



Miljø- og  
Fødevareministeriet  
Miljøstyrelsen

# Regulativtyper

## Ændret vandløbsforvaltning

### Udredningsprojekt 1



Orientering fra  
Miljøstyrelsen nr. 39

December 2019

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Orbicon A/S:

Inger Klint Jensen

Kristina Møberg Jensen

Gitte Urhøj

Eva Marcus

Gunnar P. Jensen

Jesper Madsen

Ole Smith

Kvalitetssikring:

Torben Sune Bojsen

Klaus Schlüsen

Grafiker:

Sidsel Genée, Orbicon A/S

Fotos:

Inger Klint Jensen

Bjarne Moeslund

Ole Smith

ISBN: 978-87-7038-151-2

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

# Indhold

|           |                                                                                 |           |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Indledning</b>                                                               | <b>7</b>  |
| <b>2.</b> | <b>Historisk udvikling</b>                                                      | <b>9</b>  |
| 2.1       | Afgørelser vedrørende skikkelse/vandføringsevne                                 | 9         |
| 2.2       | Afgørelser vedrørende kontrol                                                   | 11        |
| 2.3       | Afgørelser vedrørende vedligeholdelse                                           | 12        |
| 2.4       | Opsummering                                                                     | 13        |
| <b>3.</b> | <b>Afvejning af miljø- og afvandingsinteresser</b>                              | <b>15</b> |
| 3.1       | Regulativernes indvirkning på natur- og miljøkvalitet                           | 15        |
| 3.2       | Regulativers mulighed for at sikre vandafledning                                | 19        |
| <b>4.</b> | <b>Vandløbstyper</b>                                                            | <b>21</b> |
| 4.1       | Natur og miljøinteresser                                                        | 22        |
| 4.2       | Miljøtilstand og fysiske forhold                                                | 22        |
| 4.3       | Afvandingsmæssige interesser                                                    | 25        |
| 4.4       | Oprensningsbehov                                                                | 25        |
| 4.5       | Faldforhold, herunder stuvning                                                  | 27        |
| 4.6       | Vandløbstypologi                                                                | 28        |
| 4.7       | Hydrologisk regime                                                              | 29        |
| <b>5.</b> | <b>Kendte regulativtyper</b>                                                    | <b>30</b> |
| 5.1       | Definition af skikkelse og vandføringsevne                                      | 30        |
| 5.1.1     | Manningformlen                                                                  | 31        |
| 5.1.2     | Manningtal, hydraulisk radius og modstandsradius                                | 32        |
| 5.2       | Myndighedsarbejde ift. skikkelse og vandføringsevne                             | 32        |
| 5.2.1     | Vandområdeplanprojekter og reguleringsprojekter                                 | 33        |
| 5.2.2     | Udledningstilladelser                                                           | 33        |
| 5.2.3     | Klimaplaner og -projekter                                                       | 34        |
| 5.2.4     | Krydsningstilladelser                                                           | 34        |
| 5.2.5     | Oversvømmelse, beredskab og erstatninger                                        | 34        |
| 5.2.6     | Sammenfatning                                                                   | 34        |
| <b>6.</b> | <b>Fast geometrisk skikkelse</b>                                                | <b>35</b> |
| 6.1       | Beskrivelse af regulativtype                                                    | 35        |
| 6.2       | Beskrivelse af vandføringsevne                                                  | 37        |
| 6.3       | Kontrolpraksis                                                                  | 37        |
| 6.4       | Evne til at sikre vandføringsevne/skikkelse i forhold til afvandningsinteresser | 37        |
| 6.5       | Mulighed for formudvikling til gavn for miljøtilstand                           | 37        |
| 6.6       | Formidling og borgerforståelse                                                  | 38        |
| 6.7       | Fast geometrisk skikkelse og øvrigt myndighedsarbejde                           | 38        |
| 6.8       | Økonomi                                                                         | 38        |
| 6.9       | Opsummering af fordele og ulemper                                               | 39        |
| <b>7.</b> | <b>QH-regulativ</b>                                                             | <b>40</b> |
| 7.1       | Beskrivelse af regulativtype                                                    | 40        |

|            |                                                                                |           |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 7.2        | Beskrivelse af vandføringsevne                                                 | 41        |
| 7.3        | Kontrolpraksis                                                                 | 41        |
| 7.4        | Evne til at sikre vandføringsevne/skikkelse i forhold til afvandingsinteresser | 42        |
| 7.5        | Mulighed for formudvikling til gavn for miljøtilstand                          | 42        |
| 7.6        | Formidling og borgerforståelse                                                 | 43        |
| 7.7        | QH-regulativ og øvrigt myndighedsarbejde                                       | 43        |
| 7.8        | Økonomi                                                                        | 44        |
| 7.9        | Opsummering af fordele og ulemper                                              | 44        |
| <b>8.</b>  | <b>Teoretisk skikkelse</b>                                                     | <b>46</b> |
| 8.1        | Beskrivelse af regulativtype                                                   | 46        |
| 8.2        | Beskrivelse af vandføringsevne                                                 | 48        |
| 8.3        | Kontrolpraksis                                                                 | 48        |
| 8.4        | Evne til at sikre vandføringsevne/skikkelse i forhold til afvandingsinteresser | 49        |
| 8.5        | Mulighed for formudvikling til gavn for miljøtilstand                          | 49        |
| 8.6        | Formidling og borgerforståelse                                                 | 50        |
| 8.7        | Teoretisk skikkelse og øvrigt myndighedsarbejde                                | 51        |
| 8.8        | Økonomi                                                                        | 51        |
| 8.9        | Opsummering af fordele og ulemper                                              | 52        |
| <b>9.</b>  | <b>Styrekote</b>                                                               | <b>53</b> |
| 9.1        | Beskrivelse af regulativtype                                                   | 53        |
| 9.2        | Beskrivelse af vandføringsevne                                                 | 53        |
| 9.3        | Kontrolpraksis                                                                 | 53        |
| 9.4        | Evne til at sikre vandføringsevne/skikkelse i forhold til afvandingsinteresser | 54        |
| 9.5        | Mulighed for formudvikling til gavn for miljøtilstand                          | 54        |
| 9.6        | Formidling og borgerforståelse                                                 | 54        |
| 9.7        | Styrekote regulativer og øvrigt myndighedsarbejde                              | 54        |
| 9.8        | Økonomi                                                                        | 54        |
| 9.9        | Opsummering af fordele og ulemper                                              | 54        |
| <b>10.</b> | <b>Arealkote</b>                                                               | <b>56</b> |
| 10.1       | Beskrivelse af regulativtype                                                   | 56        |
| 10.2       | Beskrivelse af vandføringsevne                                                 | 57        |
| 10.3       | Kontrolpraksis                                                                 | 57        |
| 10.4       | Evne til at sikre vandføringsevne/skikkelse i forhold til afvandingsinteresser | 58        |
| 10.5       | Mulighed for formudvikling til gavn for miljøtilstand                          | 58        |
| 10.6       | Formidling og borgerforståelse                                                 | 58        |
| 10.7       | Arealkote-regulativer og øvrigt myndighedsarbejde                              | 58        |
| 10.8       | Økonomi                                                                        | 59        |
| 10.9       | Opsummering af fordele og ulemper                                              | 59        |
| <b>11.</b> | <b>Naturvandløb</b>                                                            | <b>61</b> |
| 11.1       | Beskrivelse af regulativtype                                                   | 61        |
| 11.2       | Beskrivelse af vandføringsevne                                                 | 61        |
| 11.3       | Kontrolpraksis                                                                 | 61        |
| 11.4       | Evne til at sikre vandføringsevne/skikkelse i forhold til afvandingsinteresser | 61        |
| 11.5       | Mulighed for formudvikling til gavn for miljøtilstand                          | 61        |
| 11.6       | Formidling og borgerforståelse                                                 | 61        |
| 11.7       | Naturvandløb og øvrigt myndighedsarbejde                                       | 62        |
| 11.8       | Økonomi                                                                        | 62        |
| 11.9       | Opsummering af fordele og ulemper                                              | 62        |
| <b>12.</b> | <b>Forslag, nye regulativtyper</b>                                             | <b>64</b> |

|            |                                                                       |            |
|------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| 12.1       | QH-regulativ med teoretisk skikkelse                                  | 64         |
| 12.1.1     | Fordelene og ulemperne ved regulativtypen                             | 65         |
| 12.2       | Teoretisk skikkelse med kontrol ved en høj afstrømningsværdi          | 66         |
| 12.2.1     | Fordelene og ulemperne ved regulativtypen                             | 67         |
| <b>13.</b> | <b>Regulativtyper og formudvikling, oversigt</b>                      | <b>68</b>  |
| <b>14.</b> | <b>Fremtidige regulativtyper, anbefaling</b>                          | <b>69</b>  |
| <b>15.</b> | <b>Vandløbstype og regulativer</b>                                    | <b>71</b>  |
| 15.1       | Indledning                                                            | 71         |
| 15.2       | Kortlægning af natur og miljømæssige interesser                       | 72         |
| 15.3       | Kortlægning af afvandingsmæssige interesser                           | 74         |
| 15.4       | Kortlægning af oprensningsbehov                                       | 76         |
| 15.5       | Kortlægning af vandløbstypiske træk                                   | 79         |
| 15.6       | Opsummering af kortlægning                                            | 81         |
| 15.7       | Fra vandløbstyper til forslag til regulativtyper                      | 82         |
| <b>16.</b> | <b>Proces for regulativrevision</b>                                   | <b>85</b>  |
| 16.1       | Den overordnede proces for regulativrevision                          | 86         |
| 16.2       | Overordnede principper og plan for regulativrevision                  | 86         |
| 16.3       | Analyse af vandløbstyper og valg af regulativtyper                    | 87         |
| 16.4       | Opmåling af vandløb                                                   | 87         |
| 16.5       | Indsamling og beregning af data                                       | 88         |
| 16.6       | Udarbejdelse af regulativer                                           | 88         |
| 16.7       | Geometrisk skikkelse og teoretisk skikkelse                           | 89         |
| 16.8       | QH-regulativ ud fra faktiske forhold eller en skikkelse               | 91         |
| 16.9       | Udarbejdelse af teoretisk skikkelse ud fra QH-regulativ               | 93         |
| 16.10      | Høring og vedtagelse af regulativer                                   | 93         |
| <b>17.</b> | <b>Procedure for regulering</b>                                       | <b>94</b>  |
| 17.1       | Hvornår gennemføres en regulering                                     | 94         |
| 17.2       | Overordnede principper for regulering                                 | 94         |
| 17.3       | Analyse af reguleringsbehov og løsning                                | 95         |
| 17.4       | Udarbejdelse af reguleringsprojekt                                    | 95         |
| 17.5       | Indarbejdelse i regulativ                                             | 96         |
| <b>18.</b> | <b>Databehov til regulativtyper</b>                                   | <b>97</b>  |
| <b>19.</b> | <b>Økonomioversigt</b>                                                | <b>99</b>  |
| <b>20.</b> | <b>Fordeling af regulativtyper på de offentlige vandløb</b>           | <b>101</b> |
| 20.1       | Fordeling af offentlige vandløb på regulativtyper med vandføringsevne | 102        |
| 20.2       | Vurdering af behov for sikring af drænuvløbskote                      | 103        |
| 20.3       | Den samlede fordeling af regulativtyper på offentlige vandløb         | 104        |
| 20.4       | Beskrivelse af datagrundlaget for analysen                            | 105        |
| <b>21.</b> | <b>Fremtidens vandløbsbog</b>                                         | <b>107</b> |
| <b>22.</b> | <b>Ny teknologi og fremtidens regulativtyper</b>                      | <b>109</b> |
| 22.1       | Introduktion til metoder                                              | 109        |
| 22.2       | Droner (UAV)                                                          | 110        |
| 22.3       | Fjernstyrede både (USV)                                               | 111        |
| 22.4       | Vurdering af metoder til opmåling af vandspejl                        | 112        |

|            |                                                                                |            |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 22.5       | Vurdering af metoder til opmåling af profiler og form                          | 115        |
| 22.6       | Vurdering af metoder til online overvågning af vandstand og vandføring         | 116        |
| 22.7       | Opsummering                                                                    | 117        |
| 22.8       | Glidende QH-regulativ – et eksempel på fremtidig regulativtype og ny teknologi | 117        |
| <b>23.</b> | <b>Anbefalinger</b>                                                            | <b>119</b> |
| <b>24.</b> | <b>Perspektivering</b>                                                         | <b>120</b> |
| <b>25.</b> | <b>Litteraturliste</b>                                                         | <b>121</b> |
| <b>26.</b> | <b>Bilagsoversigt</b>                                                          | <b>123</b> |

# 1. Indledning

Den tidligere regering nedsatte i 2016 et ekspertudvalg, der skulle komme med anbefalinger til en ændret vandløbsforvaltning i Danmark. Udvalget indledte arbejdet i begyndelsen af 2017 og fremlagde i december 2017 rapporten "Rapport fra ekspertudvalget til ændret vandløbsforvaltning".

Rapporten forholder sig blandt andet til vandløbsregulativer, herunder at der skal foretages en afvejning af hensynet til de afvandings og miljømæssige interesser. En afvejning der erfaringsmæssigt kan være vanskelig. Ekspertudvalget foreslår, at der for vandløb med miljømæssige hensyn udarbejdes vandføringsevne regulativer, mens regulativtypen geometrisk skikkelse kan anbefales til vandløb, hvor der udelukkende er afvandingsmæssige interesser. Ekspertudvalget kommer endvidere med en anbefaling om, at regulativer kunne indeholde supplerende oplysninger eksempelvis visualiseringer af vandløbets vandføringsevne.

Miljøstyrelsen har i forlængelse af Ekspertudvalgets arbejde igangsat 2 faglige udredningsprojekter, hvoraf denne rapport (udredningsprojekt 1), omhandler regulativtyper. Den anden rapport (udredningsprojekt 2) omhandler emner, der eventuelt kan indgå i fremtidige udbyggede regulativer.

I henhold til vandløbsloven, er vandløbene opdelt i offentlige og private vandløb. Der skal udarbejdes regulativer for de offentlige vandløb.

For de offentlige vandløb skal regulativerne udarbejdes, så de tilgodeser både de afvandingsmæssige og de miljømæssige interesser i det omfang, det er muligt. I praksis vil det ofte være en afvejning af disse hensyn.

En gennemgang af de nuværende gældende regulativer viser, at det især er følgende 5 regulativtyper, som er anvendt i større udstrækning: Fast geometrisk skikkelse, vandføringsevne bestemt (teoretisk) skikkelse, vandføringsevne vha. QH-kurver (QH-regulativ), regulativ med krav til et tværsnitsareal under en given kote (arealkote) samt "naturvandløb" (regulativtype hvor der ikke er stillet krav til vandføringsevne eller skikkelse).

Regulativtyperne tilgodeser de miljømæssige interesser og afledningsmæssige krav i varierende omfang. De enkelte regulativtyper har forskellige tolerance i forhold til, hvornår oprensning skal udføres, da de har større eller mindre mulighed for at tilgodese et varieret vandløbsprofil og formudvikling. De kontrolmetoder, der knytter sig til de enkelte regulativtyper, har herudover forskellige fordele og ulemper i forhold til at sikre miljømæssige og afledningsmæssige interesser.

Denne rapport gennemgår de enkelte regulativtypers egnethed dels i forhold til at sikre målopfyldelse dels i forhold til at sikre, at vandløbene kan benyttes til at aflede vand. Med udgangspunkt i udvalgte afgørelser beskrives regulativtyperne desuden med fordele og ulemper i forhold til formidling, samt i forhold til at skabe forståelse mellem lodsejer og myndighed. Ligeledes beskrives regulativernes hensigtsmæssighed i forhold til øvrige myndighedsopgaver.

Regulativtyperne beskrives i forhold til hvilke data, metoder og værktøjer, der kræves for at udarbejde regulativerne samt udføre regulativkontrol.

Ud fra en interesse om at minimere nogle af de ulemper, som de kendte regulativtyper kan have, beskrives nogle forslag til udbygninger af forskellige regulativtyper.

Ved udarbejdelse af regulativer skal vandløbsmyndigheden træffe beslutning om, hvilken regulativtype, der vil være egnet til de respektive vandløb. I denne proces vil en tydeliggørelse af hvilke hensyn, der bliver prioriteret i de enkelte vandløb, kunne danne grundlag for en forventningsafstemning omkring den fremtidige administration af de enkelte vandløb.

Denne rapport beskriver på en systematiseret måde, hvordan miljømæssige- og afledningsmæssige interesser kan kortlægges, således at valg af regulativtype kan foretages på et oplyst grundlag.

Endelig giver rapporten et overslag over den økonomi, der er forbundet med at udarbejde de enkelte regulativtyper, og hvad den efterfølgende drift koster.

Rapporten afrundes med en vejledning i regulativudarbejdelse, der beskriver de enkelte arbejdsprocesser i forhold til vandløbsmyndighedens arbejde med at revidere vandløbsregulativerne.



## 2. Historisk udvikling

Den nuværende vandløbslov stiller i dag krav til at vandløbsregulativer enten skal indeholde en skikkelse eller en vandføringsevne. Dette afsnit beskriver den historiske udvikling i vandløbslovens bestemmelser vedrørende indhold af regulativer.

I 1880-loven, som er en samling af diverse love, og derved den første egentlige vandløbslov, fremgår det af lovens § 12, at et regulativ skal indeholde: (...) *nøjagtige Bestemmelser om den Skikkelse, Vandløbet skal have, såsom dets Retning, Bredde, Dybde og Fald*. Der har således længe været fastsat krav til skikkelse for vandløb omfattet af et vandløbsregulativ (offentlige vandløb). Iht. 1880-loven skulle der fastsættes en dybde. Denne har gennem tiden været defineret på forskellige måder, bl.a. ved angivelse af en vis dybde under terræn. I de nuværende regulativer er den fastsat som en bundkote.

Med vandløbsloven i 1949 blev det fastlagt, at vandløbene primært skulle sikre afledning af vand, men med lovændringen der trådte i kraft i 1983, blev det tilføjet, at der også skal tages hensyn til de miljømæssige krav til vandløbskvaliteten. Der kom således 2 ligestillede formålsparagraffer (§ 1, stk. 1 og 2). Skikkelseskravet tager imidlertid ikke tilstrækkeligt hensyn til de miljømæssige krav til vandløbskvaliteten, og derfor blev der med loven i 1982 introduceret yderligere en metode til sikring af vandaflødningen, nemlig krav til vandløbets vandføringsevne §12 (og §27). Med det nye krav til vandføringsevne blev der åbnet mulighed for, at vandløbets fysiske udseende kunne udvikle sig, med henblik på at tilgodese naturværdier, så længe, at vandløbet stadig kunne føre samme vandføring under en given vandspejlskote.

I gældende vandløbslovs § 12, stk. 1, nr. 1 står der således, at af regulativer for offentlige vandløb skal der fremgå bestemmelser om skikkelse eller vandføringsevne.

Dette krav har givet anledning til udvikling af regulativtyper med forskellige beskrivelser af vandløb og vedligeholdelsesbestemmelserne alt efter regulativtype. Inden for samme regulativtype kan vedligeholdelsesbestemmelserne være udarbejdet på forskellige måder. Disse forskelligartede vedligeholdelsesbestemmelser er ikke alle entydige og har derved givet anledning til usikkerhed af, hvad der er de reelle krav til vedligeholdelsen og dens udførelse, og hvorledes kontrollen skal foretages.

I henhold til vandløbsloven er der truffet en række afgørelser, der fastlægger og præciserer vandløbslovens krav i forhold til forskellige regulativtyper. Disse afgørelser omhandler forskellige forhold, som kan opdeles i følgende overordnede emner

- Fastlæggelse af skikkelse eller vandføringsevne
- Kontrol
- Vedligeholdelse og regulering

Afgørelserne gennemgås i det følgende med henblik på at uddrage de præciseringer, der er relevante for arbejdet med vandløbsregulativer.

### 2.1 Afgørelser vedrørende skikkelse/vandføringsevne

Der er en række vandløb i Danmark, som ikke har været reguleret eller kun i begrænset omfang er blevet reguleret samt vandløb, der henligger uden nogen form for vedligeholdelse. For flere af disse vandløb har vandløbsmyndighederne, bl.a. af hensyn til miljømæssige kvaliteter

og målsætninger for vandløbene, udarbejdet regulativer uden at fastsatte krav til hverken skikkelse eller vandføringsevne, hvor vandløbene er udlagt som naturvandløb.

### **Ombudsmandsudtalelse, FOU nr. 2001.248 vedrørende Taps Å om vandløb uden skikkelse**

I 1996 vedtog Sønderjyllands Amt et nyt regulativ for Taps Å med dimensioner. Regulativet blev blandt andet påklaget af Danmarks Naturfredningsforening, og et af klagepunkterne var, at den nederste del af vandløbet var udlagt med dimensioner, hvilket ikke var foreneligt med hensynet til miljøforholdene. Den 2. september 1996 traf Miljøstyrelsen en afgørelse, hvor de gav naturfredningsforeningen medhold og udlagde strækningen som naturvandløb med deraf begrænsninger i vedligeholdelsen. Miljøstyrelsens afgørelse blev indberettet til Folketingets Ombudsmand, som udtalte (FOU nr. 2001.248, 02-10-2001), at der ikke var hjemmel i vandløbsloven til at udlægge offentlige vandløb uden krav til enten skikkelse eller vandføringsevne. Vandløbsmyndigheden havde således pligt til at fastlægge krav til skikkelse eller vandføringsevne.

### **NMK-43-00353 vedrørende Lindholm Å om vandløb uden skikkelse/vandføringsevne**

I sag NMK-43-00353 afgjorde Natur- og Miljøklagenævnet, at Aalborg Kommune skulle lovliggøre regulativet for Lindholm Å på den nederste strækning, da denne strækning henlå uden krav til skikkelse eller vandføringsevne, og således var i strid med vandløbslovens § 12, stk. 1, nr. 1. I afgørelsen henviste Natur- og Miljøklagenævnet bl.a. til Ombudsmandens udtalelse, som beskrevet ovenfor.

### **NMK-43-00507 vedrørende Åmose Å om arealkote regulativ**

Fastlæggelse af krav til skikkelse eller vandføringsevne er foretaget på forskellige måder i de enkelte regulativer. I regulativet for Åmose Å, er bestemmelserne om vedligeholdelsen fastsat som krav til et minimumsareal under bestemte (vandspejls)koter, hvorved tværprofilen kan udvikle sig frit så længe minimumsarealet opretholdes (arealkote-regulativ). I afgørelse NMK-43-00507 fandt Natur- og Miljøklagenævnet ikke, at "arealkote-princippet" overholder vandløbslovens § 12, stk. 1, nr. 1 om kravet til en fast skikkelse (tværsnitsarealet er ikke alene nok til at fastlægge en skikkelse) eller kravet til en vandføringsevne (tværsnitsarealet er ikke alene nok til at fastlægge en vandføringsevne).

### **NMK-43-00316 vedrørende Røjenkær Bæk om vandløb uden skikkelse/vandføringsevne m.v.**

Røjenkær Bæk i Herning Kommune havde i regulativ af 1996 ikke fastlagt skikkelse/vandføringsevne for strækningen st. 0-6320 m. Herning Kommune vedtog i 2011 et tillægsregulativ, hvor der blev fastlagt skikkelse for st. 0-4133. Tillægsregulativet fastlagde således ikke skikkelse på st. 4133-6320 m og Natur- og Miljøklagenævnet hjemsendte tillægsregulativet til fornyet behandling, da det var i strid med vandløbslovens § 12, stk. 1, nr. 1, hvoraf det fremgår, at der skal fastlægges krav til skikkelse eller vandføringsevne.

I samme sag (NMK-43-00316) vedr. Røjenkær Bæk blev der i 2011 fastlagt krav til vandføringsevnen på en delstrækning ud fra de faktiske forhold beskrevet i en opmåling af en delstrækning i 1999, da strækning tidligere var uden krav ("naturvandløb"). Nævnet afgjorde, at opmålingen for denne strækning var for gammel, og at den ikke med sikkerhed var retvisende for de aktuelle forhold. Kommunen skal derfor opmåle denne strækning igen for at sikre, at det er den aktuelle vandføringsevne, der bliver beskrevet. Resten af vandløbet var opmålt i 2009, og nævnet vurderede, at denne opmåling var tilstrækkelig ny til at beskrive de aktuelle forhold.

Klager anfører, at da der ikke er foretaget vedligeholdelse i en lang årrække og vandføringsevnen fastlægges på baggrund af en tilstand efter denne lange periode uden vedligeholdelse, er der fastlagt en forringelse af vandføringsevnen, hvorfor dette kun kan gennemføres gennem en reguleringssag med erstatning. Natur- og Miljøklagenævnet stadfæster tillægsregulativet

for så vidt dette klagepunkt, da det ikke har været muligt at fastlægge om vandføringsevnen er blevet forringet. Desuden foretages der ikke en aktiv handling i vandløbet (oprensning) for at overholde de nye krav til vandføringsevne, hvorfor der ikke er tale om en regulering af vandløbet.

I kontrollen af regulativet er der fastsat kravvandspejl til den teoretiske vandføringsevne. Klager mener ikke, at kontrollen er fyldestgørende beskrevet. Natur- og Miljøklagenævnet slår fast, at regulativets kontrol skal beskrives klart. Da regulativtypen er teoretisk skikkelse, bør vandløbet måles op, og der bør laves vandspejlsberegninger med de fastlagte afstrømningsværdier og Manningtal for at afgøre, hvorvidt den regulativmæssige vandføringsevne er overholdt.

## 2.2 Afgørelser vedrørende kontrol

For at kunne vedligeholde vandløbene iht. de fastsatte krav til skikkelse eller vandføringsevne, skal der i regulativerne fastsættes en række kontrolkrav, så vandløbsmyndigheden kan vurdere om de fastsatte krav er opfyldt, og om der skal foretages vedligeholdelse.

### **NMK-43-00320 vedrørende Hulebækken om kontrolopmåling og Manningtal**

I afgørelse NMK-43-00320 vedr. vedligeholdelse af Hulebækken i Næstved Kommune er kommunens måde at kontrollere vandløbets vandføringsevne blevet påklaget. Regulativtypen er teoretisk skikkelse. Klager anfører, at kontrolopmålingen er anført med spids stadiefod, og at der i vejledning om opmåling<sup>1</sup> anbefales at bruge en andefod. Natur- og Miljøklagenævnet anfører, at opmålingen er udført inden vejledningen blev udarbejdet, og at det på daværende tidspunkt var normal praksis at opmåle med spids stadiefod. Klagenævnet anfører desuden i klagen, at opmålingen skal være tilstrækkelig detaljeret til, at der kan beregnes en retvisende vandføringsevne.

Klager anfører desuden, at der er anvendt et fast Manningtal på 20 i kontrolberegningerne og at Manningtallet er en varierende størrelse, hvorfor der ikke kan regnes på Manningtal 20. Klagenævnet skriver, at kontrollen er udført med det i regulativet angivne Manningtal udført med det retmæssige beregningsgrundlag for hvorvidt vandløbet er vedligeholdt tilstrækkeligt, og afviser dermed klagen.

### **18/05166 vedrørende Værebros Å om Manningtal og kontrolhyppighed**

Miljø- og Fødevarerklagenævnet har i sag 18/05166 om vedligeholdelsen af Værebros Å truffet beslutning om, at kontrolgrundlaget i regulativet for Værebros Å er mangelfuldt, da der ikke er fastsat hvilket Manningtal, der skal anvendes ved beregning af vandføringsevnen. Regulativtypen er teoretisk skikkelse.

I samme sag blev det påklaget, at vandløbsmyndigheden ikke i tilstrækkelig grad har udført den i regulativet fastsatte kontrolfrekvens på 3 år. Klager har fået medhold, da vandløbsmyndigheden skal følge regulativets kontrolbestemmelser, herunder også den fastlagte kontrolhyppighed.

### **NMK-43-00486 vedrørende fællesregulativ i Fredensborg kommune om kontrolhyppighed**

I sag NMK-43-00486 er et fællesregulativ for 3 vandløb i Fredensborg Kommune påklaget for en række forskellige forhold. Nævnet fremhæver, at iht. vandløbslovens § 27 er kommunen forpligtet at vedligeholde vandløbene således, at vandløbenes skikkelse eller vandføringsevne

---

<sup>1</sup> Guidelines til opmåling af vandløb – På vej til en ny standard”, Bo Rasmussen & Carsten Kragh I/S, Dansk Landbrug Sydhavsørerne, Danske Vandløb, Gefion, Orbicon, Holbæk Kommune, Næstved Kommune, Slagelse Kommune, Sorø Kommune, Stevn Kommune og Østdansk landbrugsrådgivning, 2013

ikke ændres. Nævnet anfører, at vandløbets skikkelse eller vandføringsevne ikke nødvendigvis skal foreligge hver dag året rundt, men at vandløbsmyndigheden skal overholde de bestemmelser om vedligeholdelse, der er fastsat i regulativet, herunder de anførte terminer for tilsyn og oprensning.

I fællesregulativet var der lagt op til, at kommunen selv skulle foretage en vurdering af behovet for kontrol. Nævnets afgørelse betyder, at der i regulativet skal være fastlagt klare og tydelige bestemmelser, som ikke kan misforstås, herunder også hyppighed af kontrol.

#### **NMK-43-00507 vedrørende Åmose Å om kontrolmetode**

Holbæk Kommune har fastlagt krav til, at vedligeholdelsen af Åmose Å skal opfylde et krav om minimumstværsnitsareal, som defineres som størrelsen af det areal, der mindst skal forefindes under nogle bestemte vandstandskoter på et hvilket som helst sted på vandløbsstrækningen. I sagen havde kommunen som supplement gennemført vandspejlsberegninger, der viste at Åmose Å's aktuelle vandføringsevne (beregnet ud fra en opmåling af vandløbet) var tilstrækkelig i forhold til den vandføringsevne, som de i regulativet anførte dimensioner angav. Imidlertid stiller regulativet kun krav til et minimumstværsnitsareal og ikke en vandføringsevne, hvorfor kommunen har truffet afgørelse på et andet grundlag end forudsat i regulativet, og kommunens afgørelse blev derfor ophævet. Dette skete uagtet, at princippet om et minimumstværsnitsareal ikke opfylder kravene til enten skikkelse eller vandføringsevne, se beskrivelse af afgørelse om fastlæggelse af skikkelse eller vandføringsevne i Åmose Å i afsnit 2.1.

## **2.3 Afgørelser vedrørende vedligeholdelse**

For at kunne opretholde regulativernes krav til skikkelse eller vandføringsevne skal der gennemføres vedligeholdelse af vandløbene. Udførelsen af den i regulativerne fastlagte vedligeholdelse er flere gange blevet påklaget. I nedenstående foretages en gennemgang af en række afgørelser på den af myndigheden udførte vedligeholdelse. Det være sig såvel afgørelser på for lidt som for meget udført vedligeholdelse.

#### **Vestre Landsret (B-2032-04) vedrørende Øster Å om vedligeholdelsespraksis**

Ifølge afgørelse fra Vestre Landsret (B-2032-04) kunne Nordjyllands Amt ikke drages til ansvar for oversvømmelse og deraf tab af afgrøder ved at ændre deres vedligeholdelsespraksis fra en overvedligeholdelse til en vedligeholdelse iht. bestemmelserne i regulativet for Øster Å. Amtet havde i en lang årrække foretaget en vedligeholdelse, der var mere omfattende end den fastlagte vedligeholdelse i såvel gældende som tidligere regulativer for vandløbet. Amtet valgte i 2000 at foretage vedligeholdelsen efter regulativets bestemmelser, som, iht. klager, gav anledning til forringede afvandingsforhold med dertilhørende oversvømmelser og afgrødetab. Afgørelsen fastslår, at vandløbs vedligeholdelse skal udføres iht. regulativets bestemmelser.

#### **510-00677 vedrørende Vadsbæk om oprensning i et Natura 2000 område**

Natur og Miljøklagenævnet har i sag 510-00677 om oprensning af Vadsbæk ændret Haderslev Kommunes afgørelse om tilladelse til oprensning af vandløbet i et Natura 2000-område til et afslag, da det er vurderet, at oprensningen kan få negativ indvirkning på udpegningsgrundlaget, og der derved ikke kan gives dispensation til en oprensning.

