Nemmere kontrol af Q/H-regulativer

I alle regulativer for offentlige vandløb skal der være indeholdt bestemmelser om vandløbenes skikkelse eller vandfø-ringsevne. I denne artikel fortæller vi, hvordan man gennem etableringen af et godt kendskab til den oplandsbestemte ændring af vandføringens størrelse ned gennem et vandløb kan foretage en nemmere kontrol af vandføringsevnen i regulativer med kravkurver.

Rolf Christiansen, Klaus Schlünsen, Lars Bo Christensen & Bjarne Moeslund

Vandføringsevne som nyt kontrolelement

Før ikrafttræden af den nugældende vandløbslov var vandføringsevnen i regulativerne beskrevet indirekte gennem krav til deres geometriske skikkelse og dimensioner. Kravene blev administreret restriktivt og modvirkede gennem den løbende vedligeholdelse af både skikkelsen og dimensionerne udviklingen af de varierede fysiske forhold, der er forudsætningen for god økologisk tilstand i vandløbene og dermed for opfyldelsen af de besluttede målsætninger.

Indførelsen af krav til vandføringsevnen i form af Q/H-kravkurver skete med ikrafttræden af den nugældende vandløbslov. Metoden var begrundet af, at kravene om opretholdelse af geometrisk skikkelse ikke gav mulighed for at opfylde vandløbslovens nye bestemmelse om, at hensynet til afvandingsinteresserne skal ske under iagttagelse af de miljømålsætninger, der er gældende for vandløbene. Krav til vandføringsevnen i form af Q/H-kravkurver forudsætter ikke en bestemt geometrisk skikkelse, men tillader vandløbene at antage en vilkårlig skikkelse, så længe denne som minimum har den bestemte vandføringsevne, der i regulativerne er fastlagt i form af Q/H-kravkurver.

Vandføringsevnebegrebet i form af Q/H-kravkurver blev af mange opfattet som svært at forstå og formidle, foruden at vandføringsevnen er umulig at kontrollere uden forudgående brug af måleinstrumenter, der er nødvendige for at bestemme den vandføring, som skal sammenholdes med den vandstand, der kan aflæses på en skalapæl.

Den teknologiske udvikling med både bedre og nemmere adgang til kontinuerlig overvågning af vandstanden i vandløbene har i nogen grad mindsket ulemperne ved forvaltning på grundlag af Q/H-kravkurver. Til gengæld har kontinuerlig overvågning af vandføringen af både ressourcemæssige og praktiske årsager endnu ikke fået samme udbredelse. Derfor er det i dag af interesse at vide, om der er andre muligheder for at kunne foretage en nemmere og mindre ressourcekrævende måde til at tilvejebringe de nødvendige vandføringsdata for kontrollen.

Vi giver i det følgende et bud på en sådan nemmere og mindre ressourcekrævende metode til brug ved kontrollen af vandføringsevnen i vandløb med Q/H-kravkurver.

En mindre ressourcekrævende kontrolmetode

I forbindelse med udarbejdelsen af et nyt vandløbsregulativ eller revision af et sådant bør der foretages en ny opmåling af vandløbet for at kunne beskrive og dokumentere den faktiske tilstand i forhold til bestemmelserne i det gældende regulativ. Det gælder både ved fortsættelse af gældende princip eller overgang til et nyt princip for beskrivelse af kravene til vandføringsevnen.

Når der skal udarbejdes et vandløbsregulativ med Q/H-kravkurver, vil der for hver kontrolstation skulle foretages en række målinger af samhørende værdier af vandstand og vandføring i et så bredt interval som muligt af Q- og H-værdier for at kunne udarbejde retvisende, databaserede sammenhænge mellem Q og H. Kontrolstationerne med de sammenhørende værdier af vandstand og vandføring bør ligge så tæt, at de giver en retvisende beskrivelse af vandføringsevnen på de mellem-

