

# Vurdering af forskellige metoder til fastlæggelse af krav til vandløbenes skikkelse eller vandføringsevne

December 2003

**Kristian Vestergaard**  
Civilingeniør, Ph.D, M.IDA

**KV MiljøFormidling**  
Horsensvej 31, 8653 Them  
tlf. 8684 8814 mobil 2090 4617  
e-mail: kristian.vestergaard@mobilixnet.dk

## Indholdsfortegnelse:

1. Sammenfatning .....	2
2. Indledning .....	3
3. Definitioner og forudsætninger .....	5
4. Skikkelse .....	10
5. QH-kravkurve .....	13
6. Vandføringsevnebestemt skikkelse .....	16
7. Styrekote-princippet .....	19
8. Vurdering af Miljøstyrelses notat fra 1992 .....	22
9. Referencer .....	24

# 1. Sammenfatning

Med udgangspunkt i en af Skov- og Naturstyrelsen formuleret opgave, er der i nærværende rapport foretaget en vurdering af en række metoder, som i vandløbsregulativerne anvendes til fastlæggelse af krav til vandløbenes skikkelse eller vandføringsevne. Følgende metoder er vurderet:

- Skikkelse
- QH-kravkurve
- Vandføringsevnebestemt skikkelse
- Styrekote-princippet, herunder arealkote-princippet

Metoderne er vurderet med hensyn til:

- Evne til at beskrive vandløbets afvandingstilstand
- Mulighed for opnåelse af fysisk miljøkvalitet
- Mulighed for tilrettelæggelse af tilsyn
- Borgernes mulighed for at forstå metoden og selv foretage kontrol
- Opfyldelse af vandløbslovens krav

De foretagne vurderinger er søgt sammenfattet i følgende skema, hvor antallet af + angiver i hvor høj grad metoden vurderes at kunne anvendes til/opfylde det formulerede formål. Det bør pointeres, at der er tale om en grov inddeling – for en mere nuanceret vurdering henvises til de respektive afsnit i rapporten.

	Afvandingstilstand	Fysisk miljøkvalitet	Tilsyn	Borgeren	Vandløbsloven
Skikkelse	+	+	+++	+++	+
QH-kravkurve	++	+++	++	+	+
Vandføringsevnebestemt skikkelse	+++	+++	++		+
Styrekote-princippet	+	+++		+	+
Arealkote-princippet		+++	++	+++	

De fleste af metoderne vurderes umiddelbart at kunne opfylde vandløbslovens krav. Mange af metoderne til fastlæggelse af vandføringsevnen åbner dog kun mulighed for at foretage en kontrol af regulativets bestemmelser i et begrænset antal vandløbsstationer, og/eller for et begrænset antal afstrømningssituationer. Hvilken ”tæthed” der er nødvendig for at kunne foretage en sikker beslutning om en eventuel opgravning er fortsat usikkert, og bør afklares, før der kan foretages en endelig vurdering af, om metoderne lever op til intentionerne bag vandløbsloven.

Det er velkendt, at skikkelses-metoden kun i nogen grad åbner mulighed for en fysisk variation, mens metoder baseret på vandføringsevne-princippet alle i stor udtrækning åbner herfor.

Der er stor forskel på såvel myndighedernes og borgernes mulighed for, at foretage en kontrol af regulativets bestemmelser. Generelt må det vurderes, at borgernes mulighed for at forstå metoderne, og selv foretage en form for kontrol, er størst ved skikkelses-metoden og arealkote-metoden, mens de vandføringsevnebaserede metoder er svært tilgængelige – ikke mindst vandføringsevnebestemt skikkelse.

Endelig er der foretaget en vurdering af Miljøstyrelsens notat om udarbejdelse af vandløbsregulativer fra 1992. Det er vurderet, at notatet i dag ikke er dækkende og ikke giver vandløbsmyndighederne et tilstrækkeligt grundlag for at vælge metode til fastlæggelse af vandløbets skikkelse og/eller vandføringsevne. Hvorvidt notatet var dækkende i 1992 er ikke vurderet.

## 2. Indledning

### 2.1 Baggrund

KV MiljøFormidling v/Kristian Vestergaard (KV) er som led i Vandløbsudvalgets (i Nordjyllands Amt) arbejde blevet anmodet om, at foretage en teoretisk baseret udredning om forskellige metoder til fastlæggelse af krav til skikkelse eller vandføringsevne i vandløbsregulativer. Vandløbsudvalget har skønnet, at opgaven vil kunne løses af en konsulent med hydraulisk indsigt og med erfaring i udarbejdelse af vandløbsregulativer.

KV har gennem mange år arbejdet med hydrauliske problemstillinger i vandløb, både i forbindelse med forskning, udvikling, undervisning og efteruddannelse, samt som syns- og skønsmand. I forbindelse hermed er KV stødt på vandløbsregulativer i diverse udformninger, men det skal bemærkes, at KV ikke har erfaring med egentlig udarbejdelse af vandløbsregulativer. Dette kan dog betragtes som en fordel i forhold til opgaven, idet KV dermed ikke er "farvet" med hensyn til visse regulativtyper.

### 2.2 Opgaveformuleringen

Opgaven er formuleret af Skov- og Naturstyrelsen i Bilag A (dateret 29. august 2003) til kontrakten om konsulentopgaven (journalnummer SN 2001-403-0084), og er gengivet herunder:

#### ***Opgavebeskrivelse for KV MiljøFormidling vedrørende vurdering af forskellige metoder til fastlæggelse af krav til vandløbenes skikkelse eller vandføringsevne.***

*Miljøstyrelsens notat om udarbejdelse af vandløbsregulativer fra 1992 beskriver 4 forskellige metoder til fastlæggelse af krav til vandløbenes skikkelse eller vandføringsevne:*

*Skikkelse*

*QH-kravkurve*

*Vandføringsevnebestemt skikkelse (anvendes af Nordjyllands Amt)*

*Styrekoteprincippet*

*Der foretages en vurdering af de forskellige metoder, med hensyn til nedenstående parametre. Det forudsættes, at metoderne alene anvendes til at afgøre, hvorvidt der efter regulativet skal foretages en opgravning af vandløbet.*

*Metoderne vurderes ud fra deres evne til at beskrive kravene til vandløbets afvandingstilstand overalt i vandløbet, herunder ved forskellige vandføringer. Eventuelle usikkerheder i forbindelse med fastlæggelsen af den ønskede tilstand inddrages. For så vidt angår den vandføringsevnebestemte skikkelse lægges den af Nordjyllands Amt anvendte kravspecifikation for vandløbsopmålinger til grund.*

*Metoderne vurderes i forhold til mulighederne for at opnå den i regionplanerne fastsatte fysiske miljøkvalitet.*

*Metoderne vurderes ud fra vandløbsmyndighedens muligheder for at tilrettelægge et tilsyn til kontrol af vandløbets afvandingstilstand. Eventuelle begrænsninger i tidspunktet for udførelsen af kontrollen og ressourceanvendelsen hertil inddrages. Borgerens forudsætninger for at forstå metoden og for på egen hånd at kunne kontrollere vandløbets tilstand vurderes.*

*Opfylder metoderne vandløbslovens krav (§ 12) om enten at indeholde krav til vandløbets skikkelse eller til vandløbets vandføringsevne.*

*Med baggrund i besvarelsen ovenfor vurderes, hvorvidt Miljøstyrelsens beskrivelse af de forskellige metoder i 1992-notatet er dækkende, og giver vandløbsmyndighederne et tilstrækkeligt grundlag for at vælge metode til fastlæggelse af kravene til vandløbets skikkelse eller vandføringsevne.*

I rapporten er det valgt at gennemgå metoderne en for en med hensyn til de ønskede vurderinger. Bemærk at det forudsættes, at metoderne alene skal anvendes til at vurdere, om der skal foretages en opgravning af vandløbet, dvs. en tilretning af de fysiske dimensioner. Derimod skal mulighederne for at vurdere, om der skal foretages vedligeholdelse i form af grødeskæring mv., ikke vurderes.

### **2.3 Metode**

Vurderingerne i nærværende rapport er udelukkende baseret på teoretiske overvejelser med udgangspunkt i en række publikationer og regulativer. Endvidere har der været ført uformelle samtaler med personer, som har stor erfaring indenfor arbejdet med vandløbsregulativer.

Rapporten er udarbejdet af Kristian Vestergaard, KV MiljøFormidling, og de foretagne vurderinger står alene for dennes regning, idet disse vurderinger ikke har været drøftet med tredjepart under udarbejdelsen af rapporten. Det er søgt at anvende et sprogbrug, som ikke umiddelbart forudsætter større hydraulisk indsigt. Korrektur og redaktionel kvalitetssikring er gennemført af civilingeniør Lone Engedahl, ERLOGOS.

