Grøde, grødeskæring og vandstand i Gudenåen

Hvor meget falder vandstanden ved grødeskæring i den regulativbestemte strømrendebredde? Det spørgsmål fik vi 4 forskellige svar på ved grødeskæringen i Gudenåen i årene 2020-2023. Årsagerne hertil var, at både vandføringens størrelse og mængden af grøde var forskellige i de 4 år. Det var derfor ikke muligt ud fra de målte vandstande at sige, hvor stor en vandstandssænkning, der generelt er forbundet med grødeskæring i den regulativbestemte strømrendebredde. Vi fortæller i denne artikel om de observerede forskelle, og vi viser, hvordan vi ved brug af parameteren styrevandstand kan eliminere vandføringens betydning for vandstanden og derigennem kvantificere den rene effekt af grøden og grødeskæringen på vandstanden.

Klaus Schlünsen, Anette Baisner Alnøe, Charlotte Højbjerre & Bjarne Moeslund

Grødeskæringen 2020-2023

I Gudenåen skæres der på strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø grøde én gang årligt i en 7 meter bred strømrende. Tidsrummet for denne regulativbestemte grødeskæring er 1. juni - 31. juli /1/.

På strækningen foretages der kontinuerlige målinger af vandstanden på 5 stationer, og derudover foretages der lejlighedsvise målinger af vandføringen. Opstrøms strækningen foretages der kontinuerlige målinger af vandføringen på to stationer. Disse målinger giver tilsammen mulighed for at danne sammenhørende tidsserier af vandstand og vandføring på de 5 stationer på strækningen.

I 2020-2023 blev der på strækningen skåret grøde som vist i tabel 1.

Vandstanden 2020-2023

De målte vandstande i perioden er eksemplificeret med data fra Svostrup Bro, se figur 1.

Figuren viser med stor tydelighed, at der ved hver af de gennemførte grødeskæringer ske-te en målbar sænkning af vandstanden, men den viser også med stor tydelighed, at der var meget store forskelle mellem størrelsen af vandstandssænkningerne efter de enkelte grødeskæringer, til trods for at der i alle årene og ved alle skæringerne blev skåret til bunden i en 7 meter bred strømrende.

Grødeskæringerne var sammenlignelige i 2020 og 2021 hhv. i 2022 og 2023. Havde man lagt vandstandssænkningen i juni 2020 til grund for forventningen til vandstandssænkningen på samme tidspunkt i 2021, ville man være blevet grundigt skuffet. Og tilsvarende, hvis man havde baseret forventningen til vandstandssænkningen i 2023 på vandstandssænkningen i 2022.

Eftersom de målte forskelle således ikke kan henføres til forskelle i måden, hvorpå der er skåret grøde, må andre faktorer være i spil.

Den ene faktor er vandføringens størrelse. Jo større vandføring, desto højere vandstand, og vice versa.

Den anden faktor er mængden af grøde på skæringstidspunktet. Jo mere grøde, der er i strømrenden, desto højere er vandstanden, og desto større er effekten af at bortskære

Tabel 1. Grødeskæringsmetode og -tidspunkter i Gudenåen mellem Silkeborg og Tange Sø i perioden 2020-2023.

År	Antal skæringer	Metode	Skære-bredde, m	Start grøde-skæring	Slut grødeskæ-ring
2020	2	4 grødeskæringsbåde	7	Medio juni	Medio juni
		4 grødeskæringsbåde	7	Ultimo august	Ultimo august
2021	1	4 grødeskæringsbåde	7	Medio juni	Medio juni
2022	1	1 grødeskæringsbåd	7	Primo juli	Ultimo juli
2023	1	1 grødeskæringsbåd	7	Primo juli	Medio juli

grøden i strømrenden, og vice versa.

De målte vandstande giver af disse årsager ikke grundlag for at kvantificere den vandstandssænkning, der er forbundet med en specifik grødeskæring, i Gudenåens tilfælde skæring i en 7 meter bred strømrende.

Hvis vandføringen stiger samtidig med en grødeskæring, vil den målte vandstandssænkning blive mindre, end hvis vandføringen var forblevet uændret. Tilsvarende vil den målte vandstandssænkning blive større, hvis vandføringen falder samtidig med grødeskæringen. Vurderet ud fra vandstanden alene, vil effekten af grødeskæringen på vandstanden derved kunne blive fejlestimeret.

