede sommermiddelvandstand.

Til gengæld er det meget åbenlyst, at der er sket en meget kraftig øgning af grødemængden på strækningen. Hvor grødens gennemsnitlige dækningsgrad ved en undersøgelse af grøden i 2001 var ca. 14%, var den ved en tilsvarende undersøgelse i 2017 øget til ca. 87%. Det svarer til, at den grødefrie bundflade i 2001 havde omtrent samme størrelse som den grødebevoksede flade havde i 2017.

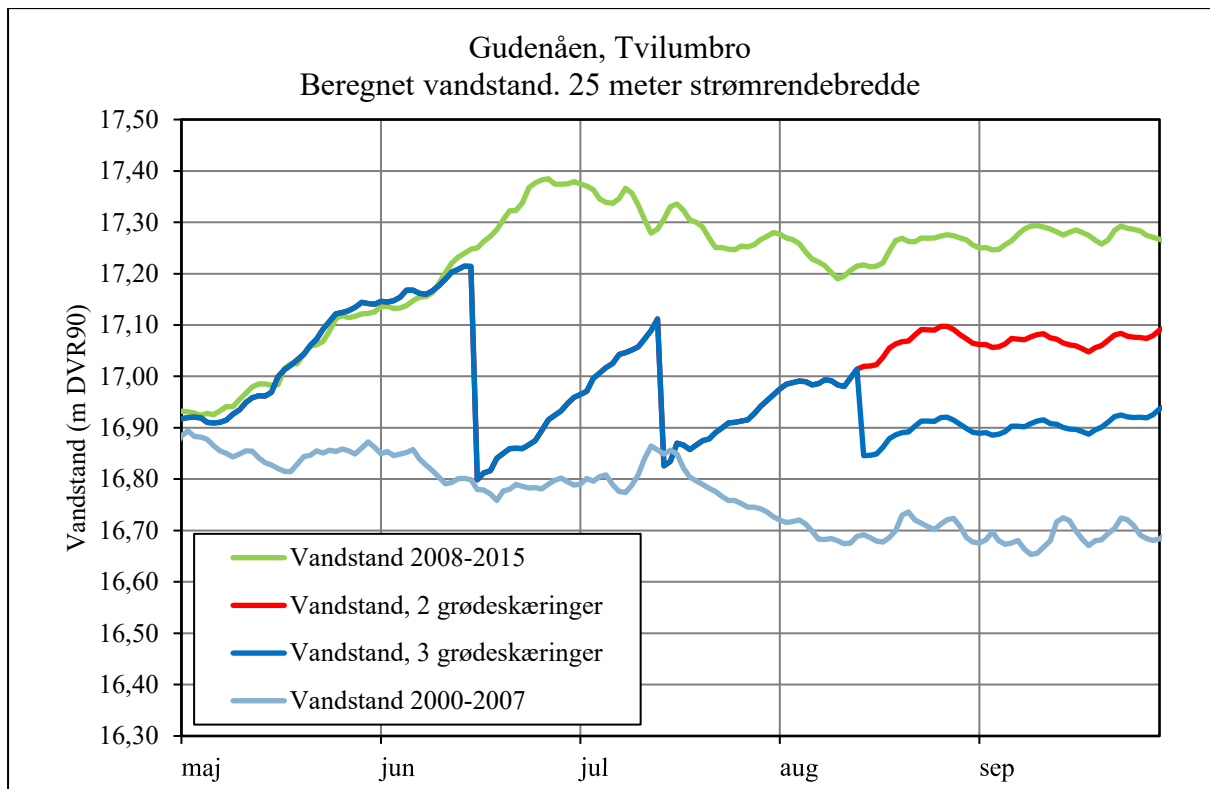
Interessen samler sig derfor i første omgang om, hvorvidt det gennem grødeskæring er muligt at genskabe grødetilstanden fra tiden før vandet blev klart. Eller sagt på en anden måde: vil det være muligt gennem grødeskæring at skabe og opretholde en grødetilstand, der svarer til tilstanden i tiden før vandet blev klart, det vil sige en grødetilstand, der i henseende til grødens påvirkning af vandets frie løb svarer til en gennemsnitlig dækningsgrad på ca. 14%?