Bagest i rapporten findes reference-liste, hvortil der henvises med (*nummer*), og der er listet en række vandløbsregulativer, som i større eller mindre grad har været inddraget under udarbejdelsen af denne rapport. Til disse henvises med (*BOGSTAV*).

Rapporten er fremsendt i elektronisk form til Skov- og Naturstyrelsen d. 20. november 2003.

## 3. Definitioner og forudsætninger

### 3.1 Hydrauliske begreber

Indledningsvist vil det være formålstjenligt at definere en række vandløbshydrauliske begreber nærmere. Indenfor enhver fagdisciplin anvendes en mere eller mindre underforstået terminologi, og ofte anvendes i flæng flere forskellige udtryk for det samme begreb. Der er på ingen måde tale om en udtømmende redegørelse, men blot et forsøg på at gøre den efterfølgende læsning af de egentlige kapitler i denne rapport en smule nemmere for de, som ikke til daglig beskæftiger sig med fagområdet.

I rapporten er det valgt at benævne vandspejlets placering ved "vandspejlskoten", dvs. koten i Dansk Normal Nul (DNN) til vandspejlet. En anden betegnelse herfor kunne være "vandstanden" eller "vandspejlshøjden", mens "vandybden", dvs. vandspejlets placering i forhold til vandløbets bund, ikke bør anvendes, da vandløbsbundens placering kun sjældent er veldefineret.

Det er valgt at bruge begrebet "vandføring" for den mængde vand, der strømmer gennem et givet tværsnit til et givet tidspunkt. Andre benævnelser herfor kunne være "afstrømning", "vandaflledning" eller "flow".

Alle betragtninger i nærværende rapport er baseret på en antagelse om, at vandføringen er stationær, hvilket betyder, at der i de enkelte vandløbsstationer forekommer en vandføring, der ikke varierer med tiden. Derimod kan der godt forekomme en variation i vandføringen ned gennem vandløbet, forårsaget af sidetilløb og lateral tilstrømning. Et sådant "sæt" af vandføringer vil i rapporten blive benævnt med "afstrømningssituation".

Når vand strømmer gennem et vandløb vil der være en vis strømningsmodstand forårsaget af friktion ved bund/brinker og turbulens ved ændringer i tværsnitsform, forekomst af grøde, sten mv. Oftest benævnes denne strømningsmodstand ved hjælp af begrebet ruhed. Som mål for ruheden kan anvendes det såkaldte Manningtal, som indgår i Manningformlen, der ofte anvendes i forbindelse med hydrauliske beregninger i vandløb. I Manningformlen indgår desuden parametre til beskrivelse af vandføring, tværsnitareal, hydraulisk radius og vandspejls/bundliniefald.

Hydraulisk radius er en størrelse der beregnes ud fra tværsnitsarealet og den såkaldte våde perimeter, som er længden af kontaktfladen i tværsnitsprofilen mellem vand og bund/brinker. Hydraulisk radius angiver populært fortalt forholdet mellem gennemstrømningsarealet, og størrelsen af den kontaktflade, hvor der forekommer modstand mod strømmingen i form af friktion.

En meget anvendt begreb i nærværende rapport er begrebet "vandføringsevne", som i øvrigt er det samme som begrebet "vandaflledningsevne" eller "afstrømningsevne". Vandføringsevne kan f.eks. udtrykkes ved den vandspejlskote, der skal til, for at vandløbet kan føre en given mængde vand. Eller omvendt – den mængde vand vandløbet kan aflede/føre ved en given vandspejlskote. Altså en sammenknytning af vandspejlskoten – benævnt H, og vandføringen – benævnt Q.

Flere sammenknyttede værdier af H og Q danner en QH-kurve, og såfremt QH-kurven dækker hele det vandføringsinterval, der kan forekomme i en vandløbsstation, er QH-kurven således et udtryk for vandføringsevnen i enhver tænkelig afstrømningssituation i den givne vandløbsstation.

Det bør bemærkes, at der for en given vandløbsstation kan forekomme flere QH-kurver, idet QH-kurven er afhængig af den aktuelle strømningsmodstand i vandløbet – ikke mindst forårsaget af grøde. Men såfremt QH-kurven baseres på situationer, hvor der ikke forekommer grøde - dvs. vinterperioder - da vil QH-sammenhængen være tilnærmelsesvis entydig. Endelig vil varierende stuvningsforhold, som f.eks. forekommer på vandløbsstrækninger, der er tidevandspåvirket, medføre, at QH-sammenhængen ikke er entydig.

En QH-kurve kan optegnes ud fra målte værdier, eller den kan beregnes ved hjælp af en teoretisk hydraulisk

formel. Principielt kan beregningen foregå på to niveauer – enten under forudsætning af ensformig strømning eller ej. Disse tre metoder vil kort blive gennemgået:

Målt QH-kurve:

Såfremt man er i besiddelse af en række sammenhørende målinger af vandspejlskote og vandføring i en vandløbsstation, da kan disse direkte danne QH-kurven. Dette vil f.eks. være tilfældet ved de faste vandføringsstationer, hvor man jo netop gennem lang tid har målt vandspejlskoten, og med jævne mellemrum har foretaget måling af vandføringen. Her vil en QH-kurve kunne optegnes på baggrund af værdierne fra vinterperioderne.

Beregnet QH-kurve under forudsætning af ensformig strømning:

En forudsætning om ensformig strømning betyder, at der på den givne strækning skal være ensartede fysiske forhold. I teorien må der ikke forekomme nogen form for variation i tværsnitsareal, den hydrauliske radius, bundliniefaldet og ruheden.

Er kravet om de ensartede fysiske forhold opfyldt, og forekommer der ikke væsentlige stuvningseffekter fra nedstrøms liggende strækninger, da kan man med god tilnærmelse anvende Manningformlen til at beregne vandføringen for en given vandspejlskote.

Beregnet QH-kurve forudsat uensformig strømning:

I teorien vil der forekomme stuvningseffekter og fysisk variation overalt i et vandløb, og såfremt disse bliver så store, at man ikke med rimelighed kan se bort herfra, må QH-sammenhængen i stedet bestemmes ved hjælp af en beregning baseret på uensformig teori – ofte kaldet en stuvningsberegning eller blot vandspejlsberegning.

I modsætning til den ensformige beregning resulterer denne beregningsmetode i beregning af et sammenhængende vandspejl, hvor der kan tages hensyn til variation af såvel fysiske dimensioner og vandføring, som ruhed langs vandløbet. Ved at gentage stuvningsberegningen for en række afstrømningssituationer kan man beregne QH-kurven i en hvilken som helst vandløbsstation.

Det bør pointeres, at der altid er tale om en tilnærmet beregning, idet man er nødsaget til at begrænse mængden af inddata, - således vil man typisk beskrive den fysiske variation ved f.eks. at angive et tværsnitsprofil for hver måske 100 meter – alt afhængig af vandløbets størrelse og de faktiske tværsnitsvariationer. Der foreligger veldokumenterede undersøgelser af betydningen heraf (4).

I stedet for at beskrive vandføringsevnen ved en QH-kurve, som er knyttet til et enkelt vandløbstværsnit, kunne man også definere vandføringsevnen ved hjælp af et sammenhængende vandspejl for enhver afstrømningssituation – i praksis for et antal udvalgte afstrømningssituationer. Og endelig kunne man forestille sig, at man i en eller anden form hæftede vandføringsevnen op på Manningtallet i kombination med skikkelseskrav. Disse bemærkninger for blot at understrege, at vandføringsevne godt kan beskrives på andre måder end ved en traditionel QH-kurve.

I opgaveformuleringen (se afsnit 2.1) er der anvendt udtrykket ”afvandingstilstand”. I nærværende rapport vil dette begreb blive sidestillet med ”vandføringsevne”, idet det reelt er vandløbets faktiske vandføringsevne, der er bestemmende for vandløbets evne til at afvande de omkringliggende arealer.

Til sidst må det være passende at præcisere betydningen af begrebet ”skikkelse”. I nærværende rapport forudsættes, at man med denne benævnelse mener en fastlæggelse af tværsnitprofilens form i et kotesystem (f.eks. DNN), og ikke blot en fastlæggelse af tværsnitsareal, hydraulisk radius og bundliniefald. Man skal således være i stand til at optegne tværsnitsprofiler og længdeprofil ud fra oplysninger om vandløbets ”skikkelse”.