#### **NMK-510-0094 vedrørende Birkesig Bæk om dispensation til oprensning**

I sagen NMK-510-0094 havde Esbjerg Kommune truffet afgørelse om oprensning af Birkesig Bæk. Afgørelsen blev truffet efter naturafdelingen havde givet dispensation fra naturbeskyttelseslovens § 3, da det blev vurderet, at der var tale om en tilstandsændring. Hvis oprensning i et § 3 vandløb omhandler et sædvanligt vedligeholdelsesarbejde iht. regulativets vedligeholdelsesbestemmelser, skal der ikke gives dispensation, da dette ikke er en tilstandsændring, idet vedligeholdelsen netop har til hensigt at opretholde den hidtidige tilstand (skikkelse eller

vandføringsevne). I det tilfælde hvor vandløbet gennem længere tid ikke har været vedligeholdet, og det som følge heraf har ændret skikkelse i en væsentlig grad, kan der være tale om en tilstandsændring, hvorfor gennemførelse af vedligeholdelsen kræver en dispensation fra naturbeskyttelseslovens § 3. Miljø- og Fødevarerklagenævnet har vurderet, at oprensningen af Birkesig Bæk ikke var en sædvanlig vedligeholdelse, da vandløbet ikke har været vedligeholdt i 9-10 år, og der således har indfundet sig en ny beskyttet tilstand.

#### **NMK-43-00329 vedrørende Lykkesborg og Farsbøllefløbet om oprensning**

I sagen NMK-43-00329 vedr. Lykkesborg og Farsbøllefløbet har Nordfyns Kommune foretaget en kontrol af vandføringsevne i vandløbene, som var anført i regulativet med en teoretisk skikkelse. Efter kontrollen blev der foretaget oprensning på den strækning, der ikke overholdte regulativets krav til vandføringsevne. Det blev påklaget, at vandløbet ikke var blevet oprenset til den regulativmæssige bundbredde. Kommunens afgørelse blev dog stadfæstet, idet klagenævnet fastslog, at Nordfyns Kommune alene er forpligtet til at sikre den vandføringsevne, der er fastsat i regulativet. Det fremgår således af regulativet, at de dimensioner, der anvendes (i den teoretiske skikkelse), alene anvendes til definition og kontrol af den vandføringsevne, som skal opfyldes til en given vandspejlskote, men ikke fastlægger vandløbets aktuelle skikkelse. Det er således ikke et krav, at vandløbet skal have de dimensioner, der fremgår af den teoretiske skikkelse.

## **2.4 Opsummering**

Med disse klagenævnsafgørelser og udtalelsen fra Folketingets Ombudsmand er det præciseret at:

- Et vandløbsregulativ skal fastlægge krav til enten skikkelse eller vandføringsevne, og at regulativtyperne naturvandløb og arealkote ikke overholder vandløbslovens § 12, stk. 1, nr. 1.
- Kontrolmetoden skal være klar og entydig og skal udføres i overensstemmelse med, hvad der er beskrevet i den pågældende regulativtype.
- Kontrolparametrene skal fremgå af regulativet, således der ikke kan opstå tvivl om beregningsgrundlaget ved en kontrol. For teoretisk skikkelse skal der anføres hvilke afstrømningsværdier og hvilket Manningtal, der skal benyttes til vandspejlsberegninger.
- For vandløb med teoretisk skikkelse skal Manningtallet, der skal anvendes til beregninger, fastlægges. Regulativet kan angive et fast Manningtal, også selvom vandløbet i praksis vil have varierende Manningtal.
- Ved oprensning af et vandløb med teoretisk skikkelse er det ikke et krav, at den teoretiske skikkelse skal etableres. Det er derimod et krav, at vandføringsevnen skal etableres.
- Der skal angives en kontrolfrekvens i regulativet, og den anførte kontrolfrekvens skal overholdes.
- Opmåling skal være tilstrækkelig detaljeret til at beskrive vandløbets vandføringsevne ved beregninger.
- Opmåling udført før vejledning om opmåling kunne udføres med spids stadiefod. Det må antages, at opmåling i dag skal udføres i henhold til retningslinjerne i vejledningen, der beskriver, at opmålingen skal udføres med en andefod<sup>2</sup>.
- For vandløb uden kendt skikkelse eller vandføringsevne skal den regulativmæssige skikkelse eller vandføringsevne fastlægges på baggrund af en nyere opmåling. Nævnet finder, at en opmåling, der var 14 år gammel, ikke med sikkerhed kan siges at

---

<sup>2</sup> Guidelines til opmåling af vandløb – På vej til en ny standard”, Bo Rasmussen & Carsten Kragh I/S, Dansk Landbrug Sydhavsørerne, Danske Vandløb, Gefion, Orbicon, Holbæk Kommune, Næstved Kommune, Slagelse Kommune, Sorø Kommune, Stevn Kommune og Østdansk landbrugsrådgivning, 2013

være retvisende. Til gengæld finder nævnet, at en opmåling, der er foretaget 4 år tidligere, kan anvendes.

- Vedligeholdelse skal udføres i henhold til regulativets bestemmelser, også selvom vedligeholdelsen tidligere har været mere omfattende, end hvad der er beskrevet i regulativet.
- Oprensninger i henhold til regulativet, der ikke er forenelige med NATURA 2000 eller NBL § 3, kan ikke udføres.

### 3. Afvejning af miljø- og afvandingsinteresser

Af vandløbslovens formålsparagraf fremgår, at det skal tilstræbes, at vandløbene kan benyttes til afledning af vand under hensyntagen til de miljømæssige krav.

#### **Vandløbslovens formålsparagraf:**

§1 Ved denne lov tilstræbes at sikre, at vandløb kan benyttes til afledning af vand, navnlig overfladevand, spildevand og drænvand.

Stk. 2. Fastsættelse og gennemførelse af foranstaltninger efter loven skal ske under hensyntagen til de miljømæssige krav til vandløbskvaliteten, som fastsættes i henhold til anden lovgivning.

Vandløbsregulativerne udgør i dag administrationsgrundlaget for de offentlige vandløb. Vandområdeplanerne udstikker rammerne og planerne i forhold til implementering af EU's rammedirektiv.

Vandløbsregulativerne beskriver den vedligeholdelse, som vandløbsmyndigheden (kommunen) forpligter sig til at udføre. Således fastlægger regulativerne bl.a. omfang og hyppighed af grøde- og kantskæring, ligesom regulativerne fastlægger den skikkelse eller vandføringsevne, som vedligeholdelsen skal gennemføres efter.

Vedligeholdelse i form af grødeskæring og oprensninger udføres i forhold til afvandingsinteresser og har erfaringsmæssigt oftest negative konsekvenser for (natur og) miljømæssige interesser.

Regulativer har derfor sjældent en gavnlig effekt på de miljømæssige interesser. Når regulativerne først udløser et oprensningsbehov, er det svært i praksis at skåne de miljømæssige interesser.

Regulativerne fastsætter, hvornår og i hvilken grad vedligeholdelse skal foretages, og kan potentielt være i konflikt med hensynene til vandløbenes natur- og miljøkvalitet.

#### **3.1 Regulativernes indvirkning på natur- og miljøkvalitet**

Den regulativbestemt vedligeholdelse til fastholdelse af en bestemt vandføringsevne eller skikkelse retter sig fortrinsvis mod forandringer af det fysiske vandløbsprofil.

Det betyder, at vandløbsvedligeholdelse generelt påfører vandløbenes fysiske tilstand forskellige, fortrinsvis negative effekter, omend i varierende grad. Vandløbsvedligeholdelse virker be-

grænsende for den økologiske tilstand. Det skyldes, at vedligeholdelsen dels påvirker de biologiske kvalitetselementer (planter, smådyr og fisk) direkte, og dels påvirker miljøtilstanden indirekte ved at forringe den fysiske vandløbskvalitet/habitatkvalitet og forstyrrer det biologiske samspil (den økologiske tilstand) i vandløbene<sup>3</sup>.

Der er således en konflikt mellem, på den ene side at gennemføre vedligeholdelsen for at sikre en fastsat skikkelse eller vandføringsevne af hensyn til de afledningsmæssige interesser, og på den anden side at sikre de biologiske kvalitetselementer og den fysiske vandløbskvalitet/habitatkvalitet til opfyldelse af miljømålene i vandområdeplanerne. Det bemærkes, at sædvanlige vedligeholdelsesarbejder i vandløb, herunder vedligeholdelse i henhold til gældende regulativ, ikke er i strid med naturbeskyttelsen af vandløb i naturbeskyttelseslovens § 3.

Vandløbenes fysiske vandløbskvalitet har sammen med vandets kvalitet stor betydning for de natur- og miljømæssige kvaliteter i et vandløb. Vandkvaliteten i vandløbene er i udstrakt grad blevet forbedret gennem de senere år<sup>4</sup>.

Ud over de skader på den fysiske vandløbskvalitet, som vandløbene blev påført gennem regulering og kanalisering, må den lovbestemte og i regulativerne beskrevne vedligeholdelse af vandføringsevnen eller skikkelsen, anses som den vigtigste begrænsende faktor for vandløbenes økologiske tilstand og opfyldelsen af de besluttede målsætninger for vandløbene.

De fysiske forhold og vandets kvalitet er vigtig for målopfyldelse og for de arter og naturtyper, der findes i og omkring vandløbene. Vandløb med stor fysisk variation har en stor genluftning af vandet og er ofte selvrensende i forhold til forurenende stoffer (f.eks. organisk stof fra spildevandsudledning). På den anden side har vandløb med dårlige fysiske forhold meget lav sandsynlighed for målopfyldelse, selvom indholdet af organisk stof er lavt. I forhold til vandløbsvedligeholdelse betyder dette, at den fysiske vandløbskvalitet, udtrykt ved indekssværdien for Dansk Fysisk Indeks, har en afgørende betydning for om et vandløb har målopfyldelse.

Derfor er der fokus på den fysiske vandløbskvalitets betydning for den økologiske tilstand og målopfyldelsen og på den udbredte mangel på fysisk vandløbskvalitet, både når det gælder indsatser (vandløbsrestaurering ved benyttelse af besluttede virkemidler) over for de negative følger af reguleringen, og når det gælder vandløbsvedligeholdelsens begrænsninger i forhold til både bevarelse og fremme af den nuværende fysiske vandløbskvalitet.

Dette er årsag til, at vedligeholdelsen er et vigtigt fokuspunkt i forbindelse med revision af vandløbsregulativer, både når det gælder valg af regulativ- og kontroltype, og når det gælder indhold og omfang af den regulativbestemte vedligeholdelse.

Der er ikke viden nok på nuværende tidspunkt til at afgøre, hvor meget og hvordan oprensningspraksis skal ændres for at give en positiv effekt på smådyr og fisk, men ophør eller reduktion af hyppigheden af vedligeholdelsen forventes generelt at have en positiv effekt.

Der er på den baggrund foretaget en konkret vurdering af, hvordan vedligeholdelse (oprensning) påvirker de tilstandsparametre, der indgår i bedømmelsen af den fysiske vandløbskvalitet vha. Dansk Fysisk Indeks, og dermed i bedømmelsen af det fysiske grundlag for målopfyldelse.

---

<sup>3</sup> Virkemidler til forbedring af de fysiske forhold i vandløb. Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Nr. 86. 2014.

<sup>4</sup> Sand-Jensen, K., Friberg N. 2000. De strømmende vande.



Regulativer med krav til vandføringsevne tillader formudvikling og har dermed en større tolerance før, der skal renses op. I princippet vil der i vandføringsevne-regulativer også være mulighed for at lave oprensning mere skånsomt, særligt i større vandløb, fordi der skal opretholdes en vandføringsevne og ikke en fastsat skikkelse. Det betyder samlet, at oprensning ofte foretages i mindre omfang i vandføringsevne-regulativer end i regulativer med krav til skikkelse, hvorfor de negative konsekvenser af oprensning mindskes. I tabel 1 ses en oversigt over, hvordan oprensning påvirker vandløbets forskellige kvalitetsparametre.

**TABEL 1:** Oprensnings påvirkning af vandløbets fysiske forhold.

Oversigt der viser, hvordan oprensning kan påvirke vandløbenes fysiske forhold med udgangspunkt i de parametre der indgår i beregningen af Dansk Fysisk Indeks: 0: ingen, 1 lav, 2 middel, 3 stor påvirkning.

| Stræknings- og substratparametre          | Oprensning<br>Påvirkningsgrad | Uddybende bemærkninger                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Høller og stryg<br>(Dybde-variation)      | 2-3                           | Dybdevariationen bliver ofte udjævnet ved oprensning, særligt i geometrisk skikkelse. I vandføringsevne-regulativer særligt ved teoretisk skikkelse, hvor der kontrolleres ved en mindre afstrømning. |
| Slyngningsgrad                            | 1-2                           | Geometrisk skikkelse fastholder vandløbet i en bestemt form.                                                                                                                                          |
| Tværsnitsprofil                           | 1-3                           | Særligt i geometrisk skikkelse. I vandføringsevne-regulativer særligt ved teoretisk skikkelse, da skikkelse ofte bruges som pejlemærke ved oprensning.                                                |
| Bredde variation                          | 2                             | Indsnævringer fjernes, når der er krav til bundbredde, særligt ved geometrisk skikkelse.                                                                                                              |
| Underskårne brinker                       | 3                             | Ved behov for at afrette skråningsanlæg ved formindskelse af profilet.                                                                                                                                |
| Bredde af upåvirket vandløbsnært areal    | 0                             | Er upåvirket af regulativtype.                                                                                                                                                                        |
| Nedhængende vegetation                    | 2-3                           | Fjernes ofte ved afretning af skråningsanlæg ved formindskelse af profilet.                                                                                                                           |
| Højenergi hastighed<br>(vandhastighed)    | 2-3                           | Oprensning kan udjævne faldet og homogenisere strømningsforhold.                                                                                                                                      |
| Rødder i vandløbet                        | 2                             | Hvis det fjernes ved oprensning.                                                                                                                                                                      |
| Vegetation over vandoverfladen (emergent) | 2                             | Hvis det fjernes ved oprensning.                                                                                                                                                                      |
| Undervandsvegetation                      | 2                             | Hvis det fjernes ved oprensning.                                                                                                                                                                      |
| Anden fysisk variation                    | 2                             | Hvis det fjernes ved oprensning                                                                                                                                                                       |
| Okkerbelastning                           | 1                             | Grødeskæring har større påvirkning end oprensning                                                                                                                                                     |
| Forekomst af sten                         | 3                             | Hvis det fjernes ved oprensning                                                                                                                                                                       |
| Forekomst af grus                         | 3                             | Hvis det fjernes ved oprensning                                                                                                                                                                       |
| Forekomst af sand                         | 3                             | Hvis det fjernes ved oprensning                                                                                                                                                                       |
| Forekomst af mudder/slam                  | 1                             | Kan øges ved fjernelse af faste substrater ved oprensning.                                                                                                                                            |

I det følgende gennemgås oprensningens betydning for stræknings- og substratparametrene.

Strækningsparametrene i tabel 1 beskriver vandløbets overordnede form, som almindeligvis er præget af tidligere tiders regulering, og som af forskellige årsager kan have et mere eller mindre kanalagtigt forløb med begrænset mulighed for formudvikling. Reguleringer har ofte medført, at vandløbene er blevet dybt nedgravet under terræn og efterladt med ensartede bundforhold, mens uregulerede vandløb vil have et mere slynget forløb, ligge terrænnært og have stor variation i dybde og bredde samt ofte have et stort indhold af grus og sten.

Flere af vandløbsparametrene vil kunne påvirkes negativt af oprensning, men især af grødeskæring, som dog ikke beskrives her, da grødeskæring ikke er regulativtypeafhængig.

Selvom vedligeholdelsen har betydende effekter på strækningsparametrene, er det dog substratparametrene, der er genstand for den potentielt største negative effekt fra vedligeholdelsen, idet oprensning almindeligvis retter sig mod aflejringer, der bevirker afvigelser af det fysiske profils vandføringsevne eller skikkelse iht. regulativets bestemmelser.

En meget væsentlig del af den fysiske vandløbskvalitet og den økologiske tilstand er knyttet til substratforholdene på vandløbsbunden, og derfor indebærer oprensning og til dels også grødeskæring betydelige begrænsninger i forhold til målopfyldelse. Det gælder derfor i udstrakt grad, at jo større afvandingsinteresser, desto større konflikt mellem sikringen af vandførings- evnen hhv. skikkelsen og målopfyldelsen.

Oprrensning af aflejringer kan i teorien gennemføres, så kun aflejringer fjernes, hvorved det underliggende profil forbliver intakt, men i praksis, ved brug af store maskiner, sker der ofte skader på det underliggende profil (både mht. form og substrat). Der er typisk tale om, at der sammen med aflejringerne fjernes dele af den faste bund (grus og sten), og at dette sker på måder, så der sker fjernelse eller udviskning af fysisk variation i profilet. Vandløb med stort oprensningsbehov, særlig små vandløb (type 1<sup>5</sup>) er derfor meget ofte præget af forringet fysisk vandløbskvalitet og ringe formudvikling som følge af oprensning.

Oprrensning af bund og i særdeleshed oprensning af vandløbets sider og skråninger kan gøre vandløbet mere ustabil, og dermed øge risiko for brinknedskridninger med efterfølgende yderligere oprensningsbehov til følge. Oprrensning i vandløbet kan øge sedimenttransporten, hvilket kan medføre, at dybdevariationen i vandløbet (høller og stryg) bliver udjævnet, da sandaflejringer oftest vil lægge sig i de dybe partier (høllerne). Dette kan desuden medvirke til, at der bliver mindre variation i vandhastigheden i vandløbet, idet faldforholdene lokalt forringes, når bunden bliver udjævnet. Grødeskæring kan også medføre udjævning af bunden i vandløb med varierende dybder, hvis grøden skæres i bund i strømrunden, mens der bliver efterladt stubbe i høllerne, hvorved vandhastigheden nedsættes med aflejring af sand til følge.

På trods af dette har oprensning oftest en negativ effekt, da fjernelse af planter og sand ofte skaber en mere ensartet vandløbsbund med færre levesteder for vandløbsfaunaen (smådyr og fisk). Sandaflejringer fremkommer dels fra drænudløb, men kan også skyldes, at vandløbet er ustabil med erosion og sandvandring til følge, da opretholdelse af den regulativbestemt skikkelse eller vandføringsevne fastholder vandløbet i en ustabil form. Det sker f.eks. hvor vandløbet er unaturligt dybt nedskåret, så selv store afstrømninger afvikles inden for vandløbsraceet. Det høje energiniveau ved sådanne afstrømninger kan give anledning til større erosion, og en sedimenttransport, som når energiniveauet aftager vil aflejres inden for vandløbets profil.

---

<sup>5</sup> Typeinddelingen af vandløbene følger vandområdeplanernes inddeling, hvor type 1-vandløb har en bundbredde <2 meter, type 2-vandløb en bundbredde på 2-10 meter og type 3-vandløb en bundbredde >10 meter.

Særligt i vandløb med geometrisk skikkelse, men også i vandløb med regulativtypen teoretisk skikkelse hvor oprensningen ofte gennemføres med "støtte" i de angivne "dimensioner" (bundkote, bundbredde og anlæg), kan oprensningen medføre mere ensartede tværsnit med lille breddevariation. I vandløb, hvor der er sket brinkudskridning, kan der være behov for en afretning af skråningsanlægget for at opretholde den regulativbestemte skikkelse eller vandføringssevne. Vedligeholdelsen ensarter vandløbsprofilen, så der bliver en tendens til at fastholde den tidligere regulerings geometriske skikkelse.

I vandløb, hvor grøden skæres i en strømrønde, kan der dannes et dobbeltprofil, der giver et mere varieret vandløbsprofil, som også potentielt kan øge slyngningsgraden. Denne variation kan dog komme i konflikt særligt med de fastsatte krav til skikkelse, men også til en fastsat vandføringsevne, hvor oprensning kan medføre, at en mere geometrisk form genetableres.

Oprrensning kan beskadige underskårede brinker og fjerne overhængende vegetation, som har stor betydning som skjul for fisk. Desuden udgør smådyr i bredvegetationen et ikke ubetydeligt fødegrundlag for fisk, når insekterne falder ned i vandløbet. I forbindelse med opgravning af aflejringer kan der samtidig blive fjernet rødder, vegetation der stikker op over vandoverfladen (emergent), undervandsvegetation samt anden fysisk variation (grene, kviste og andet groft materiale), hvilket ligeledes forringer levesteder og skjul for smådyr og fisk.

I okkerbelastede vandløb kan vedligeholdelsen (især grødeskæring) medføre, at vandstanden i vandløbet sænkes markant, så ånære arealer med pyritholdig jord kan blive iltet, hvorved der kan ske en øget jernudvaskning. Grøden kan medvirke til iltning af opløst jern, som udfældes på planterne og tilbageholde allerede udfældet okker. Grødeskæring kan betyde, at den udfældede okker frigives og kan forurene strækninger længere nedstrøms, som ikke er påvirket af okker.

## 3.2 Regulativers mulighed for at sikre vandaflledning

Inden den "nye vandløbslov" blev vedtaget i 1982 fandtes der kun skikkelsesregulativer, som ofte svarede til de dimensioner, der lå til grund for de seneste reguleringer af vandløbet. Geometrisk skikkelse er let at kontrollere og har stor fokus på at tilgodese de vandaflledningsmæssige interesser.

Med 1982-vandløbsloven indførtes bestemmelsen om, at vandaflledning skal ske under hensyn til de miljømæssige interesser. I forlængelse af dette, blev der udviklet forskellige typer af vandføringsevne-regulativer, der i modsætning til skikkelsesregulativerne, skulle tilgodese formudviklingen i vandløbene.

Vandføringsevne-regulativerne har forskellige fordele og ulemper i forhold til at tilgodese de aflledningsmæssige interesser.

De forhold, der har betydning for vandaflledningen, kan inddeles i forskellige undergrupper.

En vigtig parameter kan være middelvandstanden, og for landbrugsarealer er det typisk denne, som er bestemmende for arealanvendelsen på de vandløbspåvirkede arealer. En anden vigtig parameter er sikring af en drænuvløbsdybde, da drænenes funktion er afhængig af, at drænuvløbene holdes fri for sediment og ikke tilstoppes. Endelig har vandløbenes vandføringsevne ved store afstrømninger betydning for omfanget og hyppigheden af oversvømmelser langs vandløbet.

De forskellige vandføringsevne-regulativtyper har varierende sikringsniveauer af de tre parametre, hvorfor regulativtype og særligt de tilhørende kontrolmetoder har betydning i forhold til at sikre de aktuelle vandaflledningsmæssige interesser.

Kontrolniveauet af de enkelte vandføringsevne-regulativer er med til at definere, i hvor høj grad regulativet skal tilgodese vandaflædningsformål. Kontrol ved små afstrømninger sikrer således i større omfang vandløbsbundens niveau, og dermed drænuddøbsdybden, mens kontrol ved store afstrømninger i højere grad sikrer, at vandløbets maksimale kapacitet er til stede, og derved medvirker til at sikre mod risiko for oversvømmelse. For nærmere beskrivelse af vandføringsevne-regulativer med tilhørende kontrolmetoder se kapitel 7 og 8.

Sammenfattende kan det siges, at jo bedre et vandføringsevne-regulativ, med tilhørende kontrolniveauer, er til at påvise, at et vandløbs vandføringsevne afviger fra enten den teoretiske skikkelse eller QH-kurven for alle tænkelige afstrømningssituationer, jo bedre er regulativet til at sikre de vandaflædningsmæssige interesser. Det betyder samtidig, at vandløbets muligheder for at udvikle sig i retning af et mere naturligt forløb bliver begrænsede.

## 4. Vandløbstyper

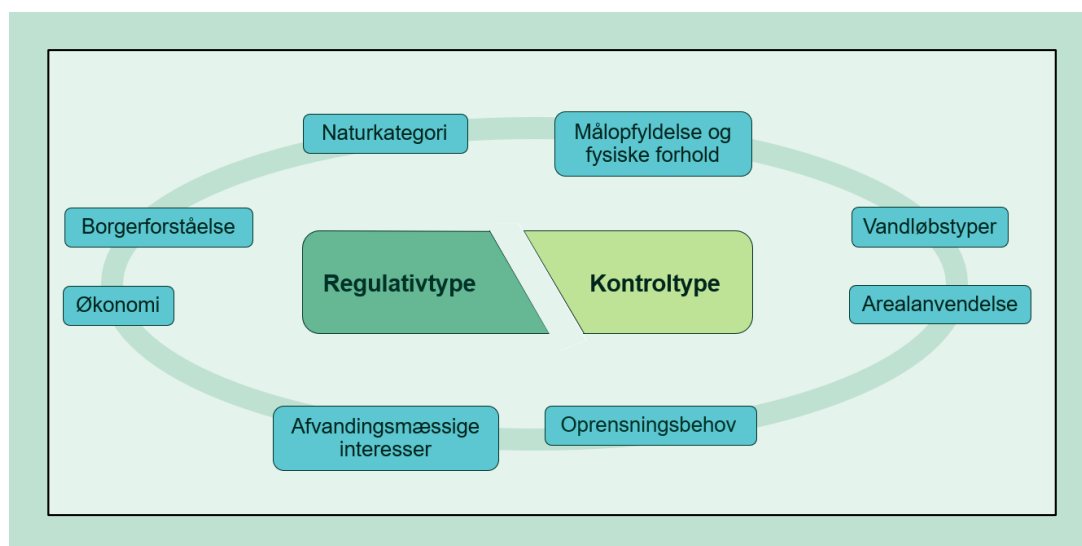
I forbindelse med udarbejdelse af regulativerne og valg af regulativtype skal kommunerne foretage en konkret afvejning af de afledningsmæssige og miljømæssige interesser i vandløbene med henblik på at træffe valg omkring den fremtidige administration af vandløb. Denne afvejning er ofte kompliceret, da der erfaringsmæssigt ofte er modstridende hensyn, som det kan være vanskeligt at balancere.

Dette kan gøres operationelt ved at opdele de offentlige vandløb i overordnede karakteristiske vandløbstyper. Opdelingen skal tydeliggøre, hvordan afvejningen mellem miljø og naturhensyn på den ene side og vandafledningshensyn på den anden side er foretaget. På baggrund af denne afvejning afdækkes og beskrives i dette kapitel de vigtige fokusområder, der skal tages hånd om i administrationen af vandløbene, og dermed resultere i en anbefaling af hvilke regulativtyper, der med fordel kan anvendes for de enkelte vandløbstyper/fokusområder, se figur 1.

Vandløbene opdeles i vandløbstyper eller fokusområder i forhold til følgende emner, som vil blive beskrevet i de følgende afsnit.

- Natur- og miljøinteresser
- Miljøtilstand og fysiske forhold
- Afvandingsmæssige interesser
- Oprensningsbehov
- Vandløbstypologi
- Fald, herunder stuvning og risiko for oversvømmelse
- Hydrologiske regime påvirket af udledninger fra by
- Vandløb påvirket af vandindvinding

De enkelte vandløbstyper eller fokusområder kan have forskellig vægt og betydning på delstrækninger af vandløbet, og derfor vil opdelingen ofte ske på strækkningsniveau.



**FIGUR 1:** Oversigt over vandløbstyper og fokusområder, som vandløbene kan opdeles i. Kortlægning af disse forhold anvendes til anbefaling om regulativtype og kontroltype.

## 4.1 Natur og miljøinteresser

Ved valg af regulativtype for det enkelte vandløb har det stor betydning, om der er natur- og miljømæssige interesser i vandløbet. Det er vigtigt at kende vandløbets målsætning i vandområdeplanerne og om målsætningen er opfyldt. Det er ligeledes vigtigt at kende vandløbets beliggenhed i forhold til Natura2000, ligesom oplysninger om beskyttede arter og naturtyper i og omkring vandløbene er relevante. Desuden er det vigtigt at have kendskab til, om vedligeholdelsen kan have en negativ effekt på målopfyldelse, se afsnit 4.2 vedr. miljøtilstand og fysiske forhold og afsnit 4.4 vedr. vurdering af oprensningsbehov.

I forhold til miljø- og naturinteresser opdeles vandløbene i to kategorier:

Kategori I: Vandløb med natur- og miljømæssige interesser

Kategori II: Vandløb med få eller ingen natur- og miljømæssige interesser

Vandløb i kategori I kan have tilknyttet natur- og miljøinteresser i forskellig grad, men fælles for disse vandløb er, at den fysiske vandløbskvalitet har stor betydning for de natur- og miljømæssige kvaliteter og dermed målopfyldelse i vandløbet. For disse vandløb er det vigtigt, at der er mulighed for en naturlig formudvikling.

Vandløb i kategori II er de vandløb, som **ikke** er omfattet af kategori I, og er således vandløb, der ikke er omfattet af vandområdeplaner, Natura 2000, Naturbeskyttelseslovens §3 og/eller er levested for Bilag IV arter. Vandløb i kategori II kan f.eks. være afvandingskanaler og grøfter og visse vandløb, som i vandplanerne er klassificeret som kunstige eller stærkt modificerede, hvis de f.eks. er en pumpekanal eller er fikseret med fliser eller beton. For vandløb i kategori II er der ikke krav eller behov for formudvikling.

Kortlægningen af natur- og miljøinteresser kan desuden omfatte vurdering af eventuelle rekreative interesser (f.eks. sejlads, fiskeri, vandring mv.), hvis disse vurderes at kunne have betydning for valg af regulativ og kontroltype. Ofte vil rekreative interesser dog ikke være afgørende for valg af regulativtype og hvilken kontrol, der skal fastsættes.

## 4.2 Miljøtilstand og fysiske forhold

Valg af regulativtype og kontroltype kan have stor betydning for miljøtilstanden i vandløbene, og om der kan opnås målopfyldelse i henhold til vandområdeplanerne samt betydningen for beskyttede arter og naturtyper i og omkring vandløbene.

Der kan være mange årsager til evt. manglende målopfyldelse, hvor de to hyppigste årsager er udledning af spildevand og forringede fysiske forhold. Forskellige regulativtyper kan have stor betydning for vandløbenes mulighed for formudvikling og dermed fremme eller hæmme udvikling af varierede fysiske forhold, idet oprensning kan have en negativ effekt på vandløbets fysiske og naturmæssige kvalitet.

Derfor opdeles vandløbene efter om der er målopfyldelse eller ej. Dernæst opdeles vandløbene yderligere efter kvaliteten af de fysiske forhold.

Miljømålet for vandløbet er opfyldt, hvis den samlede tilstand bedømt på alle kvalitetselementer (smådyr, fisk og planter) opfylder miljømålet. Sammenhængen mellem den aktuelle tilstand målt med henh. fisk (DFFVa og DFFVø) og planter (DVPI) og fysisk indeks er dog ikke så vel-dokumenteret som for smådyr (udtrykt ved DVFI). Derfor anvendes på nuværende tidspunkt kun DVFI (smådyr) til vurdering af målopfyldelse. Vandløbene opdeles således først efter den aktuelle tilstand målt med smådyrsfaunaen (DVFI) og kategoriseres efter, om der målopfyldelse eller ej.

For de vandløb, hvor der er manglende målopfyldelse, skal det vurderes om årsagen til manglende målopfyldelse kan være forringede fysiske forhold. Derfor opdeles vandløbene efter kvaliteten af de fysiske forhold efter Dansk Fysisk Indeks (DFI). I visse tilfælde kan de fysiske forhold forbedres gennem en ændret vedligeholdelsespraksis, hvorved der kan opnås målopfyldelse.

Derfor sammenstilles viden om de fysiske forhold med viden om oprensningsbehovet i vandløbet, for at vurdere om den regulativfastlagte vedligeholdelse af vandløbene kan forhindre vandløbene i en naturlig formudvikling med varierende fysiske forhold (se afsnit 4.4).

Fysisk indeks kan omregnes til en normaliseret værdi 0 - 1, som kan hjælpe til at vurdere, hvor stor sandsynligheden er for målopfyldelse, hvis den nuværende vedligeholdelsespraksis ekstensiveres eller ophører. Denne viden kan indgå i overvejelserne om valg af regulativtype.

Sandsynligheden for målopfyldelse med DVFI øges markant ved DFI indekxsværdier (relativ score) omkring 0,32 og sandsynligheden for målopfyldelse er meget stor (>95 %) ved DFI-værdi på 0,48<sup>6</sup>. Det er dog ikke angivet, hvorledes denne sammenhæng kan anvendes som støtteparameter til vurdering af årsager til manglende målopfyldelse og behov for indsats. Denne sammenhæng er beskrevet i bilag til retningslinjerne til udarbejdelse af indsatsprogrammer<sup>7</sup>. Det vurderes, at beskrivelsen her er mere operationelt i forhold til vurdering af effekt af ændret vedligeholdelse til forbedring af de fysiske forhold. Desuden ligger grænserne fra de to undersøgelser meget tæt på hinanden.