Idet grødeskæring ikke kan reducere dækningsgraden, men alene gennem afskæringen af grødens overjordiske skud og blade i kort afstand over bunden fjerner den grøde, der fra bunden rækker op i vandsøjlen, og derigennem reducere den hydrauliske effekt af grøden, er det vurderingen, at det for at opnå en effekt, der svarer til effekten af en grøde med ca. 14% gennemsnitlig dækningsgrad, vil være nødvendigt at bortskære grøden på hele åens bundflade.

Den vurdering beror på, at det ikke er muligt at reducere grødemængden svarende til den oprindelige dækningsgrad på 14%, idet grødeskæringen ikke fjerner planterne fra vandløbet bund, men ”blot” fjerner den overjordiske grøde i en afstand på 5-10 cm over bunden. Trods stærkt reduceret effekt på vandhastigheden har disse stubbe alligevel en effekt, og det er således ikke muligt gennem grødeskæring at fjerne den fulde effekt af grøden. Det skal tilføjes, at det ikke gennem grødeskæring er muligt at fjerne grøden fuldstændigt, hvorfor det ikke gennem grødeskæring er muligt at genskabe en grødefri bundflade af samme størrelses om før vandet blev klart.

En sådan omfattende skæring fra bred til bred skønnes at kunne generere en vandstandssænkning i størrelsesordenen 60 cm i umiddelbar forlængelse af skæringen, idet ”grødestubbene” skønnes at have en effekt på vandføringsevnen af samme størrelsesorden som den oprindelige grøde med 14% middeldækningsgrad. Men fordi grødens dækningsgrad efter grødeskæringen er uforandret høj, vil der på hovedparten af bundfladen ske genvækst af grøde, det vil sige at grøden efter skæring danner nye blade og skud. Denne genvækst vil trods det i forvejen klare vand være begunstiget af det yderligere lysindfald til bunden, som en sådan omfattende vandstandssænkning skaber, dels ved at mindske afstanden fra vandoverfladen til bunden og dels ved at mindske grødens selvskygning.

Det betyder, at den maksimalt opnåelige effekt af grødeskæringen på vandstanden, ca. 60 cm, i tiden efter grødeskæringen bliver gradvis neutraliseret af grødens genvækst, jf. figur 2.



Figur 2. Illustration af, hvordan 2-3 skæringer i 25 meter bred strømrende (= omtrent fuld bredde) beregningsmæssigt forventes at påvirke vandstanden. Figuren illustrerer tydeligt, hvordan genvæksten i tiden efter hver grødeskæring gradvis neutraliserer effekten af grødeskæringen på vandstanden. Hvis genvæksten og effekten af denne skal holdes nede på et niveau, hvorved den maksimalt opnåelige effekt på vandstanden opretholdes, kræver det meget hyppige grødeskæringer, forventeligt én skæring pr. uge i hele vækstperioden, som typisk strækker sig fra maj til udgangen af september.

Det er derfor umiddelbart indlysende, at hvis den maksimalt opnåelige vandstandssænkning ved grødeskæring er 60 cm, og der er genvækst i umiddelbar forlængelse af grødeskæringen, så kræver opretholdelse af den fulde 60 cm vandstandssænkning, at fornyet grødeskæring gennemføres allerede ganske få dage efter, og så fremdeles gennem hele grødens vækstperiode.

En sådan næsten kontinuerlig grødeskæring vil på det foreliggende vidensgrundlag med stor sandsynlighed og i løbet af få år resultere i en kraftig reduktion af forekomsten af skæringsfølsomme og langsomt voksende arter og en tilsvarende begunstigelse af skæringstolerante arter, først og fremmest enkelt pindsvineknop. Når det sker, vil vandstanden for en given vandføring forventeligt kunne stige med i størrelsesordenen 1-2 cm i døgnet alene som følge af grødens genvækst, og det betyder, at opretholdelse af den fulde 60 cm vandstandssænkning kræver en tidsmæssigt stadig mere intensiv grødeskæring.