### 3.2 Vandløbsloven

Vandløbslovens (Bekendtgørelse af lov om vandløb, LBK nr. 632 af 23/6 2001) kapitel 5 fastsætter følgende krav til vandløbsregulativet:

*§ 12. For offentligt vandløb udarbejder vandløbsmyndigheden et regulativ, som foruden en tydelig betegnelse af vandløbet skal indeholde bestemmelser om:*

- 1) vandløbets skikkelse eller vandføringsevne,*
- 2) vandløbets vedligeholdelse, jf. kapitel 7,*
- 3) ændringer i retten til sejlads, jf. § 4, stk. 3,*
- 4) restaureringsforanstaltninger, jf. kapitel 8, og*
- 5) beslutning om friholdelse af arealer langs vandløb, jf. § 69.*

*Stk. 2. Miljø- og energiministeren kan fastsætte regler om, at regulativerne skal indeholde bestemmelser om andre forhold.*

Bekendtgørelse om klassifikation og registrering af vandløb og om regulativer for offentlige vandløb (BEK nr. 49 af 15/02/1985) indeholder i §10 nærmere bestemmelser om vandløbsregulativets indhold:

*§ 10. Regulativet skal indeholde en tydelig betegnelse af vandløbet og oplysning om målsætningen for vandløbet. Regulativet skal yderligere indeholde oplysning om de ved og i vandløbet beliggende anlæg og være bilagt et kort, der viser vandløbets beliggenhed og er forsynet med identifikation af de enkelte stationeringer. Regulativet skal endelig indeholde bestemmelser om:*

- 1) vandløbets skikkelse og/eller vandføringsevne, herunder regulativvandstande*
- 2) vandløbets vedligeholdelse, herunder om vedligeholdelsesarbejdernes udførelse, og om bortskaffelse af fyld og grøde, samt om sikring af drænudløb*
- 3) ændring i retten til sejlads, jfr. lovens § 4*
- 4) beliggenhed, udstrækning m.v. af anlæg m.v., der er etableret i forbindelse med restaureringer, jfr. lovens kapitel 8*
- 5) friholdelse af arealer langs vandløb, jfr. lovens § 69*
- 6) drift af stemmeværker, jfr. lovens § 27, stk. 4*
- 7) hegn og kreaturvanding, jfr. lovens § 29*
- 8) beplantning og bevarelse af skyggegivende vegetation, jfr. lovens § 34*
- 9) udløb for dræn- og spildevandsledninger,*
- 10) broer og bolværker og lignende,*
- 11) opstemningsanlæg herunder flodemål m.v.,*
- 12) tilrettelæggelsen af vandløbsmyndighedens tilsyn, herunder om lodsejeres og andre interesseredes medvirken ved tilsynet, samt om samarbejdet med andre myndigheder, og*

### 13) revision af regulativet.

Det bemærkes, at der i LBK 632/2001 § 12 punkt 1 anføres, at vandløbsregulativet skal indeholde bestemmelser om vandløbets skikkelse **eller** vandføringsevne, dvs. enten det ene eller det andet, som det også ofte ses anført, f.eks. i (2) eller i beskrivelsen af denne opgave, se kapitel 2.

I BEK 49/1985 § 10 punkt 1 anføres imidlertid følgende: ”*vandløbets skikkelse **og/ eller** vandføringsevne, herunder regulativvandstande*”. Det vil sige at der ikke er noget til hinder for at et regulativ kan indeholde bestemmelser om både skikkelse og vandføringsevne, og endvidere introduceres begrebet regulativvandstande, som også kan indgå i regulativets bestemmelser.

Vurderer man ud fra disse to lovtekster alene, er der således ikke noget i vejen for, at der i et regulativ anvendes en kombination af krav til skikkelse og vandføringsevne. Bemærk endvidere at begrebet vandføringsevne ikke sammenknyttes med begrebet QH-kravkurver, hvilket indtryk man nemt har kunnet få gennem diverse tekster, f.eks. i (2), hvorfra citeres:

*”Ifølge loven kan vandføringsevnen i vandløbene defineres enten som en skikkelse, eller som sammenhørende værdier for vandspejlshøjde og vandføring, en såkaldt Q/H-relation”*

En QH-kravkurve, som relaterer sig til et enkelt vandløbstværsnit, er blot en af mulighederne for at beskrive et vandløbs vandføringsevne. En anden mulighed kunne være en kravkurve til vandspejlsforløbet på en strækning ved forskellige vandføringer.

I det følgende vil ovenstående betragtninger blive lagt til grund for vurderingen om opfyldelse af vandløbslovens krav.

### 3.3 Fysisk miljøkvalitet

Opgaveformuleringen foreskriver, at der skal foretages en vurdering af *mulighederne for at opnå den i regionplanernes fastsatte fysiske miljøkvalitet*.

Regionplanerne foreskriver således ofte ikke direkte nogen mål for fysisk miljøkvalitet, men indirekte, idet der f.eks. er fastsat en fiskevandmålsætning, som kan relateres til krav til forureningsgraden. Den aktuelle forureningsgrad bestemmes ved hjælp af f.eks. Dansk Vandløbsfauna Index, hvor forekomst og diversitet af diverse smådyr (invertebrater) bestemmes ud fra nøje fastsatte regler om bl.a. prøvetagning, artsbestemmelse, vægtning mv.

Forureningsgraden vil udtrykke et samlet mål for

- vandkvaliteten (temperatur, iltindhold, forekomst af forurenende stoffer, forudgående forureningshændelser mv.)
- vandmængden (udtørring, hydraulisk belastning mv.)
- vandløbets fysiske forhold (fald, tværsnitsforhold, sedimentforhold, vegetation mv.)

En stor variation i vandløbets fysiske forhold med skift mellem høl og grus/stenstryg vil alt andet lige medføre en mindre forureningsgrad, idet der herved skabes mulighed for en større artsdiversitet og mulighed for forekomst af rentvandsarterne. På mange vandløbsstrækningerne er det manges vurdering, at det i dag er en forbedring af de fysiske forhold, som er nøglen til at opnå den fastsatte målsætning.

Begrebet fysisk miljøkvalitet kan være mere direkte omtalt i forbindelse med redegørelser og formulerede retningslinier, ofte i forbindelse med tilkendegivelser/bestemmelser om vedligeholdelse af vandløbene. F.eks. angiver Nordjylland Amt (6) i en retningslinie, at vandløb med målsætning B skal vedligeholdes efter miljøvenlige principper, som derefter nærmere specificeres, og som bl.a. indeholder bestemmelser om

hvorledes en evt. opgravning skal foretages.

I de efterfølgende vurderinger af de forskellige regulativ-metoder, vil der blive taget udgangspunkt i, om metoden kan medvirke til at sikre en fysisk variation i vandløbet, i form af variation i

- faldforhold (bl.a. i form af vekslen mellem høl og stryg)
- tværsnitsform – herunder muligheden for underskårne brinker, dybe strømrender mv.
- sedimentets/substratets sammensætning, f.eks. forekomst af sten, grusbanker mv.

Fysisk miljøkvalitet sidestilles således med fysisk variation.

## 4. Skikkelse

### 4.1 Kort beskrivelse af regulativtypen

Skikkelsesregulativet er den klassiske regulativtype, som var den normalt anvendte regulativtype for stort set alle vandløb, før vandløbsloven blev revideret i 1982. I regulativet beskrives skikkelsen på de enkelte vandløbsstrækninger som hovedregel ved et trapezformet tværsnit med angivelse af bundbredde, skråningsanlæg og bundliniefald, samt ved angivelse af bundkoter i enkelte vandløbstværsnit/stationer.

Regulativtypen er fortsat vidt udbredt, ikke mindst for mindre kommunale vandløb. Et typisk eksempel er vist i figur 4.1.

Station (m)	Betegnelse	Bundkote (m DNN)	Fald (%)	Bundbredde/-rørdiameter (m)	Anlæg
0	Begyndelsespunkt	3.56	x	1.50	1:1
60			0.25	x	x
120	Overkørsel, stenkiste	3.53	x	1.00	1:0.6
150				x	x
180		3.51		1.30	1:0.7
195			0.33	x	x
				0.90	1:1.4
210	Udløb i tørvegrav	3.50	x	x	x
				2.00	-
406	Afløb fra tørvegrav	3.50	0.00	x	x

Figur 4.1 Typisk eksempel på et skikkelsesregulativ for et mindre vandløb (K).

### 4.2 Evne til at beskrive vandløbets afvandingstilstand

Det er den gængse opfattelse, at man med et skikkelsesregulativ har et godt udgangspunkt for at beskrive vandløbets afvandingstilstand overalt i vandløbet, idet man antager en veldefineret sammenhæng mellem tværsnitsprofil (dimensioner) og vandføringsevne. Man kan imidlertid stille spørgsmålstejn ved, om denne veldefinerede sammenhæng altid eksisterer.

I teorien er der kun en veldefineret sammenhæng mellem et tværsnitsprofils dimensioner og vandføringsevnen, såfremt der ikke forekommer stuvningsfænomener i vandløbet, og såfremt ruheden i vandløbet altid er den samme. Hermed opnås den hydrauliske strømningstilstand, som kaldes ensformig strømning, og som netop er karakteriseret ved, at der er en entydig sammenhæng mellem vandspejlskote og vandføring i et givet tværsnitsprofil.