Boks 1. Vandføringsevnen

De vanskeligheder, der således var, og stadig er, forbundet med regulativer, der opererer med Q/H-kravkurver, førte på et tidligt tidspunkt efter den nugældende vandløbslovs ikrafttræden, til formuleringen af en ny regulativtype, der opererer med en teoretisk skikkelse frem for en bestemt geometrisk skikkelse. Princippet i denne regulativtype er, at vandløbet må antage en vilkårlig skikkelse, så længe dennes vandføringsevne som minimum svarer til vandføringsevnen i en regulativbestemt geometrisk skikkelse. Kontrollen af vandføringsevnen sker ved at foretage en opmåling af den faktiske skikkelse og sammenligne vandspejlsberegninger i den faktiske skikkelse og den regulativbestemte geometriske skikkelse. Hvis den faktiske skikkelse har en vandføringsevne, der som minimum svarer til vandføringsevnen i den geometriske skikkelse, er kravet opfyldt. Denne type regulativ har den fordel i forhold til forvaltningen af regulativet, at kontrollen ikke forudsætter vandføringsmålinger, men "kun" opmålinger af den faktiske skikkelse. Fordelen i forhold til den økologiske tilstand er, at vandføringsevnen ikke er knyttet til en bestemt geometrisk skikkelse. Ulempen er, at det ikke mellem ny-opmålingerne er muligt at vide, om kravene til vandføringsevnen er opfyldt.

Foto 1. Aflæsning af vandstand på en skalapæl ved Bjerringbro. Foto Rolf Christiansen.

liggende strækninger. Det kan være i forhold til steder, hvor vandløbet skifter karakter (bredde, dybde, hældning og bygværker mv.), og hvor der findes tilløb med større spring i oplandsarealet.

Hvis de gennemførte målinger af de sammenhørende værdier af Q og H på kontrolstationer viser, at vandføringen strækningsvis er stigende proportionalt med forøgelsen i oplandsarealet, hvilket typisk er tilfældet på strækninger mellem betydende tilløb, vil man kunne beregne vandføringen i alle punkter med proportional tilstrømning ud fra kendskabet til vandføringen, hvor oplandstilstrømningen ændres. Når man på den måde beregner vandføringen på flertallet af kontrolstationerne i et vandløb ud fra den målte vandføring på en enkelt eller på ganske få kontrolstationer i samme vandløb, kan kontrollen af vandføringsevnen i et vandløb eller på en strækning med Q/H-kravkurver begrænses til af-læsning af samtlige vandstandsskalaer og måling af vandføringen på én eller nogle få kontrolstationer.

Ved anvendelse af denne fremgangsmåde vil der typisk kunne udelades en betydelig del af de vandføringsmålinger, der ellers er nødvendige ved kontrol af vandføringsevnen i vandløb med Q/H-kravkurver.

Fremgangsmåden er anvendt i flere vandløb i det tidligere Viborg Amt. Ved brug af de kravkurveformler, der var beregnet, blev der for hver kontrolstation udarbejdet en tabel med kravværdier for både stigende Q og H. Ved kontrollen blev vandføringen på de enkelte stationer strækningsvis beregnet ved oplandskorrektion af vandføringen på en enkelt af kontrolstationerne. Efter aflæsning af vandstandsskalaerne kunne det herefter nemt afgøres, om vandstanden på alle de øvrige kontrolstationer ved de beregnede vandføringer var større eller mindre end kravkurvernes vandstande ved samme vandføringer. I tabel 1 er vist et eksempel på et udsnit af en sådan tabel fra Skals Å.

Det skal nævnes, at Skals Å er væsentligt længere end den viste delstrækning i tabel 1.

Foto 2. Vandføringsmåling. Foto Rolf Christiansen

Ved at foretage skalapælsaflæsninger fra båd og vandføringsmålinger på 5 stationer af de i alt 19 stationer var det muligt for 2 personer i løbet af en lang arbejdsdag at kontrollere vandføringsevnen på samtlige kontrolstationer i det cirka 28 km lange vandløb med krav til vandføringsevnen. Alternativet havde været vandføringsmålinger på samtlige19 kontrolstationer.

Selv om det kan være mere ressourcekrævende at udarbejde et vandløbsregulativ med Q/H-kravkurver, end det er at lave et regulativ med teoretisk skikkelse og især et regulativ med geometrisk skikkelse, så vil merforbruget ved regulativudarbejdelsen erfaringsmæssigt kunne tjenes ind gennem det mindre ressourceforbrug ved benyttelse af den her beskrevne fremgangsmåde til kontrol af vandføringsevnen i de følgende år.