Den normaliserede værdi er et mål for den fysiske variation (se tabel 2). Vandløb med god-høj fysisk variation (fysisk indeks > 0,5 normaliseret værdi) vil have en stor sandsynlighed for at opnå målopfyldelse, særligt i små vandløb (type 1), som ofte er præget af forringet fysisk vandløbskvalitet og ringe formudvikling som følge af oprensning.

**TABEL 2.** Oversigt over den fysiske variation (den fysiske vandløbskvalitet) i forhold til værdien af det normaliserede Dansk Fysisk Indeks – relativ score (normaliseret værdi). Kilde: Retningslinjer for udarbejdelse af indsatsprogrammer – version 5. Bilag 9 Vejledning i vurdering af tilstand og fastlæggelse af mål for vandløb. Naturstyrelsen).

| Fysisk variation | Dansk Fysisk Indeks – relativ score |
|------------------|-------------------------------------|
| God-høj          | > 0,5                               |
| Moderat          | 0,3-0,5                             |
| Ring-dårlig      | <0,3                                |

Vandløb med moderate fysiske forhold (fysisk indeks, normaliseret værdi 0,3 - 0,5) har med få forbedringer af de fysiske forhold, mulighed for at opnå målopfyldelse, mens vandløb med ringe-dårlige fysiske forhold (normaliseret indeks <0,3) har meget lille sandsynlighed for at opnå målopfyldelse gennem ændret vedligeholdelse.

Hvis de fysiske forhold er moderate eller ringe, kan det enten skyldes vedligeholdelse og/eller, at vandløbet er kraftig reguleret og ikke har mulighed for at udvikle et mere naturligt forløb af egne kræfter gennem formudvikling.

<sup>6</sup> Opdatering af naturfaglige kriterier for afgrænsning af vandløb. Notat fra DCE 5. dec. 2016, rev. 19. maj 2017.

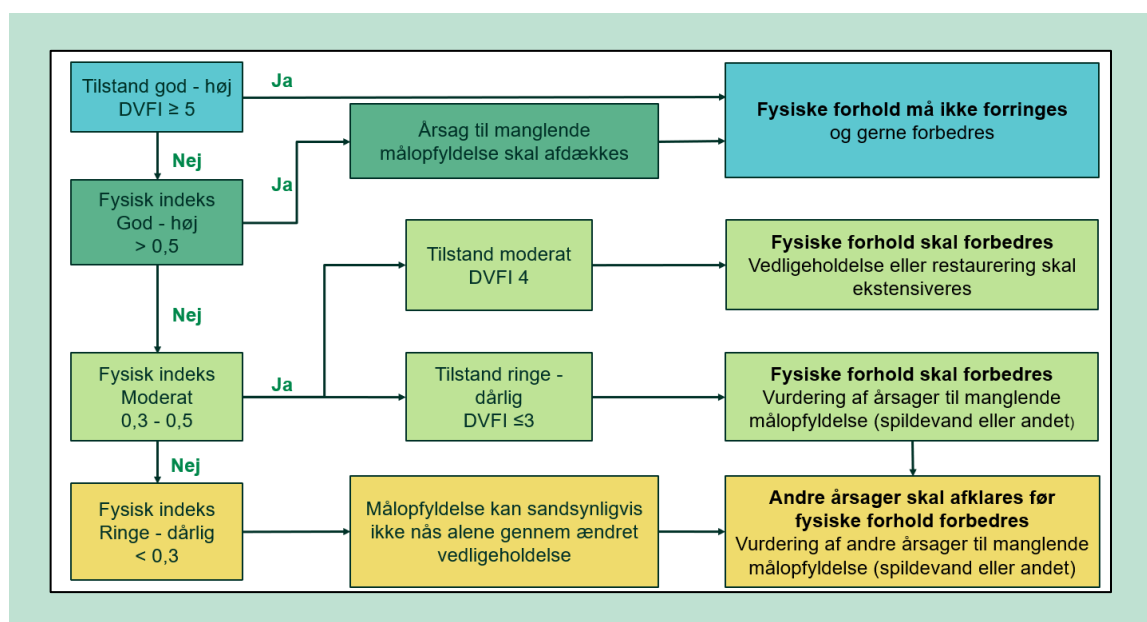
<sup>7</sup> Retningslinjer for udarbejdelse af indsatsprogrammer. Vandplaner 2010 – 2015. Miljøministeriet. Naturstyrelsen, maj 2012. Bilag 9 Vejledning i vurdering af tilstand og fastlæggelse af mål for vandløb.

I stærkt regulerede vandløb med ringe-dårlig fysisk variation (indeks  $<0,3$ ), skal der oftest gennemføres en restaurering for, at de fysiske forhold forbedres betydeligt mht. slyngningsgrad, tværsnitsprofil, varierende bredde og dybde mv.

Oplysninger om vandløbets tilstand (faunaklasse, DVFI) sammenholdes med vurdering af den fysiske variation (Dansk Fysisk Indeks, DFI) for at vurdere sandsynligheden for målopfyldelse. Andre årsager til eventuelt manglende målopfyldelse, f.eks. spildevandsudledninger mv., kan ligeledes kortlægges.

Oplysningerne om vandløbets tilstand og fysisk indeks sammenholdes senere med vandløbets oprensningsbehov i afsnit 4.4 for at kortlægge i hvilken grad oprensning og regulativtype kan have en effekt på de fysiske forhold og dermed miljøtilstanden i vandløbet.

Ved at sammenholde vandløbets tilstand (DVFI) og den fysiske variation (DFI) kan der fås idé om, hvordan de fysiske forhold påvirker muligheden for målopfyldelse, og samtidig give en indikator for, hvorvidt der kan være andre forhold, der kan være årsag til eventuelt manglende målopfyldelse, se figur 2.



**FIGUR 2:** Kortlægning af miljøtilstanden og de fysiske forhold, samt afklaring af andre årsager til evt. manglende målopfyldelse

Når vandløbets tilstand er god-høj (faunaklasse  $\geq 5$ ), vil der som udgangspunkt være målopfyldelse, hvilket medfører, at de fysiske forhold ikke må forringes og i princippet gerne forbedres. Hvis der ikke er målopfyldelse, men der er god-høj fysisk tilstand (fysisk indeks  $> 0,5$ ), vil der normalt være andre årsager til manglende målopfyldelse, f.eks. spildevandsudledning mv.

Sandsynligheden for målopfyldelse falder, hvis det fysiske indeks (normaliseret) er mindre end 0,5, fordi det fysiske grundlag for de arter, der karakteriserer de højere faunaklasser, ikke er til stede. Ved moderat forringede fysiske forhold (fysisk indeks, normaliseret 0,3 – 0,5) kan ekstensivering af vedligeholdelsen medvirke til målopfyldelse, hvis tilstanden ikke er for ringe. Det vurderes generelt, at der i vandløb med moderat økologisk tilstand (faunaklasse 4) kan opnå målopfyldelse gennem forbedring af den fysiske vandløbskvalitet, og det bør vurderes, om det er muligt at ekstensivere vedligeholdelsen (mindre oprensning og/eller grødeskæring) til forbedring af de fysiske forhold.



I nogle vandløb kan årsagen til manglende målopfyldelse skyldes flere forhold ud over forringede fysiske forhold, f.eks. både dårlige fysiske forhold og spildevandspåvirkning. Hvis vandløbets miljøtilstand er ringe-dårlig (faunaklasse  $\leq 3$ ) skal der sandsynligvis gennemføres flere indsatser for at opnå målopfyldelse. Det bør dog overvejes, om de fysiske forhold kan forbedres gennem ændret vedligeholdelse samtidig med de andre nødvendige indsatser.

Hvis den fysisk variation er ringe-dårlig (fysisk indeks værdi  $<0,3$ ), er de fysiske forhold formodentlig så ringe, at det normalt vil være nødvendigt at gennemføre fysiske forbedringer i form af restaureringer, idet ændret vedligeholdelse ikke alene er tilstrækkelig til at forbedre de fysiske forhold i en grad, at der kan opnås målopfyldelse.

### 4.3 Afvandingsmæssige interesser

Kortlægningen af de afvandingsmæssige interesser består af flere trin. Det første trin er at kortlægge arealanvendelsen på strækningsniveau. Det næste trin er at afdække de strækninger, hvor arealanvendelsen kan være påvirket negativt af vandstanden i vandløbet.

Nogle vandløb ligger dybt i terræn eller har så gode faldforhold, at vandløbet forventes at kunne passe sig selv med en meget begrænset vedligeholdelse og en mindre aflejring vil ikke have negativ betydning for de omgivende arealer, hvorfor arealanvendelsen ikke er så følsom over for vandstanden i vandløbet.

Andre arealer er meget afhængige af vandstanden i vandløbet. Det kan være landbrugsarealer særligt i flade områder, hvor udbyttet afhænger af vandstandsforholdene i vandløbet. Desuden kan det være en bymæssig bebyggelse, som er følsom over for oversvømmelse.

Middelvandstanden i vandløbet kan generelt have en stor betydning for arealanvendelsen, bl.a. i de vandløb, hvor de ånære arealer er drænet, hvorfor opretholdelsen af en vis drænløbsdybde har en stor betydning. Som modsætning til dette kan beskyttede naturarealer have behov for opretholdelse af en middelvandstand for at sikre en bevarelse af den beskyttede naturtype.

Vandløbet kan også påvirke de omgivende arealer i forhold til oversvømmelser. En kortvarig oversvømmelse af huse og tekniske anlæg vil blive vurderet som meget kritisk, mens en kortvarig oversvømmelse af et naturareal som en mose eller eng vil være naturligt forekommende og vurderes kun kritisk, hvis naturtypen er følsom for oversvømmelse af næringsrigt vandløbsvand. Landbrugsarealer kan være følsomme over for oversvømmelser, særligt hvis oversvømmelsen har en vis varighed.

### 4.4 Oprensningsbehov

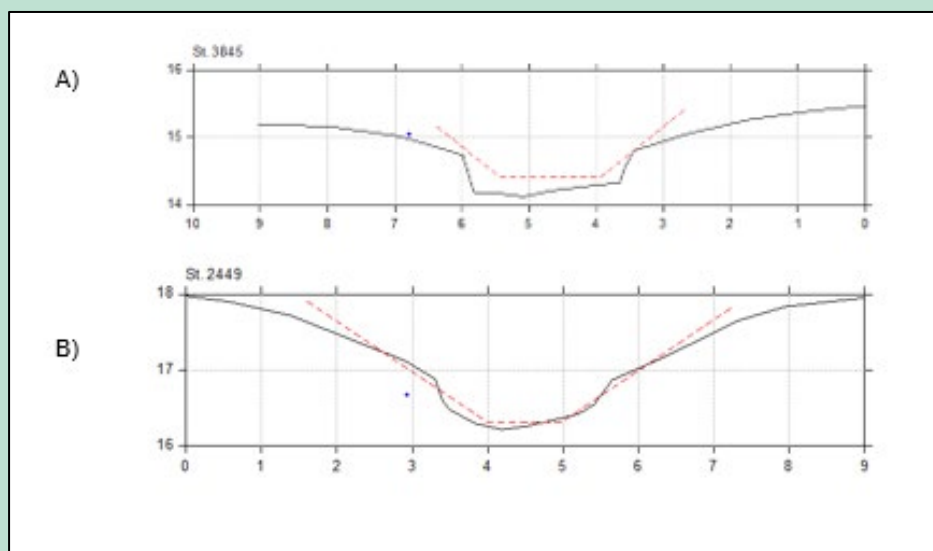
Der kan være meget varierende behov for oprensning i de enkelte vandløb. Nogle vandløb har stor sedimenttransport og kan derfor jævnligt have et oprensningsbehov i forhold til kravene til skikkelsen eller vandføringsevnen i regulativet, mens andre vandløb er stabile og passer sig selv uden behov for indgreb i forhold til den fastsatte skikkelse/vandføringsevne.

Nogle vandløb kan være dybere og/eller bredere, end regulativet foreskriver. Dette skyldes ofte tidligere tiders hårdhændede vedligeholdelse på grund af fokus på arealanvendelsen og terrænforholdene. Hvis udnyttelsen af de vandløbsnære arealer er betinget af vandstanden i vandløbet, kan der være en tendens til, at vandløbet er blevet udsat for en mere omfattende vedligeholdelse end det regulativmæssige krav. Denne tendens forstærkes ofte, når de omgivende arealer er store og flade og/eller hvis de ligger i områder, hvor der er sket terrænsætninger.

I sådanne vandløb kan der være synlig sedimenttransport, som ikke udløser et oprensningsbehov i forhold til regulativet på trods af aflejringer i vandløbet. Disse vandløbsstrækninger kan ofte give anledning til konflikter, da lodsejere kan have et ønske om en bedre vandaflødnings-evne end den, der er fastsat i regulativet. I et vandløb, der under normale omstændigheder "passer sig selv" uden behov for regelmæssige oprensninger indenfor regulativets rammer, er vurderingen af et eventuelt oprensningsbehov derfor af mindre betydning.

Ved kortlægningen af sedimenttransport og oprensningsbehov bør erfaringer fra vedligeholdelsen af vandløbet inddrages, så vidt det er muligt.

I forbindelse med regulativrevisionen gennemføres ofte en sammenligning af de faktiske opmålte forhold med den fastsatte skikkelse i regulativet. Dette kan f.eks. gøres ved at sammenligne de opmålte tværprofiler med den regulativmæssige skikkelse, eller ved at sammenligne opmålingens og regulativets vandføringsevne. I figur 3 er vist et eksempel på denne sammenligning. Øverst i figuren ses eksempel "A", hvor den opmålte profil er bredere og dybere ("større") end kravet til skikkelsen i regulativet. Årsagen til dette kan være, at vandløbet gennem tiden er blevet overuddybnet. Der vil i dette tilfælde ikke være et stort oprensningsbehov i vandløbet. Nederst i figuren er vist eksempel "B", hvor opmålingen svarer til den regulativmæssige skikkelse. I dette tilfælde kan der være et stort oprensningsbehov, hvis der er sandvandring og tendens til aflejringer.



**FIGUR 3:** Eksempel hvor opmåling (sort fuldt optrukket streg) og regulativmæssig skikkelse (rød stippet streg) sammenlignes. Hvis det er et vandføringsevne-regulativ, kan opmålingens og regulativets vandføringsevne tilsvarende sammenlignes.

For at lette forståelsen og accepten af regulativets krav til vandføringsevne eller skikkelse kan man i redegørelsen notere, om vandløbet stort set svarer til regulativet eller om det er overuddybnet. Er vandløbet præget af sedimenttransport, anbefales det så vidt muligt at afdække, hvad årsagen eller kilderne til sedimenttransport er med henblik på at finde en løsning. Dette er særligt vigtigt, hvis det faktiske vandløb ikke er større end regulativet foreskriver. Sediment i vandløbet kan stamme fra udledninger fra dræn og spildevandsudløb, men det kan også dreje sig om materiale fra nedskredne brinker eller erosion af vandløbets bund og sider. Dette kan ofte være et problem på dybt nedskårne vandløb, der ikke er i balance.

Når der er sedimenttransport i et vandløb, vil der ofte jævnligt skulle renses op i vandløbet, hvilket skader vandløbets fysiske tilstand og hæmmer den naturlige formudvikling. Hertil kommer, at sedimentet kan blive ført videre ned gennem vandløbet og tildække stryg og gydebaner. Der er en tendens til, at jo oftere der gennemføres oprensning i vandløbet, jo større risiko vil der være for at brinker bliver ustabile. Derved kan en oprensning i princippet skabe et øget behov for vedligeholdelse, idet man forsøger at fastholde vandløbet i en unaturlig form. Hvis sedimentet fortrinsvis tilføres fra dræn, kan en løsning være at etablere en sandfangsbrønd i drænet inden udløb i vandløbet. Hvis problemet med sandaflejringer skyldes, at brinkerne er ustabile, kan det undersøges om skråningsanlægget kan lægges mere ned (knap så stejlt), eller der kan ske en anden sikring af brinkerne. Endelig kan erosion af brinker og evt. vandløbsbunden skyldes store vandhastigheder i forbindelse med udledning fra regnvandsbetingede udløb. I dette tilfælde kan det overvejes at justere udledningsmængderne eller at brinksikre vandløbet ved det regnvandsbetingede udløb.

## 4.5 Faldforhold, herunder stuvning

Vandløbets faldforhold har stor betydning for vandløbets fysiske forhold og oprensningsbehovet. Et vandløb med godt fald er der generelt lille risiko for aflejringer i et omfang, der kan have negativ betydning for afledningsforholdene. Omvendt kan et vandløb med ringe fald ofte være præget af aflejringer, idet vandhastigheden nedsættes, hvorved evt. opslemmet materiale kan sedimentere.

Opmåling af et vandløb med stort fald er omkostningstungt, idet vandløbet ofte skifter karakter med mange faldknæk. Derfor vil det være nødvendigt, at der opmåles tværprofiler med en større tæthed i et vandløb med stort fald end i et vandløb med mindre fald.

Nogle vandløb med godt fald ( $> 5 \text{ ‰}$ ) har været udlagt som oprensningsfrie vandløb ofte uden krav til skikkelse eller vandføringsevne, såkaldte "naturvandløb". Ved en regulativrevision vil der være behov for at fastlægge en skikkelse eller vandføringsevne, og denne skal ofte udarbejdes på baggrund af en opmåling. Hvis opmålingen ikke er tilstrækkelig detaljeret, kan man risikere at få fastlagt en skikkelse eller vandføringsevne, hvor det kan vise sig ved næste kontrol, at der er et oprensningsbehov. Der vil i de fleste tilfælde være en mindre effekt af oprensningen i vandløb med stort fald i forhold til vandafledningen, og oprensningsbehovet skyldes ofte, at opmålingerne ikke er tilstrækkeligt detaljerede. For vandløb med godt fald vil udgifterne til at opmåle og kontrollere vandløbet være omkostningstungt, og nytten er omvendt meget lille.

Vandløb med ringe fald ( $< 0,2 \text{ ‰}$ ) kan som tidligere nævnt være præget af aflejringer, og for denne vandløbstype er det vigtigt at kunne kortlægge et eventuelt oprensningsbehov. Hertil kommer, at aflejringer kan have betydning for de afledningsmæssige forhold på en længere opstrøms strækning.

For vandløb med moderate faldforhold ( $0,2 - 5 \text{ ‰}$ ) er der ikke nogen specifikke anbefalinger til regulativtypen, idet oprensningsbehovet kan vurderes både ud fra en fastlagt skikkelse eller vandføringsevne.

## 4.6 Vandløbstypologi

I vandområdeplanerne er vandløbene inddelt i forhold til vandløbstypologi<sup>8</sup> efter oplandsareal, bredde og afstand til kilden. Størrelsen af vandløbet (lille, mellem og stort vandløb) har stor betydning for både de fysiske og biologiske forhold, se tabel 3.

**TABEL 3:** Oversigt over inddelingskriterier i forhold til vandløbstypologi.

| Typologi for vandløb            | 1<br>Små | 2<br>Mellem | 3<br>Store |
|---------------------------------|----------|-------------|------------|
| Oplandsareal (km <sup>2</sup> ) | <10      | 10 - 100    | >100       |
| Bredde (m)                      | <2       | 2 – 10      | >10        |
| Afstand til kilden (km)         | <2       | 2 - 40      | >40        |

Type 1 vandløb er på grund af oplandets begrænsede størrelse generelt mindre vandførende. Til gengæld er der større forskel på minimum og maksimum vandføringer, da vandløbet ofte reagerer hurtigere på nedbør. Vandløb med større opland har en større og mere stabil vandføring, særligt hvis oplandet ikke er urbant påvirket.

Der er typisk større fysisk variation i små vandløb end i større vandløb. I de mindre vandløb i typologi 1 kan ruheden (Manningtallet) variere meget, både i længdemæssig udstrækning, men også ved forskellige vandstande (vandføringer), idet udhængende vegetation, sten og andre ujævnheder har større betydning for Manningtallet i et lille, smalt vandløb end det har i et større, bredere vandløb. Den relative lille vandføring sammenholdt med den varierede skikkelse og de deraf følgende forskelle i Manningtal gør, at det kan være vanskeligt at fastsætte retvisende QH kravkurver for små, smalle vandløb.

Vandføringen i større vandløb reagerer langsommere på nedbør, da det sjældent regner kraftigt i hele oplandet på én gang. Toppene af vandføringen fra forskellige tilløb kommer ofte med en tidsmæssig forskydning der gør, at ændringen i vandføringen bliver udjævnet. Større vandløb er bredere, hvorfor brinkernes betydning på strømningsmodstanden (Manningtallet) bliver relativt mindre. Jo større og mere stabil vandføringen er, jo mere sikkert bliver det at bestemme sammenhængen mellem vandføring og vandstand. En mindre ændring i vandføring har ikke så stor betydning for vandstanden i store vandløb, som det vil være tilfældet i små vandløb. Generelt vil den øgede, mere stabile vandføring og den mindre variation i Manningtal gøre, at usikkerheden ved at beskrive en retvisende sammenhæng mellem vandføring og vandstand bliver mindre jo større vandløbet er.

Opmåling af store og brede vandløb er mere omkostningstungt end opmåling af mindre, smalle vandløb. Der kan derfor være en økonomisk fordel i, at kontrollen af vandføringsevnen i store vandløb fastlægges med QH kurver, hvor der skal måles vandstand og vandføring ved kravstationerne, idet dette er mindre tidskrævende end tværprofilopmåling af et større vandløb. Fordelen er særlig stor i de vandløb, hvor der normalt ikke er et oprensningsbehov.

I vandløb hvor der erfaringsmæssigt er et jævnlige oprensningsbehov, er QH kontrol hurtig og billigere end en opmåling. Det er dog ofte et problem efterfølgende at vurdere, hvor meget der skal renses op, før vandløbet opfylder det regulativmæssige krav til vandføringsevne, hvorfor det kan blive nødvendigt også at foretage opmåling af vandløbet.

<sup>8</sup> Typeinddelingen af vandløbene følger vandområdeplanernes inddeling, hvor type 1-vandløb har en bundbredde <2 meter, type 2-vandløb en bundbredde på 2-10 meter og type 3-vandløb en bundbredde >10 meter.

## 4.7 Hydrologisk regime

Som det også er beskrevet i foregående afsnit, vil en QH-kontrol af hvorvidt et vandløb overholder de regulativmæssige krav være afhængig af, om vandføringen er tilstrækkelig stor og ikke reagerer for hurtigt på en nedbørshændelse. Hvis vandløbet reagerer hurtigt på en nedbørshændelse, kan vandløbet ofte ikke kontrolleres ved hjælp af QH-metoden. Det skyldes, at den målte vandføring og den målte vandstand skal foregå samtidig. Ofte måles vandstand ved alle kravkurvestationer, mens vandføringen ofte kun måles ved færre eller få kravkurvestationer og derfor interpoleres ved de øvrige kravkurvestationer. Dette bevirker, at der kan være en tidsmæssig forskydning i, hvornår vandføring og vandstand måles. Når vandføringen er ustabil, vil sammenhængen mellem vandføring og vandstand derfor blive usikkert bestemt.

Når der skal vælges regulativtype, er det derfor også vigtigt at overveje, hvilket hydrologisk regime det enkelte vandløb har. Små vandløb reagerer hurtigt på en regnhændelse, men det bliver forstærket, hvis oplandet er befæstet. Større vandløb kan også få et ændret vandføringsmønster, hvis dele af oplandet er befæstet.

Når en stor del af oplandet er befæstet, betyder det samtidig, at der vil være perioder, hvor den generelle vandføring bliver mindre, da regnvand ledes væk fra de befæstede arealer og dermed forsvinder hurtigere ud af oplandet. Dette forstærkes i vandløb, som er påvirket af grundvandsindvinding, hvor den del af vandføringen, der stammer fra grundvandet, bliver mindre.

Når det regner på dyrkede arealer, vil en del af nedbøren sive gennem jorden og afledes til vandløbet, f.eks. via dræn. Dette bevirker, at afstrømningen bliver mere udjævnet og ikke afledes i en puls, som det er tilfældet med uforsinkede regnvandsudløb fra befæstede arealer.

Samlet set skal det overvejes, om vandføringen er tilstrækkelig stor/stabil og samtidig skal det vurderes, hvorvidt afstrømningsregimet er påvirket af store udsving eller om vandløbets vandføring er mere jævn og langsomt reagerende. For QH-regulativer er det vanskeligt at udføre kontrol hvis afstrømningsregimet er hurtigt reagerende. De øvrige regulativtypers kontrol afhænger ikke i samme grad af afstrømningsregimet.

## 5. Kendte regulativtyper

I de følgende kapitler vil de kendte og mest anvendte regulativtyper blive beskrevet. Følgende regulativtyper med tilhørende kontrolmetoder beskrives:

De gængse anvendte regulativtyper er følgende:

- *Fast geometrisk skikkelse*
- *QH*
- *Teoretisk skikkelse*
- *Styrekote*
- *Arealkote*
- *"Naturvandløb"*

Principperne i de fastsatte krav i de respektive regulativtyper beskrives.

I Ekspertudvalgets rapport er det anbefalet, at alle regulativer bør indeholde en beskrivelse af vandføringsevnen. Regulativtyperne gennemgås derfor også med henblik på at vurdere, i hvilket omfang regulativtypen i sin nuværende form opfylder Ekspertudvalgets anbefaling.

I forhold til at overholde vandløbslovens § 27 beskrives de enkelte regulativtypers kontrolmetoder med henblik på at vurdere kontrolmetodernes egnethed i forhold til at sikre den fastlagte skikkelse eller vandføringsevne.

Regulativtyperne og de tilhørende kontrolmetoder beskrives i forhold til målopfyldelse, herunder mulighederne for formudvikling.

Regulativtypernes egnethed som administrationsgrundlag, herunder formidling og borgerforståelse beskrives, ligesom regulativernes hensigtsmæssighed i forhold til øvrige myndighedsopgaver og planlægning gennemgås.

Endelig beskrives den økonomi, som er forbundet med udarbejdelse og drift af regulativtyperne.

For at lette beskrivelsen under de enkelte regulativtyper beskrives indledningsvis en definition af skikkelse og vandføringsevne. Desuden beskrives på overordnet niveau de fordele og ulemper en skikkelse eller vandføringsevne kan have i forhold til øvrig myndighedsbehandling og planlægning.

### 5.1 Definition af skikkelse og vandføringsevne

For at sikre afledning af overfladevand og spildevand er det i vandløbslovens § 12 fastlagt, at regulativer skal indeholde krav til enten skikkelse eller vandføringsevne.

I henhold til vandløbslovens cirkulære er en geometrisk skikkelse for et vandløb beskrevet som faste angivelser af bundbredde, bundkote og skråningsanlæg. Bundkote, bundbredde og anlæg er beskrevet i et dimensionsskema, som er nærmere beskrevet under regulativtypen geometrisk skikkelse.

Vandføringsevnen beskriver vandløbets evne til at føre vand. Den kan udtrykkes enten som den vandstand (H, meter) en given vandføring (Q, l/s) resulterer i eller omvendt som den vandføring, der kan føres under en given vandstand. Vandføringsevnen beskriver altså i alle former en relation mellem vandføring og vandstand, som f.eks. kan udtrykkes i en graf med Q og H, også kaldet en QH-kurve.

Et vandløbs vandføringsevne ændrer sig i længderetningen, men i særdeleshed gennem året, da grøde og kantvegetation kan have en stor betydning for vandføringsevnen. Når et regulativ beskriver en vandføringsevne, betyder det i praksis, at det er vintervandføringsevnen i den grødefri periode, der sættes krav til. På den måde beskriver en regulativmæssig vandføringsevne den vandføringsevne, der fortrinsvis er betinget af vandløbets skikkelse og ruhed i forhold til bund og sider i en grødefri periode. Det svarer til, at et regulativ med geometrisk skikkelse beskriver vandløbets skikkelse, men det forholder sig ikke til, hvor meget grøde og kantvegetation der er i vandløbet på opmålingstidspunktet.

For at tage højde for grøden og kantvegetationens påvirkning er der i regulativer derfor som hovedregel beskrevet, hvordan grøde og kantvegetation skal fjernes, for at imødegå de påvirkninger vegetationen kan have på sommervandføringsevnen.

Det er vigtigt at holde sig for øje at både skikkelsesregulativer og vandføringsevne-regulativer beskriver vintervandføringsevnen.

### 5.1.1 Manningformlen

Vandføringsevnen for en konkret lokalitet i et vandløb kan enten bestemmes ved gentagne målinger af Q og H eller den kan beregnes. Der findes forskellige formler, men den mest anvendt formel i Danmark er Manningformlen:

$$Q = A M R^{2/3} S^{1/2} \quad (1)$$

hvor Q er vandføringen (l/s), A er strømningstværsnittets areal, M er Manningtallet (et udtryk for strømningsmodstanden), R er hydraulisk radius defineret som  $R = A/P$ , og P er den "våde perimeter (omkreds)", dvs. længden af den "våde" del af tværsnittets omkreds og S er faldet på vandspejlet.

Man kan sige, at Manningformlen kan sammenknytte vandføring (Q) og vandstand (H) til en QH-kurve, som dermed udtrykker en lokalitets vandføringsevne.

Manningformlen er oprindeligt defineret ud fra forudsætninger om, at vandløbet har en strømning, der er stationær (konstant i tid), ensformig (konstant i sted, dvs. i strømningsretningen). I forhold til at bestemme et vandløbs vandføringsevne er forudsætningen om ensformig strømning i praksis ofte ikke tilstede. Det skyldes, at der ofte vil være formændringer/tværsnitsvariationer i strømmingens retning.

I danske vandløb er strømmingen næsten altid, det man med et hydraulisk begreb kalder strømmende (modsat strygende). Det betyder, at ændringer, f.eks. stuvninger eller vandstandssænkninger forårsaget af tværsnitsvariationer, vil forplante sig imod strømrretningen og ikke modsat. Således vil en indsnævring af vandløbsprofilen give anledning til et resulterende højere vandspejl opstrøms herfor og resulterer i, at strækningen har en ringere vandføringsevne.

En konkret lokalitets vandføringsevne kan således ikke alene bestemmes med Manningformlen og informationer ved den pågældende lokalitet. Kendskab til den nedstrøms liggende strækningens fysiske variation (tværsnitsvariationer) er også nødvendig. Dette kendskab opnås typisk ved at opmåle tværsnit af vandløbet, hvor vandløbet ændrer dimensioner.

En lokalitets vandføringsevne kan, som tidligere nævnt, også bestemmes ved sammenhørende målinger af vandføringen Q og vandstanden H. Her vil den påvirkning, som tværsnitsvariationer på den nedstrøms liggende strækning har, være indeholdt i målingerne på lokaliteten.

### 5.1.2 Manningtal, hydraulisk radius og modstandsradius

Manningtallet (M), jfr. Manningformlen, er et udtryk for strømningsmodstanden i vandløbet. M er omvendt proportionalt med modstanden (n),  $M = 1/n$ . Manningtallet bestemmes ved brug af Manningformlen. Derfor skal man, for at bestemme M, kende Q, A, S og R.

R er traditionelt lig med hydraulisk radius, og kan altså udtrykkes som

$$R = A/P \quad (2)$$

Hvor A er strømningens tværsnitsareal og P er den våde perimeter.

I Danmark anvendes ofte den såkaldte modstandsradius, som blev introduceret af Engelund og Petersen i 1978.

$$R^* = \left( \frac{1}{A} \int_0^B y^{2/3} dx \right)^2 \quad (3)$$

hvor A er strømningens tværsnitsareal, B er vandløbets bredde, y er den lokale vanddybde og x er den tværgående afstand vinkelret på strømretningen.

Forskellen på de to formler for hhv. hydraulisk radius og modstandsradius ligger i forudsætninger vedr. forskydningsspændingen, altså den kraft pr. arealenhed, som vandet påvirker bunden med. Ved hydraulisk radius forudsættes det, at forskydningsspændingen er konstant langs sider og bund i vandløbstraceet, mens modstandsradius forudsætter, at forskydningsspændingen er proportional med den lokale vanddybde. Sandheden ligger i virkeligheden et sted imellem de to forudsætninger, og derfor er der ikke et entydigt rigtigt valg.