Hvis effekten af grøden skal neutraliseres gennem hele vækstperioden maj-september, vil der, hvis de praktiske aspekter (varigheden af en fuld skæring af strækningen) tages i betragtning, skulle skæres grøde ca. én gang hver uge, i alt 15-20 gange i perioden maj-september, færrest gange, hvis genvæksten i sidste halvdel af vækstperioden viser sig at være mindre end i første halvdel.

Idet skæring i fuld bredde svarer til skæring i ca. 4 gange den bredde (7 meter), hvori der skæres i henhold til gældende regulativ, vil en enkelt skæring skønmæssigt have et økonomisk omfang på ca. 4 gange udgiften til skæring af en 7 meter bred strømrende.

Det betyder samlet set, at opretholdelse af en ca. 60 cm lavere sommermiddelvandstand gennem grødeskæring i hele perioden maj-september vil have et økonomisk omfang på i yderste fald 60-80 gange udgiften til én skæring i 7 meter bred strømrende.

Idet en sådan omfattende grødeskæring umiddelbart ikke kan gennemføres inden for rammerne af de gældende bindinger, og samtidig er forbundet med meget store omkostninger, er spørgsmålet herefter, hvilket bidrag til den ønskede 60 cm lavere sommermiddelvandstand, der kan opnås gennem en grødeskæring, der er forenelig med de gældende bindinger.

Det spørgsmål kan besvares på grundlag af de målte effekter af den til dato gennemførte grødeskæring, som i forbindelse med den igangværende revision af regulativet på hovedparten af strækningen er vurderet at kunne fortsættes inden for rammerne af gældende bindinger. Det vil sige én årlig skæring i 7 meter bred strømrende. En sådan grødeskæring skønnes på grundlag af gennemførte målinger at have en effekt på sommermiddelvandstanden på i størrelsesordenen 5-10 cm ved konstant vandføring, uagtet at vandstandssænkningen i umiddelbar forlængelse af skæringen har vist sig at være markant højere. Den lille gennemsnitlige effekt på vandstanden skyldes grødens genvækst.

Hvis grødeskæring som bidragsyder til en sænkning af sommermiddelvandstanden skal kunne gennemføres inden for de eksisterende lovgivnings- og planmæssige rammer, er det vurderingen, at bidraget bliver så lille, at opretholdelse af en 60 cm lavere sommermiddelvandstand primært kræver anvendelse af andre virkemidler.

## UDDYBNING

Uddybning er sammen med udretning og kanalisering det virkemiddel, der gennem mange år har været anvendt til at sænke vandstanden i vandløb i forhold til de omgivende arealer.

Det forholder sig sådan, at hvis man over lange strækninger sænker bundkoten med en given værdi, så sænker man alt andet lige vandspejlskoten med en tilsvarende værdi. Hvis sommermiddelvandstanden i Gudenåen nedstrøms Silkeborg skal sænkes med 60 cm, skal bundkoten derfor sænkes med 60 cm.

Nedstrøms Silkeborg Langsø vil der rent fysisk være grundlag for at skabe en sænkning af sommermiddelvandstanden på 60 cm gennem uddybning på strækningen fra ca. 1.400 m nedstrøms Ringvejsbroen til lidt nedstrøms udløbet af Alling Å, hvortil vandstanden i åen er påvirket af vandstanden i Tange Sø.

Der er udarbejdet et uddybningsscenarie for denne strækning under forudsætning af, at grødeforholdene efter en uddybning er de samme som i udgangspunktet, dvs. at der er samme grødesammensætning og grødetæthed i det uddybede vandløbsprofil som i det nuværende.

I praksis vil en uddybning medføre, at vandstandssænkningen i åen bliver større end de projekterede 60 cm i nogle år efter udførelsen, idet uddybningen samtidigt medfører fjernelse af den eksisterende grøde. Dette var f.eks. tilfældet ved en oprensning i Ryå, se figur 3.

Det skal nævnes, at der ikke er sikkerhed for, at den grøde, der indfinder sig i det uddybede profil, vil være den samme og have samme hydrauliske effekt som den eksisterende. Således vil en uddybning formodentlig føre til mere udbredt forekomst af blød sandbund, og det vil erfaringsmæssigt begunstige eks. enkelt pindsvineknop. Det kan medføre, at der over tid opnås en anden vandstandssænkning end den projekterede, der tager udgangspunkt i en uændret grøde.