Ud fra en teoretisk vurdering forekommer denne tilstand aldrig i et vandløb. I praksis vil man dog i vandløb med meget ringe fysisk variation kunne komme så tæt på ensformig strømning, at afvigelsen derfra vil være uden større praktisk betydning.

I et vandløb med større fysisk variation vil man derimod kunne opleve, at to "ens" tværsnit har vidt forskellig vandføringsevne, afhængigt af hvilken strækning de er beliggende på. Endvidere vil man i det enkelte

tværsnit kunne opleve forskellig vandføringsevne afhængig af på hvilken årstid, man foretager kontrollen.

Konklusionen må således være, at regulativtypen bedst beskriver afvandingstilstanden i vandløb med ringe fysisk variation, mens nøjagtigheden aftager med stigende fysisk variation.

### 4.3 Mulighed for opnåelse af fysisk miljøkvalitet

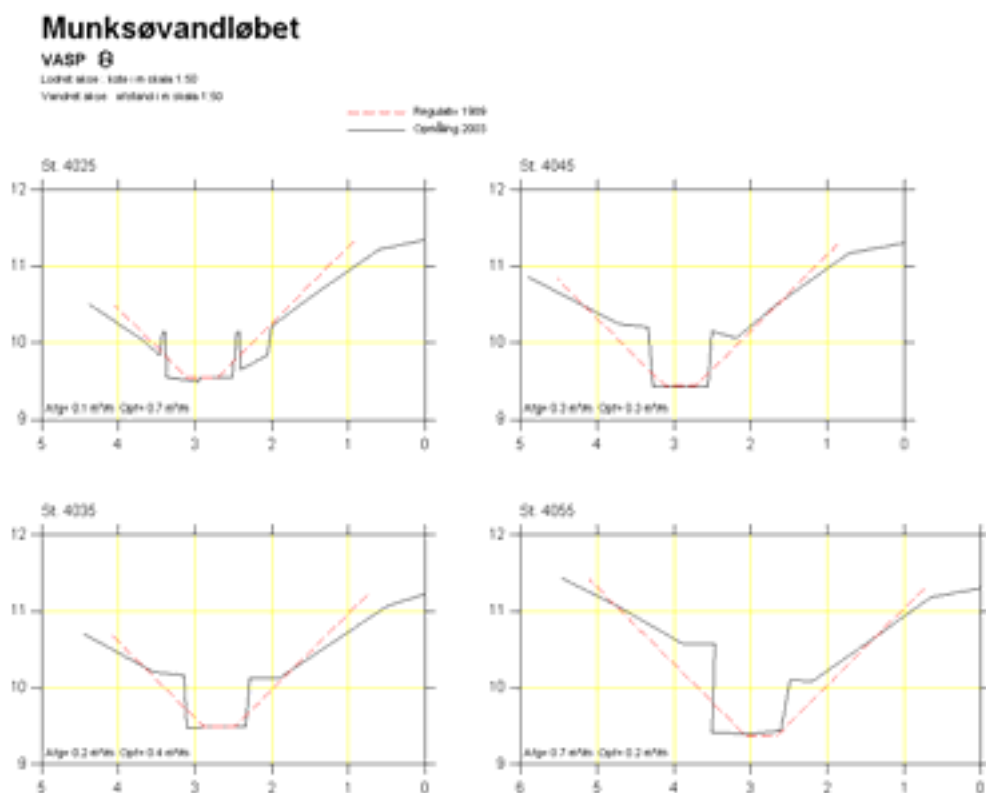
Mulighederne for at opnå fysisk variation i vandløbet må vurderes som moderate, alt afhængigt af hvor striks vedligeholdelse/opgravning praktiseres. En opstået variation i form af stryg og høl vil kunne kræves fjernet på trods af, at variationen reelt ikke har ændret afvandingstilstanden.

I teorien består mulighederne for at opnå fysisk variation i, at vandløbet graver/eroderer udenfor det regulativmæssigt fastsatte tværsnit, og her f.eks. skaber dybe strømrender med grovkornet bundmateriale og underskårne brinker mv.

### 4.4 Mulighed for tilrettelæggelse af tilsyn

Vandløbsmyndighedens mulighed for at tilrettelægge et tilsyn – underforstået en kontrol af regulativets skikkelsesbestemmelser - er gode, idet man med simple målemetoder og med ringe ressourceforbrug kan foretage en hurtig og indledende kontrol af vandløbets dimensioner.

Er der behov for en mere grundig/omfattende kontrol kan dette ske ved at foretage en egentlig opmåling af et antal tværsnitsprofiler på de berørte vandløbsstrækninger og sammenligne disse med de regulativmæssige dimensioner. Til dette formål er der udviklet flere EDB-værktøjer, som f.eks. VASP og PROKA. Et eksempel på en sådan sammenligning er vist i figur 4.2.



Figur 4.2 Eksempel på kontrol af regulativmæssig skikkelse via en opmåling

#### **4.5 Borgernes mulighed for at forstå metoden og selv foretage kontrol**

Regulativtypen må betegnes som enkel og let forståelig for borgerne/lodsejerne. Det gør sig naturligvis også gældende, at dette er den traditionelle regulativtype, som borgeren er ”vant” til at forholde sig til.

Borgeren kan selv overalt i vandløbet kontrollere bundbredde og skråningsanlæg ved en simpel måling, mens bundkoten/bundliniefaldet ikke umiddelbart kan kontrolleres. Normalt vil de enkelte strækninger kunne identificeres ved hjælp af regulativets beskrivelse af bygværker, tilløb mv.

Imidlertid har vandløbsmyndigheden ofte opsat en række skalapæle langs vandløbet, som dels er anført med stationering i regulativet, dels er anbragt således, at skalaens nulpunkt svarer til den regulativmæssige bundkote i den aktuelle vandløbsstation. Hvis dette er tilfældet kan borgeren også kontrollere bundkoten ved at sammenligne en pejling af vanddybden med en aflæsning af vandstandsskalaen. Borgerens mulighed for kontrol af bundkoten begrænser sig i praksis således til enkelte vandløbsstationer, idet det forudsættes, at borgeren ikke har mulighed for at foretage egentlige nivellementer.

#### **4.6 Opfyldelse af vandløbslovens krav**

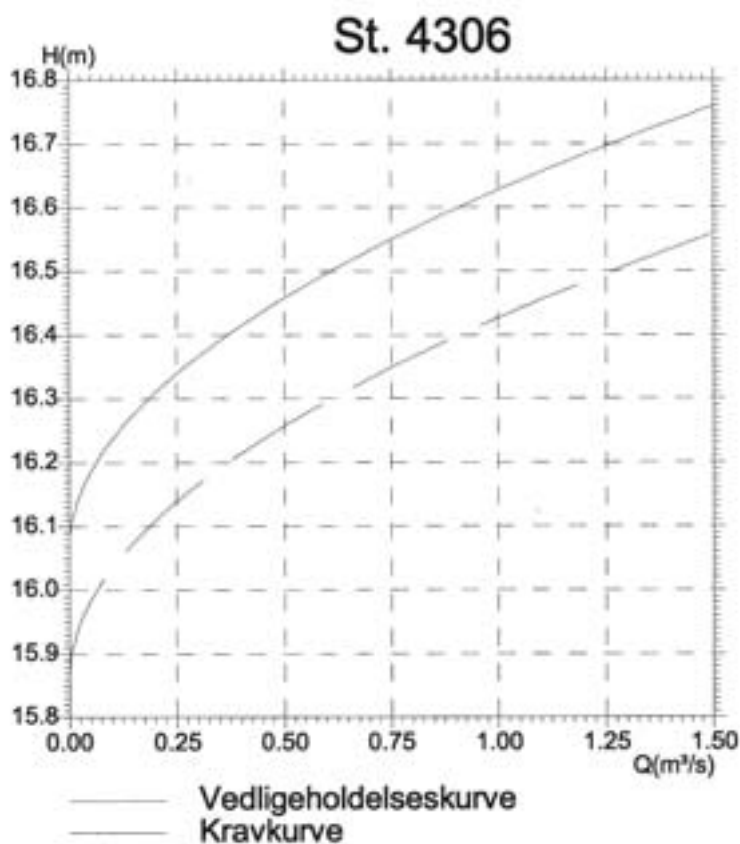
Der kan ikke herske tvivl om, at det traditionelle skikkelsesregulativ, hvor dimensionerne for vandløbet er angivet i form af bundbredde, skråningsanlæg og bundhældning/bundkoter for enhver strækning af vandløbet, opfylder kravene i vandløbslovens § 12. For et hvilket som helst vandløbstværsnit er dimensionerne og bundkoten således fastlagt.