Anbefalingen er dog generelt at anvende modstandsradius i de fleste danske vandløb, hvor bredden ofte er markant større end vanddybden<sup>9</sup>.

Da Manningtallet M bestemmes ud fra Manningformlen, har det betydning for M, hvilken type radius, der anvendes i formlen. Anvendes modstandsradius i stedet for hydraulisk radius er der i danske vandløb erfaring for, at de beregnede Manningtal bliver 10-20 % mindre<sup>10</sup>. Det er derfor vigtigt at angive, hvilken type radius der anvendes.

## 5.2 Myndighedsarbejde ift. skikkelse og vandføringsevne

Der findes en lang række myndigheds- og planlægningsopgaver i kommunerne, hvor vandløb kan have en direkte eller indirekte betydning. F.eks. vil vandløbets kapacitet være af betydning, når der skal meddeles en udledningstilladelse. I projekter med anlæggelse af nye veje eller jernbaner vil vandløb ofte skulle krydses, ligesom byggemodning mv. kan betyde, at vandløbets forløb skal ændres.

---

<sup>9</sup> Der er i Hedeselskabets rapport fra 2017, "Forudsætninger og data ved vandspejlsberegninger", redegjort nærmere for forskelle og anbefalinger vedrørende brugen af hydraulisk radius kontra modstandsradius.

<sup>10</sup> Torben Larsen, Vand & Jord - Nr. 2 - Maj 2017, s 70



Kommuner og forsyninger arbejder ofte med forskellige typer af vandløbsmodeller til vurdering af projektets konsekvenser. Vandløbsmodellerne bruges eksempelvis til projektering, spildevandsplanlægning, klimaopgaver, drift, styring og beredskab. Grundlaget for beskrivelse af vandløbet i vandløbsmodellen er enten de fastsatte dimensioner (fast geometrisk, arealkote eller teoretisk skikkelse) i regulativerne eller en opmåling af vandløbet.

Regulativtyperne QH, styrekote og "naturvandløb" adskiller sig fra de øvrige regulativtyper, idet der i regulativet er beskrevet en sammenhæng mellem vandføring og vandstand, men ikke er angivet vejledende dimensioner (skikkelse). Sammenhæng mellem vandføring og vandstand kan være vanskelig at indarbejde i større hydrauliske vandløbsmodeller, hvorfor denne regulativtype kan have en udfordring i forhold til at indgå modelarbejde. Derfor anvendes ofte en opmåling for QH- beskrevne strækninger, hvilket, som beskrevet ovenfor, kan have den ulempe, at opmålingen beskriver en bedre vandføringsevne, end man har krav på i henhold til regulativets bestemmelser.

Da de opmålte forhold kan have en bedre vandføringsevne, end regulativet foreskriver, kan det skabe problemer på sigt, da denne eventuelle forbedrede vandføringsevne ikke er sikret i regulativet.

Ved gennemførelse af hydrauliske modelberegninger er det desuden nødvendigt at have oplandsarealer og vandføringer som datagrundlag. Disse data er ofte fastlagt i forbindelse med udarbejdelse af vandføringsevne-regulativtyper (teoretisk skikkelse eller QH), hvor der ofte er angivet et opland, hvorudfra man kan skønne vandføringer og vandstande. Disse data findes derimod sjældent i regulativtypen geometrisk skikkelse.

I det følgende gennemgås en række myndigheds- og planlægningsopgaver hvor fordelene og ulemperne ved de forskellige regulativtyper beskrives.

### **5.2.1 Vandområdeplanprojekter og reguleringsprojekter**

I forbindelse med implementeringen af vandområdeplaner og øvrige vandløbsrestaureringer bliver mange vandløb omlagt og/eller ændrer forløb. Hertil kommer en lang række reguleringsprojekter som eksempelvis omfatter omlægning af vandløb i forbindelse med byudvikling, anlæggelse af veje, jernbaner og andre anlægsprojekter.

Ved projektering af vandløbet benyttes dimensioner for at kunne tilpasse det nye forløb til de krav og bindinger, der er til projektet. Ligeledes skal der regnes på de konsekvenser projektet vil have i forhold til den nuværende skikkelse eller vandføringsevne.

Dette arbejde vil være let at udføre, når der er en gældende skikkelse, ligesom det vil være let at udarbejde det nye samlede dimensionsskema, der fremover skal være gældende for vandløbet.

For QH-regulativer er det vanskeligere at tage udgangspunkt i de gældende dimensioner, da disse ikke er beskrevet. Ligeledes vil det være problematisk at regne konsekvenser i forhold til det gældende regulativ. Endelig skal der tages stilling til, hvordan regulativet fremover skal kontrolleres på den strækning, hvor projektets dimensioner har betydning. Enten skal regulativet fremover kontrolleres på baggrund af den nye skikkelse. Alternativt skal der udarbejdes nye QH kravkurver, hvilket er en ekstra udgift, der bliver pålagt vandløbsmyndigheden.

### **5.2.2 Udledningstilladelser**

I forbindelse med udledningstilladelser kræves det ofte, at der tages stilling til vandløbets kapacitet, samt hvilken betydning udledningen vil have for risikoen for oversvømmelse, vandhastigheder mv. Som hovedregel udføres modelberegninger af kapacitet og vandhastigheder på

baggrund af den regulativmæssige skikkelse, da en opmålt skikkelse kan have en bedre vandføringsevne end regulativet foreskriver. Til dette arbejde er det hensigtsmæssigt, at der i regulativet er en skikkelse at regne på, hvorfor regulativer af typen geometrisk skikkelse eller teoretisk skikkelse rent beregningsmæssigt har en stor fordel i forhold til QH-regulativer.

Hertil kommer, at det ofte er vigtigt for projekteringen af selve udløbet at kende vandløbets bundkote ved udledningsstedet. Hvis der er beskrevet en skikkelse i regulativet, vil man således have en vejledende kote i planlægningsfasen, hvilket ikke nødvendigvis er tilfældet ved et QH-regulativ. Her kan dog anvendes en tværprofilopmåling af vandløbet.

I forhold til at vurdere vandføring ved udledningspunktet kan det som udgangspunkt være en fordel, at der i regulativet er bestemt oplandsstørrelser, så de naturlige oplandsbestemte middel- og maksimumvandføringer, der ofte ligger til grund for dynamiske modelberegninger af udledningsvandføringen, kan skønnes.

### **5.2.3 Klimaplaner og -projekter**

I arbejdet med klimaplaner og -projekter er vandløbsmodeller et vigtigt redskab, til at beskrive forskellige klimaeffekters betydning for oversvømmelsesudbredelse, -hyppigheder og -varigheder. I vandløbsmodellerne indgår vandløbets skikkelse, hvorfor regulativer af typen fast geometrisk skikkelse eller teoretisk skikkelse har en stor beregningsmæssig fordel i forhold til QH-regulativer.

Som beskrevet tidligere kan der benyttes en opmåling i QH-regulativbeskrevne vandløb, hvilket giver den usikkerhed at beregningsgrundlaget er en faktisk men ikke en sikret vandføringsevne.

### **5.2.4 Krydsningstilladelser**

Ved projektering af en lang række forsyningsledninger som f.eks. gas-, vand- og kloakledninger, el ledninger mv. er der ofte behov for at krydse et vandløb. I vandløb med en skikkelse (geometrisk eller teoretisk) vil man således allerede i planlægningsfasen kunne få vejledende oplysninger om bundkote og vandløbsbredde, der kan lette projekteringsarbejdet.

### **5.2.5 Oversvømmelse, beredskab og erstatninger**

I forbindelse med tabsgivende oversvømmelser kan det være vigtigt i forhold til eventuelle erstatningssager at kunne afgøre, om regulativet er overholdt. Kontrol af sammenhørende målinger af vandføring (Q) og vandstand (H) gennemføres normalt sidst på vinteren i QH-regulativer, mens kontrollen ved de øvrige regulativtyper ofte omfatter en opmåling af tværprofiler, der kan foretages hele året rundt.

Hvis der er fare for større tabsgivende oversvømmelser, er det muligt i et regulativ med en skikkelse (fast eller teoretisk) hurtigt at pejle sig ind på om regulativet er overholdt, så de nødvendige foranstaltninger kan iværksættes samtidig med, at man har et pejlemærke for, hvor meget der må oprensnes i forhold til regulativet.

### **5.2.6 Sammenfatning**

Sammenfattende kan det konkluderes, at vandløb med en form for skikkelse, om den er fast eller teoretisk eller en arealkote, har en fordel i forhold til det meste øvrige myndighedsarbejde, som benytter sig af vandløbsmodeller, eller hvor der er behov for at kende dimensioner.

At regulativet indeholder oplandsstørrelse, evt. afstrømningsstatistikker og eventuelle bestemmelser af Manningtal kan give en nytteværdi. Hvorvidt det er en fordel at udvide regulativer med supplerende oplysninger til brug for andre myndighedsopgaver, behandles i Udredningsprojekt 2, hvor forskellige emner til eventuel udbygning af fremtidige regulativer behandles.

## 6. Fast geometrisk skikkelse

I det følgende beskrives regulativtypen fast geometrisk skikkelse med tilhørende kontrolmetoder.

### 6.1 Beskrivelse af regulativtype

Regulativtypen fast geometrisk skikkelse var før vandløbsloven blev revideret i 1983 den mest udbredte regulativtype for offentlige vandløb i Danmark. Regulativtypen er, som det fremgår af navnet, et skikkelsesregulativ. Regulativtypen fastsætter kravet til skikkelse i et dimensionsskema med angivelse af stationer, bundkoter, bundbredder, skråningsanlæg samt fald (hældning) på bundkoten.

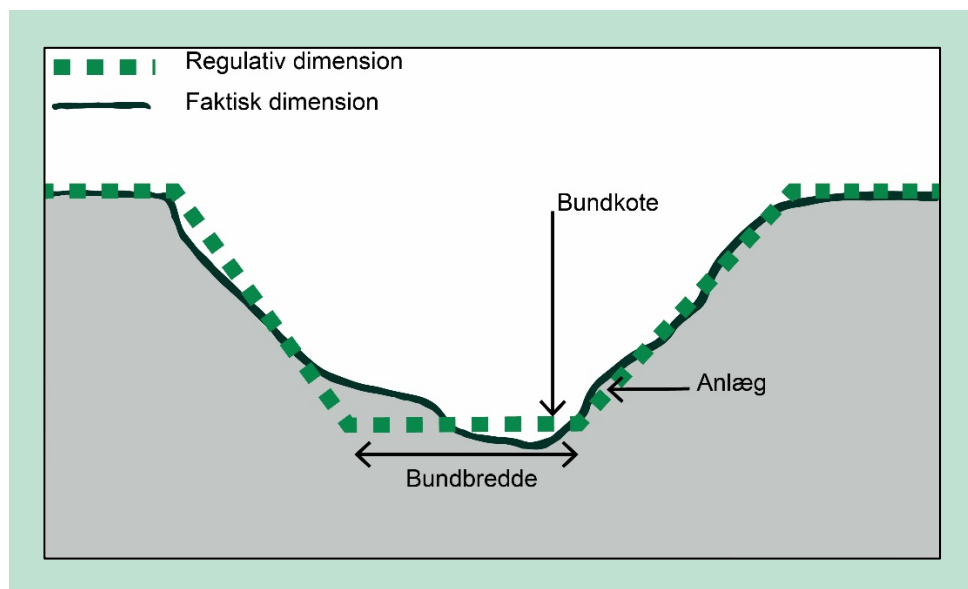
På tabel 4 er vist et eksempel på et dimensionsskema for et skikkelsesregulativ. Hvor vandløbet ændrer dimensioner, eksempelvis bundbredde eller faldforhold, er der angivet en station. Krydserne i dimensionsskemaet angiver, hvilken strækning dimensionerne gælder for. Eksempelvis angiver krydserne i kolonnen med bundbredde at vandløbet skal have en bundbredde på 0,5 meter på strækningen fra st. 0 til st. 1203 m. Herfra skal bundbredden være 0,7 m og fra st. 1623 m skal bundbredden indtil udløbet i fjorden være 1 meter.

**TABEL 4:** Eksempel på et dimensionsskema for en fast geometrisk (eller en teoretisk) skikkelse med angivelse af station, bundkote, bundbredde, anlæg og fald.

| Station<br>[m] | Bundkote<br>DVR90<br>[m] | Bundbredde<br>[m] | Anlæg | Fald<br>[‰] | Bemærkning           |
|----------------|--------------------------|-------------------|-------|-------------|----------------------|
| 0              | 5,09                     | x                 | x     | x           |                      |
|                |                          |                   |       | 1,48        |                      |
| 513            | 4,34                     |                   |       | x           | Hovedvej             |
|                |                          |                   |       | 5,98        |                      |
| 625            | 3,67                     | 0,5               | 1,0   | x           |                      |
|                |                          |                   |       | 1,70        |                      |
| 1039           | 2,97                     |                   |       | x           |                      |
|                |                          |                   |       | 1,39        |                      |
| 1203           | 2,74                     | x                 |       | x           | Efter markoverkørsel |
|                |                          |                   |       | 2,04        |                      |
| 1443           | 2,25                     |                   |       | x           |                      |
|                |                          |                   |       | 4,23        |                      |
| 1495           | 2,03                     | 0,7               |       | x           |                      |
|                |                          |                   |       | 3,33        |                      |
| 1543           | 1,87                     |                   |       | x           |                      |
|                |                          |                   |       | 8,64        |                      |
| 1623           | 1,18                     | x                 | x     | x           | Dalvej               |
|                |                          |                   |       | 9,92        |                      |
| 1648           | 0,93                     |                   |       | x           |                      |

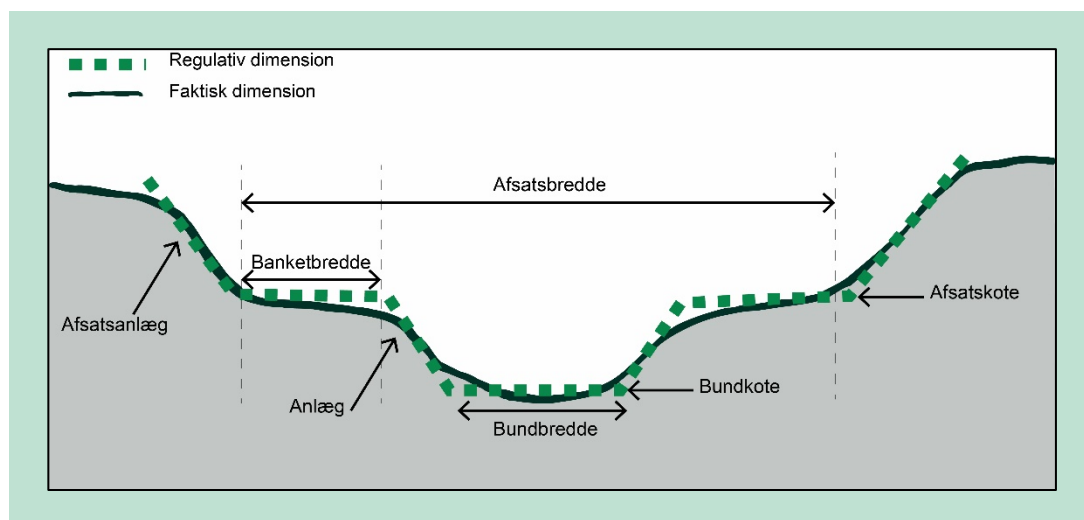
| Station<br>[m] | Bundkote<br>DVR90<br>[m] | Bundbredde<br>[m] | Anlæg | Fald<br>[‰] | Bemærkning    |
|----------------|--------------------------|-------------------|-------|-------------|---------------|
|                |                          | 1,0               | 1,5   | 50,66       |               |
| 1655           | 0,56                     |                   |       | x           |               |
|                |                          |                   |       | 2,95        |               |
| 1836           | 0,03                     | x                 | x     | x           | Udløb i Fjord |

På figur 4 er vist en illustration af et geometrisk (eller teoretisk) regulativ, hvor definitioner på bundkote, bundbredde og anlæg fremgår.



**FIGUR 4:** Illustration af princippet for beskrivelse af en fast geometrisk skikkelse eller en teoretisk skikkelse.

Som oftest er regulativer med geometrisk skikkelse beskrevet som en enkeltprofil med en trapezform. Der findes også regulativer, der er beskrevet som en dobbeltprofil med angivelse af dimensioner for både nedre og øvre profil, se figur 5.



**FIGUR 5:** Illustration af princippet for beskrivelse af en dobbeltprofil for en fast geometrisk skikkelse eller en teoretisk skikkelse.

## 6.2 Beskrivelse af vandføringsevne

Fast geometrisk skikkelse beskriver en skikkelse og har ikke noget krav til vandføringsevne.

Ved hjælp af skikkelsen og Manningformlen er det muligt at beregne en teoretisk vandføringssevne, som det er tilfældet med regulativtypen teoretisk skikkelse, men regulativtypen fast geometrisk skikkelse beskriver ikke en vandføringsevne i sig selv.

## 6.3 Kontrolpraksis

Kontrollen af et fast geometrisk skikkelses-regulativ foregår ved at opmåle tværprofiler af vandløbet og sammenholde de opmålte tværprofiler med den geometriske skikkelse. Der findes flere vandløbsprogrammer, der nemt kan foretage sammenligningen digitalt.

Hvis den geometriske skikkelse er tilstede, er regulativet overholdt. Der er ofte en tolerance-tærskel for, hvornår oprensning skal finde sted. Der har således været en tradition for, at bundkoten skal være overskredet med eksempelvis 10 cm før oprensning skal iværksættes. Ligeledes er der tit angivet en tolerance for, hvor meget der må graves af i forhold til den regulativmæssige bundkote, for ikke at forbedre vandløbets vandføringsevne væsentligt i forhold til det regulativbeskrevne.

Da opmåling af et vandløb er omkostningskrævende, er det også muligt at pejle vandløbet ved at måle bundkoter og skønne vandløbsbredde. Hvis denne kontrol viser, at der kan være tvivl om, hvorvidt regulativet er overholdt, kan der iværksættes en egentlig tværprofilopmåling.

I nogle egne af landet er der opsat skalapæle, hvor bund og vanddybde kan pejles, hvilket også kan være et redskab til at identificere strækninger, der kræver en egentlig tværprofilopmåling af vandløbet til kontrol af, om den regulativmæssige skikkelse er overholdt.

I forhold til at vurdere omfang af et eventuelt oprensningsbehov er regulativtypen velegnet, idet det på baggrund af en tværprofilopmåling eller pejling er let at se, hvor regulativet ikke er overholdt, og samtidig at vurdere, hvad der skal til for at opfylde regulativets krav.

## 6.4 Evne til at sikre vandføringsevne/skikkelse i forhold til afvandningsinteresser

Regulativtypen med tilhørende kontrol sikrer at vandløbslovens § 27 kan overholdes, idet det ved en tværprofilopmåling er let at konstatere, om den fastsatte skikkelse er overholdt eller ej. I kontrollen af vandløbet indgår, om vandløbet har den nødvendige dybde og bredde. Det betyder, at regulativet er velegnet til at sikre de afvandningsmæssige interesser, idet der både sikres en middelvandstand og en drænløbsdybde.

Det er dog en vigtig pointe, at da regulativet ikke i sig selv beskriver en vandføringsevne, vil det være vanskeligt at vide, hvilken afvanding som regulativets skikkelse sikrer. Dette forhold behandles mere indgående i udredningsprojekt 2 vedrørende eventuelle udvidelser af fremtidige regulativers indhold.

## 6.5 Mulighed for formudvikling til gavn for miljøtilstand

Med et fast geometrisk skikkelsesregulativ er der minimal mulighed for at tillade formudvikling og dermed opnå en bedre fysisk variation i vandløbet. Ved et fast geometrisk skikkelsesregulativ oprenses aflejringer/indsnævninger i forhold til den fastsatte trapezprofil, også selv om vandløbet i andre dele af tværsnittet er større end den trapezformede skikkelse. Det betyder,

at oprensingsbehovet i et vandløb med regulativtypen fast geometrisk skikkelse kan være større, end hvis det samme vandløb er beskrevet ved f.eks. teoretisk skikkelse. Den hyppigere oprensning af bund og sider kan være årsag til, at vandløbet bliver mere ustabilt, hvorved oprensingsbehovet i værste fald kan blive forøget. Oprensningen er som beskrevet i kapitel 3.1 med til at mindske den fysiske variation, som er en vigtig parameter i forhold til at opnå målopfyldelse. Regulativtypen fast geometrisk skikkelse er derfor ikke velegnet i vandløb med natur- og miljøinteresser.

## 6.6 Formidling og borgerforståelse

Regulativtypens krav er let at forstå. En sammenligning af de opmålte tværprofiler og den geometriske skikkelse viser umiddelbart om regulativet er overholdt og hvad der evt. skal oprenses, så regulativet overholdes.

Det kræver ikke avancerede beregningsprogrammer at udføre kontrollen, hvilket gør, at man som lodsejer i princippet selv ville kunne foretage en kontrolopmåling og vurdere om regulativet er overholdt.

Det betyder, at det er let at administrere vandløb efter regulativtypen fast geometrisk skikkelse, ligesom det er let at træffe klare og letforståelige afgørelser.

I forhold til forventningsafstemning viser regulativtypen ikke i sig selv, hvilken vandføringsevne skikkelsen medfører. Et eksempel på dette kunne være, at man på sammenlignende tværprofiler kan konstatere, at de faktiske forhold er dybere og bredere end den regulativmæssige skikkelse foreskriver. Det giver en indikation af, at den faktiske vandføringsevne reelt er bedre, end regulativet foreskriver. Man kan forholde sig til den faktiske vandføringsevne, men man kan ikke ud af tværprofilerne vurdere, hvilken afvandingstilstand eller oversvømmelsesniveau den regulativmæssige skikkelse vil medføre.

## 6.7 Fast geometrisk skikkelse og øvrigt myndighedsarbejde

I forhold til øvrigt myndighedsarbejde er fast geometrisk skikkelse let at indarbejde i diverse vandløbsmodeller, ligesom det er let at udarbejde restaurerings- og reguleringsprojekter, med udgangspunkt i den faste skikkelse. Et vandløbsprojekt udarbejdes som hovedregel med dimensioner, og de kan let efterfølgende indarbejdes i det eksisterende regulativ.

Skikkelsen kan indgå i diverse vandløbsmodeller og vandløbets regulativmæssige bundkoter og -bredder er kendt i forholdt til diverse krydsningstilladelser mv.

Fast geometrisk skikkelse indeholder som udgangspunkt ikke oplysninger om oplandstørrelser, Manningtal eller afstrømningsværdier.

## 6.8 Økonomi

Det er relativt billigt at udarbejde et regulativ med geometrisk skikkelse, særligt hvis regulativet i forvejen har en skikkelse. Det anbefales, at der ved udarbejdelse af regulativet benyttes en nyere retvisende opmåling. Udover opmåling, som sammenstilles med den gældende regulativmæssige skikkelse for vandløbet, er der ikke krav til yderligere dataindsamling i forhold til regulativudarbejdelsen.

Kontrollen kan udføres på flere niveauer som pejlinger eller som en egentlig opmåling af tværprofiler. Opmåling er en relativt omkostningskrævende kontrolmetode. Jo større fald og variation vandløbet har, jo større bliver omkostningerne. Ligeledes vil det være dyrere at opmåle et

større og/eller mere vandførende vandløb end et mindre vandløb, hvor man med lethed kan bunde.

Sammenfattende kan det siges, at regulativtypen er relativ billig at udarbejde, mens kontrollen ved opmåling er forholdsvis omkostningstung. En nærmere oversigt over den økonomi der er forbundet med regulativets udarbejdelse og drift fremgår af kapitel 18.

## 6.9 Opsummering af fordele og ulemper

### Fordele

Fast geometrisk skikkelse beskriver en skikkelse. Kontrol ved hjælp af opmåling og efterfølgende oprensning giver en sikkerhed for, at skikkelsen er overholdt ved alle koter. Dermed er regulativtypen god til at sikre vandløbets evne til at aflede vand i forhold til den fastlagte skikkelse i forhold til at sikre en drænuvløbsdybde. Regulativtypen er let at forstå og det er nemt at træffe klare afgørelser i forhold til, om regulativet er overholdt, ligesom det er let at vurdere oprensningsbehov. Skikkelsen er let at indarbejde i vandløbsmodeller og er let at håndtere i forhold til myndighedsarbejde omkring vandløb.

### Ulemper

Regulativtypens største ulempe er, at den giver ringe mulighed for formudvikling og den fastholder vandløbet i en unaturlig geometrisk form. Herudover giver skikkelsen i sig selv ikke en indikation af den resulterende vandføringsevne.

Regulativtypens fordele og ulemper er opsummeret skematisk i tabel 5.

**TABEL 5:** Opsummering af regulativtypens fordele og ulemper. I højre kolonne er angivet en værdi for hvor egnet regulativtypen er i forhold til de enkelte emner: +++ angiver at regulativtypen er meget velegnet, ++ angiver at regulativtypen er egnet, + angiver en begrænset egnet, mens – angiver at regulativtypen ikke er egnet.

| Emne                                                           | Regulativets egnethed                                                     | Værdi |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Beskrivelse af vandføringsevne</b>                          | Nej. Teoretisk vandføringssevne kan dog udregnes på baggrund af skikkelse | -     |
| <b>Kontrol viser hvad der skal renses op</b>                   | Ja                                                                        | +++   |
| <b>Sikring af afvandingsinteresser ift. regulativets krav:</b> | Kontrollen sikrer den skikkelse der er fastlagt.                          |       |
| Drænuvløbsdybde                                                | Ja                                                                        | +++   |
| Middelvandstand                                                | Ja                                                                        | +++   |
| Oversvømmelse                                                  | Ja                                                                        | +++   |
| <b>Miljø- og naturinteresser</b>                               |                                                                           |       |
| Mulighed for formudvikling                                     | Nej                                                                       | -     |
| <b>Formidling af regulativets bestemmelser</b>                 |                                                                           |       |
| Overholdelse af regulativ og behov for oprensning              | Ja                                                                        | +++   |
| <b>Øvrigt myndighedsarbejde</b>                                |                                                                           |       |
| Er beskrevet ved dimensioner                                   | Ja                                                                        | +++   |
| <b>Økonomi</b>                                                 |                                                                           |       |
| Udarbejdelse                                                   | Billig                                                                    | +++   |
| Drift                                                          | Relativ dyr                                                               | ++    |

## 7. QH-regulativ

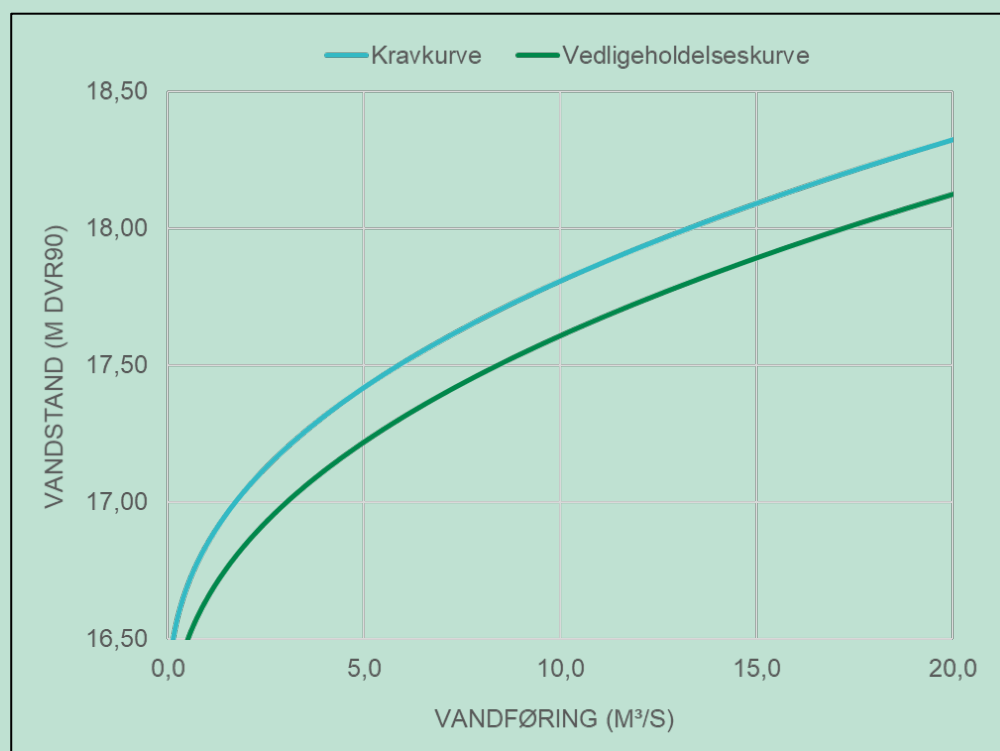
I det følgende beskrives regulativtypen QH-regulativer med tilhørende kontrolmetoder.

### 7.1 Beskrivelse af regulativtype

Regulativtypen QH er et såkaldt vandføringsevne-regulativ. Regulativtypen beskriver den vandføring, vandløbet skal kunne føre ved en given vandstand i den grødefri periode. Kravet til vandføringsevne fastsættes ved såkaldte kravkurvestationer, der skal vise, om en given nedstrøms strækning overholder regulativet. Kravet er opstillet som en kurve, der viser en relation mellem Q og H for den givne lokalitet. Sammenhængen mellem vandføring og vandstand beskrives typisk på tabelform og/eller grafisk i form af QH-kurver.

For QH-regulativer er der typisk beskrevet 2 kurver, en vedligeholdelseskurve (eller grundkurve), der svarer til dimensionsskemaet i et skikkelsesregulativ, og en kravkurve, der angiver, hvornår oprensning skal iværksættes, som svarer til det geometriske regulativs tolerancetærskel.

Typisk er kravet beskrevet som en kravkurve, der ligger parallelforskuet 10-20 cm over vedligeholdelseskurven. Kravkurven angiver den vandføringsevne, der mindst skal være til stede, mens vedligeholdelseskurven angiver den største vandføringsevne, der må forekomme, efter en eventuel vedligeholdelsesforanstaltning er gennemført, se eksempel i figur 6.



**FIGUR 6:** Eksempel på regulativkrav opstillet som QH-kurve, hvor vedligeholdelseskurven (grundkurven) definerer den vandføringsevne, hvortil der må oprenses. Kravkurven er her fastsat 20 cm over vedligeholdelseskurven. Er kravkurven overskredet ved en QH-kontrol er regulativet ikke overholdt.



Ved fastsættelse af QH-kurverne er det nødvendigt at kende Manningtallet, således at QH-kurverne kan beskrive vandløbets faktiske vandføringsevne. Der skal derfor foretages en Manningtalsbestemmelse ved at måle sammenhørende værdier af vandføring og vandstand (observerede data) på en række stationer ned gennem vandløbet. Målingerne kan med fordel gennemføres de steder, hvor kravstationerne forventes placeret. På baggrund af en opmåling, og de sammenhørende værdier af vandstand og vandføring, kan Manningtallene på de enkelte delstrækninger beregnes ved en iterativ proces i et vandløbsprogram (f.eks. VASP og Mike11).

Herefter kan grundkurven for kravstationerne bestemmes ved at bruge en fastlagt skikkelse, de bestemte Manningtal og afstrømningsværdier, der beskriver et realistisk interval fra en lav til en høj vandføring. Herved beskriver kurven vandføringsevnen i den nedre del af profilet og i den øvre del af profilet til vandløbet er brinkfyldt (dvs. uden oversvømmelse).

Kravkurven fastlægges ud fra grundkurven ved parallelforskydning af grundkurven det ønskede antal cm over vedligeholdelseskurven (grundkurven).

## 7.2 Beskrivelse af vandføringsevne

QH-regulativer beskriver, som beskrevet ovenfor, vandløbets vandføringsevne i punkter, der opsummerer den nedstrøms beliggende strækning vandføringsevne. Til de enkelte kravkurvestationer er det således muligt at vide, hvor højt vandspejlet må stå ved en given vintervandføring. I modsætning til teoretisk skikkelse har man for et vandløb med QH-regulativ kun oplysninger om vandføringsevne punktvis, hvor teoretisk skikkelsesregulativet giver oplysninger om beregnede vandspejl på hele strækningen.