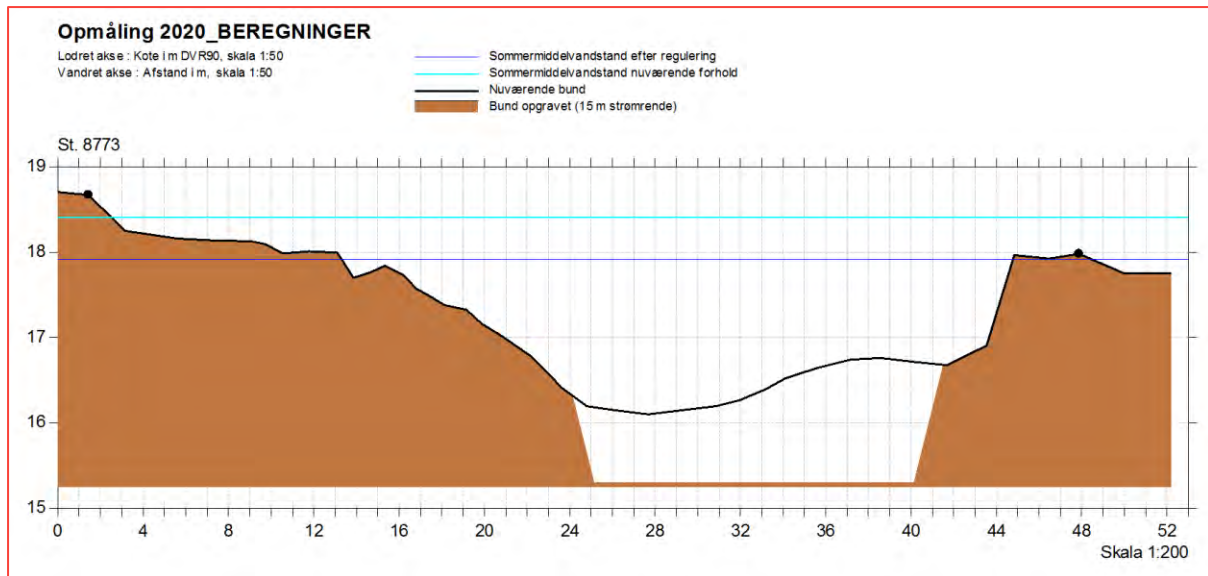


Figur 3. Eksempel på uddybning af et stort vandløb.



Sænkningen af sommermiddelvandstanden på 60 cm (eks. som målt ved Tvilum Bro) vil i teorien kunne opnås ved at sænke hele det vandførende profil med 60 cm i forhold til det omgivende terræn, men i praksis vil en uddybning af praktiske årsager skulle ske ved, at der uddybes på en sådan måde og med et sådant skråningsanlæg, at den resulterende vandstandssænkning på den ene side bliver de ønskede +/- 60 cm, og at skråningsanlægget på den anden side kan forblive stabilt.

I nærværende uddybningsscenarie er der regnet med en udgravet strømrendebredde på 15 m med skråningsanlæg 1:1, se eksemplet i figur 3. Alle tværsnit på strækningen fra Silkeborg til Alling Å er vist i Bilag 1.



Figur 4. Eksempel på uddybet profil nær Svstrup.

Effekten af det skitserede uddybningsscenarie på sommermiddelvandstanden i Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø fremgår af længdeprofilen i Bilag 2.

Det fremgår heraf, at effekten af den skitserede uddybning vil være et netop 60 cm lavere vandspejl ved Tvilum Bro, og et 40-70 cm lavere vandspejl på hele strækningen ned til udløb af Alling Å (ca. St. 17.000m). Herfra bliver vandstanden i Gudenå gradvist mere stuvningspåvirket fra Tange Sø, hvorfor en uddybning får grad mindre effekt på vandstanden, jo nærmere man kommer til Tange Sø. Skulle man have skabt en ensartet vandstands-sænkning på 60 cm på hele strækningen, ville man skulle sænke hele profilet med 60 cm, og det er en langt mere kompliceret opgave, både projekteringsmæssigt og udførelsesmæssigt.