## 5. QH-kravkurve

### 5.1 Kort beskrivelse af regulativtypen

I forbindelse med udarbejdelsen/revisionen af regulativerne efter vedtagelsen af den nye vandløbslov blev der eksperimenteret en del med denne regulativtype, som kan kategoriseres i gruppen af vandføringsevne regulativer.

Vurderingen af et vandløbs vandføringsevne baseres på en sammenligning mellem den aktuelle vandføringsevne i en grødefri situation - udtrykt ved en sammenhørende værdi af vandføring og vandspejlskote på en given vandløbsstation - og en i regulativet fastlagt QH-kravkurve for stationen. For den aktuelle vandføring aflæses den tilladelige vandspejlskote på QH-kravkurven og denne sammenlignes med den aktuelle vandspejlskote. Afhængigt af forud definerede grænser for tilladelig overskridelse af kravkurven kan der tages beslutning om opgravning skal iværksættes.



Figur 5.1 Eksempel på en QH-kravkurve med tilhørende vedligeholdelseskurve (R) .

Det vanskeligste ved denne regulativtype er at få fastlagt QH-kravkurverne, idet disse skal afspejle den hidtidige vandføringsevne. Ved faste vandføringsstationer, som der normalt kun er en enkelt af i hvert vandløb, har man mange sammenhørende målinger af vandspejlskote og vandføring, og her kan en QH-kravkurve umiddelbart baseres på målte værdier. Men for andre vandløbsstationer kan man være nødsaget til at konstruere QH-kravkurven ud fra beregnede værdier.

Beregningen kan foregå ud fra enten ensformig hydraulisk teori eller ud fra uensformig hydraulisk teori. Ved den ensformige teori skal man kende vandspejlsfaldet og Manningtallet omkring vandløbsstationen, foruden tværsnitsforholdene. Herefter kan man relativt enkelt beregne vandspejlskoten for en antal vandføringer - med andre ord QH-kurven for vandløbsstationen. En sådan beregningsmetode forudsætter imidlertid, at der ikke forekommer væsentlige stuvningsfænomener omkring vandløbsstationen. Principielt vil der i vandløb

altid forekomme stuvningsfænomener (uensformig strømning) – ikke mindst i vandløb med god fysisk variation, som netop er den type vandløb, QH-kravkurveregulativene primært anvendes på.

En lidt mere avanceret beregningsmetode består i at opstille en hydraulisk model for hele vandløbet og så beregne vandspejlsforløbet for en række afstrømningssituationer. I enhver vandløbsstation kan man udtage sammenhørende værdier for vandføring og vandspejlskote, og hermed konstruere QH-kurven. I en sådan beregning tages der hensyn til stuvningsfænomener, og disse vil være medregnet i QH-kurverne. Imidlertid kræver en sådan model, at man kender fordelingen af vandføring (tilstrømningen) ned gennem vandløbet for alle afstrømningssituationer, og at man kender Manningtallet overalt i vandløbet, samt at man har en tilstrækkelig god beskrivelse af tværsnitsforholdene.

Der findes et antal varianter af denne regulativtype, men forskellene knytter sig mest til, hvorledes QH-kurven er fastlagt, hvor tæt QH-stationerne ligger, og hvordan bestemmelserne om, hvornår der skal iværksættes opgravning, er fastlagt.

## **5.2 Evne til at beskrive vandløbets afvandingstilstand**

En QH-sammenhæng er en udmærket - og måske den mest oplagte - måde at beskrive vandføringsevnen på i en given vandløbsstation. QH-kurven er i princippet unik for den enkelte vandløbsstation, ikke mindst i vandløb med stor fysisk variation. Dette medfører et behov for et relativt fintmasket net af kontrolstationer for med rimelighed at kunne beskrive vandføringsevnen overalt i vandløbet. Imidlertid er der i praksis relativt langt mellem kontrolstationerne, da det er ret arbejdskrævende at fastlægge QH-kravkurverne.

Der findes undersøgelser af, hvor tæt man skal foretage opmåling af tværsnitsprofiler for at få et tilstrækkeligt godt grundlag for at gennemføre en vandspejlsberegning (4), men så vidt vides er der ikke gennemført tilsvarende systematisk undersøgelse af, hvor tæt QH-stationer bør ligge for at få en tilstrækkelig god beskrivelse af vandføringsevnen overalt i vandløbet. I de regulativer, der er gennemgået i forbindelse med udarbejdelsen af nærværende rapport, varierer afstanden mellem stationerne mellem ca. 500 og 2200 meter (R, S, T, U).

## **5.3 Mulighed for opnåelse af fysisk miljøkvalitet**

Mulighederne for at opnå en god fysisk variation i vandløbet er gode, idet der ikke på nogen måde er fastsat bestemmelser om vandløbets dimensioner, udover eventuelle krav til en maximal bundkote for at sikre drænudløb. Vandløbet kan således udvikle sig frit, og med stor fysisk variation, så længe vandspejlskoten ikke forøges for en given vandføring.

## **5.4 Mulighed for tilrettelæggelse af tilsyn**

Når først QH-kravkurven er fastlagt, er det relativt enkelt at foretage en kontrol af vandføringsevnen på kontrolstationen. I den grødefri periode – f.eks. defineret i regulativet som marts/april - foretages en sammenhørende måling af vandspejlskote og vandføring på kontrolstationen, og denne sammenholdes med QH-kravkurven, hvorefter man umiddelbart kan beslutte, om der skal foretages opgravning eller ej. En opmåling af vandløbstværsnit mv. er således ikke nødvendig.

Man bør være opmærksom på, at der eksisterer en mulighed for at kontrollen kan resultere i et forkert resultat. Hvis tværnittet er blevet indsnævret på den øvre del, f.eks. forårsaget af sandfygning eller af en delvis nedskreden brink, og kontrollen gennemføres ved en relativ lav vandspejlskote, da vil kontrollen ikke afsløre, at vandføringsevnen er blevet formindsket ved store vandspejlskoter. Kontrollen bør således gennemføres ved så høj en vandspejlskote som muligt.

Kontrollen udføres i praksis i enkelte stationer, som godt kan ligge med en kilometers mellemrum, eller evt. mere. På strækningerne mellem stationerne er der typisk indføjede bestemmelser i regulativet om, at

vandspejlet skal være jævnt faldende, hvilket f.eks. kan kontrolleres på enkel vis, hvis der mellem kontrolstationerne er opsat indnivellerede skalapæle. Men typisk nævnes der intet i regulativerne om kontrollen/tilsynet mellem stationerne.

Vandløbsmyndighedens mulighed for tilsyn er således gode og kontrolmetoden er relativ enkel og ikke voldsomt tidskrævende, dog begrænser muligheden for kontrol sig til den grødefri periode.

### **5.5 Borgernes mulighed for at forstå metoden og selv foretage kontrol**

Metoden er klart vanskeligere at forstå for lægmand end den traditionelle skikkelsesmetode. Imidlertid virker det logisk at basere vurderingen om opgravningsbehov på en vurdering af vandspejlsplaceringen, idet det er denne der er afgørende for f.eks. jordbrugeren langs vandløbet. Men da den tilladelige vandspejlskote afhænger af vandføringen, bliver det alligevel lidt diffust for lægmand, idet det er vanskeligt at forholde sig til begreber som medianmaximum, 5-års maximum mv., som jo ellers vil kunne give et fingerpeg om, hvor tit lodsejeren vil kunne forvente en given vandspejlskote.

Princippet med dimensionering med en vis tilladelig overbelastningsfrekvens kendes fra afløbssystemer, og her er det naturligvis vanskeligt for en borger med vand i kælderen at forstå, hvordan en 5-års afstrømning til tider kan forekomme med blot et enkelt års mellemrum.

Borgerens mulighed for selv at kontrollere overholdelsen af regulativet er begrænset, idet han formentligt ikke har nogen mulighed for at måle den aktuelle vandføring.

### **5.6 Opfyldelse af vandløbslovens krav**

Regulativer, hvor der er fastsat QH-kravkurver, må umiddelbart vurderes at opfylde lovens krav, idet en QH-kurve jo netop angiver vandløbets vandføringsevne. Spørgsmålet er dog om en fastsættelse af vandføringsevnen i et begrænset antal stationer – ofte placeret med lang indbyrdes afstand kan sikre vandføringsevnen overalt i vandløbet.

## 6. Vandføringsevnebestemt skikkelse

### 6.1 Kort beskrivelse af regulativtypen

Regulativtypen er en af de ”nye” regulativtyper, som er blevet udviklet i forbindelse med regulativarbejdet gennem de seneste 10-15 år. Metoden anvendes i udstrakt grad af Nordjyllands Amt. Dog findes der et antal varianter, som anvendes af andre amter, bl.a. Viborg og Århus Amt. Efterfølgende beskrivelse tager udgangspunkt i den af Nordjyllands Amt anvendte metode, hvorefter nogle af varianterne vil blive beskrevet.