Den fremgangsmåde vi her har beskrevet,

Tabel 1. Udsnit af kontrolskemaet for den nederste strækning af Skals Å, hvor der er krav til vandføringsevnen i form af Q/H-kravkurver. Udsnittet viser data fra en udført kontrol i 2023. I skemaets lyseblå felt til venstre er vist den målte vandføring i station 21.571 på 3.438 l/s, og de mørkeblå felter viser den oplandskorrigerede vandføring på de nedstrøms beliggende kravkurvestationer. Gule felter viser den aflæste vandstand på kravkurvestationerne. Den kontrollerede strækning er 6.905 m lang inklusive kravkurvestrækningen nedstrøms station 27.920. Kontrollen af vandføringsevnen på delstrækningens 5 kontrolstationer er således udført med 1 vandføringsmåling og 5 skalaaflæsninger. A, N og H0 er parametrene i formlen for kravkurven for de enkelte stationer:

$$H = \left(\frac{Q}{A}\right)^{\left(\frac{1}{N}\right)} + H_0$$

Station		21571		23103		25006		26276		27920
A		0,916		1,060		2,547		2,801		2,883
N		2,458		2,400		1,979		1,921		1,993
H_0		0,67		0,58		0,82		0,76		0,50
Opland		466,1		470,1		494,3		497,3		501,1
		2,58		2,42		2,22		2,11		1,83
	3,438	2,45	3,468	2,27	3,646	2,08	3,668	1,94	3,696	1,66
		2,38		2,22		2,02		1,91		1,63

Data fra regulativet

Målt vandføring

Oplandskorrigeret vandføring

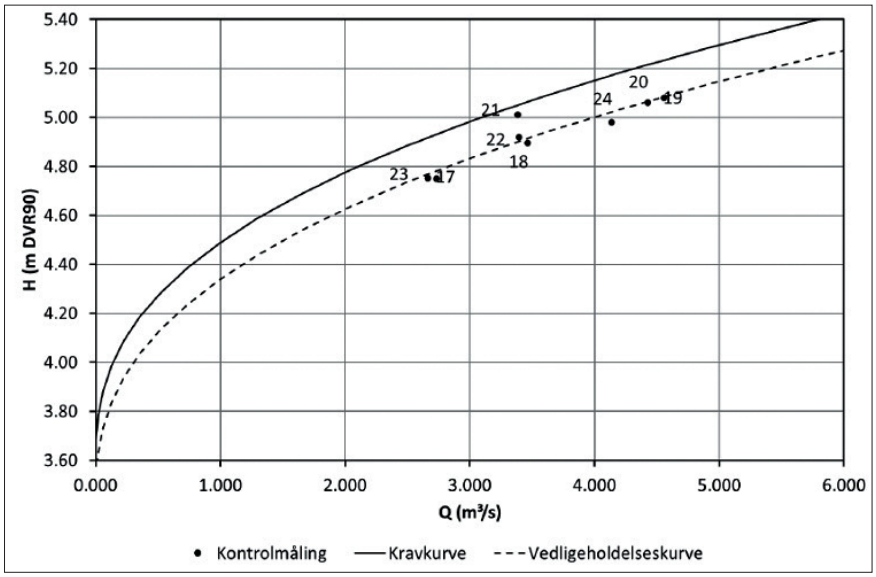
H kravkurve

Aflæst vandstand

H vedligeholdelseskurve

mindsker dermed en af de væsentligste ulemper ved Q/H-regulativer – nemlig ressourceforbruget til indsamling af de vandføringsdata, der er nødvendige for kontrollen af den regulativbestemte vandføringsevne. Fremgangsmåden giver på den måde et større incitament til at forvalte vandløbene på grundlag af Q/H-regulativer og derigennem øge potentialet for en højere grad af overensstemmelse mellem hensynet til afvandingsinteresserne og miljømålsætningerne.

Det skal dog for fuldstændigheden skyld nævnes, at mens kontrollen af vandføringsevnen med denne metode bliver mindre ressourcetung, så vil ressourceforbruget til afdækning af de mulige årsager være uændret i tilfælde af overskridelser af kravkurverne, sammenlignet med traditionel Q/H-kontrol.



Figur 1. Eksempel på et Q/H-diagram med værdierne fra Q/H-kontrollen i et vandløb i perioden 2017-2024. Værdierne viser, at strækningens vandføringsevne trods små år-til-år-variationer var stabil, og i alle årene tilmed bedre end krav-kurvens værdier.

Perspektiver

Når man kontrollerer vandføringsevnen på grundlag vandføringsmålinger på en eller få af kontrolstationerne og online-vandstandsmålinger på samtlige kontrolstationer, opnår man i tillæg til den regulativbestemte kontrol af vandføringsevnen i de enkelte år også mulighed for at følge med i, hvordan vandføringsevnen udvikler sig over tid. Ved f.eks. at plotte årenes kontrolværdier i samme Q/H-diagram som vist i figur 1, kan man se, om vandføringsevnen er stabil, eller om den ændrer sig over tid. Ændringer kan f.eks. skyldes aflejringer og/eller overvintrende grøde.