Det er beregnet, at nærværende uddybningsscenarie vil kræve opgravning af 225.000 – 250.000 m<sup>3</sup> materiale fra Gudenåen. Skulle hele profilet sænkes 60 cm for at opnå præcis 60 cm sænkning af sommermiddelvandstanden, ville det kræve opgravning af mindst 425.000 m<sup>3</sup> materiale, dvs. næsten den dobbelte mængde.

Åens nuværende profil har stabile bundforhold, og sedimenttransporten er i balance, dvs. at der sker hverken erosion af profilet eller sker aflejring af sediment i væsentlig grad /2/.

En uddybning af det beskrevne omfang vil med al sandsynlighed skabe ubalance i sedimenttransporten. Det skyldes, at man ved bortgravning af den nuværende stabile vandløbsbund, der for hovedpartens vedkommende består af grus og sten, vil blotlægge mere finkornede og dermed mindre stabile jordlag, der lettere borteroderer. Uddybning vil derfor forventeligt igangsætte bunderosion og dermed en større sedimenttransport i åen.

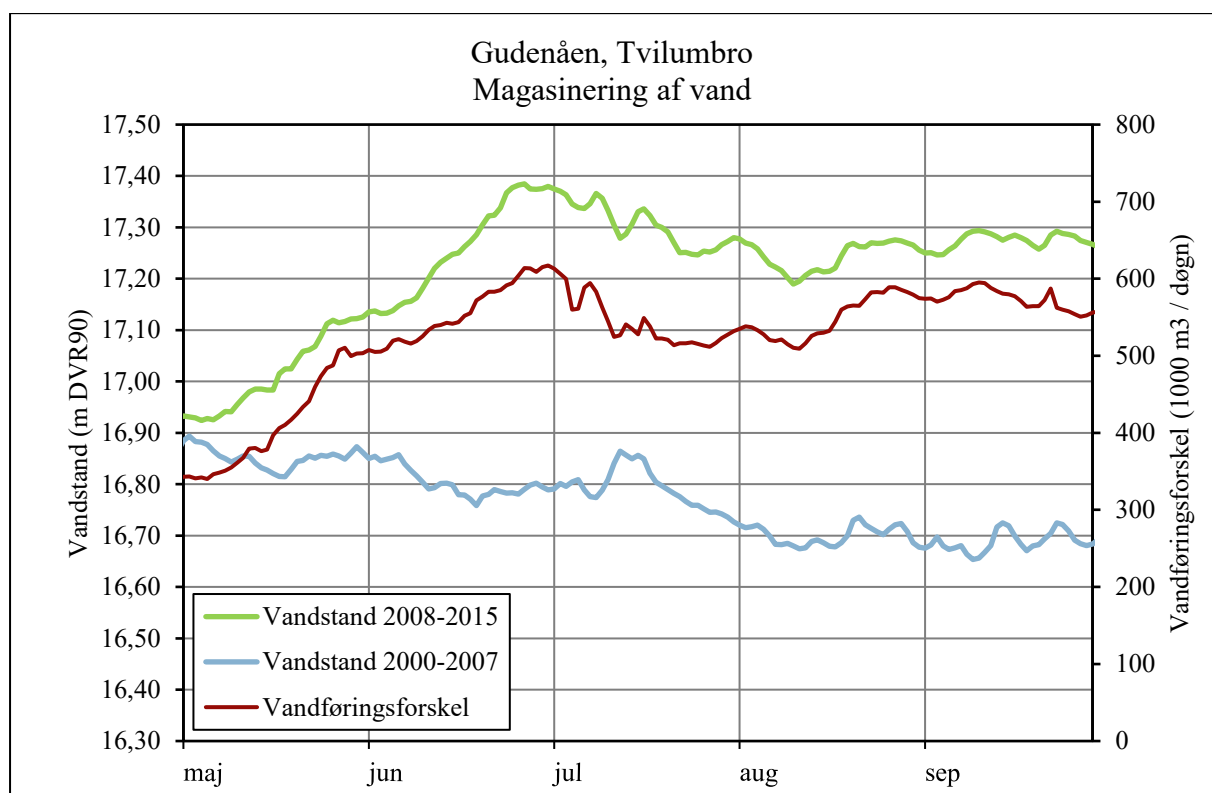
Derudover vil det sænkede vandspejl i åen medføre, at åen ikke i samme grad som nu kan aflejre transporteret sediment på det vandløbsnære terræn. Ved de fleste normale vandføringer vil dette sediment derfor blive aflejret i selve profilet, hvor det nedsætter vandføringsevnen og dermed reducerer effekten af uddybningen.