For vandløbet fastlægges der en teoretisk skikkelse – typisk i form af skikkelsesbeskrivelse som i et traditionelt skikkelsesregulativ. Et eksempel herpå er vist i fig 6.1

Stationering (m)	Bundkote (m DNN)	Bundbredde (m)	Anlæg	Fald (o/oo)	Beskrivelse
0	1,91	*	*	*	Gl. Kærs Mølle
1.515	2,12	6,0	4,0	0,14	Over Kæret
2.201	2,23	5,5	*	0,16	Skalapæl 22
3.618	2,53	5,0	3,0	0,21	Indkildevej
5.349	2,96	*	*	0,26	Dall bro
6.388	3,23	*	*	*	Skalapæl 64
7.640	3,51	*	1,5	0,22	Skalapæl 76
7.640	3,71	3,0	*	*	Skalapæl 76
7.665	*	*	*	0,18	Tilløb Guldbæk
9.646	4,07	*	1,0	*	Skalapæl 96
11.449	4,41	*	*	0,19	*
11.658	*	2,5	*	0,41	Motorvejsbro
12.160	4,70	2,5	*	*	Bonderup bro
12.160	4,60	*	*	*	Bonderup bro
13.052	*	*	1,0	*	Skalapæl 131

Figur 6.1 Uddrag af tabel med dimensioner for det teoretiske vandløb (fra A)

For en vilkårlig vandløbsstation og vandspejlskote i det teoretiske vandløb kan der nu foretages en beregning af vandføringen – dvs. at vandføringsevnen i det teoretiske vandløb kan fastlægges. Kravet i regulativet består i, at den samme vandføringsevne skal kunne genfindes i det faktiske vandløb – beskrevet via en opmåling af længde- og tværprofiler. Det tilstræbes således at sikre, at QH-kurverne for de to vandløb (det teoretiske og det faktiske) er ens i alle vandløbsstationer. I praksis sker dette på følgende vis:

Ved hjælp af de teoretiske tværsnitdata gennemføres der vandspejlsberegninger for tre stationære afstrømningssituationer, nemlig for en lille, en middel og en stor afstrømning. De herved fremkomne vandspejlsforløb angiver herefter kravkurver for vandspejlet. Det svarer i realiteten til, at man i enhver vandløbsstation har fastsat tre punkter på en teoretisk QH-kravkurve, idet de beregnede punkter ikke nødvendigvis (og mest sandsynlig ikke) er i overensstemmelse med de faktiske QH-forhold i et vandløb med de teoretiske dimensioner. Dette skyldes, at beregningerne gennemføres med et fast Manningtal, som ikke nødvendigvis afspejler de faktiske ruhedsforhold i vandløbet.

Ved kontrol af vandføringsevnen gennemføres der en opmåling af de faktiske tværsnitsforhold, og en

tilsvarende vandspejlsberegning gennemføres med de opmålte tværsnitsdata. Herved fremkommer der tre ”faktiske” vandspejl, som herefter i enhver vandløbsstation kan sammenlignes med kravvandspejlene. Ud fra fastsatte grænser for afvigelse mellem det ”faktiske” vandspejl og kravvandspejlet (i alle tre afstrømningssituationer) kan det besluttes, om der skal foretages opgravning. Bemærk at de beregnede ”faktiske” vandspejl heller ikke svarer til de vandspejl, man reelt kan observere i vandløbet, idet beregningen fortsat er baseret på det faste Manningtal (derfor anførselstegnene).

Man foretager således en sammenligning mellem to teoretiske vandspejl, der er beregnet ud fra de samme forudsætninger, blot med forskellige data for tværsnitsforholdene. Indenfor hydrauliske beregninger er dette et kendt og anerkendt princip, idet en egentlig kalibrering i forhold til målte værdier, er meget tidskrævende. Dette vil bl.a. indebære en fastlæggelse af det faktisk forekommende Manningtal overalt i vandløbet.

De væsentligste variationer i den overfor beskrevne metode består primært i valget af Manningtal og afstrømningssituationer, samt andre procedurer i forbindelse med beslutningen om opgravning. F.eks. anvender Århus Amt medianmaximum afstrømningen (Q), mens Viborg Amt (R) indbygger tolerancen for aflejringer i kravvandspejlet ved at anvende en teoretisk skikkelse med tilsvarende hævet bundkote. Men dybest set er der tale om samme grundlæggende metode.

## **6.2 Evne til at beskrive vandløbets afvandingstilstand**

Metodens store fordel er, at den beskriver afvandingstilstanden i enhver vandløbsstation. Ulempen er, at der er tale om en teoretisk afvandingsevne, hvilket kan efterlade tvivl om, metodens resultater også kan anvendes i forbindelse med den faktiske vedligeholdelse (opgravning).

Men metoden adskiller sig her ikke væsentligt fra gængse beregningsmetoder indenfor bl.a. afløbsteknik i forbindelse med saneringsplanlægning, hvor man typisk sammenligner teoretisk beregnede vandspejlsforhold i den eksisterende tilstand med teoretisk beregnede vandspejlsforhold i den fremtidige situation, hvor der f.eks. er sket ændringer i afløbssystemet opbygning (dimensioner) eller i belastningsforhold.

Metoden kan således også anvendes til at forudsige, hvor man reelt skal foretage afgravning, idet et hævet vandspejl på en bestemt vandløbsstation ikke nødvendigvis afhjælpes ved en afgravning i den samme station. Ofte kan hævede vandspejl skyldes nedstrøms flaskehalse, som vandspejlsberegningen kan hjælpe med at identificere. Denne facet indeholdes ikke umiddelbart i nogen af de andre vurderede metoder, men kræver dog, at de teoretiske beregninger afspejler de faktiske forhold i tilstrækkeligt omfang. Dette er ikke nødvendigvis tilfældet, såfremt beregningerne foretages med urealistiske værdier for Manningtallet.

Normalt foretages vandspejlsberegningerne i regulativerne ved et begrænset antal vandføringer, men der er umiddelbart ikke noget til hinder for at gennemføre beregningen – og dermed kontrollen - ved en vilkårlig vandføring, dog forudsat at man kan fastlægge vandføringsfordelingen langs vandløbet.

## **6.3 Mulighed for opnåelse af fysisk miljøkvalitet**

Mulighederne for at opnå en tilfredsstillende fysisk miljøkvalitet må betegnes som gode, idet metoden ikke umiddelbart lægger nogen begrænsninger på den fysiske variation i vandløbet. Oftest er det dog nødvendigt at supplere vedligeholdelsesbestemmelserne med bestemmelser omkring en maximal bundkote af hensyn til drænuvløb, hvilket kan medføre en begrænsning på den fysiske variation på visse strækninger.

## **6.4 Mulighed for tilrettelæggelse af tilsyn**

I modsætning til regulativer med en egentlig QH-kravkurve kan man ikke ved hjælp af sammenhørende vandspejlspejlinger og vandføringsmålinger kontrollere, om regulativets bestemmelser er overholdt, da der er

tale om beregnede teoretiske kravvandspejl, som kun kan sammenlignes med beregnede vandspejl baseret på en faktisk opmåling af tværsnitsforholdene.

En kontrol kræver således en fuldstændig opmåling af vandløbets dimensioner – i det mindste på en længere strækning. Det er da også karakteristisk, at der i regulativer af denne type lægges op til, at en planlagt kontrol kun gennemføres med stort tidsinterval, f.eks. 10 år. Men til gengæld åbnes der mulighed for, at en kontrol kan gennemføres ad hoc, såfremt der opstår behov herfor.

### **6.5 Borgernes mulighed for at forstå metoden og selv foretage kontrol**

Borgernes mulighed for at forstå metoden må betegnes som yderst ringe. Der er tale om en kompliceret metode i flere trin, iblandet hydrauliske beregninger af teoretiske vandspejl, som det vil være meget vanskeligt for lægfolk at forholde sig til.

### **6.6 Opfyldelse af vandløbslovens krav**

Da metoden grundlæggende er baseret på sammenligning af vandspejlskoter ved forskellige vandføringer, altså en kontrol af vandføringsevnen, må metoden klassificeres som en vandføringsevne-metode. Metoden må således umiddelbart vurderes at opfylde lovens krav.

Imidlertid baserer metoden sig ikke direkte på den faktiske vandføringsevne i vandløbet, men på en beregnet ”faktisk” vandføringsevne ud fra en opmåling af den faktiske skikkelse, som sammenlignes med en teoretisk kravvandføringsevne med udgangspunkt i en teoretisk skikkelse. Endvidere foretages sammenligningen i praksis oftest kun ved et begrænset antal afstrømningssituationer (1-3).