Den retvisende beskrivelse af vandføringsevnen afhænger i høj grad af tætheden af kravkurvestationer. Jo større faldet er, jo tættere bør kravkurvestationer placeres. For at et QH-regulativ kan beskrive hele vandløbets vandføringsevne, er der således, afhængigt af faldforholdene, behov for et relativt fintmasket net af kravkurvestationer. I praksis kan der være relativt langt mellem kravkurvestationer i regulativerne. Der er derfor en risiko for, at i regulativer, hvor vandføringsevnen er beskrevet ved QH-kurver, ikke er en beskrivelse af vandføringsevnen for hele vandløbet.

## 7.3 Kontrolpraksis

Kontrollen af en lokalitets vandføringsevne sker ved sammenhørende måling af Q og H i vinterperioden (grødefri tilstand). Målepunktet indtegnes på QH-kurven, og hvis målepunktet angiver en højere målt vandstand (H) ved en given vandføring (Q), dvs. ligger over kravkurven, er kravet til vandføringsevnen ikke overholdt. Der kan eventuelt laves supplerende målinger, hvis det skønnes at overskridelsen ikke skyldes vandløbets skikkelse, men måske overvintrende grøde. Der kan derefter træffes beslutning om, hvorvidt der skal gennemføres en oprensning af vandløbet til en tilstand, så vandføringsevnen kommer i overensstemmelse med vedligeholdelseskurven. Regulativtypen angiver ikke i sig selv, hvor meget der skal oprenses, for at regulativet kan være overholdt. Det er en stor ulempe ved QH-regulativer.

For at begrænse udgiften til kontrolmålinger er det ofte angivet i regulativet, at der i forbindelse med en kontrolrunde ikke måles Q ved alle kravkurvestationer, dvs. ved nogle kravkurvestationer måles der kun H, og Q bliver beregnet ved oplandskorrigeret ud fra målte Q værdier ved andre kravkurvestationer. Dette kan være en kilde til usikkerhed. F.eks. hvis oplandsmodellen ikke er god nok, men også hvis målerunden bliver foretaget i et tidsrum, hvor strømmingen ikke er stationær (konstant i tid). Det kunne være under eller lige efter en nedbørshændelse, hvor vandføringen reelt ikke afspejler samme forøgelse af vandføringen ned gennem et langt vand-

løb, som oplandsmodellen beskriver, fordi nedbørshændelsen har givet anledning til en afstrømningsbølge, som forplanter sig ned gennem vandløbet. Denne kilde til usikkerhed er særlig stor, hvis vandløbets opland er befæstet. Dette er et forhold man bør være opmærksom på ved planlægning og gennemførelse af kontrolrunder.

Det skal bemærkes, at QH-regulativ ikke altid er så velegnet i små vandløb (typologi 1), især ikke hvis der er stort fald, da der skal etableres mange kravkurvestationer for at beskrive vandløbet tilstrækkeligt. QH-kontrollen er ligeledes vanskelig og behæftet med stor usikkerhed ved små vandføringer.

## **7.4 Evne til at sikre vandføringsevne/skikkelse i forhold til afvandingsinteresser**

QH-regulativer bliver kontrolleret om vinteren i den grødefri periode (oftest februar-marts). Kontrollen foregår ved det afstrømningsniveau, der er på måledagen. Ofte vil det være ved en vintermiddel, som er en relativ høj afstrømningsværdi. Det gør, at kontrollen f.eks. kan sikre at vandføringsevnen er tilstede ved en vintermiddel. Vandløbet kontrolleres sjældent ved lave afstrømninger, da de sjældent forekommer i den fastlagte kontrolperiode. Det betyder, at overskridelser af kravkurven ved mindre afstrømninger risikerer ikke at blive opdaget ved kontrollen. Det kan have en stor betydning for sikring af tilstrækkelig drænløbsdybde. Tilsvarende udfører man sjældent kontrollen ved meget høje afstrømninger, da kravkurverne kun gælder, indtil at brinkerne bliver overskredet. Det betyder, at kontrollen heller ikke er velegnet til at sikre, at vandløbets vandføringsevne er overholdt ved store afstrømninger.

I realiteten kan man derfor anføre, at QH-kravkurven i et QH-regulativ beskriver krav til vandføringsevnen for alle afstrømninger på lokaliteten, men kontrollen bliver kun udført ved et enkelt scenarie, som ikke nødvendigvis er dækkende for andre scenarier.

Strækninger mellem kravkurvestationer bliver typisk ikke kontrolleret, idet det forudsættes, at overskridelser af krav til vandføringsevnen på alle strækninger kan beskrives ved måling på kravkurvestationerne. Dette kan stille store krav til tætheden af kravkurvestationer, navnlig i vandløb med stort fald.

Vandløbsloven beskriver ikke, hvordan krav til en vandføringsevne skal opstilles i et regulativ eller kontrolleres. Af cirkulæret til vandløbsloven fremgår det, at vandløbet skal kunne aflede en given vandføring (regulativ-vandføringen), uden at vandstanden er højere end et fastsat niveau (regulativ-vandstanden), der fastsættes under hensyntagen til de tilgrænsende arealer. Det har været praksis i QH-regulativer i en årrække, og det må derfor tolkes sådan, at vandløbslovens bestemmelser også er opfyldt, når det regulativmæssige krav til vandføringsevne begrænses til at gælde inden for et afstrømningsinterval. Dette praktiseres ved i et QH-regulativ, at den regulativmæssige kontrol kun kan udføres ved vinter afstrømningssituationer indtil overskridelse af brinkniveau.

QH-kurven er som princip beskrevet i Standardregulativ for offentlige vandløb (udgivet i 1984), og derfor vurderes det, at metoden er i overensstemmelse med vandløbsloven.

## **7.5 Mulighed for formudvikling til gavn for miljøtilstand**

QH-regulativer giver gode forudsætninger for at vandløbet har mulighed for formudvikling og dermed kan opnå eller fastholde fysiske variationer til gavn for naturtilstanden.

Det skyldes, at der ikke er fastsat bestemmelser om vandløbets dimensioner og vandløbet kan derfor udvikle sig frit, så længe kravkurven ikke overskrides ved en kontrol. Da det, som beskrevet under kontrol, ofte er ved relativt store vintervandføringer der kontrolleres, giver det ekstra råderum i forhold til, at mindre ujævnheder og variation i bundbredde og bundkote ikke nødvendigvis vil medføre et oprensingsbehov. Hvis en oprensning bliver nødvendig, kan den i princippet udføres mere skånsomt særligt i større vandløb. Det skyldes, at det er en vandføringsevne, der er stillet krav til, og ikke en bestemt skikkelse. Dette giver bedre mulighed for at lave en mere skånsom oprensning, end når det er en specifik skikkelse, der skal etableres.

## 7.6 Formidling og borgerforståelse

Regulativtypen er nem at forstå i forhold til kontrolmetode, men det kan være vanskeligt at formidle, hvordan kravkurver og vedligeholdelseskurver er fremkommet. I forhold til f.eks. teoretisk skikkelse kan det være en fordel at en ændring i Manningtal over tid vil slå igennem i kravkurvekontrollen. Ændringen kan skyldes, at der udlægges sten og grus, at vandløbet bliver mere naturligt med rødder og andre forhindringer, eller at der kommer mere kantvegetation eller overvintrende grøde. Et mindre Manningtal vil afspejle sig i kontrollen. Hvis det skyldes overvintrende grøde, kan det dog skabe problemer i forhold til tolkningen af overskridelsen, hvilket potentielt vil kunne skabe konflikter, da der ikke er praksis for at slå grøde om vinteren.

I det hele taget vil en overskridelse af kravkurven ikke give et entydigt svar på hvad oprensningsbehovet er, hvilket kan gøre regulativtypen vanskelig at administrere efter, når der er et oprensingsbehov. Regulativtypen kan kun kontrolleres i den grødefri situation, og er vanskelig at udføre for borgeren, da det kræver, at man er i stand til at udføre vandføringsmålinger. Da kontrollen foretages om vinteren og i foråret og vandløb typisk oprenses om efteråret, kan det skabe usikkerhed hos borgeren i forhold til, om der renses tilstrækkeligt op ved en overskridelse, ligesom det kan skabe utryghed i forhold til miljømæssige interesser, om der renses for meget op.

For både fast geometrisk skikkelse og teoretisk skikkelse er der angivet dimensioner langs hele vandløbet. I QH-regulativer angives krav i punkter, som gælder for den nedstrøms strækning. Der er ofte relativt langt mellem kravkurvestationer, hvorfor det kan skabe utryghed om hvad man som lodsejer har krav på, hvis ens arealer ligger et stykke nedstrøms en kravkurvestation.

Som nævnt i kapitel 7.5 vil drænuvløbsdybden ofte ikke blive sikret, da kontrollen af vandløbet ofte foregår ved en forholdsvis stor vandføring. Kontrollen vil således ikke vise, at vandløbet måske ligger højere, men er blevet tilsvarende bredere. Det kan være et problem i forhold til de afvandingsmæssige interesser.

Vandløbet beskriver den faktiske vandføringsevne, men som beskrevet kun i punkter. At kunne omsætte en opstrøms liggende kravkurve til en afvandingstilstand på sin jord er ikke muligt.

## 7.7 QH-regulativ og øvrigt myndighedsarbejde

I forhold til øvrigt myndighedsarbejde er QH regulativer vanskelige at arbejde med. Det er ikke nemt at indarbejde kravkurver i større vandløbsmodeller, hvorfor man for QH beskrevne vandløbsstrækninger ofte benytter en opmåling. Det har den usikkerhed, som tidligere beskrevet, at vandløbet på opmålingstidspunktet kan have en bedre vandføringsevne end regulativet foreskriver. Det kan give en særlig udfordring i forhold til f.eks. klimaprojekter.

Til gengæld vil udarbejdelsen og kontrollen af QH-regulativer medføre, at der indsamles afstrømnings- og vandstandsdata, samt udføres Manningtalsbestemmelse, som kan være nyttige i hydrauliske modelberegninger.

Hvis vandløbet skal omlægges eller restaureres, tages der som regel udgangspunkt i den gældende skikkelse, ligesom der regnes konsekvenser i forhold til den gældende skikkelse. Det er meget vanskeligt at regne konsekvenser i forhold til QH-kravkurver. Hertil kommer at det vil være forbundet med en ekstraudgift at revidere et QH-regulativ efter en restaurering/regulering, da der skal laves nye Manningtalsbestemmelse og nye kravkurver, mens en skikkelse umiddelbart kan indarbejdes i et regulativ, hvor der i forvejen er en skikkelse.

I forhold til diverse krydsningstilladelser, kan der sandsynligvis bruges en opmåling til at orientere sig i forhold til bundkoter og bundbredder, men jo ældre opmålingen er, jo mindre troværdighed vil den have, da det er vandføringsevnen der er stillet krav til.

## 7.8 Økonomi

Det er relativt dyrt at udarbejde et QH-regulativ. Det er vigtigt, at der forefindes en nyere opmåling og at der laves Manningtalsbestemmelse. Hertil kommer arbejdet med at definere den skikkelse som QH kravkurverne skal udarbejdes på baggrund af.

Til gengæld vil kontrollen være billigere at udføre. Denne fordel bliver mere udtalt jo større vandløbet er og så længe kontrollen viser, at regulativet er overholdt. Hvis regulativet ikke er overholdt, kan kontrollen blive væsentligt dyrere, da det skal fastlægges, hvad årsagen til overskridelsen er, ligesom det skal fastlægges, hvor meget der skal oprensnes. Det betyder, at der i nogle tilfælde både bliver udført en QH-kontrol og en efterfølgende opmåling. Kender vandløbsmyndigheden vandløbet godt, kan det dog ved hjælp af diverse pejlemærker ofte vurderes, hvor meget der skal oprensnes. Er der etableret en målestation, hvor der både måles vandføring og vandstand på strækninger med jævnligt oprensningsbehov, er det nemt at følge med i, hvornår kravkurven er ved at være overskredet.

## 7.9 Opsummering af fordele og ulemper

### Fordele

QH-regulativ beskriver en vandføringsevne. Regulativtypen giver meget gode muligheder for formudvikling. Regulativtypen er let at forstå, og et faldende Manningtal på en strækning (dvs. øget grødevækst f.eks. om vinteren) vil vise sig ved kontrollen. Vandløbet er billigere at kontrollere end vandløb, der skal opmåles, hvilket særligt slår igennem ved store vandløb, da kontrollen er mere omkostningseffektiv end en kontrol, der kræver en opmåling af vandløbet. Dette gælder dog kun hvis der ikke samtidig forventes at være et oprensningsbehov.

### Ulemper

QH-regulativet er ikke så velegnet i små vandløb, da QH-kontrol er vanskelig og behæftet med stor usikkerhed ved små vandføringer.

Ved kontrol af kravkurver viser kontrolmetoden ikke, hvad årsagen til overskridelsen er. Vandløbet kan kun kontrolleres i en relativ kort periode (typisk februar – marts) og kontrolleres derfor ofte i praksis ved en vintermiddel afstrømning. Kontrollen er ikke velegnet til at sikre en dybde, hvilket kan være problematisk i forhold til drænuddøb. Kontrollen viser, om kravkurven er overskredet. Til gengæld kan det være vanskeligt at afgøre, hvilke tiltag, der skal iværksættes for at sikre vandføringsevnen. Dette forhold gør, at det kan være svært at træffe klare afgørelser, når kravkurven er overskredet. QH kravkurver er ikke lette at indarbejde i vandløbsmodeller, og kan på grund af den manglende skikkelse også give ekstraarbejde i forhold til restaurerings- og reguleringsprojekter.

Regulativtypens fordele og ulemper er opsummeret skematisk på tabel 6.

**TABEL 6:** Opsummering af regulativtypens fordele og ulemper. I højre kolonne er angivet en værdi for hvor egnet regulativtypen er i forhold til de enkelte emner: +++ angiver at regulativtypen er meget velegnet, ++ angiver at regulativtypen er egnet, + angiver en begrænset egnethed, mens – angiver at regulativtypen ikke er egnet.

| Emne                                                           | Regulativets egnethed                                  | Værdi   |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------|
| <b>Beskrivelse af vandføringsevne</b>                          | Ja, beskriver vandføringssevne for delstrækninger      | ++      |
| <b>Kontrol viser oprensningsbehov</b>                          | Ja, men ikke hvor meget der skal renses op             | +       |
| <b>Sikring af afvandingsinteresser ift. regulativets krav:</b> | Kontrollen sikrer den vandføringsevne der er fastlagt. |         |
| Drænuddøbsdybde                                                | I mindre grad                                          | +       |
| Middelvandstand                                                | Ja                                                     | +++     |
| Oversvømmelse                                                  | Delvist                                                | ++      |
| <b>Miljø- og naturinteresser</b>                               |                                                        |         |
| Mulighed for formudvikling                                     | Ja, i høj grad                                         | +++     |
| <b>Formidling</b>                                              |                                                        |         |
| Overholdelse af regulativ og behov for oprensning              | Viser overskridelse men ikke årsag                     | +(+)    |
| <b>Øvrigt myndighedsarbejde</b>                                |                                                        |         |
| Vandløbsmodeller og dimensioner                                | Ikke velegnet                                          | -       |
| <b>Økonomi</b>                                                 |                                                        |         |
| Udarbejdelse                                                   | Dyr                                                    | +       |
| Drift                                                          | Med og uden behov for oprensning: Dyr / billig         | + / +++ |

## 8. Teoretisk skikkelse

I det følgende beskrives regulativtypen teoretisk skikkelse med tilhørende kontrolmetoder.

### 8.1 Beskrivelse af regulativtype

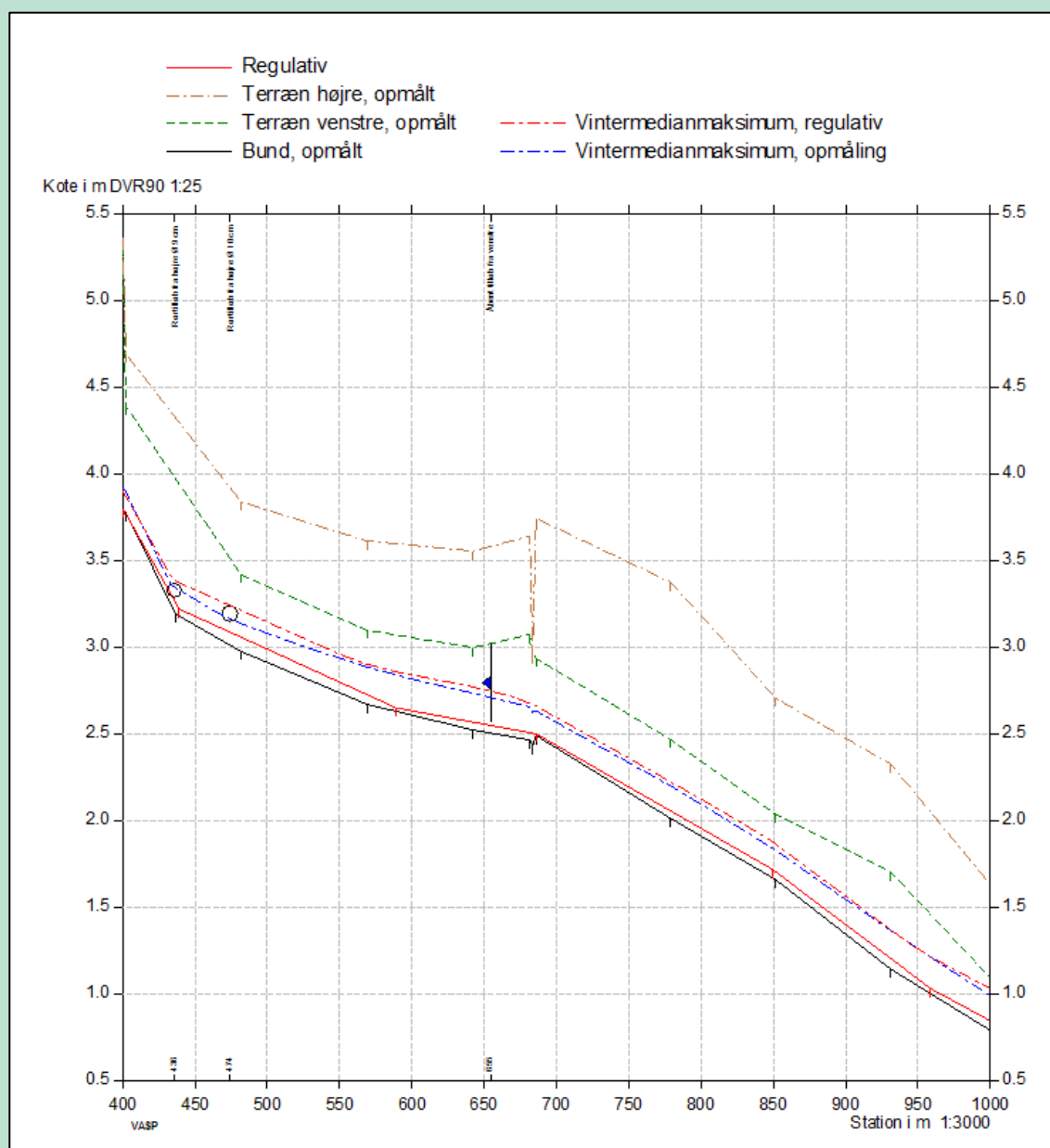
Regulativtypen teoretisk skikkelse fastsætter krav til vandføringsevnen i vandløbet.

Kravet beskrives i form af en teoretisk skikkelse, der er opstillet på samme vis, som i et fast-geometrisk skikkelsesregulativ med bundkote, bundbredde og anlæg, se figur 7.

Der er dog ikke krav til at selve skikkelsen skal være overholdt. Kravet er til skikkelsens vandføringsevne og skikkelsen er således kun vejledende. Den teoretiske vandføringsevne udregnes på baggrund af den teoretiske skikkelse, et fastlagt Manningtal og fastlagte afstrømningsværdier. Ofte benyttes vintermiddel og vintermedianmaksimum, men det kan i princippet være vilkårlige værdier. Det vigtige er, at vandløbets kontrolleres ved forskellige afstrømnings-situationer for at sikre at de afvandingsmæssige interesser tilgodeses.

Beregning og sammenligning af vandføringsevne (vandspejl) kan foretages i IT-programmer, der er udviklet hertil. Som input til beregningerne skal man angive en specifik afstrømning ( $l/s/km^2$ ), oplande ( $km^2$ ) og Manningtal samt informationer om flodemål ved opstemninger mv. Det er en forudsætning, at der regnes med de samme inputparametre, når den teoretiske skikkelses vandføringsevne skal sammenlignes med en opmålings vandføringsevne.

I figur 7 er vist et eksempel på modelberegnete vandspejlsforløb ved vintermedianmaksimum for den teoretiske regulativmæssige skikkelse og en skikkelse bestemt ved en opmåling.



**FIGUR 7:** Eksempel på kontrol af vandføringsevne på et teoretisk skikkelsesregulativ. Der er beregnet vandspejl ved median maksimum afstrømning på hhv. teoretiske skikkelsesdimensioner (rød stiple) og dimensioner ved kontrolopmålingen (blå stiple). Så længe den blå stiplede linje ligger under den røde stiplede linje har vandløbet en bedre vandføringsevne end regulativet foreskriver ved en median maksimum afstrømning.

Et regulativ med teoretisk skikkelse sætter krav til vandløbets vandføringsevne. Regulativtypen har defineret et teoretisk vandspejlsforløb for hele vandløbet ved bestemte afstrømningssværdier. Metoden baserer sig således ikke direkte på den faktiske vandføringsevne i vandløbet, men på en modelberegnet teoretisk vandføringsevne ud fra en teoretisk skikkelse. Afgørelser viser, at det er vigtigt at beregningsforudsætningerne klart fremgår af regulativet, jf. kapitel 2.1 og 2.2.

Da vandføringsevnen for en vandløbsstrækning kan være påvirket af forhold på den nedstrøms liggende strækning, anbefales det også, at kravene i det teoretiske skikkelsesregulativ

fastsættes på en måde, så stuvningspåvirkninger fra f.eks. opstemninger eller nedre recipienter (søer eller havet) indgår. Dette kan gøres ved f.eks. at fastsætte beregningsparametre på flodemål eller vandspejlsniveau ved udløb til nedre recipient (startvandspejl).

## 8.2 Beskrivelse af vandføringsevne

Et regulativ med teoretisk skikkelse beskriver et regulativmæssigt krav til vandløbets vandføringsevne, idet der for enhver lokalitet kan opstilles en relation mellem  $Q$  og  $H$  ud fra den teoretiske skikkelse. Der er således ikke, som i QH-regulativet, en udfordring, om kravkurvestationerne ligger tilstrækkelig tæt eller at vandføringsevnen angives i et punkt, der gælder for en strækning.

Idet kontrollen foregår ved flere afstrømningsniveauer, sikres en tilstrækkelig vandføringsevne bedre end tilfældet er ved QH-regulativer. Det er normal praksis, at kontrollen udføres ved to afstrømninger, f.eks. en vintermiddel afstrømning og en vintermedianmaksimum afstrømning. Der kan argumenteres for, at der på strækninger, hvor der ønskes en sikring af et vist bundniveau, kan være en usikkerhed om det overholdes i forhold til fast geometrisk skikkelse. Erfaringsmæssigt er en kontrolberegning med en vintermiddel afstrømning dog tilstrækkelig til at lokalisere betydende bundhævninger i hovedparten af danske vandløb.

## 8.3 Kontrolpraksis

Vandløbets vandføringsevne ved en teoretisk skikkelse kontrolleres ved at der foretages opmåling af vandløbet. Kontrolopmålingen skal have en detaljeringsgrad, som sikrer, at hydrauliske beregninger giver valide resultater. Der udføres sammenlignende vandspejlsberegninger med de fastsatte beregningsparametre.

For at sammenligningen skal give mening, skal de hydrauliske parametre være de samme for både skikkelsen bestemt ved opmåling og den regulativmæssige skikkelse, så de forskelle i vandføringsevne, der beregnes, udelukkende kan tilskrives skikkelsesvariation mellem den teoretiske skikkelse og kontrolopmålingens skikkelse.

Kontrollen bliver oftest gennemført ved at regne på et begrænset antal (2) afstrømninger. Det kan være en vintermiddel og en vintermedianmaksimum afstrømning.

Da der både skal foretages en opmåling og en vandspejlsberegning er kontrollen forholdsvis dyr. På den baggrund har man i Nordjylland tradition for at anvende en pejling, der svarer til pejlingen i et geometrisk skikkelseregulativ, for at fastlægge, hvor der er behov for en egentlig opmåling. Pejlingen foregår ved aflæsning af vandspejl ved skalapæle i en periode, hvor vandføring er stabil (dvs. ikke under eller umiddelbart efter en nedbørshændelse). Skalapælene skal stå så tæt, at det kan forudsættes, at der er jævnt vandspejlsfald mellem de enkelte skalapæle. Vandspejlsfaldet sammenlignes med de modelberegnete vandspejl i regulativet, for at se om hældningen er sammenlignelig. I de tilfælde, hvor forskellen afviger fra det forventede, kan der igangsættes en kontrolopmåling af delstrækningen for at vurdere, om der kan være aflejringer eller indsnævringer mv., der betyder, at regulativet ikke er overholdt. Herefter kan der gennemføres kontrol af regulativet ved vandspejlsberegner, som beskrevet ovenfor. Metoden kan minimere opmålingsbehovet, men kræver til gengæld at der opsættes skalapæle. I dag er det muligt at droneflyve et vandspejl, se kapitel 21.2. Det kan være en alternativ mulighed for at screene vandspejlsfaldet i fremtiden.

Når et eller flere af de beregnede vandspejl for opmålingen ligger over de beregnede vandspejlsforløb for regulativet, skal der foretages en oprensning. Som for de øvrige regulativtyper er der ofte indbygget en tolerance i forhold til, hvornår der skal udføres en oprensning. Som



oftest er den fastsat til en vandspejlsstigning på 10 cm i forhold til de regulativberegnedes vandspejl. På det seneste har nogle kommuner dog ændret praksis så kravvandspejlet for, hvornår der skal oprensnes, svarer til den regulativmæssige skikkelse med 10 cm's aflejringer. Dette svarer til kravet i det geometrisk skikkelsesregulativ. En vandspejlsstigning på 10 cm vil særligt ved den store afstrømning kræve aflejringer, der er større end 10 cm. Praksis viser, at aflejringer slår igennem ved beregningen ved den mindre afstrømning, og at det ofte er vandløbets eventuelle manglede bredde, der fanges ved den store afstrømning.

Det er enkelt at se, hvornår vandføringsevnen er til stede, når der er gennemført en kontrolberegning. Når oprensningsbehovet skal fastlægges, kan den teoretiske skikkelse bruges som rettesnor. Da det modelberegnedes vandspejl er påvirket af skikkelsen på den nedstrøms liggende strækning, kan det være aflejringer nedstrøms, der bevirker en vandspejlsstigning opstrøms. Det er således ikke sikkert, at der er et oprensningsbehov for hele den strækning, hvor der er en modelberegnet vandspejlsstigning. Derfor indgår de opmålte tværprofiler, der er sammenholdt med den teoretiske skikkelse, også som led i vurderingen af oprensningsbehovet. Omvendt kan en nedstrøms strækning have en meget bedre vandføringsevne end regulativet foreskriver. Det kan nogle gange medføre, at selv om der på en opstrøms strækning kan konstateres aflejringer, så vil det samlede beregnede vandspejl alligevel overholde kravet til den fastlagte vandføringsevne. Har lodsejeren drænuvløb, der er afhængige af en tilstrækkelig bundkote på et sådant sted, vil vandspejlskontrollen ikke i dette tilfælde vise, at vandløbsbunden er hævet og dermed potentielt kan komme i konflikt med lavtliggende dræn. Det vil dog være muligt at se på plot af længde- og tværprofiler.

## **8.4 Evne til at sikre vandføringsevne/skikkelse i forhold til afvandingsinteresser**

I forhold til QH-regulativer har teoretisk skikkelse den fordel at vandløbet kontrolleres ved forskellige afstrømningsniveauer. Det betyder, at kontrollen både viser noget om vandløbets dybde og bredde. Men i modsætning til QH-regulativer vil en eventuel ændring i Manningtal på en strækning ikke blive fanget af kontrollen, da det er et fastlagt teoretisk Manningtal, der anvendes i kontrollen.

Hvis det tydeligt er anført i regulativet, hvordan kontrollen af den teoretiske skikkelse skal udføres, og hvis de angivne kontrolafstrømninger vurderes at beskrive de afvandingsmæssige interesser omkring vandløbet, viser afgørelser, at kontrol med udvalgte kontrolafstrømninger er tilstrækkeligt for opfyldelse af vandløbslovens § 27, jf. afgørelserne i kapitel 2.2.

Antallet og størrelsen af kontrolafstrømninger bør således fastsættes ud fra en konkret afvejning mellem miljø- og vandaflødningsmæssige interesser. Jo større afstrømninger man kontrollerer ved, jo mere spillerum giver man til, at der er mulighed for formudvikling i vandløbet, og at de fysiske forhold kan variere over tid og sted. Dette spillerum for variation var et af målene med at indføre vandføringsevne-regulativet efter vandløbsloven 1983, men jo større spillerummet er, jo mere går man på kompromis med at sikre, at vandføringsevnen ikke ændres ved andre niveauer, end dem der kontrolleres.

## **8.5 Mulighed for formudvikling til gavn for miljøtilstand**

Mulighederne for formudvikling til udvikling af større fysiske variationer er gode med et teoretisk skikkelsesregulativ.

Størrelsen af muligheden for formudvikling afhænger dog af kontrolmetoden. Det giver større variationsmuligheder for de fysiske forhold, når der udføres kontrol ved få og høje afstrøm-

ningsværdier, end hvis der udføres kontrol ved mange og lavere afstrømningsværdier. I praksis kontrolleres et traditionelt teoretisk skikkelses-regulativ oftest ved et begrænset antal afstrømningsværdier (2).

Hvis en oprensning bliver nødvendig, kan den i princippet udføres mere skånsomt i forhold til det eksisterende profil, særligt i større vandløb. Det skyldes, at det er en vandføringsevne, der er stillet krav til, og ikke en bestemt skikkelse, hvilket giver bedre mulighed for at lave en mere skånsom oprensning, end når det er en specifik skikkelse, der skal etableres.

Vandløb der har et stort fald og/eller et meget varieret forløb kan være vanskelige at give nogle overordnede teoretiske dimensioner. Det er dels tidskrævende, men også forbundet med en vis risiko for utilsigtet oprensning, hvis vandløbet ikke er beskrevet tilstrækkelig detaljeret.

## 8.6 Formidling og borgerforståelse

Grundtanken i regulativtypen teoretisk skikkelse er at have et vandføringsevne-regulativ, der giver mulighed for formudvikling og samtidig giver mulighed for at vurdere omfanget af et eventuelt oprensningsbehov. I forhold til QH-regulativer er dette en klar fordel.

Forudsætningen for at vurdere et oprensningsbehov er at sammenligne 2 skikkelsers modelberegnete vandføringsevne. Oprensningsbehovet kan vurderes ved at vurdere vandspejlsberegningerne og samtidig støtte sig til de opmålte tværsnit, der er sammenlignet med den teoretiske skikkelse. Som tidligere nævnt, kan der på de tværsnit være et oprensningsbehov, hvis det havde været et fast geometrisk skikkelsesregulativ, men hvis den nedstrøms strækning har en meget bedre vandføringsevne, end regulativet foreskriver, kan det ved vandspejlsberegningerne vise sig, at den regulativmæssige vandføringsevne er til stede, og at der derfor alligevel ikke er et oprensningsbehov i forhold til den fastsatte vandføringsevne. Det har skabt utryghed ved pålideligheden af beregningerne. Hvis dette forhold gør sig gældende ved en kontrol af regulativet, anbefales det, at kontrolrapporten tydeligt beskriver, at den fastlagte vandføringsevne er overholdt på trods af de visuelle aflejringer.

Et andet emne for utryghed er brugen af afstrømningsværdier og i særdeleshed brugen af et skønnet Manningtal. Manningtallets størrelse er i princippet ikke vigtig i beregningerne, men bevidstheden om at Manningtallet reelt forandrer sig ned gennem vandløbet kolliderer med tiliden til den teoretiske beregning. Afgørelser fra Natur- og Miljøklagenævnet viser (se kap. 2.2), at det er vigtigt at beregningsforudsætningerne tydeligt fremgår af regulativet. Er dette tilfældet og kontrollen foregår som beskrevet, har det ikke givet anledning til nogen bemærkninger fra klagenævnets side.