Det betyder, at en uddybning med stor sandsynlighed vil medføre behov for regelmæssig kontrol af profiludviklingen og behov for hyppige oprensninger af aflejret sediment for at kunne opretholde det projekterede 60 cm lavere vandspejl. Omfanget af hverken kontrollen eller oprensningsbehovet kan vurderes på det foreliggende grundlag.

## VANDTILBAGEHOLDELSE

Idet profilet er fundet at være uforandret og dermed uden andel i den 60 cm øgning af sommermiddelvandstanden, som har fundet sted siden vandet i åen blev klart og grødemængden blev kraftigt øget, er der realistisk set kun to stilleskruer til rådighed, hvis man ser bort fra indgreb i profilet (uddybning og/eller profiludvidelse). Den ene er grødeskæring, og den anden er vandførings størrelse.

For at få et indtryk af, hvor meget den 60 cm højere sommervandstand svarer til, hvis den skal imødegås alene gennem en reduktion af vandføringen, er der foretaget en beregning af, hvor meget vandføringen skal reduceres for at kompensere for grødens øgning af ruheden (modstanden) i sommerperioden og den deraf følgende øgning af vandstanden, se figur 5.



Figur 5. Beregning af nødvendig vandføringsreduktion for at opnå 60 cm lavere sommermiddelvandstand ved Tvilum Bro med de nuværende grødeforhold.

For at forstå, hvordan grøden påvirker vandstanden, og hvordan sammenhængen mellem vandstand og vandføring er, er det nødvendigt først at se på nogle generelle sammenhænge.

Mængden af vand, der passerer gennem et vandløbsprofil kan beskrives som vandhastigheden x tværsnitsarealet.

Hvis vandhastigheden bliver nedsat, eks. på grund af grødens modstand, og vandføringen er uændret, så kræves der et større gennemstrømningsareal, for at vandet kan passere. I et vandløb med fast bund og faste sider, kan gennemstrømningsareal kun øges opadtil. Det er årsagen til, at vandstanden stiger, når vandhastigheden falder og vandføringen er uændret.

I nærværende eksempel vender vi regnestykket om og ser på, hvor meget vandføringen skal reduceres, hvis tværsnitsarealet skal holdes uændret for en given vandhastighed, som er bestemt af grøden.

Denne beregning viser, at vandføringen gennem det meste af sommerperioden skal reduceres med 500.000-600.000 m<sup>3</sup> pr. døgn for at modsvare den fulde grødebetingende hævnning af vandstanden. Det svarer til, at vandføringen skal reduceres med ca. 6 m<sup>3</sup>/sek. gennem det meste af sommerperioden. Denne nødvendige reduktion svarer til omtrent 50 % af sommermiddelvandføringen i Gudenå ved Tvilum Bro.

Reduktion af vandføringen på strækningen kan udelukkende ske ved at tilbageholde vand opstrøms strækningen fra Silkeborg til Tange Sø, og da den af grøden forårsagede hævnning af vandstanden også er et problem for arealerne omkring Silkeborg Langsø, skal vandtilbageholdelsen finde sted opstrøms Silkeborg By.

Overslagsberegninger viser, at hvis der skal tilbageholdes vand af den størrelsesorden, vil det hæve vandstanden i Mossø med 1 meter i løbet af blot én måned.

Det betyder på den ene side, at vandtilbageholdelse som virkemiddel mod de 60 cm vandstandsstigning nedstrøms Silkeborg ikke er realistisk som enestående virkemiddel, ej heller, hvis der forud for grødens vækstperiode sker en sænkning af vandstanden i Mossø. En sådan sænkning af vandstanden ville i øvrigt, foruden de praktiske problemer, betyde en markant øgning af vandføringen på den strækning, hvor der er ønske om en lavere vandstand.