## 7. Styrekoteprincippet

### 7.1 Kort beskrivelse af regulativtypen

Styrekoteprincippet består i, at der for et antal vandløbsstationer fastsættes en vandspejlskote, som ikke må overskrides for en bestemt vandføring – ofte en stor vandføring, hvilket f.eks. kunne være medianmaximum. I princippet svarer dette til, at man kun har fastlagt et enkelt punkt på QH-kravkurven, og man kan således sige, at metoden er en form for reduceret vandføringsevne-metode, idet kontrollen kun udføres for et enkelt QH-punkt. Metoden er ikke set anvendt i nogle af de i referencelisten anførte regulativer.

En mere anvendt variant af styrekoteprincippet er det såkaldte arealkoteprincip (F, M, N, O). Her findes en del varianter, men det grundlæggende i metoden består i, at der for en eller flere vandspejlskoter (arealkoter) fastsættes et mindste tværsnitsareal, som skal overholdes, hvorved det antages, at vandføringsevnen er sikret. Tværsnittet kan altså udvikle sig frit – blot tværsnitsarealet opretholdes. Ofte suppleres der dog med et krav til bundkoten for at sikre drænudløb.

Som nævnt findes der er del varianter. Der største forskel består i, hvor mange vandspejlskoter tværsnitsarealet skal kontrolleres for. Kravet til tværsnitsarealet kan sættes i forhold til en enkelt vandspejlskote, f.eks. den der svarer til bredfyldt vandløb (F), eller til en beregnet vandspejlskote ud fra medianmaximum-vandføringen (O). Kravene kan også formuleres ud fra flere vandspejl, f.eks. ud fra beregnede vandspejl svarende til middelvandføring og medianmaximum-vandføring (N).

Og endelig kan kravet til mindste tværsnitsareal også formuleres ”trinløst” med udgangspunkt i en teoretisk skikkelse (M). Det vil sige, for en vilkårlig vandspejlskote må det faktiske tværsnitsareal ikke være mindre, end det der kan beregnes i det teoretiske tværsnitsprofil

Stationering meter	Arealkote m	Tværsnits- areal m <sup>2</sup>	Drænkote m, DNN	Bemærkninger
9,7	8,0	1,11	7,45	skalapæl 1
1689	3,5	1,11	3,05	skalapæl 2
2321	4,3	1,14	3,85	skalapæl 3
2913	4,0	1,68	3,55	skalapæl 4

Figur 7.1 Eksempel på krav til mindste tværsnitsareal (F).

I modsætning til styrekote-princippet kan arealkote-princippet ikke betegnes som en vandføringsevne-metode, idet vandføringsevne ikke kan beskrives ved hjælp af et tværsnitsareal alene.

### 7.2 Evne til at beskrive vandløbets afvandingstilstand

Styrekote-princippet:

Styrekoteprincippet er på trods af lighederne med QH-kravkurve-princippet ikke så velegnet til at beskrive vandløbets aktuelle afvandingstilstand, idet vandføringsevnen kun er fastlagt for en enkelt (ofte høj) vandspejlskote. Principielt er det kun for denne ene vandspejlskote, at vandføringsevnen er fastlagt. Med hensyn til mulighederne for at beskrive afvandingsforholdene overalt i vandløbet svarer metoden nøje til QH-kravkurve metoden.

Arealkoteprincippet:

Tilsvarende gør sig gældende for arealkote-princippet, såfremt kravet til tværsnitsareal kun er fastlagt for en

enkelt vandspejlskote. Des flere ”punkter på tværsnitsareal – vandspejlskote kurven” des bedre beskrivelse for forskellige vandføringer (vandspejlskoter). Og hvis kravet til tværsnitsareal knyttes til en teoretisk skikkelse, som er fastlagt for enhver station i vandløbet, da kan metoden også beskrive tilstanden overalt i vandløbet.

Der er bare det ”men”, at selv om tværsnitsarealet er en meget betydende parameter for vandføringsevnen, så kan det ikke alene anvendes til beskrivelse af vandføringsevnen, og derfor må det vurderes, at det er tvivlsomt, om metoden med tilstrækkelig sikkerhed kan anvendes til at beskrive vandløbets afvandingstilstand.

### **7.3 Mulighed for opnåelse af fysisk miljøkvalitet**

I lighed med QH-kravkurve er mulighederne for at opnå en fysisk variation i vandløbet gode, idet der – bortset fra nogle bundkote krav af hensyn til drænuvløb - ikke stilles krav som direkte forhindrer en god fysisk variation, blot det tilstrækkelige tværsnitsareal er til stede.

### **7.4 Mulighed for tilrettelæggelse af tilsyn**

Styrekoteprincippet:

Vandløbsmyndighedens mulighed for at tilrettelægge et tilsyn/gennemføre en kontrol må vurderes som vanskelige, når der er tale om styrekoteprincippet. Principielt kan kontrollen kun gennemføres i en enkelt situation, nemlig den hvor det aktuelle vandspejl netop står i styrekoten. I dette tilfælde kan en vandføringsmåling afgøre om kravet er opfyldt. Ved alle andre vandspejlsplaceringer må der foretages en omregning, som vil være vanskelig at gennemføre i praksis, idet man nødvendigvis må kende alle de andre aktuelle parametre, som f.eks. Manningtal og vandspejlsfald.

Arealkote-princippet:

Arealkoteprincippet er derimod meget enkelt at kontrollere, idet man blot skal foretage en tværsnitsopmåling, og herefter beregne tværsnitsarealet for den/de vandspejlskoter (arealkoter), som man ønsker at gennemføre en kontrol for. Den aktuelle vandspejlskote og vandføring er uden betydning herfor, hvorfor kontrollen kan gennemføres på et vilkårligt tidspunkt, dog oftest begrænset til vintersituationen.

### **7.5 Borgernes mulighed for at forstå metoden og selv foretage kontrol**

Styrekote-princippet:

I lighed med QH-kravkurve princippet må styrekote-princippet vurderes at være vanskeligt tilgængeligt for lægmand, og endnu vanskeligere at kontrollere – i princippet umuligt.

Arealkoteprincippet:

Arealkoteprincippet er derimod forholdsvist enkelt. De fleste vil kunne forstå og forholde sig til at tværsnitsarealet er betydende for vandføringsevnen – alle ved jo at et stort vandrør/tyk vandslange kan levere mere vand end et tyndt. Dog vil kun få umiddelbart tænke på, at ruheden og tværsnitsformen også vil have betydning for vandføringsevnen.

Så det vurderes at arealkote-princippet næsten er ligeværdigt med skikkelsesprincippet med hensyn til borgernes mulighed for at forstå og selv kontrollere kravene. Dog er metoden ”ny”, og derfor vil mange givetvis foretrække ”det kendte” (skikkelskrav), hvis de selv fik valget.

## 7.6 Opfyldelse af vandløbslovens krav

Styrekoteprincippet:

Der er ingen tvivl om at styrekote-princippet er en vandføringsevne metode, men da metoden kun fastsætter krav til vandføringen ved en enkelt vandspejlskote, lever den ikke op til at sikre vandføringsevnen ved andre vandspejlsplaceringer. Hvorvidt dette er i overensstemmelse med intentionerne i loven er tvivlsomt.

Arealkoteprincippet:

Da et tværsnitsareal ikke er et udtryk for vandføringsevnen og heller ikke beskriver et vandløbs skikkelse, jf. definitionen i afsnit 3.1, må det vurderes, at arealkote-princippet ikke lever op til vandløbslovens krav.

## 8. Vurdering af Miljøstyrelsens notat fra 1992

### 8.1 Notatets indhold

Miljøstyrelsens notat (MST-notatet) er udarbejdet i efteråret 1992, dvs. 7 år efter bekendtgørelsen (BEK 49/1985) om regulativernes udformning trådte i kraft, og knapt et halvt år før fristen for færdiggørelsen af regulativerne - en frist som bekendt blev forlænget med 3½ år jf. bekendtgørelse nr. 569/1993.

På det tidspunkt var der fortsat en del vandløbsmyndigheder, som ikke var nået særlig langt med regulativarbejdet, og erfaringerne med nye regulativtyper var fortsat begrænsede, hvilket også fremgår af MST-notatet.

Indledningsvist opridses i afsnit 2 baggrunden for regulativarbejdet og de formelle krav til indholdet i regulativerne, samt forhold der skal tages i betragtning, såfremt vandløbets faktiske forhold ikke svarer til de hidtidige skikkelseskrav. I bilag 1 og 2 er der givet eksempler på, hvorledes redegørelsesdelen kan udformes.

Afsnit 3 redegør kort for de hidtidige erfaringer med den ændrede praksis for regulativudarbejdelse. Det er indlysende, at der siden 1992 er høstet mange flere erfaringer, såvel mht. regulativtype som mht. vedligeholdelsespraksis, og notatet er således ikke længere op to date mht. indhøstede erfaringer.