Hedeselskabet har i 2017 fået udarbejdet en rapport vedrørende "Forudsætninger og data ved vandspejlsberegninger i vandløb". Rapporten indeholder blandt andet en gennemgang af regulativtypen teoretisk skikkelse, herunder nogle kritikpunkter af regulativtypen, der blev rejst i forbindelse med projektet.

En tese der blev rejst var, at et vandløb, der får lov til at udvikle et mere naturligt forløb, med tiden vil få et lavere Manningtal end et vandløb, der har en trapezformet skikkelse. Som udløber af denne tese har man fremsat ønske om, at der skulle regnes på to forskellige Manningtal ved kontrollen i teoretisk skikkelse, således at kontrolopmålingens Manningtal skulle være mindre end Manningtallet ved den teoretiske skikkelse. Tesen om et evt. lavere Manningtal i det naturlige vandløb, har indtil nu hverken kunne be- eller afkræftes.

Et andet argument for at regne på forskellige Manningtal er, at der i ældre lærebøger (f.eks. H.C: Aslyngs "Afvanding i jordbruget" vedrørende dimensionering af vandløb almindeligvis anvendes et Manningtal på 35. Dette Manningtal er noget højere end de Manningtal der i dag bestemmes i danske vandløb. Forklaringen på dette er dels, som beskrevet i kapitel 5.1.2, at der dengang blev regnet med hydraulisk radius ved højere Manningtal end i dag, hvor der ofte regnes med Modstandsradius. En anden forklaring er, at der dengang ikke var den samme opmærksomhed omkring vandløbsmiljø. Vandløbene blev derfor ofte slået "sorte", hvilket betød, at brinker og bundgrøde blev fjernet helt for at klargøre vandløbet til de store vinterafstrømninger. I dag slås brinkerne af miljømæssige hensyn ofte kun i begrænset omfang, ligesom grøden ofte slås i en strømmende. Det forklarer, at der i dag kan være et lavere vinter Manningtal end tidligere umiddelbart efter reguleringerne. Et lavere vinter Manningtal på grund af efterladt kantvegetation og overvintrende grøde er et forhold, der også gør sig gældende i vandløb med fast geometrisk skikkelse og arealkote-regulativer og er således ikke en problematik, der udelukkende knytter sig til regulativtypen teoretisk skikkelse.

I praksis vil det være meget vanskeligt at fastlægge det eller de Manningtal, der ville skulle regnes på dels i den teoretiske skikkelse, dels i det opmålte profil.

Sammenfattende kan det siges, at regulativtypen teoretisk skikkelse er relativ nem at administrere efter, men at den kræver et vandspejlsberegningsprogram og en hydraulisk viden. Accepten af om et regulativ er overholdt eller ej kan i nogle vandløb være problematisk, da der kan være utryghed over beregningernes pålidelighed. For at imødegå denne utryghed anbefales det, at der ved regulativudarbejdelsen vælges afstrømningsniveauer og Manningtal, der til sammen giver så realistiske scenarier som muligt.

## 8.7 Teoretisk skikkelse og øvrigt myndighedsarbejde

I forhold til øvrigt myndighedsarbejde er teoretisk skikkelse let at indarbejde i diverse vandløbsmodeller, ligesom det er let at udarbejde restaurerings- og reguleringsprojekter, med udgangspunkt i den teoretiske skikkelse. Et vandløbsprojekt udarbejdes som hovedregel med dimensioner, og de kan let efterfølgende indarbejdes i det eksisterende regulativ.

Skikkelsen kan indgå i diverse vandløbsmodeller. I modsætning til fast geometrisk skikkelse kan den reelle skikkelse dog afvige lidt fra den teoretiske, da det er vandføringsevnen og ikke skikkelsen, der er stillet krav til. Den samme mindre forskel gør sig gældende for vandløbets bundkoter og bredder i forholdt til diverse krydsningstilladelser mv.

Teoretisk skikkelse indeholder som hovedregel oplysninger om oplandstørrelser og afstrømningsværdier. Man skal være opmærksom på, at det Manningtal, der er angivet, udelukkende skal bruges til kontrollen af vandføringsevnen.

## 8.8 Økonomi

I forhold til et fast geometrisk skikkelseregulativ er det dyrere at udarbejde et teoretisk skikkelses-regulativ. Det skyldes, at der skal bestemmes oplande, og ofte bliver der bestemt en afstrømningsstatistik. Hertil kommer at der skal gennemføres vandspejlsberegninger, som kræver et vandspejlsberegningsprogram. Ligeledes er kontrollen af regulativet dyrere, idet der er behov for sammenlignende vandspejlsberegninger, og opmålingen skal være mere detaljeret f.eks. med opmålte profiler før og efter alle broer.

For vandløb med stort fald og meget varierende skikkelse vil det ofte være vanskeligt at beskrive vandløbet med generelle teoretiske dimensioner. Det kan således være forbundet med et øget tidsforbrug.

Sammenfattende kan det siges, at regulativtypen er relativ dyr at udarbejde, og at kontrollen ved opmåling er forholdsvis omkostningstung. En nærmere oversigt over den økonomi, der er forbundet med regulativets udarbejdelse og drift fremgår af kapitel 18.

## 8.9 Opsummering af fordele og ulemper

### Fordele

Teoretisk skikkelse opfylder vandløbsloven krav idet der fastsættes et krav til vandføringsevne for hele vandløbet. Det er forholdsvis let at lokalisere, hvad der er skyld i en eventuel overskridelse af regulativkravet, når der er fastsat 2 afstrømningsniveauer i kontrollen. Det betyder også, at regulativtypen er relativ god til at sikre de afvandingsmæssige interesser, som den fastsatte vandføringsevne beskriver. Regulativtypen tillader formudvikling. I forhold til øvrigt myndighedsarbejde er der beskrevet en teoretisk skikkelse, der kan indgå i modelarbejde.

### Ulemper

En ulempe er, at kontrolmetoden kan være svær at formidle til borgere. Det er også en ulempe, at kontrollen er forholdsvis dyr at gennemføre, fordi der kræves en detaljeret opmåling, da opmålingen kræver tværprofiler før og efter alle bygværker, og et vandspejlsberegningssprogram for at kunne beregne korrekte vandspejl.

Regulativtypens fordele og ulemper er opsummeret skematisk på i tabel 7.

**TABEL 7:** Opsummering af regulativtypens fordele og ulemper. I højre kolonne er angivet en værdi for hvor egnet regulativtypen er i forhold til de enkelte emner: +++ angiver at regulativtypen er meget velegnet, ++ angiver at regulativtypen er egnet, + angiver en begrænset egnet, mens – angiver at regulativtypen ikke er egnet.

| Emne                                                           | Regulativets egnethed                              | Værdi |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------|
| <b>Beskrivelse af vandføringsevne</b>                          | Ja, en teoretisk vandføringssevne i hele vandløbet | +++   |
| <b>Kontrol viser hvad der skal renses op</b>                   | Ja                                                 | ++    |
| <b>Sikring af afvandingsinteresser ift. regulativets krav:</b> | Kontrollen sikrer den fastlagte vandføringsevne    |       |
| Drænuddøbsdybde                                                | Ja                                                 | ++    |
| Middelvandstand                                                | Ja                                                 | +++   |
| Oversvømmelse                                                  | Ja                                                 | +++   |
| <b>Miljø- og naturinteresser</b>                               |                                                    |       |
| Mulighed for formudvikling                                     | Ja                                                 | ++(+) |
| <b>Formidling af regulativets bestemmelser</b>                 |                                                    |       |
| Overholdelse af regulativ og behov for oprensning              | Nej                                                | ++    |
| <b>Øvrigt myndighedsarbejde</b>                                |                                                    |       |
| Er beskrevet ved dimensioner                                   | Ja                                                 | ++(+) |
| <b>Økonomi</b>                                                 |                                                    |       |
| Udarbejdelse                                                   | Relativ dyr                                        | ++    |
| Drift                                                          | Relativ dyr                                        | +(+)  |

## 9. Styrekote

I det følgende beskrives regulativtypen styrekote med tilhørende kontrolmetoder.

### 9.1 Beskrivelse af regulativtype

Regulativtypen styrekote består i, at der for et antal vandløbsstationer fastsættes en bestemt vandspejlskote, som ikke må overskrides for en bestemt vandføring – ofte en stor vandføring, hvilket f.eks. kunne være vintermedianmaksimum afstrømning. I princippet svarer dette til, at man kun har fastlagt et enkelt punkt på en QH-kravkurve. Et styrekote-regulativ er således at opfatte som et vandføringsevne-regulativ, hvor der kun er fastsat krav til vandføringsevne ved én afstrømning.

### 9.2 Beskrivelse af vandføringsevne

Styrekote-regulativet er på trods af lighederne med et QH-regulativ ikke så velegnet til at beskrive vandløbets vandføringsevne, idet vandføringsevnen kun er fastlagt for en enkelt (ofte høj) vandspejlskote. Reelt er det kun for denne ene vandspejlskote, at krav til vandføringsevnen er fastlagt. Med hensyn til mulighederne for at beskrive et krav til vandføringsevnen overalt i vandløbet, er der tilsvarende udfordringer, som ved et QH-regulativ, nemlig at kontrolstationerne kan ligge med så lang indbyrdes afstand, at der reelt ikke er fastsat krav gældende for hele vandløbet.

### 9.3 Kontrolpraksis

I princippet skal et styrekote-regulativ kontrolleres, enten når det aktuelle vandspejl er lig det fastsatte kravvandspejl (a), eller ved den afstrømningssituation (b) som kravvandspejlet er fastsat ud fra (f.eks. en vintermedianmaksimum afstrømning). Hvis vandføringen er større end den vandføring, som kravvandspejlet præsenterer, eller hvis vandspejlet er lavere end kravvandspejlet ved f.eks. en vintermedianmaksimum afstrømning, er regulativet overholdt. Det er svært at udføre kontrollen idet regulativtypen forudsætter, at kontrollen udføres ved den fastsatte vandstand eller ved den fastsatte afstrømning, som styrekoten er fastlagt ved.

Kontrollen ved denne regulativtype giver ikke mulighed for at sikre vandføringsevnen ved små/middel afstrømninger, hvorved det kan være vanskeligt (umuligt) at opdage aflejringer. Hertil kommer, at regulativtypen kun kan kontrolleres ved den fastlagte vandstand eller vandføring. Derfor har myndigheder ofte forsøgt at bruge alternative kontrolmetoder i styrekote-regulativer, f.eks. ved at gennemføre en opmåling af strækningen og derefter beregnet et vandspejl ved den i regulativet angivne afstrømningssituation (f.eks. vintermedianmaksimum afstrømning), og sammenholdt det beregnede vandspejl med regulativets kravvandspejl. Som det fremgår af afsnit 2.2, skal kontrollen af et regulativ udføres, som det er beskrevet i regulativet, hvorfor denne fremgangsmåde ikke kan anbefales.

Hvorvidt vandløbsmyndigheden kan overholde lovens § 27 med denne regulativtype er tvivlsomt.

## 9.4 Evne til at sikre vandføringsevne/skikkelse i forhold til afvandingsinteresser

Regulativtypen sikrer, som ovenfor beskrevet, kun at den fastsatte vandstand til en specifik afstrømning skal være overholdt. Det betyder, at vandføringsevnen kun kontrolleres i en givet situation, mens vandføringsevnen ved øvrige afstrømninger ikke kontrolleres.

Regulativtypen er derfor kun velegnet til at sikre de afvandingsmæssige interesser typisk ved store afstrømninger.

## 9.5 Mulighed for formudvikling til gavn for miljøtilstand

Styrekote regulativer giver meget store muligheder for formudvikling, da der kun er fastsat krav til en vandstand ved en høj afstrømningsværdi.

## 9.6 Formidling og borgerforståelse

Regulativtypens krav er let at forstå, men vanskelig at kontrollere, da vandløbsmyndigheden skal ramme et tidspunkt, hvor enten afstrømning eller vandstand er tilstede. Når dette ikke er tilfældet, kan vandløbet ikke kontrolleres, og vandløbet er dermed meget vanskeligt at administrere. Er styrekoten overskredet, kan det desuden være vanskeligt at formidle, hvad der skal renses op.

## 9.7 Styrekote regulativer og øvrigt myndighedsarbejde

I forhold til øvrigt myndighedsarbejde har styrekote regulativer samme udfordringer som QH-regulativer, idet de ikke beskriver en skikkelse.

## 9.8 Økonomi

Det er relativt dyrt at udarbejde et styrekote regulativ, da arbejdsprocessen svarer til QH-regulativerne. Kontrollen er i princippet billig at udføre, men meget vanskelig at udføre i praksis, med mindre der etableres en QH-målestation i vandløbet. Hvis kontrollen viser et oprensingsbehov, kan kontrollen blive dyr, da det kan være vanskeligt at afgøre, hvad der skal renses op, hvorfor det kan være nødvendigt at gennemføre en opmåling.

## 9.9 Opsummering af fordele og ulemper

### Fordele

Styrekote beskriver en vandføringsevne. Regulativtypen giver meget gode muligheder for formudvikling. Regulativtypen er let at forstå og et faldende Manningtal på en strækning, som f.eks. ved øget grødemængde om vinteren eller udlægning af grus og sten, vil vise sig ved kontrollen. Vandløbet er billigere at kontrollere end vandløb, der skal opmåles, hvilket særligt slår igennem ved store vandløb.

### Ulemper

Regulativtypen er vanskelig at kontrollere, og kontrollen viser ikke hvad årsagen til overskridelsen er. Kontrollen sikrer ikke at drænuvløbsdybden er overholdt. Styrekote regulativer er ikke lette at indarbejde i vandløbsmodeller, og kan på grund af den manglende skikkelse også give ekstraarbejde i forhold til restaurerings- og reguleringsprojekter.

Regulativtypens fordele og ulemper er opsummeret skematisk i tabel 8.

**TABEL 8:** Opsummering af regulativtypens fordele og ulemper. I højre kolonne er angivet en værdi for hvor egnet regulativtypen er i forhold til de enkelte emner: XXX angiver at regulativtypen er meget velegnet, XX angiver at regulativtypen er egnet, X angiver en begrænset egnethed, mens – angiver at regulativtypen ikke er egnet.

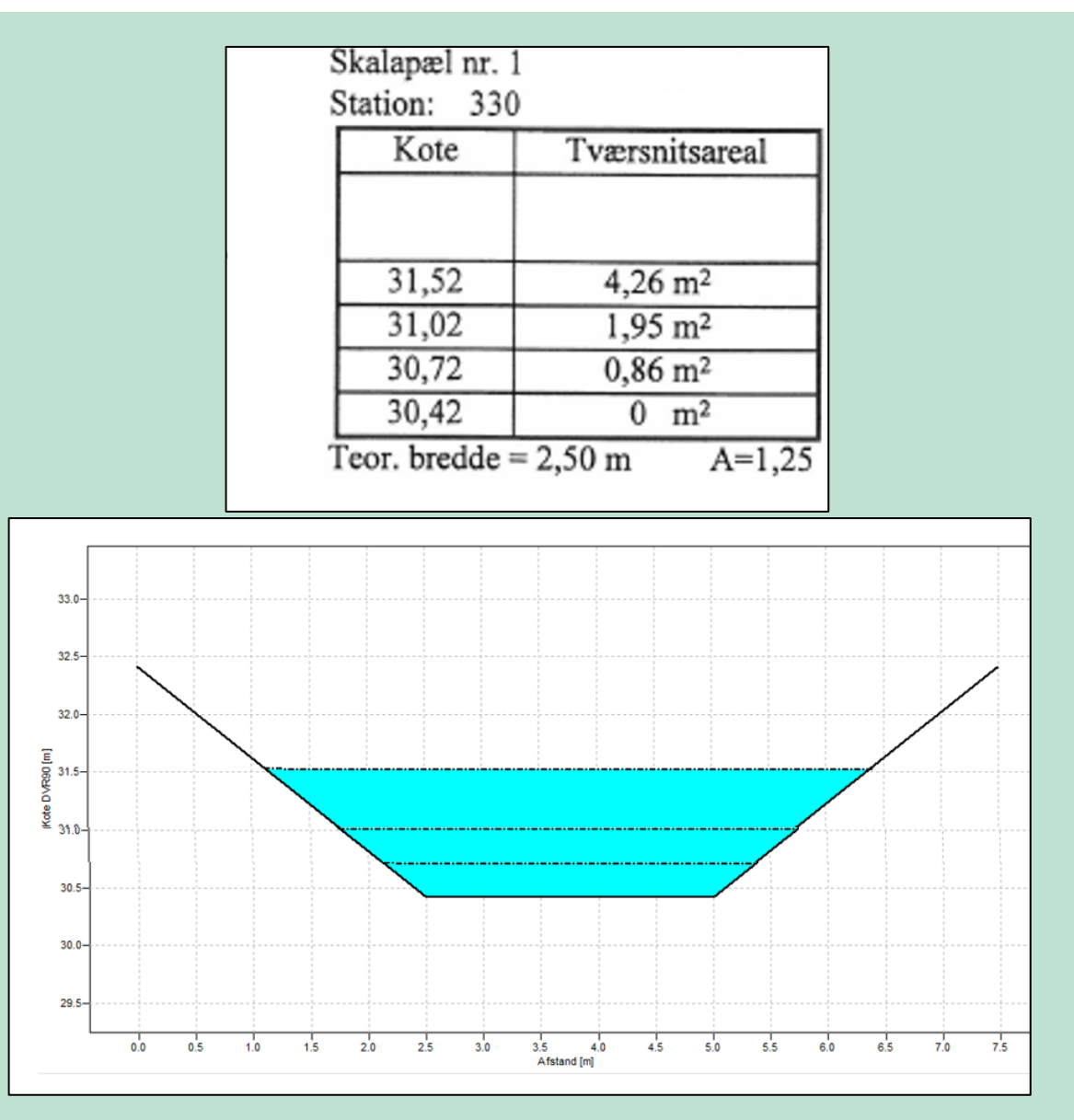
| Emne                                                          | Regulativets egnethed                                  | Værdi   |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------|
| <b>Beskrivelse af vandføringsevne</b>                         | Ja, beskriver vandføringssevne for delstrækninger      | ++      |
| <b>Kontrol viser oprensningsbehov</b>                         | Ja, men ikke hvor meget der skal renses op             | +       |
| <b>Sikring af afvandingsinteresser ift. regulativet krav:</b> | Kontrollen sikrer den vandføringsevne der er fastlagt. |         |
| Drænuvløbsdybde                                               | Nej                                                    | +       |
| Middelvandstand                                               | I mindre grad                                          | ++      |
| Oversvømmelse                                                 | Ja                                                     | +++     |
| <b>Miljø- og naturinteresser</b>                              |                                                        |         |
| Mulighed for formudvikling                                    | Ja, i høj grad                                         | +++     |
| <b>Formidling</b>                                             |                                                        |         |
| Overholdelse af regulativ og behov for oprensning             | Viser overskridelse men ikke årsag                     | +(+)    |
| <b>Øvrigt myndighedsarbejde</b>                               |                                                        |         |
| Vandløbsmodeller og dimensioner                               | Ikke velegnet                                          | -       |
| <b>Økonomi</b>                                                |                                                        |         |
| Udarbejdelse                                                  | Dyr                                                    | +       |
| Drift                                                         | Med og uden behov for oprensning: Dyr / billig         | + / +++ |

# 10. Arealkote

I det følgende beskrives regulativtypen arealkote med tilhørende kontrolmetoder.

## 10.1 Beskrivelse af regulativtype

Regulativtypen arealkote opstiller krav til et minimumsareal under en bestemt kote, og kan betragtes som en variant af et geometrisk skikkelses-regulativ. Det findes flere varianter af regulativtypen, hvor den største forskel består i, hvor mange kote-niveauer, der skal kontrolleres tværsnitsarealer ved. Nogle regulativer beskriver eksempelvis 3 niveauer over den teoretiske bundkote, hvor der er fastsat et krav til arealkote, som er vist på figur 8, med et skema og et tværsnit.

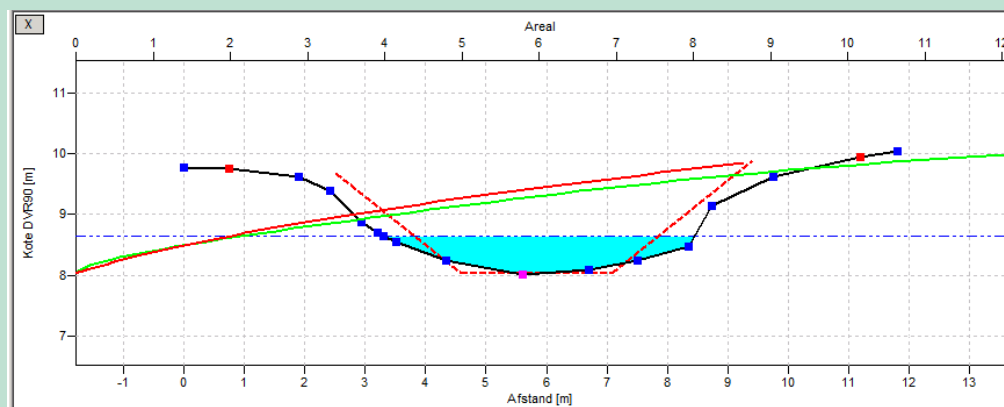


**FIGUR 8:** Eksempel på et tværsnit i et arealkote regulativ, hvor man kan se tre faste kontrolkoter (stiplet linje).



En anden variant af et arealkote-regulativ er et såkaldt AH-regulativ, tværsnitsareal (A) og vandstandskote (H). I stedet for kravarealer under faste kontrolkoter, er der stillet krav til tværsnitsareal til alle koter med udgangspunkt i en teoretisk skikkelse.

Relationen mellem krav til tværsnitsareal (A) og vandstandskote (H) kan udtrykkes i en såkaldt AH-kurve, hvor der til en given kote er fastsat et krav til et minimumstværsnit, se figur 9.



**Figur 9:** Eksempel på en AH kurve for hhv. en skikkelse baseret på en kontrolopmåling (sort kurve) og en skikkelse baseret på regulativkravet (rød kurve). (De parabelformede AH-kurver refererer her til den øverste x akse (areal) og venstre y akse (kote). Regulativkravet til et tværsnitsareal er udarbejdet med grundlag i en skikkelse som vist her med den fuldt optrukne røde streg. Den grønne streg viser arealet for det opmålte tværprofil.

Med regulativtypen tillades det, at tværsnittet må udvikle sig frit – blot minimumskrav til tværsnitsareal under hver kontrolkote er opfyldt.

## 10.2 Beskrivelse af vandføringsevne

Arealkote regulativer har ofte en teoretisk dimensionsliste, som kan benyttes til at udregne en vandføringsevne, men regulativtypen angiver ikke i sig selv en vandføringsevne.

Tværsnitsarealer er betydende for et vandløbs vandføringsevne, men de beskriver ikke stuvnings- og sænkingsfænomener. Under forudsætning om næsten ensformig strømning (et kanalagtigt vandløb) kan et arealkote-regulativ, på samme vis som et geometrisk og teoretisk skikkelses-regulativ, tilnærmelsesvist udtrykke en vandføringsevne.

## 10.3 Kontrolpraksis

Kontrollen af et arealkote regulativ foregår ved at opmåle tværprofiler af vandløbet og sammenholde de opmålte tværprofilers tværsnitsarealer med kravene til tværsnitsarealer.

I praksis foregår kontrollen ofte ved at sammenligne den opmålte skikkelse med den teoretisk skikkelse. Hvis den opmålte skikkelse overskrider den teoretisk skikkelse, udregnes tværsnitsarealer, der sammenlignes med kravene til tværsnitsarealer. Visse vandløbsprogrammer er udviklet til let at sammenligne arealstørrelserne for opmålingen med de kravfastsatte regulativarealer.

I forhold til at vurdere omfang af et eventuelt oprensingsbehov er regulativtypen velegnet, idet det på baggrund af en opmåling er let at se, hvor regulativet ikke er overholdt og samtidig at vurdere, hvad der skal til for at opfylde regulativets krav.

## 10.4 Evne til at sikre vandføringsevne/skikkelse i forhold til afvandingsinteresser

Regulativtypen med tilhørende kontrol sikrer i langt de fleste tilfælde, at vandløbslovens § 27 kan overholdes i praksis, særligt når kravarealerne er fastsat som AH-kurver. Når en stor del af det faktiske areal ligger under den teoretiske bundkote (dvs. vandløbet er overuddybte) er udfordringen at vide, om det har en betydning for vandføringsevnen. I et teoretisk skikkelsesregulativ regnes der på den teoretiske vandføringsevne, hvilket er vist om vandføringsevnen er til stede. Dette er ikke tilfældet i AH-regulativer.

Særligt AH-regulativer, hvor der kontrolleres ved alle koter, sikrer en drænuddybde, mens arealkote regulativer, hvor der eksempelvis er fastsat krav til et areal 30 cm over den regulativmæssige bundkote, ikke giver den samme sikkerhed.

Som for fast geometrisk skikkelse beskriver et arealkote-regulativ ikke, hvilken afvandingstilstand regulativets arealkoter sikrer.

## 10.5 Mulighed for formudvikling til gavn for miljøtilstand

Med et arealkote regulativ er der mulighed for at tillade formudvikling og dermed opnå en bedre fysisk variation i vandløbet. Regulativets mulighed for formudvikling vurderes at ligge mellem regulativtyperne fast geometrisk skikkelse og teoretisk skikkelse.

## 10.6 Formidling og borgerforståelse

Regulativtypens krav er let at forstå. En sammenligning af den opmålte skikkelse og den teoretiske skikkelse med tilhørende arealkrav viser umiddelbart, om regulativet er overholdt, og hvad der skal oprenses, hvis der er et eventuelt oprensingsbehov.

Det er en fordel at benytte et vandløbsprogram til at bestemme arealerne for opmålingen, men selve princippet er let at formidle og forstå.

Det betyder, at det er let at administrere vandløb efter regulativtypen. I praksis har der været enkelte sager, hvor vandløbet har været overuddybte, hvilket har givet anledning til usikkerhed om den reelle tilsigtede vandføringsevne er til stede, jf. afgørelse vedrørende Åmosen (se kap. 2.2). Vandspejlsberegninger viste, at vandføringsevnen var til stede. Men da det ikke er et vandføringsevne-regulativ, skal man ikke udføre vandspejlsberegninger, med mindre det i teksten til regulativets kontrolafsnit bliver beskrevet som en mulighed, hvis der opstår tvivl.

## 10.7 Arealkote-regulativer og øvrigt myndighedsarbejde

I forhold til øvrigt myndighedsarbejde indeholder arealkote-regulativer ofte en teoretisk dimensionsliste, der er let at indarbejde i diverse vandløbsmodeller, ligesom det er let at udarbejde restaurerings- og reguleringsprojekter, med udgangspunkt i den teoretiske skikkelse. I forhold til øvrigt myndighedsarbejde svarer regulativtypen således til teoretisk skikkelse, bortset fra at der som udgangspunkt ikke findes oplysninger om oplandsstørrelser og afstrømningsværdier.

## 10.8 Økonomi

Det er relativt billigt at udarbejde et regulativ med krav til arealkoter, særligt hvis regulativet i forvejen har en skikkelse. Det anbefales, at der ved udarbejdelse af regulativet benyttes en nyere retvisende tværprofilopmåling. Udover tværprofilopmåling, som sammenholdes med den gældende regulativmæssige skikkelse for vandløbet, er der ikke krav til yderligere dataindsamling i forhold til regulativudarbejdelsen.

Kontrollen kan udføres som en egentlig opmåling af tværprofiler, hvorefter tværsnitsarealer sammenlignes. Dette gøres lettest med et vandløbsprogram.

Sammenfattende kan det siges, at regulativtypen er relativ billig at udarbejde, mens kontrollen ved opmåling er forholdsvis omkostningstung.

## 10.9 Opsummering af fordele og ulemper

### Fordele

Arealkote regulativer er lette at forstå, og muliggør en vis formændring. Kontrollen sikrer generelt vandløbets vandføringsevne, dog med visse undtagelser. Kontrollen sikrer desuden en tilstrækkelig drænuvløbsdybde, hvis regulativet er beskrevet som en AH-kurve. I forhold til at sikre store afstrømninger er regulativet mindre velegnet. Da kontrollen forudsætter en tværprofilopmåling, kan kontrollen samtidig vise omfanget af et eventuelt oprensingsbehov.

Den teoretiske skikkelse, der ligger til grund for arealkote-regulativet, er let at indarbejde i vandløbsmodeller og er let at håndtere i forhold til øvrigt myndighedsarbejde omkring vandløb.

### Ulemper

Hvis der er et stort areal under den teoretiske bundkote, kan regulativtypen i sin nuværende form give anledning til usikkerhed om, hvilken vandføringsevne regulativet sikrer.

Regulativtypens fordele og ulemper er opsummeret skematisk i tabel 9.

**TABEL 9:** Opsummering af regulativtypens fordele og ulemper. I højre kolonne er angivet en værdi for hvor egnet regulativtypen er i forhold til de enkelte emner: +++ angiver at regulativtypen er meget velegnet, ++ angiver at regulativtypen er egnet, + angiver en begrænset egnethed, mens – angiver at regulativtypen ikke er egnet.

| Emne                                                           | Regulativets egnethed                                                     | Værdi     |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Beskrivelse af vandføringsevne</b>                          | Nej. Teoretisk vandføringssevne kan dog udregnes på baggrund af skikkelse | -         |
| <b>Kontrol viser hvad der skal renses op</b>                   | Ja                                                                        | +++       |
| <b>Sikring af afvandingsinteresser ift. regulativets krav:</b> | Kontrollen sikrer den vandføringsevne der er fastsat                      |           |
| Drænuddøbsdybde                                                | Afhængig af kontrolniveau                                                 |           |
| Middelvandstand                                                | Ja                                                                        | +++ / ++  |
| Oversvømmelse                                                  | Delvist                                                                   | +++<br>++ |
| <b>Miljø- og naturinteresser</b>                               |                                                                           |           |
| Mulighed for formudvikling                                     | Ja                                                                        | +++       |
| <b>Formidling af regulativets bestemmelser</b>                 |                                                                           |           |
| Overholdelse af regulativ og behov for oprensning              | Delvist                                                                   | ++        |
| <b>Øvrigt myndighedsarbejde</b>                                |                                                                           |           |
| Er beskrevet ved dimensioner                                   | Ja                                                                        | ++(+)     |
| <b>Økonomi</b>                                                 |                                                                           |           |
| Udarbejdelse                                                   | Relativ dyr                                                               | ++        |
| Drift                                                          | Relativ dyr                                                               | ++        |

# 11. Naturvandløb

I det følgende beskrives regulativtypen naturvandløb med tilhørende kontrolmetoder.

## 11.1 Beskrivelse af regulativtype

Regulativtype naturvandløb er defineret ved, at der ikke er fastlagt krav til hverken skikkelse eller vandføringsevne. Denne regulativtype er typisk valgt til vandløb, hvor man erfaringsmæssigt ved, at der normalt ikke er behov for oprensning, dvs. at vandløbet kan passe sig selv uden vedligeholdelse. Det er ofte vandløb med et stort fald og stor variation i profilet, som er dyrere at måle op og kontrollere end mere kanalformede vandløb.

## 11.2 Beskrivelse af vandføringsevne

Naturvandløb beskriver ikke vandløbets vandføringsevne.

## 11.3 Kontrolpraksis

Kontrol af naturvandløb foregår ofte ved at vandløbet gennemgås med henblik på at fjerne nedfaldne grene og lignende.

## 11.4 Evne til at sikre vandføringsevne/skikkelse i forhold til afvandingsinteresser

Regulativtypen med tilhørende kontrol sikrer ikke vandløbslovens § 27. Regulativtypen kan ikke kontrolleres op mod noget krav om hverken skikkelse eller vandføringsevne, hvorfor det ikke er muligt at vide, om skikkelsen eller vandføringsevnen ændrer sig. Ofte er der foretaget en opmåling i forbindelse med regulativudarbejdelsen. Denne opmåling kan fungere som referencetilstand, men er ofte ikke beskrevet i de nuværende vandløbsregulativer med regulativtypen naturvandløb.

## 11.5 Mulighed for formudvikling til gavn for miljøtilstand

Naturvandløb giver maksimal mulighed for at vandløbet kan udvikle sig frit og er dermed bedst til at sikre miljø- og naturmæssige interesser.