Den til vandstandssænkningen nødvendige kapacitet er ganske enkelt ikke til stede, ej heller hvis de øvrige søer opstrøms Silkeborg inddrages i vandtilbageholdelsen. Det betyder samlet set, at reduktion af vandføringen som enestående virkemiddel over for den 60 cm forhøjede sommermiddelvandstand nedstrøms Silkeborg ikke er en mulighed, idet den nødvendige vandtilbageholdelse langt overstiger den kapacitet, der er til stede i søerne opstrøms Silkeborg, når der tages højde for de arealmæssige interesser og bindinger omkring søerne.

Eller sagt på en anden måde: den kapacitet, der er til rådighed til vandtilbageholdelse uden konflikter med de omgivende arealer og interesser opstrøms Silkeborg By, er så lille, at den ikke i betydende omfang kan bidrage til at reducere den forhøjede sommermiddelvandstand på strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø. Hvertil kommer de praktiske udfordringer, der er forbundet med at styre magasinkapaciteten. Nævnes skal det også, at hvis man om sommeren tilbageholder vand med sigte på en lavere sommervandstand nedstrøms Silkeborg, så skaber man et potentielt stort problem, når dette vand skal lukkes ud for at genskabe kapaciteten, idet den resulterende øgning af vandføringen vil ske på et tidspunkt, hvor vandføringen normalt er stigende. Det øger risikoen for oversvømmelser nedstrøms Silkeborg ved vandføringer, der under nuværende forhold ikke giver oversvømmelser.

## KONKLUSION OG KOMBINATION AF VIRKEMIDLER

Det er vurderingen, at der i udgangspunktet er tre mulige virkemidler til rådighed, hvis man ønsker at reducere sommermiddelvandstanden i Gudenåen nedstrøms Silkeborg med 60 cm uden at være begrænset af de bindinger, der er gældende for åen og dens omgivelser: grødeskæring, uddybning og vandtilbageholdelse.

Hvis den udvikling af grødetilstanden, der har fundet sted siden vandet i åen blev klart, og som har bevirket en øgning af sommermiddelvandstanden med ca. 60 cm, skal imødegås fuldt ud og udelukkende gennem grødeskæring, vurderes denne dels at skulle ske i åens fulde bredde og dels at skulle ske næsten kontinuert. Skæringen i den fulde bredde vurderes at være nødvendig for at komme ned på en grødetilstand, der svarer til tilstanden før vandet blev klart, mens den kontinuerte skæring vurderes at være nødvendig for, på grund af grødens genvækst, at kunne holde vandstanden ca. 60 cm lavere. Kontinuert skæring i fuld bredde vurderes således at være nødvendig for at holde sommervandstanden på et ca. 60 cm lavere niveau end i dag, men vurderes samtidig at have et ressourcemæssigt omfang, der er 60-80 gange større end omfanget ved den nuværende, regulativbestemte grødeskæring i 7 meter bred strømrende.

Uddybning er et gammelkendt virkemiddel til at sænke vandstanden i vandløb og vil i Gudenåen kunne tages i anvendelse på strækningen fra et stykke nedstrøms Silkeborg Langsø til udløbet af Alling Å. Nedstrøms Alling Å vil uddybning ikke have samme effekt på grund af stuvningen fra Tange Sø. Den mest effektive uddybning vil teoretisk set bestå i en sænkning af hele åens profil med 60 cm i forhold til det omgivende terræn, men en sådan fremgangsmåde er behæftet med store vanskeligheder. Til belysning af effekter og indsatsbehov er der foretaget beregninger på grundlag af et scenarie, hvor der udgraves en 15 meter bred strømrende, som i gennemsnit for strækningen vil resultere i en +/- 60 cm lavere sommermiddelvandstand, under forudsætning af en uændret grødetilstand. En sådan uddybning vil kræve opgravning af op mod 250.000 m<sup>3</sup> materiale, fortrinsvis mineraljord.