I afsnit 4 beskrives udformning af regulativbestemmelserne, herunder de forskellige principper til sikring af vandløbets skikkelse og/eller vandføringsevne. Det er derfor primært dette afsnit som ønskes vurderet jf. opgavebeskrivelse, hvilket er foretaget i afsnit 8.2.

I afsnit 5 omtales behovet for opmåling og gennemførelse af vandspejlsberegninger mv. Med hensyn til opmålingsbehovet er der angivet forholdsvis konkrete retningslinier, som umiddelbart vil kunne anvendes af vandløbsmyndigheden. Med hensyn til vandspejlsberegningerne redegøres der i generelle vendinger for, hvornår det kan være nødvendigt at foretage en konsekvensberegning i form af en vandspejlsberegning, og til hvilke vurderinger man kan anvende en vandspejlsberegning.

Afsnittet afsluttes med en bemærkning om, at såfremt tværsnitsforholdene er blevet opmålt, og man i øvrigt kender oplandsstørrelsen og afstrømningsfordelingen herfra, samt kender ruheden (Manningtallet) overalt i vandløbet, da er det forholdsvis enkelt at gennemføre en vandspejlsberegning. Dette er for så vidt korrekt, men måske burde man have omtalt metoderne til (og vanskelighederne med) at fremskaffe tilstrækkeligt gode data om afstrømningsfordeling og Manningtal nærmere.

Afsnit 6 indeholder en kort redegørelse for mulighederne for at udarbejde fællesregulativer for et vandløbssystem, og et eksempel her på er vist i bilag 3. Hertil er der ingen bemærkninger udover, at der i B-delen til Kildebækken tages tilløb til at give et eksempel på en strækning med krav til vandføringsevnen, men desværre springes der over hvor gårdet er lavest, og strækningen udlægges reelt som et naturvandløb (hvilket bør ændres som følge af ombudsmandens kendelse om naturvandløb). Her er mange vandløbsmyndigheder givetvis blevet skuffet i deres søgen om vejledning i at udarbejde vandføringsevne-regulativer.

### 8.2 Vurdering af notatets beskrivelse af regulativ-typerne

I notatets afsnit 4 beskrives regulativtyperne under følgende overskrifter:

- Skikkelseskrav
- QH-kravkurve
- Skikkelses- og vandføringsevnekrav
- Vandløb i naturtilstand

For skikkelseskrav anføres, at udbredelsen af regulativtypen fortsat er stor, og det angives i hvilke typer

vandløb regulativtypen oftest anvendes. Det vurderes, at miljøhensynet kan tilgodeses ved at tilrettelægge vedligeholdelsen på en miljøvenlig form – f.eks. grødeskæring i strømrender. Men en egentlig anbefaling af, hvornår man bør vælge regulativformen, gives kun indirekte via udredningen om, hvor typen oftest anvendes.

For QH-kravkurve princippet anføres, at den gængse opfattelse er, at denne regulativtype er den, der bedst tilgodeser miljøhensynet i højt målsatte vandløb. Imidlertid påpeges herefter, at det er en meget omkostningskrævende metode, som i øvrigt har vist sig vanskeligt anvendelig i mange tilfælde. Heller ikke her er der en egentlig anbefaling, udover at teksten i sin helhed kan virke afskrækkende uden dog direkte at fraråde at vælge regulativtypen.

Under overskriften skikkelses- og vandføringsevnekrav omtales tre nyere regulativtyper:

- Arealkote-princippet
- Styrekote-princippet
- Princippet om teoretisk geometrisk skikkelse (svarer formentligt til vandføringsevnebestemt skikkelse)

Da notatet blev udfærdiget var der endnu meget begrænsede erfaringer med disse regulativtyper. Sidenhen har det første samt sidstnævnte princip har fundet en del udbredelse. Notatet kan således ikke være fyldestgørende med hensyn til disse regulativtyper.

Notatet anfører endvidere, at man i alle tre principper beskriver størrelsen af det nødvendige tværsnitsareal ved hjælp af vandspejlsberegninger. Dette er kun korrekt for arealkote-princippet jf. beskrivelsen i denne rapport. Muligvis skyldes formuleringen, at udviklingen af metoderne fortsat var på et indledende stade, da MST-notatet blev skrevet. Med hensyn til disse regulativtyper må notatet i dag således betegnes som mangelfuldt og fejlbehæftet.

Endeligt beskrives mulighederne for at lade en vandløbsstrækning henligge i naturtilstand. Dette princip er sidenhen blevet underkendt af ombudsmanden, hvorfor notatet i dag følgelig må betegnes som misvisende på dette område.

Det må således konstateres, at Miljøstyrelsens notat fra 1992 ikke er fyldestgørende i dag, og på visse områder direkte misvisende/fejlbehæftet. Dette skyldes primært, at der siden 1992 er indhøstet mange erfaringer med de nyere regulativtyper, som knapt nok var færdigudviklede i 1992.

Vurderingen må således være, at notatet i dag ikke er dækkende og dermed ikke giver vandløbsmyndighederne et tilstrækkeligt grundlag for at vælge metode til fastlæggelse af kravene til vandløbets skikkelse og/eller vandføringsevne. Hvorvidt notatet var dækkende i 1992 er ikke vurderet.

## 9. Referencer

1. Notat om udarbejdelse af vandløbsregulativer. Miljøstyrelsen 24. juli 1992, J.nr. M 2016-0003.
2. Den nye vandløbslovs betydning for afvandingsforholdene på de vandløbsnære arealer. Miljøstyrelsen maj 1997. Udarbejdet af NNR.
3. Vandføringsevne i danske vandløb 1976-1995. Faglig rapport fra DMU, nr. 189 1997
4. Profilopmålingens betydning for vandspejlsberegninger med den hydrauliske vandløbsmodel VASP. Hedeselskabet, Forskningsvirksomheden, beretning nr. 40, 1989
5. Vandløbsopmåling – Nordjyllands Amt. Notat fra Nordjyllands Amt, udskrivet 28/10 2003, ref. BAa
6. Regionplan 2001, Nordjyllands Amt
7. Regionplan 2000-2012 for Viborg Amt, Viborg Amt
8. Regionplan 2001, Århus Amt
9. Vandløbene – ti år med den nye vandløbslov. Miljønyt nr. 13/1995. Miljøstyrelsen.

### Regulativer som har dannet baggrund for arbejdet

- A. Regulativ for Østerå.. Nordjyllands Amt, oktober 2000
- B. Regulativ for Haslevgaard Å. Nordjylland Amt, juli 1994
- C. Regulativ for Haslevgårds Å. Aalborg Amt, 1958
- D. Tillæg til regulativerne for amtsvandløbene i Nordjyllands Amt. Nordjyllands Amt, 1988
- E. Tillæg til regulativerne for amtsvandløbene i Nordjyllands Amt. Nordjyllands Amt, 1997
- F. Regulativ for Bælum Møllebæk. Skørping Kommune, 1993
- G. Regulativ for sognevandløbet Bælum Møllebæk. Bælum-Solbjerg kommune, 1958
- H. Regulativ for Randrupgrøft. Skørping Kommune, 1993
- I. Regulativ for sognevandløbet Tauringsgrøften. Bælum-Solbjerg Kommune, 1958
- J. Regulativ for det mindre offentlige vandløb Smidie nordre Søgrøft. Bælum-Solbjerg sogneråd, 1932
- K. Regulativ for Gundsømagle Rende. Gundsø Kommune, 1999
- L. Regulativ og redegørelse for Munksvandløbet og Søbækrenden. Helsingør Kommune, 1990
- M. Regulativ for Saksøbing Å. Storstrøms Amt, 2000
- N. Regulativ for Hevring Å. Århus Amt, 1999
- O. Regulativ for Øster Tørslev Å. Århus Amt, 1999
- P. Regulativ for Lystrup Å. Århus Amt, 1999
- Q. Regulativ for Ringkloster Å, Landåen, Teglum Å. Århus Amt, 1998
- R. Regulativ for Mønsted-Jordbro Å. Viborg Amt, 2003
- S. Uddrag af regulativ for Brøns Å. Sønderjyllands Amt
- T. Uddrag af regulativ for Gram Å. Sønderjyllands Amt
- U. Uddrag af regulativ for Gelså. Sønderjyllands Amt

### Lovgivning:

- I. Bekendtgørelse af lov om vandløb. Lovbekendtgørelse nr. 632 af 23/6 2001
- II. Bekendtgørelse om klassifikation og registrering af vandløb og om regulativer for offentlige vandløb. Bekendtgørelse nr. 49 af 17/2 1985
- III. Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om klassifikation og registrering af vandløb og om regulativer for offentlige vandløb. Bekendtgørelse nr. 569 af 1/7 1993