Begge fejl er problematiske, når man ønsker at kende den rene effekt af grødeskæring på vandstanden. Og når man på baggrund af dette kendskab ønsker at gennemføre den eller de regulativbestemte grødeskæring(er) på de mest hensigtsmæssige tidspunkter.

Fra vandstand til styrevandstand

Man må derfor have isoleret effekten af vandføringens størrelse fra effekten af grøden og grødeskæringen. Denne isolering af den rene effekt af grødeskæringen sker ved at beregne den såkaldte styrevandstand og tidsserier af denne. Fremgangsmåden er beskrevet i boks 1.

Figur 2 viser styrevandstanden på stationen ved Svostrup Bro i årene 2020-2023.

Ud over store år-til-år-forskelle afspejler styrevandstanden ved Svostrup Bro flere interessante forhold i relation til den praktiserede grødeskæring i årene 2020-2023:

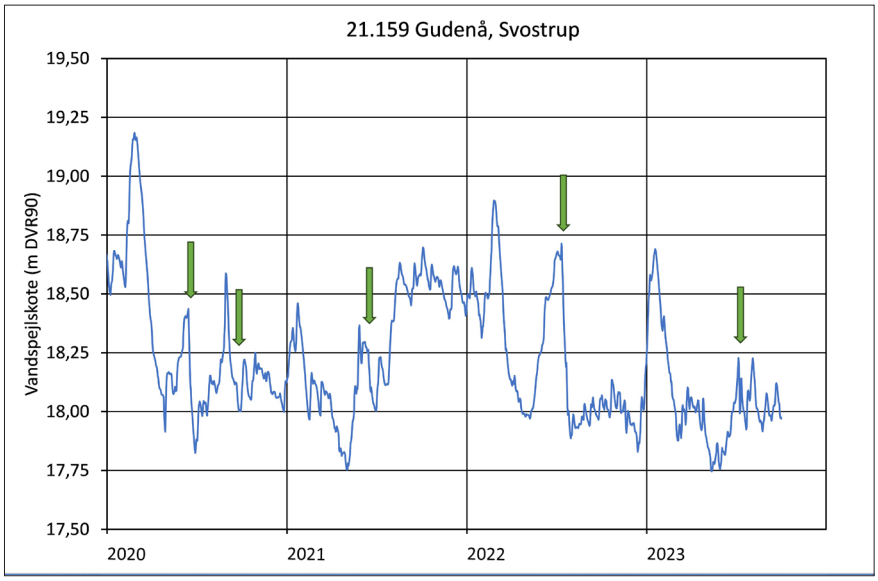
- I både 2020 og 2021 blev den ordinære grødeskæring gennemført på samme måde i løbet af få da-ge medio juni (hhv. grøn og orange pil på figur 2), men til trods herfor var sænkningen af styrevandstanden i 2021 mindre end halvdelen af sænkningen i 2020. Samtidig med denne meget markante forskel viser styrekurverne også, at grødeskæringen i 2021 blev gennemført ved en væsentligt lavere styrevandstand end i 2020 – 18,1 m mod 18,3 m (DVR90). Den lavere styrevandstand indikerer, at mængden af grøde i strømrenden på grødeskæringstidspunktet var mindre i 2021 end i 2020.

- I 2022 og 2023 begyndte grødeskæringen primo juli, men på grund af længere varighed af grødeskæringen i 2022 blev strækningen nedstrøms Svostrup ikke skåret færdig på helt samme tidspunkt, hvorfor sænkningen af styrevandstanden ikke skete på helt samme tidspunkt i de to år. Til gengæld var sænkningen af styrevandstanden de to år langt mere ens end i de to forudgående år, ligesom styrevandstanden var det ved grødeskæringens begyndelse.