Uddybningen vil have den ønskede effekt på vandstanden, og indtil grødetilstanden er fuldt ud genopstået tilmed en større effekt. Men fordi uddybningen destabiliserer åens profil og eksponerer eroderbar bund, vil den forventeligt være ledsaget af en betydelig bunderosion og deraf følgende sedimenttransport. Denne vil kunne give anledning til aflejringer og deraf følgende forringelser af vandføringsevnen. Uddybning vil derfor i tiden indtil en ny ligevægt er skabt og et formstabilt profil er genskabt, skabe et øget behov for kontrol af vandføringsevnen og behov for hyppige oprensninger, hvis den fulde effekt af uddybningen skal opretholdes.

Uddybning vurderes således at kunne reducere sommermiddelvandstanden med de ønskede 60 cm på strækningen ned til Alling Å, men benyttelsen af virkemidlet vil være forbundet med et meget stort ressourceforbrug, både i udførelsesfasen og i den efterfølgende vedligeholdelse.

Vandtilbageholdelse som virkemiddel til at reducere sommermiddelvandstanden i Gudenåen nedstrøms Silkeborg med 60 cm anses på grundlag af de gennemførte overslagsberegninger at indebære behov for tilbageholdelse af meget store mængder vand.

Selvom der ikke er foretaget analyser af, hvor store vandstandsstigninger opstrøms Silkeborg, der er mulige uden konflikter med omgivelserne til de store søer, så viser beregningerne, at den nødvendige vandtilbageholdelse har et så stort omfang, at den alene ud fra overslagsberegninger af de resulterende vandstandsstigninger i søerne må anses for urealistisk. Og omvendt så vurderes de mulige vandstandsstigninger at være så små, at de kun i mindre grad løser problemet, også selvom der foretages en målrettet sænkning af vandstanden i søerne forud for sommerperioden.

Når man dertil lægger vanskelighederne med at styre vandtilbageholdelse, både rent teknisk og tidsmæssigt, er det vurderingen, at vandtilbageholdelse ikke vil kunne bidrage nævneværdigt til at skabe en 60 cm lavere sommermiddelvandstand nedstrøms Silkeborg.

Idet både grødeskæring og uddybning hver for sig vurderes at kunne skabe en 60 cm lavere sommermiddelvandstand, er det også vurderingen, at de to virkemidler kan kombineres på forskellig vis. Det vil således være sandsynligt at opnå den ønskede 60 cm lavere sommermiddelvandstand ved følgende kombinerede tiltag:

1. 3 årlige grødeskæringer i fuld bredde (25 meter)
2. Uddybning af Gudenå svarende til 50 % af det skitserede scenarie, dvs. op mod 125.000 m<sup>3</sup> materiale

En uddybning vil betyde reduceret behov for grødeskæring i de første år men efter grøden naturligt er genetableret vil de tre gange grødeskæring være krævet i ovenstående kombination af de to virkemidler.

Parallelløb af Gudenåen er et virkemiddel beskrevet i DHI's rapport under scenarier. Effekten og omfanget vil være tilsvarende en uddybning da de to tiltag har mange ligheder (der bortgraves for at skabe plads til vandet) og det er også en teoretisk mulighed men det vil kræve nye/ekstra arealer til et vandløbstracé samt vedligeholdelse i to vandløb.

Det skal for fuldstændigheden skyld nævnes, at selvom der gennemføres foranstaltninger og ibrugtages virkemidler, der hver især eller kombineret kan skabe den ønskede sænkning af sommermiddelvandstanden med 60 cm, så vil der stadig kunne forekomme nedbørs- og afstrømningshændelser, der skaber forhøjede vandstande og oversvømmelser. En sænkning af sommermiddelvandstanden med 60 cm vil således ikke kunne forhindre høje vandstande og oversvømmelser, men kun mindske hyppigheden og omfanget, hvormed de forekommer.

## REFERENCER

/1/. Orbicon 2017. Vegetationen i Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø 2017. Kortlægning af vegetationens artssammensætning og dækningsgrad september 2017 og beskrivelse af udviklingen siden undersøgelsen i 2001.

/2/. Orbicon/WSP 2020. Opmåling af Gudenå 2020. Rapport om opmåling af strækningen fra Silkeborg til Tange Sø. Version 08-07-2020.