Eksemplet i figur 1 viser, at det ved anvendelse af metoden med en eller få vandføringsmålinger i forening med mange vandstandsmålinger er både ukompliceret og ressourcemæssigt overkommeligt, at følge den tidslige udvikling af vandføringsevnen på selv et større antal kontrolstationer.

Hvis kontrolværdierne gradvis nærmer sig kravkurven, vil man med en sådan overvågning af udviklingen bedre kunne forudse tidspunktet for overskridelsen af kravkurven. Det giver bedre tid til både at afdække de mulige årsager til overskridelsen og til at planlægge og iværksætte de eventuelt nødvendige foranstaltninger til genopretning af vandføringsevnen

Eksemplet i figur 1 stammer fra et vandløb med en meget stabil vandføringsevne. Andre steder viser kontrolmålingerne en større år-til-år-variation i intervallet mellem kravkurven og vedligeholdelseskurven, f.eks. som følge af variation i mængden af overvintrende grøde.

Nu kunne man måske forledes til at mene, at fremgangsmåden med løbende overvågning af vandføringsevnen kunne være et argument for at administrere grødeskæringen på grundlag af sommerkravkurver, men det er af mange grunde ikke vores anbefaling. Hvis man valgte at administrere grødeskæringen på grundlag af sommerkravkurver, ville man med grødens hurtige vækst om sommeren kunne blive nødsaget til at iværksætte strækningsvis grødeskæring med kort varsel i tilfælde af en overskridelse. Og med grødens potentielt hurtige genvækst ville man kunne blive nødsaget til at foretage en/flere fornyede grødeskæringer meget kort tid efter en grødeskæring. Drivgrøde fra en strækning vil potentielt også skabe problemer nedstrøms, hvor der ikke skæres. Det er hverken praktisk muligt, ressourcemæssigt overkommeligt eller foreneligt med opfyldelse af besluttede målsætninger for vandløbene at skære grøde på grundlag af sommerkravkurver.

Til gengæld kan den løbende og mere intensive overvågning af vandføringsevnen, som er mulig på grundlag af vandføringsmålinger på én eller få stationer og online-målinger af vandstanden på mange stationer, med tiden give et værdifuldt indblik i vandløbenes hydrologi og vandføringsevne og udviklingen heri. Det ses ikke mindst, hvis overvågningen af vandføringsevnen udvides til andre dele af året end den periode, hvori kontrollen af den regulativbestemte vandføringsevne normalt foregår. De to artikler i Vand og Jord nr. 1 i 2024 om grøde i Gudenåen og mål for grødetilstanden er eksempler på værdien af den viden, der kan tilvejebringes ved en sådan overvågning af vandføringen.

Derved vil man gennem overvågningen på den lange bane få konkret viden om, hvordan klimaforandringerne påvirker vandføringen og vandføringsevnen i vandløbene, ikke blot på én eller nogle få stationer, men på længere strækninger og i hele vandløb. Man vil derved få et langt bedre grundlag for at forstå og kunne agere proaktivt i forhold til de udviklingstendenser, som overvågningen viser. På den kortere bane vil overvågningen bidrage med viden, der kan vise sig værdifuld i forbindelse med de mange projekter, der nu og i fremtiden bliver gennemført i og omkring vandløbene, og hvor kendskab til vandføring og vandføringsevne er af betydning.

Den ressourcemæssige gevinst som den her beskrevne metode kan give, kan dermed øge incitamentet til brug af Q/H-regulativer og derved øge potentialet for opfyldelse af de besluttede målsætninger for vandløbene.

Men lige så vigtigt er det, at den ressourcemæssige gevinst kan øge incitamentet til at indsamle mere viden om vandløbenes hydrologi og vandføringsevne ud over, hvad der er minimumskravene mht. tilsyn og kontrol i medfør af regulativerne. Det vil desuden gøre vandløbsmyndighederne langt bedre klædt på, når de skal håndtere de afstrømningsmæssige forandringer, som klimaforandringerne forventes at medføre i de kommende år.

Rolf Christiansen (rolf.brinken24@gmail.com) er biolog
Klaus Schlünsen (klaus.schlunsen@wsp.com) er hydrolog ved WSP Danmark A/S, Vandløb og Hydrometri Øst
Lars Bo Christensen (lars.christensen@wsp.com) er biolog ved WSP Danmark A/S, Vandløb og Hydrometri Vest
Bjarne Moeslund (bjarne.moeslund@wsp.com) er biolog WSP Danmark A/S, Vandløb og Hydrometri Vest