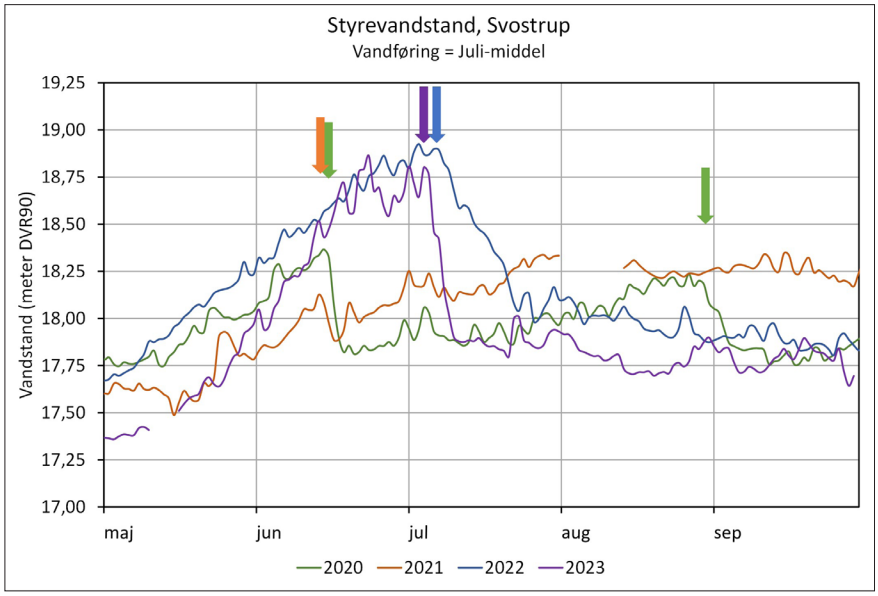
- I 2020 og 2021 blev grødeskæringen iværksat ved væsentligt lavere styrevandstande end i 2022 og 2023, og samtidig var effekten af grødeskæringen på styrevandstanden markant mindre i 2020 og 2021 sammenlignet med 2022 og 2023.

- I 2022 skete der efter grødeskæringen et gradvist fald i styrevandstanden, der tilmed endte med i august at være lavere end i 2020, til trods for at der i 2020 blev gennemført en ekstraordinær skæring i slutningen af august.

- I 2023 skete der efter grødeskæringen et gradvist fald i styrevandstanden, som tilmed lå markant lavere end efter grødeskæringen i de forudgående 3 år. Det kunne ved tilsynet med grødeskæringen konstateres,



Figur 1. Oversigt over målte vandstande ved Svostrup Bro i perioden januar 2020 – oktober 2023. Strækningen ved Svostrup Bro er særlig interessant, fordi vandstanden her er påvirket af en sædvanligvis meget tæt og højtvoksende grøde på strækningen nedstrøms broen. Pilene peger på de tidspunkter, hvor der skete en sænkning af vandstanden som resultat af grødeskæring. Bemærk, at i 2020 og 2021 skete vandstandssænkningen ved Svostrup kort efter iværksættelsen af grødeskæringen, fordi hele strækningen blev skåret i løbet af ganske få dage. I 2022 og 2023 skete vand-standsfaldet ved Svostrup senere efter iværksættelsen af grødeskæringen, fordi den i de år blev gennemført med kun én båd. I alle 4 år blev grødeskæringen indledt nederst på strækningen. Data: vandportalen.dk.



Figur 2. Styrevandstanden ved Svostrup Bro i årene 2020-2023, beregnet ved sommermiddelvandføringen på stedet. Pilene angiver tidspunkterne for grødeskæringen ved Svostrup Bro.

Boks 1 – Styrevandstande og styrekurver
I vandløb med et formstabilt vandløbsprofil er vandstanden altovervejende bestemt af to faktorer:
1. Vandføringens størrelse – jo større vandføring, desto højre vandstand
2. Ruhedens størrelse – jo større ruhed, desto lavere vandhastighed, og jo lavere vandhastighed, desto højere vandstand (jo mere grøde, desto lavere vandhastighed, og jo lavere vandhastighed, desto højre vandstand).

Variationer af ruheden i vandløb med formstabilt vandløbsprofil er altovervejende bestemt af grødens vækst og henfald samt af grødeskæring.

Eftersom begge faktorer almindeligvis er i spil samtidig, og eftersom begge faktorer tilmed udviser stor tidsmæssig variation, kan man ikke uden videre afgøre årsagen til størrelsen af en målt eller observeret vandstandsændring, hvad enten der er tale om en stigning forårsaget af grødens vækst eller et fald forårsaget af grødeskæring eller grødens naturlige henfald.

Hvis den grødeskabte ruhed er konstant, og der observeres en vandstandsændring, kan denne tilskrives en ændring af vandføringens størrelse. Og omvendt: hvis vandføringen er konstant, og der konstateres en vandstandsændring, kan denne tilskrives en ændring af den grødebetingede ruhed.