## 11.6 Formidling og borgerforståelse

Naturvandløb er ofte en regulativtype, der anvendes i vandløb, hvor der ikke er noget oprensningsbehov eller nogen nytteværdi af vedligeholdelse. Hvis det er åbenlyst, at der ikke er et vedligeholdelsesbehov, er der ofte stor accept af regulativtypen, da der således ikke bruges ressourcer på at kontrollere et vandløb, hvor der ikke er et behov. Hertil kommer, at kontrollen af et vandløb med stort fald og stor variation er omkostningskrævende, samtidig med at nytteværdien af kontrollen er lav. Det er vigtigt at regulativtypen kun bruges på vandløb, som kan passe sig selv og opretholde den eksisterende vandføringsevne. I de vandløb, hvor det ikke er tilfældet, kan regulativtypen give administrative problemer, hvis der ikke er anført, hvad der skal iværksættes, hvis forudsætningen om at vandløbet kan passe sig selv viser sig ikke at holde stik.

## 11.7 Naturvandløb og øvrigt myndighedsarbejde

Regulativtypen er ikke velegnet i forhold til myndighedsarbejde, der vedrører vandløb, da der hverken er beskrevet en skikkelse eller en vandføringsevne. Det betyder eksempelvis, at regulativtypen ikke indeholder oplysninger, som kan indarbejdes i en vandløbsmodel.

## 11.8 Økonomi

Det er meget billigt at udarbejde et regulativ som naturvandløb, og kontrollen er meget billig.

## 11.9 Opsummering af fordele og ulemper

### Fordele

Naturvandløb giver maksimal mulighed for formudvikling. Regulativtypen bruges ofte i vandløb, der kan passe sig selv og samtidig vil være omkostningskrævende at kontrollere. Regulativtypen har således den fordel, at der ikke bruges store ressourcer på vandløb, hvor der ikke er nogen nytteværdi af kontrollen.

### Ulemper

Ombudsmanden har jf. kap. 2.1 udtalt, at vandløbsmyndigheden har pligt til at fastsætte krav til en skikkelse eller en vandføringsevne, hvilket regulativtypen ikke opfylder. Der er ikke sikkerhed for at vandløbets vandføringsevne opretholdes, og vandføringsevnen kontrolleres ikke. Under forudsætning af, at vandløbet kan passe sig selv, er regulativtypen god, men viser det sig ikke at være tilfældet, viser erfaringerne, at der kan opstå uoverensstemmelser, der er svære at løse i praksis, idet regulativet ikke har nogen anvisninger til, hvordan en tilstand skal genoprettes.

Regulativtypens fordele og ulemper er opsummeret skematisk i tabel 10.

**TABEL 10:** Opsummering af regulativtypens fordele og ulemper. I højre kolonne er angivet en værdi for hvor egnet regulativtypen er i forhold til de enkelte emner: +++ angiver at regulativtypen er meget velegnet, ++ angiver at regulativtypen er egnet, + angiver en begrænset egnethed, mens – angiver at regulativtypen ikke er egnet.

| Emne                                                           | Regulativets egnethed                           | Værdi |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------|
| Beskrivelse af vandføringsevne                                 | Nej                                             | -     |
| Kontrol viser hvad der skal renses op                          | Kontrol omfatter ikke egentlig oprensning       | -     |
| <b>Sikring af afvandingsinteresser ift. regulativets krav:</b> | Kontrollen sikrer den fastlagte vandføringsevne |       |
| Drænuvløbsdybde                                                | Nej                                             | -     |
| Middelvandstand                                                | Nej                                             | -     |
| Oversvømmelse                                                  | Nej                                             | -     |
| <b>Miljø- og naturinteresser</b>                               |                                                 |       |
| Mulighed for formudvikling                                     | Ja                                              | +++   |
| <b>Formidling af regulativets bestemmelser</b>                 |                                                 |       |
| Overholdelse af regulativ og behov for oprensning              | Nej                                             | -     |
| <b>Øvrigt myndighedsarbejde</b>                                |                                                 |       |
| Er ikke beskrevet ved dimensioner                              | Nej                                             | -     |
| <b>Økonomi</b>                                                 |                                                 |       |
| Udarbejdelse                                                   | Meget billig                                    | +++   |
| Drift                                                          | Meget billig                                    | +++   |

## 12. Forslag, nye regulativtyper

I det foregående afsnit er de eksisterende regulativtyper beskrevet. Regulativtyperne QH og styrekote er gode til at sikre formudvikling og har nogle fordele i forhold til at beskrive den faktiske vandføringsevne (for styrekote dog kun for en enkelt vandføring) ligesom de er billige at kontrollere. Er der et behov for at sikre en drænuvløbsdybde, eller viser der sig at være et oprensingsbehov har regulativtyperne imidlertid nogle mangler som tidligere beskrevet.

For regulativtypen teoretisk skikkelse er muligheden for formudvikling og samtidig sikring af vandføringsevne i alle afstrømningssituationer modsatrettede ønsker og kan derfor være årsag til konflikt. I modsætning til dette, er regulativtyperne fast geometrisk skikkelse, der ikke tillader formudvikling, og derfor mest tager hensyn til de afvandingsmæssige interesser. Alt efter hvor betydende miljø og/eller afvandingsinteresser der er, kan man med regulativtype teoretisk skikkelse vælge de afstrømningsværdier, som bedst afspejler et behov for kontrol i det enkelte vandløb.

I dette afsnit beskrives principper og formål med nye regulativtyper, der i stor udstrækning udgør nye kombinationer af de kendte regulativtyper.

Forslaget til de nye regulativtyper er dels at imødegå nogle af de udfordringer, som de traditionelle regulativtyper har, og dels understøtte større mulighed for på sigt at bruge nye teknologier til kontrol.

I forhold til de traditionelle regulativtyper kan de nye typer vælges hvis der er behov for f.eks.

- Bedre mulighed for at lokalisere årsag til overskridelser af krav til vandføringsevne.
- Bedre mulighed for sikring af vandaflledning.
- Større mulighed for formudvikling.
- Muligheder for lettere og måske billigere kontrol af krav.

Under hver ny regulativtype vil baggrunden for typen derfor blive skitseret.

Nye regulativtyper med baggrund i QH-regulativet:

- QH-kurve udvidet med vedligeholdelse efter teoretisk skikkelse

Nye regulativtyper med baggrund i teoretisk skikkelse:

- Teoretisk skikkelse ved kontrol ved højafstrømningsværdi

### 12.1 QH-regulativ med teoretisk skikkelse

QH-kontrol er billigere at udføre end opmålinger. Når kravkurven ved en lokalitet er overskredet, forefinder der ikke umiddelbart oplysninger om, hvor på strækningen, at årsagen til overskridelsen skal findes, ligesom det er vanskeligt at vurdere oprensingsbehovet.

En mulighed kan være, at der fortsat er fastsat krav til en vandføringsevne beskrevet med QH-kurver, men at disse suppleres med en teoretisk skikkelse, som kan være vejledende for evt. oprensning. En anden mulighed er kun at skitsere et bundlinjeforløb, som kunne tage udgangspunkt i det tidligere regulativs bundkote.



I forhold til de eksisterende QH- regulativer vil en udvidelse af regulativtypen have den fordel, at et evt. oprensningsbehov bliver lettere at vurdere. En anden fordel kan være, at man ved ansøgning om anlæggelse af nye udløb har en teoretisk bundkote at forholde sig til.

Ulempen kan, som man ser det i teoretiske skikkelsesregulativer være, at man som lodsejer kan have en forventning om, at den beskrevne teoretiske skikkelse skal genoprettes ved oprensning, hvilket ikke nødvendigvis er tilfældet, da det er en vandføringsevne, der stilles krav til, så vandløbet ikke fastholdes i en bestemt form.

I forhold til øvrigt myndighedsarbejde vil regulativtypen kunne have et teoretisk dimensions-skema, som kan benyttes i vandløbsmodeller og lignende.

### **12.1.1 Fordelene og ulemperne ved regulativtypen**

#### Fordele

QH-regulativ med teoretisk skikkelse beskriver en vandføringsevne. Regulativtypen giver meget gode muligheder for formudvikling. Regulativtypen er let at forstå og et faldende Manning-tal på en strækning, som f.eks. ses ved overvintring af grøde i vandløbet, vil vise sig ved kontrollen. Vandløbet er billigere at kontrollere end vandløb, der skal tværprofilopmåles, hvilket særligt slår igennem ved store vandløb. Ved et konstateret oprensningsbehov er der en vejledende skikkelse, der kan bruges i forhold til at vurdere oprensningsbehov, hvilket kan hjælpe vandløbsmyndigheden i forhold til administrationen af regulativet. Idet regulativtypen er udbygget med en teoretisk skikkelse, kan denne bruges som retningsgivende i forhold til øvrigt myndighedsarbejde og ved opsætning af vandløbsmodeller.

#### Ulemper

Vandløbet kan kun kontrolleres i en relativ kort periode (typisk februar – marts) og kontrolleres derfor ofte i praksis ved en vintermiddel afstrømning. Kontrollen sikrer ikke om drænuddøbsdybden er overholdt. QH-regulativer er forholdsvis dyre at udarbejde, og denne udgift forøges ved at indføre et teoretisk dimensionsskema.

Regulativtypens fordele og ulemper er opsummeret skematisk i tabel 11.

**TABEL 11:** Opsummering af regulativtypens fordele og ulemper. I højre kolonne er angivet en værdi for hvor egnet regulativtypen er i forhold til de enkelte emner: +++ angiver at regulativtypen er meget velegnet, ++ angiver at regulativtypen er egnet, + angiver en begrænset egnethed, mens – angiver at regulativtypen ikke er egnet.

| Emne                                                          | Regulativets egnethed                                  | Værdi  |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------|
| <b>Beskrivelse af vandføringsevne</b>                         | Ja, for delstrækninger med vejledende skikkelse        | ++(+)  |
| <b>Kontrol viser oprensningsbehov</b>                         | Ja, skikkelse kan benyttes ift. til vurdering          | ++     |
| <b>Sikring af afvandingsinteresser ift. regulativet krav:</b> | Kontrollen sikrer den vandføringsevne der er fastlagt. |        |
| Drænuddøbsdybde                                               | Nej                                                    | +      |
| Middelvandstand                                               | Ja                                                     | +++    |
| Oversvømmelse                                                 | Delvist                                                | ++     |
| <b>Miljø- og naturinteresser</b>                              |                                                        |        |
| Mulighed for formudvikling                                    | Ja, i høj grad                                         | +++    |
| <b>Formidling</b>                                             |                                                        |        |
| Overholdelse af regulativ og behov for oprensning             | Delvist                                                | ++     |
| <b>Øvrigt myndighedsarbejde</b>                               |                                                        |        |
| Vandløbsmodeller og dimensioner                               | ja                                                     | ++(+)  |
| <b>Økonomi</b>                                                |                                                        |        |
| Udarbejdelse                                                  | Dyr                                                    | +      |
| Drift                                                         | Med og uden behov for oprensning: Dyr / billig         | ++/+++ |

## 12.2 Teoretisk skikkelse med kontrol ved en høj afstrømningsværdi

Teoretisk skikkelses regulativer har som udgangspunkt 2 afstrømningsniveauer, hvor der skal udføres vandspejlsberegninger. Jo flere beregninger og jo mindre afstrømningsværdier, der skal benyttes, jo mindre mulighed er der for formudvikling i vandløbet. Hvis der ikke er afvandingsinteresser og drænuddøbsdybden ikke er vigtig kan et teoretisk skikkelsesregulativ fastsætte krav til en høj afstrømningsværdi, hvilket muliggør at vandløbet får større mulighed for formudvikling end tilfældet er ved det traditionelle teoretiske skikkelsesregulativ.

Regulativtypen anbefales i vandløb, der har et godt fald eller har stor variation i vandløbsprofilerne, og samtidig ikke forventes at have et egentligt oprensningsbehov, således kan regulativtypen anvendes i det vandløb, der med god grund i dag er beskrevet som naturvandløb. Er der strækninger, hvor det er vigtigt at sikre en vis bunddybde, kunne denne regulativtype udvides ved at fastlægge et bundlinjeforløb på de strækninger.

## 12.2.1 Fordelene og ulemperne ved regulativtypen

### Fordele

Regulativtypen giver meget gode muligheder for formudvikling, og sikre at mindre overskridelser af den teoretiske skikkelse ikke medfører et falsk oprensningsbehov. Det er forholdsvis let at lokalisere, hvad der er skyld i en eventuel overskridelse af regulativkravet. Det betyder også, at regulativtypen er god til at sikre de afvandingsmæssige interesser, som den fastsatte vandføringsevne beskriver. I forhold til myndighedsarbejde er der beskrevet en teoretisk skikkelse der kan indgå i modelarbejde.

### Ulemper

En ulempe er, at kontrolmetoden kan være svær at formidle til borgere. Som for teoretisk skikkelse er det en ulempe, at kontrollen er forholdsvis dyr at gennemføre, fordi der kræves en detaljeret tværprofilopmåling og et vandspejlsberegningsprogram. Regulativtypen kan muligvis være i konflikt med overholdelse af vandløbslovens § 27.

Regulativtypens fordele og ulemper er opsummeret skematisk i tabel 12.

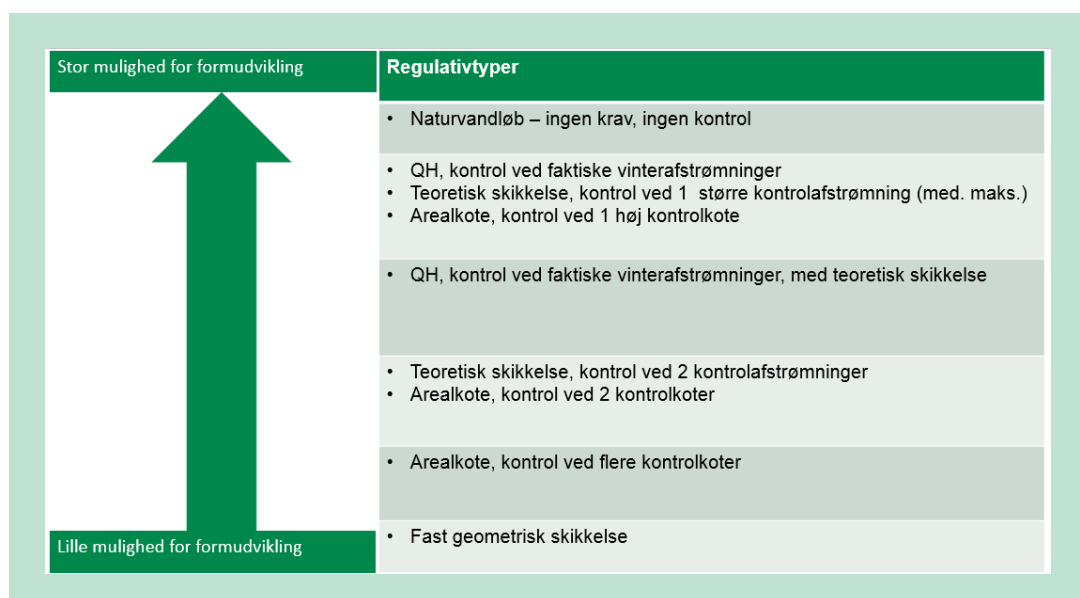
**TABEL 122:** Opsummering af regulativtypens fordele og ulemper. I højre kolonne er angivet en værdi for hvor egnet regulativtypen er i forhold til de enkelte emner: +++ angiver at regulativtypen er meget velegnet, ++ angiver at regulativtypen er egnet, + angiver en begrænset egnethed, mens – angiver at regulativtypen ikke er egnet.

| Emne                                                    | Regulativets egnethed                              | Værdi |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------|
| Beskrivelse af vandføringsevne                          | Ja, en teoretisk vandføringssevne i hele vandløbet | +++   |
| Kontrol viser hvad der skal renses op                   | Ja                                                 | ++    |
| Sikring af afvandingsinteresser ift. regulativets krav: | Kontrollen sikrer den fastlagte vandføringsevne    |       |
| Drænuvløbsdybde                                         | Begrænset                                          | +     |
| Middelvandstand                                         | Delvist                                            | ++    |
| Oversvømmelse                                           | Ja                                                 | +++   |
| Miljø- og naturinteresser                               |                                                    |       |
| Mulighed for formudvikling                              | Ja                                                 | +++   |
| Formidling af regulativets bestemmelser                 |                                                    |       |
| Overholdelse af regulativ og behov for oprensning       | Ja                                                 | ++    |
| Øvrigt myndighedsarbejde                                |                                                    |       |
| Er beskrevet ved dimensioner                            | Ja                                                 | +++   |
| Økonomi                                                 |                                                    |       |
| Udarbejdelse                                            | Relativ dyr                                        | ++    |
| Drift                                                   | Relativ dyr                                        | ++    |

# 13. Regulativtyper og formudvikling, oversigt

De beskrevne regulativtyper giver i større eller mindre grad mulighed for formudvikling i vandløbene.

I figur 10 er de beskrevne regulativtyper opstillet i rangorden efter deres umiddelbare mulighed for at tillade formudvikling. Styrekote-regulativer er undladt, da de ikke har stor udbredelse og heller ikke forventes at få det. Naturvandløb, som i sin nuværende form ikke overholder vandløbslovens krav jf. ombudsmandens udtalelse, har selvsagt den største mulighed for formudvikling, mens regulativtypen fast geometrisk skikkelse er den regulativtype med mindst mulighed for at udviklet et naturligt forløb. De øvrige regulativtypers mulighed for formudvikling ligger inden for disse to yderpunkter. Disse regulativtypers mulighed for formudvikling afhænger af det niveau der bliver lagt i kontrollen af regulativet.



**FIGUR 10:** Regulativtyperne grupperet efter hvilke muligheder for formudvikling regulativerne og de tilhørende kontrolmetoder tillader.

# 14. Fremtidige regulativtyper, anbefaling

De nuværende regulativer er beskrevet i kapitel 6-11, mens der i kapitel 12 er beskrevet nogle forslag til udvidelser af eksisterende regulativtyper.

Som det fremgår af beskrivelserne under de enkelte regulativtyper, har de varierende mulighed for at tilgodese henholdsvis de miljømæssige og de afvandingsmæssige interesser.

Ombudsmanden har om regulativtypen Naturvandløb udtalt, at den ikke opfylder vandløbslovens krav til at beskrive en skikkelse eller en vandføringsevne. I det der ikke er fastlagt nogle krav i regulativtypen, kan det være vanskeligt at afgøre, om vandløbet har ændret sig. Derfor kan det ikke anbefales at udarbejde vandløb som regulativtypen Naturvandløb i sin nuværende form.

Regulativtypen styrekote kan på grund af de meget begrænsede kontrolmuligheder heller ikke anbefales. Som erstatning kunne man vælge et QH-regulativ.

De øvrigt beskrevne regulativtyper kan være velegnede, alt efter hvilke interesser der måtte knytte sig til det enkelte vandløb. Det kan derfor anbefales, at man ved en regulativrevision overvejer følgende regulativtyper:

- Fast geometrisk skikkelse
- QH-regulativ
- QH i kombination med teoretisk skikkelse
- Teoretisk skikkelse
- Teoretisk skikkelse med høj afstrømningsværdi
- Arealkote-regulativ<sup>11</sup>

Der er i kapitel 4 om vandløbstyper beskrevet nogle af de fokuspunkter vandløbsmyndigheden med fordel kan holde sig for øje i forhold til valg af regulativtyper. I tabel 13 fremgår en oversigt over de vigtige parametre, sammenholdt de forskellige regulativtyper.

---

<sup>11</sup>Det skal dog pointeres, at arealkote-regulativer beskriver et tværsnitsareal, og ikke direkte en skikkelse eller en vandføringsevne. Det bør endelig afklares, hvorvidt denne regulativtype fremover kan anvendes

**TABEL 13:** Opsummering af regulativtypens fordele og ulemper i forhold til vigtige parametre i forhold til vandløbstyper: +++ angiver at regulativtypen er meget velegnet, ++ angiver at regulativtypen er egnet, + angiver en begrænset egnethed, mens – angiver at regulativtypen ikke er egnet. \*Arealnote beskriver et tværsnitsareal og opfylder muligvis ikke vandløbslovens §12 om at beskrive en skikkelse eller en vandføringsevne.

| Emne                          | Geo | QH   | QH, teo | Teo   | Teo, høj | Arealnote* |
|-------------------------------|-----|------|---------|-------|----------|------------|
| Mulighed for formudvikling    | -   | +++  | +++     | ++(+) | +++      | ++(+)      |
| Drænløbsdybde                 | +++ | +    | +       | ++    | +        | ++(+)      |
| Middelvandstand               | +++ | +++  | +++     | +++   | ++       | +++        |
| Store afstrømninger           | +++ | ++   | ++      | +++   | +++      | +++        |
| Vurdering af oprensningsbehov | +++ | +(+) | ++      | ++(+) | ++       | ++(+)      |
| Formidling                    | +++ | +(+) | ++      | ++    | ++       | ++(+)      |
| Økonomi, udarbejdelse         | +++ | +    | +       | ++    | ++       | ++(+)      |
| Økonomi, drift                |     |      |         |       |          |            |
| U oprensning                  | ++  | +++  | +++     | +(+)  | +(+)     | ++         |
| M oprensning                  | ++  | +    | ++      | +(+)  | +(+)     | ++         |
| Myndighedsarbejde             | +++ | -    | ++(+)   | ++(+) | ++(+)    | +++        |

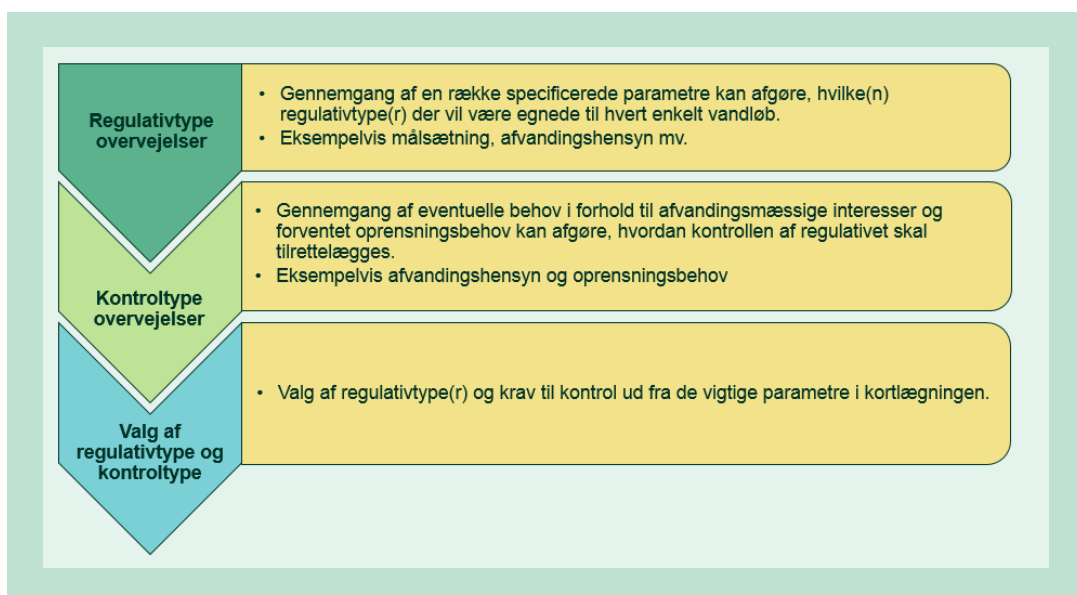
Oversigten over regulativtypernes fordele og ulemper i forhold til de vigtige parametre ved de forskellige vandløbstyper i tabel 13, indgår i en vejledning til at udvælge den mest hensigtsmæssige regulativtype for det enkelte vandløb (vandløbstype). Vejledningen er beskrevet i det næste kapitel (kap. 15).

# 15. Vandløbstype og regulativer

## 15.1 Indledning

I dette afsnit beskrives, hvordan en kortlægning af vandløbstyper og fokusområder for det enkelte vandløb, sammen med viden om fordele og ulemper ved de enkelte regulativtyper, kan give en anbefaling af egnede regulativtyper og kontroltyper. Kortlægningen gennemføres på grundlag af de vandløbstyper og fokusområder, som blev beskrevet i afsnit 4.

I figur 11 er der vist en oversigt over processen for valg af regulativtype og niveau for kontrol ud fra en kortlægning af vandløbstyper og fokusområder.



**FIGUR 11:** Procesdiagram for valg af regulativ- og kontrol niveau.

Kortlægningen fremhæver de vandløbstyper og fokusområder, som er vigtige at få håndteret i regulativet. Ud fra denne viden kan der anbefales en regulativtype, der understøtter dette. Kortlægningen bør gøres på strækningsniveau, da de enkelte vandløbstyper eller fokusområder kan have forskellig vægt og betydning på delstrækninger af vandløbet. Ud fra kendskab til fordele og ulemper ved de enkelte regulativtyper, kan der skabes et overblik over hvilke(n) regulativtyper og niveau for kontrol, der kan anbefales til vandløbet /strækningen.

I de følgende afsnit er beskrevet, hvordan kortlægningen gennemføres for de enkelte vandløbstyper og fokusområder. Der er udarbejdet skemaer og figurer til kortlægningen, som kan fungere som en støtte ved vurderingerne, og som med fordel efterfølgende kan indarbejdes i regulativets redegørelse, så de forhold, der har medvirket til valg af regulativtype, kan underbygges og dokumenteres. I skemaerne er det desuden muligt at udvide med relevante bemærkninger, som evt. kan bruges ved konsekvensvurderingen i redegørelsen.

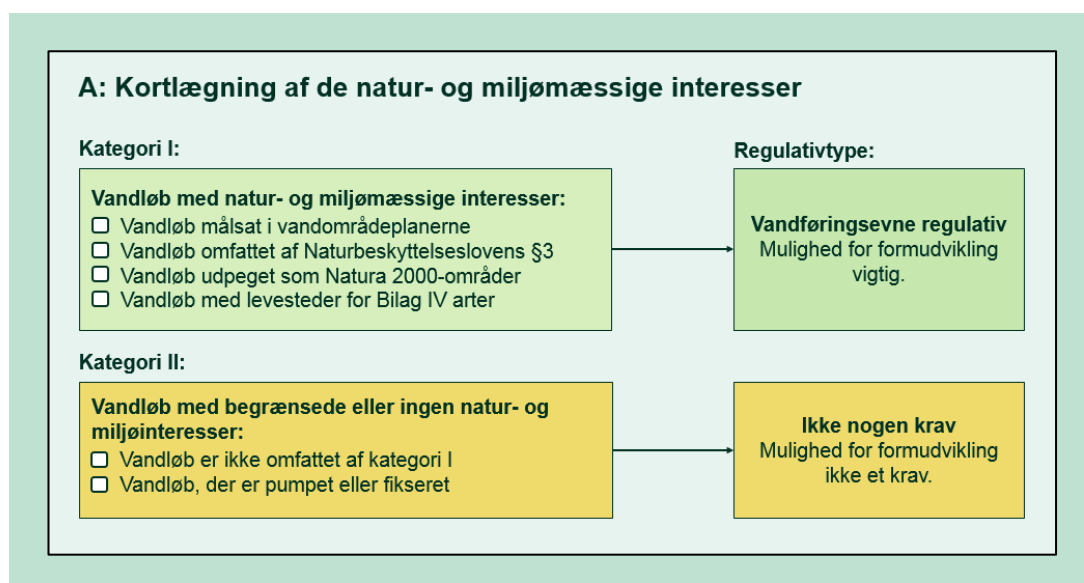
## 15.2 Kortlægning af natur- og miljømæssige interesser

For vandløb med natur- og miljømæssige interesser har valg af regulativtype stor betydning for muligheden for formudvikling og dermed for målopfyldelse.

Krav til vandføringsevne giver vandløbene større mulighed for formudvikling og varierede fysiske forhold end regulativer med krav til en fast geometrisk skikkelse. I hvilken grad der bør være mulighed for formudvikling, afhænger af, hvor store natur- og miljømæssige interesser, der er tilknyttet det enkelte vandløb. I første omgang skal de natur- og miljømæssige interesser derfor kortlægges med henblik på at beslutte, om den fremtidige regulativtype skal have en fast geometrisk skikkelse eller et krav til vandføringsevne/mulighed for formudvikling.

Kortlægningen af de natur- og miljømæssige interesser gennemføres ved at opdele vandløbet (eventuelt som delstrækninger) i to kategorier, som beskrevet i afsnit 4.1.

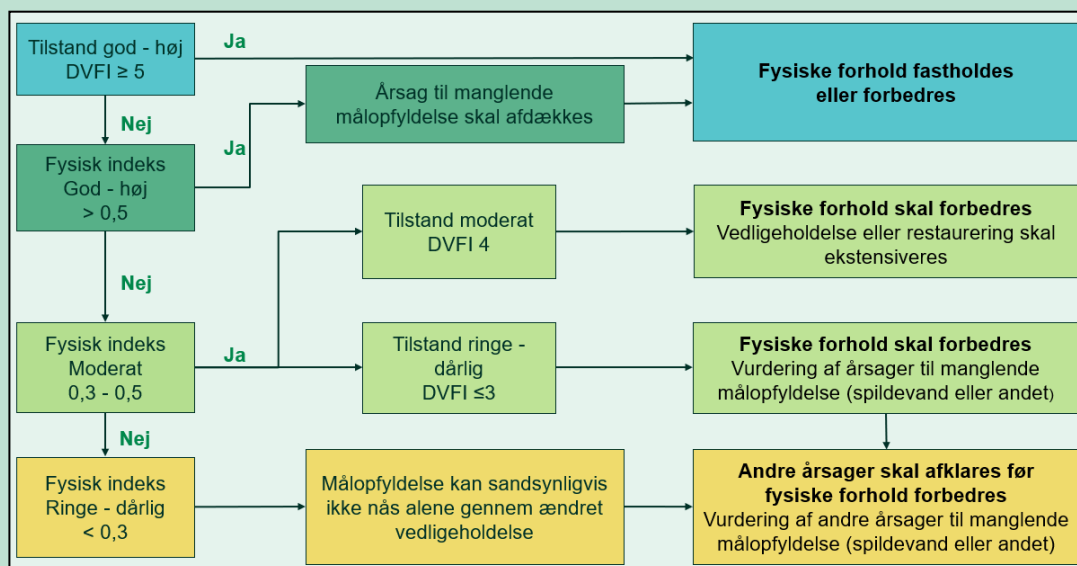
Regulativtypen fast geometrisk skikkelse giver minimal mulighed for formudvikling til at opnå bedre fysisk variation i vandløbet, og kan derfor ikke anbefales til vandløb i kategori I, mens denne regulativtype kan anvendes til vandløb i kategori II, se figur 12.



**FIGUR 12:** Kortlægning af de natur- og miljømæssige interesser.

Derefter gennemføres en kortlægning af den aktuelle tilstand i vandløbet eller delstrækninger ud fra DVFI. Hvis den aktuelle tilstand ikke er god-høj, foretages en vurdering af, om årsagen til den manglende målopfyldelse kan være forringede fysiske forhold. Den normaliserede værdi for fysisk indeks registreres for hver delstrækning, se figur 13.





**FIGUR 13:** Kortlægning af miljøtilstand og de fysiske forhold.

Denne viden kan give et fingerpeg på, hvordan de fysiske forhold kan forbedres, og om en ekstsivering af vedligeholdelsen kan medvirke til forbedring af de fysiske forhold i en sådan grad, at der kan opnås målopfyldelse. Hvis de fysiske forhold er meget ringe er ændring af vedligeholdelsen for det meste ikke nok til at forbedre de fysiske forhold så meget, at der kan nå målopfyldelse. Desuden kan der være andre årsager, som også er medvirkende til, at der er manglende målopfyldelse, f.eks. forurening med spildevand.

For hver delstrækning af vandløbet kan resultatet af kortlægningen af de fysiske forhold registreres i tabelform, se figur 14. Desuden fås den samlede vurdering af de natur- og miljømæssige interesser, ved at angive den aktuelle tilstand vha. DVFI og fysisk kvalitet vha. den normaliserede værdi for fysisk indeks (DFI) i skemaet.

| Strækning   | Vandplaner | NBL §3 | Natura 2000 | DVFI | DFI | Bemærkninger |
|-------------|------------|--------|-------------|------|-----|--------------|
| 0-510       | X          | X      | -           | 4    | 0,3 |              |
| 510-1070    | X          | X      | -           | 4    | 0,5 |              |
| 1070 - 2200 |            |        |             |      |     |              |
|             |            |        |             |      |     |              |
|             |            |        |             |      |     |              |
|             |            |        |             |      |     |              |

**FIGUR 14:** Kortlægning af natur- og miljøinteresser. Kortlægningen kan med fordel opdeles på delstrækninger.

**TABEL 14:** Som del af redegørelsen beskrives overvejelser vedr. de natur- og miljømæssige forhold i forhold til at vælge et vandføringsevne regulativ.