Kun i sjældne tilfælde har man adgang til vandføringsdata, der korresponderer med de løbende målinger af vandstanden. Det er derfor i de fleste tilfælde ikke på stedet muligt at afgøre betydningen af vandføringens henholdsvis ruhedens størrelse, når man står med en observeret vandstandsændring umiddelbart efter grødeskæring.

Mens vandføringens størrelse ikke kan påvirkes gennem forvaltningsmæssige foranstaltninger, kan ruhe-dens størrelse, og dermed vandstanden, påvirkes gennem grødeskæring.

Måden, hvorpå effekten af vandføringens størrelse adskilles fra effekten af ruheden, er at beregne den såkaldte styrevandstand. Denne beskriver vandstanden ved en valgt, konstant vandføring, eksempelvis sommermiddelvandføringen. Har man adgang til løbende målinger af vandstanden, og har man en kendt sammenhæng mellem vandføringen Q og vandstanden H i form af en stationsspecifik Q/H-kurve, kan man konstruere de såkaldte styrekurver, der viser vandstandens variation, som den ville have været ved kon-stant vandføring (styrevandføringen). Styrevandstanden er dermed alene påvirket af den grødebestemte ruhed, og den kan dermed anvendes til at beskrive den rene effekt af grøden henholdsvis grødeskærin-gen på vandstanden.

Styrevandstanden beregnes på grundlag af rent hydrometriske data, H og Q, hvilket vil sige, at der ikke i beregningerne indgår Manningtal. Styrevandstanden beregnes ved hver dag at finde den Q/H-kurvevariant, der går igennem dagens registrerede vandstand og vandføring. Styrevandstanden findes herefter ved at beregne vandstanden på Q/H-kurvevarianten ved styrevandføringen. På grundlag af de daglige styrevandstande kan man konstruere styrekurver, der er tidsserier af daglige styrevandstande.

Styrevandstande og styrekurver er derfor værdifulde redskaber til beskrivelse af den rene effekt af grødens vækst og af grødeskæring på vandstanden, renset for effekten af vandføringens størrelse.
Hvis den faktiske vandføring er mindre end styrevandføringen, vil styrevandstanden være højere end den faktiske vandstand. Og omvendt, hvis den faktiske vandføring er højere end styrevandføringen.

at vandet var så uklart, at det må have medvirket til at begrænse grødens genvækst som følge af lysmangel.

- I 2023 var stigningen af styrevandstanden i maj-juni mere stejl end i de øvrige år, hvilket tilskrives det varme og solrige vejr i netop den periode.

- Efter den tidlige skæring i 2020 og især i 2021 var styrevandstanden stigende, mens dette ikke var tilfældet ved de senere skæringer i 2022 og 2023. Forklaringen er med stor sandsynlighed forskelle i grødens genvækst efter skæring.

Disse forskelle mellem årene kan under de forudsætninger, hvormed styrekurverne er beregnet, alene henføres til forskelle i grødetilstanden, fordi Gudenåen på strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø har et meget formstabilt profil. Forskellene viser på den bag-grund med stor tydelighed, at grødetilstanden i Gudenåen udviser stor år-til-år-variation.

Næste skridt

I en kommende artikel ser vi nærmere på de grødemæssige forhold og variationer, der forårsagede de store forskelle mellem styrevandstandene i de enkelte år, og vi vil fortælle, hvordan man kan anvende viden om disse forhold til at optimere effekten af grødeskæringen i forhold til grødetilstanden og udviklingen af denne.

Referencer

/1/ Århus Amt og Viborg Amt 2000. Regulativ for Gudenåen. Silkeborg til Randers, 2000.

Klaus Schlünsen. Hydrolog, Senior Specialist. WSP Danmark A/S, Vandløb og Hydrometri Øst, Linnés Allé, 2630 Taastrup. e-mail: klaus.schlunsen@wsp.com.
Anette Baisner Alnøe, Biolog, Fagspecialist. WSP Danmark A/S, Vandløb og Hydrometri Vest, Sønderhøj 8, 8260 Viby. e-mail: anette.alnoe@wsp.com.
Charlotte Højbjerre, Biolog. Silkeborg Kommune, Teknik og Miljø., Søvej 1, 8600 Silkeborg. e-mail: charlotte.hojbjerre@silkeborg.dk.
Bjarne Moeslund, Biolog, Senior Specialist. WSP Danmark A/S, Vandløb og Hydrometri Vest, Sønderhøj 8, 8260 Viby. e-mail: bjarne.moeslund@wsp.com.