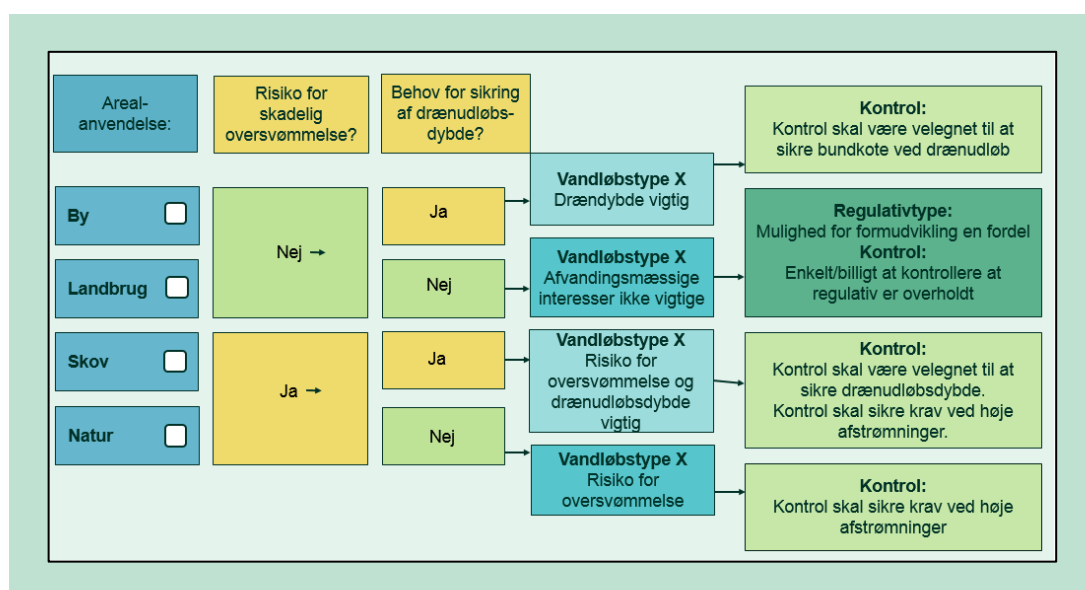
| Emne                     | Vandløbstype                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Fokusområde                | Sæt kryds |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------|
| Natur og miljøinteresser | Miljøinteresser                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Formudvikling vigtigt      |           |
|                          | Ingen miljøinteresser                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Formudvikling ikke vigtigt |           |
| Konklusion               | <p><i>Eksempel:</i></p> <p>Hele vandløbet er omfattet af vandplanen og Naturbeskyttelseslovens §3.</p> <p>Vandløbet har på strækningen fra x-y en moderat fysisk tilstand, der skal have mulighed for at udvikle et mere naturligt forløb for at opnå målopfyldelse.</p> <p>På baggrund af den samlede kortlægning er det besluttet at den fremtidige regulativtype skal være et vandføringsevne regulativ.</p> |                            |           |

På baggrund af kortlægningen vedrørende natur- og miljøinteresser samt vurdering af vandløbs tilstand træffes det indledende valg i forhold til hvorvidt, at den fremtidige regulativtype skal beskrives ved et krav til vandføringsevne eller krav til skikkelse. Hvis vandløbet består af strækninger med og uden miljøinteresser, skal det vurderes, om hele eller kun dele af vandløbet skal beskrives med en vandføringsevne.

Konklusionen ved kortlægningen af de natur- og miljømæssige interesser kan opsummeres i en tabel, se tabel 14 og inddrages i redegørelsen for regulativet.

### 15.3 Kortlægning af afvandingsmæssige interesser

Kortlægningen af de afvandingsmæssige interesser er afhængig af arealanvendelsen og har betydning for valg af både regulativ- og kontroltype. Det er vigtigt, at regulativ og kontrolniveau er tilpasset, så det ved kontrollen er muligt at vurdere de forhold, som kan være kritiske i forhold til arealanvendelsen. Oversigt over processen i kortlægningen af de afvandingsmæssige interesser kan ses i figur 15.



**FIGUR 15:** Kortlægning af de vandaflødningsmæssige forhold.

Kortlægningen skal bistå til at foretage en afvejning af de afvandingsmæssige interesser. Hvis kortlægningen viser, at de omgivende arealer ikke er følsomme i forhold til vandstanden i vandløbet, bør vandløbets mulighed for formudvikling i vid udstrækning tilgodeses af hensyn til natur- og miljømæssige interesser, ligesom man undgår unødige udgifter til kontrol og vedligeholdelse, der ikke har nogen reel nytteværdi.

Kortlægningen indledes med en vurdering på strækningsniveau af den dominerende arealanvendelse: by, landbrug, skov eller natur. Herefter foretages der en vurdering af, om der er risiko for skadelig oversvømmelse af de ånære arealer, og om der er behov for sikring af en vis bundkote ved drænudløb.

Hvis der ikke er risiko for skadelige oversvømmelser, men der er behov for sikring af bundkotten ved drænudløb, anbefales det, at der vælges regulativtype, som er velegnet til dette formål, se fakta boks vedrørende dræn.

#### **Sikring af drænudløb**

Drænudløb kan ligge i forskellig dybde i forhold til den regulativmæssige bundkote. I cirkulæret til vandløbsloven er det beskrevet at vandløbsmyndigheden i regulativet kan fastsætte bestemmelser om, hvor tæt dræn- og spildevandsledninger må placeres på den regulativmæssige fastsatte bundkote, så det sikres, at man ikke ved placeringen af udløb, tvinger vandløbsmyndigheden til indgreb i vandløbene, som har karakter af regulering.

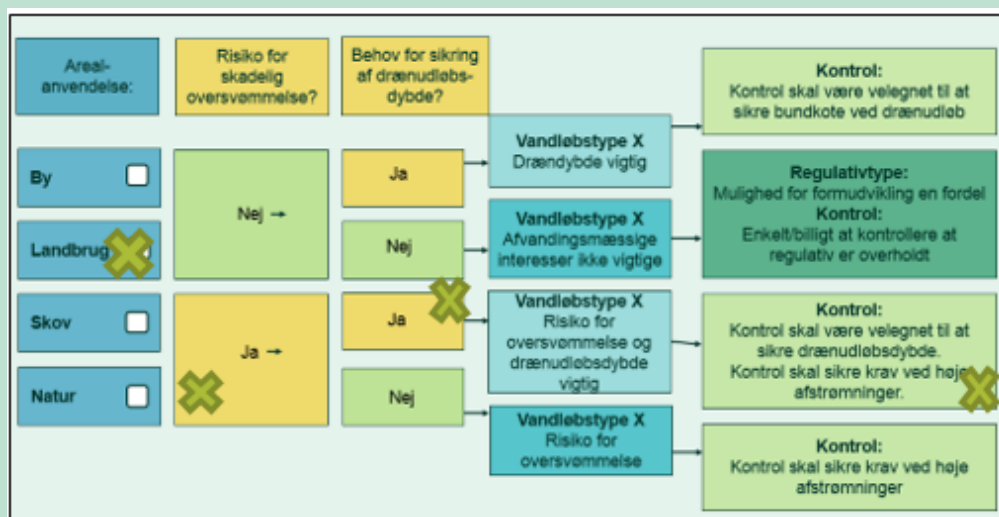
Dræn er generelt etableret over 20 cm over den regulativmæssige bundkote. I flade områder med lille terrænfald mod vandløbet kan ældre dræn dog nogle gange være etableret tæt på eller under den regulativmæssige bundkote. Hvis drænene er etableret under den regulativmæssige bundkote, er de ikke sikret i forhold til friholdelse.

Hvis vandløbet er bredere end regulativet foreskriver, vil det være sådan, at kontrollen for nogle regulativtyper ikke nødvendigvis viser, om der etableres aflejringer på bunden af vandløbet, som på sigt kan komme i konflikt med og eventuelt tilstoppe udløb fra dræn, der er etableret i henhold til anvisningerne i regulativet. I områder med følsomme dræn vil en kontrol og sikring af vandløbets tilsigtede dybde derfor være vigtig. Kontrollen skal sikre at dybden overholdes, men skal ikke sikre at drænene har frit udløb (dvs. udmunder over vandspejlet).

Hvis de afvandingsmæssige interesser ikke er vigtige, kan det anbefales at vælge en regulativtype med større mulighed for formudvikling, som f.eks. et vandføringsevne regulativ med lavt kontrolniveau. Desuden kan det anbefales at vælge en regulativtype, hvor vurdering af om regulativet er overholdt er enkel at udføre og har lave omkostninger.

Hvis der er risiko for skadelige oversvømmelser, bør der vælges en regulativtype og et kontrolniveau, hvor kravet til vandføringsevne også sikres ved høje afstrømninger, f.eks. kontrol med en stor afstrømning på regulativtypen teoretisk skikkelse.

Nederst i figur 16 er vist et eksempel på en kortlægning af de afvandingsmæssige interesser i et vandløb, hvor arealanvendelsen er landbrug.



**FIGUR 16:** Eksempel på kortlægning af de afvandingsmæssige interesser.

Det vurderes, med krydserne i figur 16, at der er risiko for skadelige oversvømmelser, og samtidig at det er vigtigt, at der sikres en vis bundkote ved drænuddøb. Kortlægningen viser således, at der skal vælges en regulativtype, som er egnet til at sikre en vis bundkote ved drænuddøb, dvs. at kontrollen medvirker til at sikre at vandløbet har den bundkote og bundbredde regulativet foreskriver. Ved kortlægningen er det også konstateret, at det er vigtigt at kontrolniveauet sikrer kravet til vandføringsevne ved høje afstrømninger.

For hver delstrækning af vandløbet kan resultatet af kortlægningen registreres i tabelform, se figur 17.

| Kortlægning af vandløbs betydning for arealanvendelsen på strækningsniveau |                 |                        |                        |                      |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| Strækning                                                                  | Arealanvendelse | Middelvandstand vigtig | Drænuddøbsdybde Vigtig | Oversvømmelse Vigtig |
| 0-510                                                                      | By              | Nej                    | Nej                    | Ja                   |
| 510-1070                                                                   | Naturareal      | Ja – må ikke sænkes    | Nej                    | Nej                  |
| 1070-2100                                                                  | Landbrug        | Ja                     | Ja                     | Ja                   |
|                                                                            |                 |                        |                        |                      |
|                                                                            |                 |                        |                        |                      |

**FIGUR 17:** Eksempel på kortlægning af vandløbs betydning for arealanvendelsen.

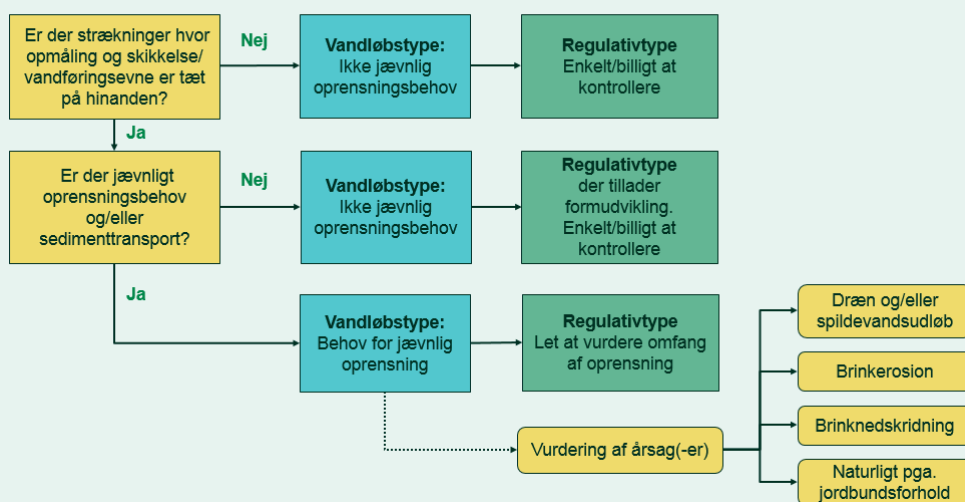
## 15.4 Kortlægning af oprensningsbehov

Kortlægning af oprensningsbehovet i det enkelte vandløb eller på delstrækninger kan være med til at fastlægge, hvilken regulativtype der er bedst egnet til vandløbet.

Som tidligere nævnt kan der være meget varierende behov for oprensning i det enkelte vandløb. Nogle vandløb har stor sedimenttransport og kan derfor jævnligt have et oprensningsbehov i forhold til kravene i regulativet, mens andre vandløb er stabile og passer sig selv uden behov for indgreb i forhold til den fastsatte skikkelse/vandføringsevne.

En oversigt over kortlægningen af oprensningsbehov og anbefalede regulativtyper kan ses i figur 18.

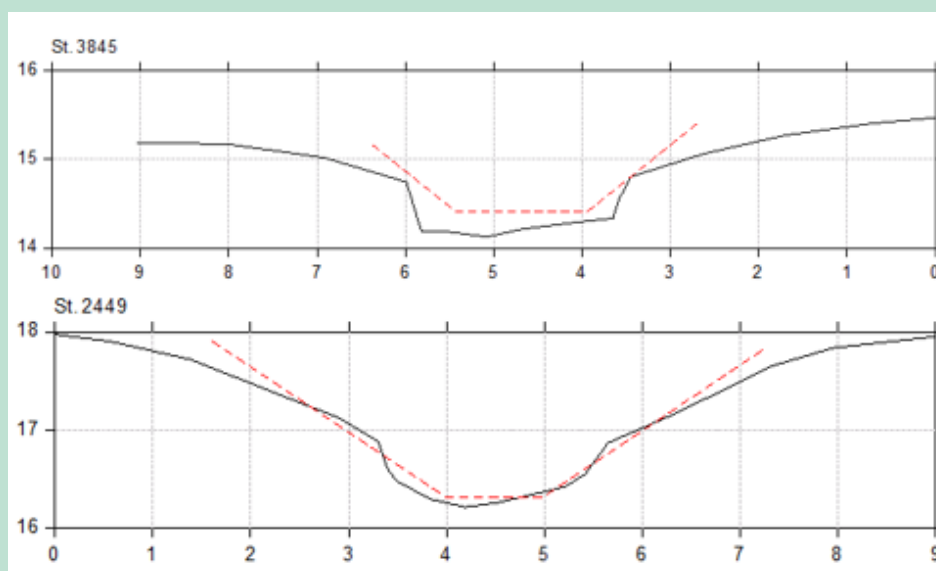
#### D: Kortlægning af oprensningsbehov



**FIGUR 18:** Oversigt over kortlægning af oprensningsbehov.

Denne kortlægning kan foretages på baggrund af vandløbsmedarbejdernes erfaringer, men kan med fordel udvides ved at foretage en sammenligning af en retvisende opmåling og den regulativmæssige skikkelse, så vandløbsmyndigheden kan få et overblik over, hvor vandløbets skikkelse ligger tæt på de regulativmæssige krav.

Ofte vil der i forbindelse med regulativrevisionen benyttes en ny(ere) opmåling. Som led i at udarbejde de nye krav sammenlignes de faktiske opmålte forhold ofte med den fastsatte skikkelse i regulativet. Dette kan f.eks. gøres ved at sammenligne de opmålte tværprofiler med den (teoretiske) skikkelse, se figur 19, eller ved at sammenligne en beregnet vandføringsevne på tværprofilopmålingen med regulativets krav til vandføringsevne.



**FIGUR 19:** Eksempel hvor tværprofilopmåling (sort fuldt optrukket) og regulativmæssig skikkelse (rød stiplede) sammenlignes. Hvis det er et vandføringsevne-regulativ, kan opmålingen og regulativets vandføringsevne sammenlignes. Det øverste tværprofil viser at vandløbet klart

overholder regulativet, mens det nederste tværsnit viser at regulativet kun lige akkurat er overholdt.

De vandløbsstrækninger, hvor vandløbets faktiske skikkelse er meget tæt på regulativets krav til skikkelse eller vandføringssevne, kan potentielt have et oprensningsbehov, som regulativet skal kunne håndtere.

Hvis der ikke er jævnlige behov for oprensning, anbefales det at vælge en regulativtype og et kontrolniveau hvor vurdering af om regulativet er overholdt er enkelt at udføre og har lave omkostninger.

Derimod vil det være vigtigt i vandløb, hvor der jævnlige må forventes et oprensningsbehov, at regulativtypen og kontrolniveauet er velegnet til at afdække dels, hvornår der skal ske oprensning, og dels, hvad der skal til for at genoprette den regulativmæssige skikkelse eller vandføringsevne.

I områder, hvor vandstanden er vigtig for arealanvendelsen, kan det desuden prioriteres, at det er let at formidle om regulativet er overholdt eller ej for at imødegå eventuelle konflikter.

For at lette forståelsen og accepten af regulativets krav til vandføringsevne eller skikkelse, kan man i redegørelsen notere, om vandløbets skikkelse stort set svarer til regulativets skikkelse eller om det er overudbyttet.

Er det faktiske vandløb i nogenlunde regulativmæssig stand og samtidig præget af sedimenttransport, anbefales det så vidt muligt at afdække, hvad årsagen eller kilderne er med henblik på at finde en løsning. Sediment i vandløbet kan stamme fra dræn- og spildevandsudløb, men det kan også dreje sig om materiale fra nedskredne brinker eller erosion af vandløbets bund og sider. Dette kan ofte være et problem på dybt nedskårne vandløb, der ikke er i balance.

Når der er sedimenttransport i et vandløb, vil der ofte jævnlige skulle renses op i vandløbet, hvilket skader vandløbets fysiske tilstand og hæmmer den naturlige formudvikling. Hertil kommer, at sedimentet kan blive ført videre ned gennem vandløbet og tildække stryg og gydebaner. Der er en tendens til, at jo oftere der gennemføres oprensning i vandløbet, jo større risiko vil der være for at brinker bliver ustabile. Derved kan en oprensning i princippet skabe et øget behov for vedligeholdelse, idet man forsøger at fastholde vandløbet i en unaturlig form.

Hvis sedimentet fortrinsvis tilføres fra dræn, kan en løsning være at etablere en sandfangsbrønd i drænet inden udløb i vandløbet. Hvis problemet med sandaflejring skyldes, at brinkerne er ustabile, kan det undersøges om skråningsanlægget kan lægges mere ned (knap så stejlt), eller der kan ske en anden sikring af brinkerne. Endelig kan erosion af brinker og evt. vandløbsbunden skyldes store vandhastigheder i forbindelse med udledning fra regnvandsbetingsede udløb, kan det overvejes at justere udledningsmængderne eller at brinksikre vandløbet ved udløbet.

Et vandføringsevne-regulativ giver vandløbet mulighed for naturlig formudvikling, hvorved der ikke er krav til at fastholde vandløbet i en fast skikkelse. Dette kan mindske behovet for oprensning, hvilket kan være medvirkende til, at vandløbet forbliver stabilt. Hvis det alligevel viser sig, at der er en del sedimenttransport og jævnlige oprensningsbehov, er det vigtigt, at regulativtypen og kontrollen er velegnet til at vurdere oprensningsbehovet.

Oplysninger om vandløbets tilstand (faunaklasse, DVFI) sammenholdes med vurdering af den fysiske variation (Dansk Fysisk Indeks, DFI) for at vurdere sandsynligheden for målopfyldelse.

Andre årsager til eventuelt manglende målopfyldelse, f.eks. spildevandsudledninger mv., kan ligeledes kortlægges (se figur 20).

Oplysningerne om vandløbets tilstand og fysisk indeks sammenholdes senere med vandløbets oprensningsbehov, for at kortlægge i hvilken grad oprensning og regulativtype kan have en effekt på de fysiske forhold og dermed miljøtilstanden i vandløbet.

#### Kortlægning af vandløbets tilstand (DVFI) og fysisk indeks (DFI) på strækningniveau

| Strækning | DVFI | DFI | Oprensningsbehov* | Målopfyldelse* | Behov ift. regulativ og kontroltype |
|-----------|------|-----|-------------------|----------------|-------------------------------------|
| 0-510     | 4    | 0,3 |                   |                |                                     |
| 510-1070  | 4    | 0,5 |                   |                |                                     |
|           |      |     |                   |                |                                     |
|           |      |     |                   |                |                                     |

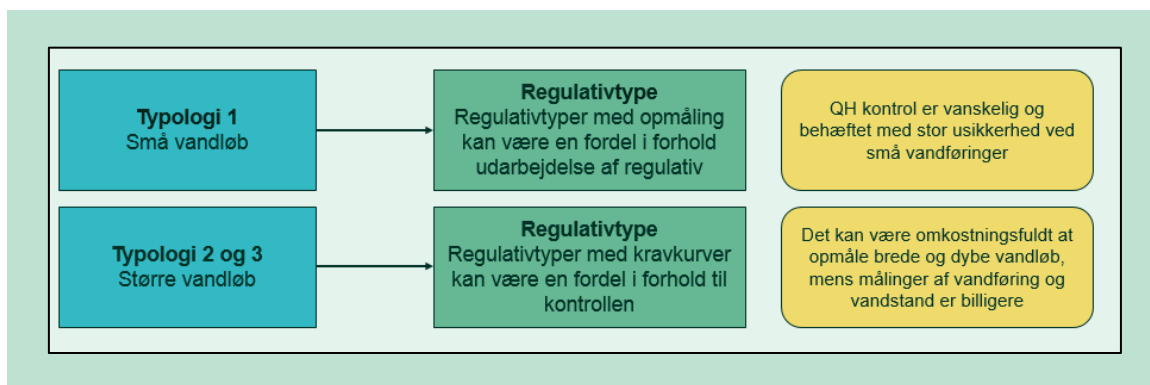
**Figur 20:** Kortlægning af vandløbets tilstand målt som DVFI sammenholdes med det fysiske indeks (DFI) på strækningniveau. Dette sammenholdes desuden med vandløbets kendte og potentielle oprensningsbehov, se afsnit 4.4 for at vurdere hvilken betydning regulativ og vedligeholdelse har på potentiel målopfyldelse

## 15.5 Kortlægning af vandløbstypiske træk

Der kan være forskellige fysiske karakteristika ved vandløb, der gør at nogle regulativtyper kan være bedre egnede end andre. Denne kortlægning indledes med, at vandløbet/strækningen kategoriseres efter størrelse mv. (typologi).

Vandløbets størrelse og især vandføring kan have betydning for valg af regulativtype, figur 21. Der fastlægges krav til enten skikkelse eller mulighed for formudvikling afhængig af om der er miljømæssige interesser, som er blevet kortlagt tidligt i kortlægningsprocessen.

Hvor der er valgt et vandføringsevne-regulativ kan det anbefales, at vandføringsevnen i vandløb med typologi 1 (Små vandløb) beskrives med en teoretisk skikkelse, hvor vandløbene er små med ringe vandføring, da QH-kontrol er vanskelig og behæftet med stor usikkerhed ved små vandføringer. Derimod kan det for større vandløb (typologi 2 og 3) være en fordel med QH-kravkurver, da kontrollen er mere omkostningseffektiv end en kontrol, der kræver en opmåling af vandløbet. Dette gælder dog kun hvis der ikke samtidig forventes at være et oprensningsbehov.



**FIGUR 21:** Oversigt over vandløbstypen typologi, som kan have betydning for valg af regulativtype.

Derefter vurderes det, om vandløbet /strækningen er påvirket af stuvning fra havet eller stemmeværk mv. Endelig foretages en vurdering af om vandløbet er påvirket af udledninger fra byområder og/eller vandindvinding, se figur 22.

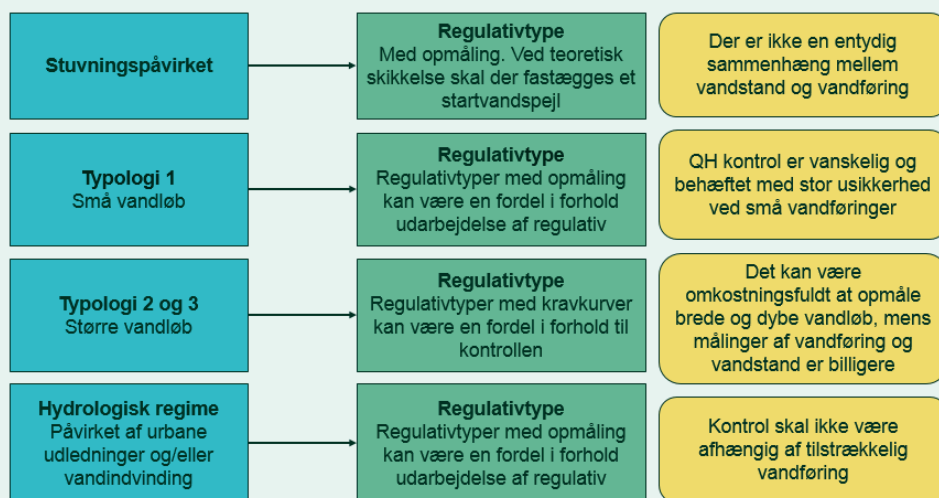
Vandstanden for strækninger, som er stuvningspåvirkede, er afhængig af vandstanden ved den nedre del af strækningen, f.eks. ved udløb i havet eller opstrøms for et stemmeværk. Det vil sige, at vandstanden i vandløbet ikke er bestemt ud fra en sammenhæng med den aktuelle vandføring. For denne vandløbstype er QH-regulativer derfor ikke egnede. Det anbefales, at der vælges enten en geometrisk skikkelse (hvis der ikke er kortlagt natur- og miljømæssige interesser) eller teoretisk skikkelse (eventuelt arealkote) som regulativtype.

Hvis QH-regulativet konkret overvejes, bør det kortlægges om vandløbet/strækningen er påvirket af væsentlige urbane udledninger, som kan give anledning til en pulserende vandføring (ikke stabil). Det bør også kortlægges om vandløbet i perioder er påvirket af væsentlig vandindvinding eller naturligt forekommende lav vandføring, som giver anledning til så lave vandstande, at måling af vandføring (Q) er vanskelig.

Det er vigtigt at foretage kontrol af QH -regulativet ved en stabil vandføring, når der ved nogle kontrolstationer kun måles H (Q beregnet ved oplandskorrektion og en målt Q ved en anden kontrolstation, se afsnit 7.4). Det er selvfølgelig også vigtigt, at vandføringen (Q) i praksis kan måles med en acceptabel sikkerhed. I begge tilfælde kan det derfor anbefales at benytte en anden regulativtype end QH-regulativ, f.eks. teoretisk eller fast geometrisk skikkelse - afhængig af de natur- og miljømæssige interesser.



## Kortlægning af vandløbstyper



**FIGUR 22:** Oversigt over vandløbstyperne "Stuvningspåvirket", "Påvirket af urbane udledninger" og "Påvirket af vandindvinding", som kan have betydning for valg af regulativtype

## 15.6 Opsummering af kortlægning

En opsummering af kortlægningen af de vigtigste fokusområder og vandløbstyper kan give et overblik, som kan bistå med valg af regulativtype og kontrolniveau, se tabel 15. Dette skema kan med fordel indgå i regulativets redegørelse som en gennemgang af grundlaget for valg af regulativtype og kontrol.

**TABEL 15:** Sammenfatning af kortlægningen af de enkelte fokusområder og vandløbstyper som ligger til grund for valg af regulativtype og kontroltype.

| Emne                         | Kortlægning                            | Fokusområde                | Sæt kryds |
|------------------------------|----------------------------------------|----------------------------|-----------|
| Natur og miljøinteresser     | Natur- og miljøinteresser              | Formudvikling vigtigt      |           |
|                              | Ingen natur- og miljøinteresser        | Formudvikling ikke vigtigt |           |
| Arealanvendelse              | By                                     |                            |           |
|                              | Landbrug                               |                            |           |
|                              | Skov                                   |                            |           |
|                              | Natur                                  |                            |           |
| Afvandingsmæssige interesser |                                        | Vigtige                    |           |
|                              |                                        | Ikke vigtige               |           |
|                              | Risiko for skadelig oversvømmelse      | Ja                         |           |
|                              | Ikke risiko for skadelig oversvømmelse | Nej                        |           |

|                                                 |                                                                        |     |  |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----|--|
|                                                 | Middelafstrømning vigtig                                               | Ja  |  |
|                                                 | Middelafstrømning ikke vigtig                                          | Nej |  |
|                                                 | Bundkote ved drænuvløb vigtig                                          | Ja  |  |
|                                                 | Drænuvløbsdypde ikke vigtigt                                           | Nej |  |
| <b>Oprensningsbehov</b>                         | Regulativ skikkelse/vandfø-<br>ringsevne tæt på faktiske for-<br>hold? | Ja  |  |
|                                                 |                                                                        | Nej |  |
|                                                 | Jævnligt oprensningsbehov?                                             | Ja  |  |
|                                                 |                                                                        | Nej |  |
| <b>Typologi</b>                                 | Typologi 1 - små vandløb med ringe vandføring                          |     |  |
|                                                 | Typologi (1), 2 og 3 - større vandløb                                  |     |  |
| <b>Stuvningspåvirkning</b>                      | Ikke sammenhæng mellem<br>vandstand og vandføring                      | Ja  |  |
| <b>Fald</b>                                     | Ringe < 0,2 promille                                                   |     |  |
|                                                 | Moderat: 0,2-5 promille                                                |     |  |
|                                                 | Stort >5 promille                                                      |     |  |
| <b>Påvirket af udledning fra by-<br/>område</b> |                                                                        | Ja  |  |
|                                                 |                                                                        | Nej |  |
| <b>Påvirket af vandindvinding</b>               |                                                                        | Ja  |  |
|                                                 |                                                                        | Nej |  |

## 15.7 Fra vandløbstyper til forslag til regulativtyper

De enkelte regulativtyper har forskellige fordele og ulemper i forhold til vigtige parametre for vandløbene. Nogle regulativtyper vil være gode til specifikke problemstillinger, mens andre regulativtyper er mere vidtfavnende. For eksempel er nogle regulativtyper mere egnede til at kunne tilgodese de miljømæssige forhold ved forbedring af de fysiske forhold pga. større mulighed for formudvikling, mens andre regulativtyper er bedre til at tilgodese de afvandingsmæssige interesser gennem sikring af bundkote ved drænuvløb eller sikring af, at der kontrolleres ved store afstrømninger, som kan give oversvømmelser.

Opdelingen i vandløbstyper mv. skal tydeliggøre, hvordan afvejningen mellem miljø og naturhensyn på den ene side, og afvandingshensyn på den anden side er foretaget. På baggrund af denne afvejning afdækkes de vigtige fokusområder, der skal tages hånd om i administrationen af vandløbene, og dermed resultere i en anbefaling af hvilke regulativtyper, der med fordel kan anvendes for de enkelte vandløbstyper/fokusområder.

**TABEL 16:** Oversigt over krav til kontroltype.

| Emne                                                         | Vandløbstype/fokusområde                    | Vigtig ved valg regulativtype og kontrol                | Sæt kryds |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Arealanvendelse</b><br><b>Risiko for oversvømmelse</b>    | Store tabsgivende oversvømmelser            | Kontrol sikrer krav ved store afstrømninger.            |           |
| <b>Arealanvendelse</b><br><b>afhænger af vandløb</b>         | Middelfaststrømning vigtig                  | Kontrol sikrer krav ved middelfaststrømninger           |           |
| <b>Bundkote ved drænuvløb</b>                                | Krav til bundkote vigtigt                   | Kontrol sikrer bundkote                                 |           |
| <b>Oprensningsbehov</b>                                      | Jævnligt opretningsbehov                    | Let at lokalisere årsag og vurdering af opretningsbehov |           |
| <b>Vandløbstypologi</b>                                      | Typologi 1 små vandløb med lille vandføring | Kontrol med tværprofilopmåling en fordel                |           |
|                                                              | Typologi (1), 2 og 3 større vandløb         | Kontrol med målinger af Q og H kan være en fordel       |           |
| <b>Stuvningspåvirket</b>                                     | Ikke sammenhæng ml. vandstand og vandføring | Kontrol med tværprofilopmåling. QH-regulativ ikke mulig |           |
| <b>Hydrologisk regime påvirket af by og/eller indvinding</b> | Kontrol skal være uafhængig af vandføring   | Kontrol ved tværprofilopmåling                          |           |
| <b>Risiko for store tab</b>                                  | Kontrol mulig hele året                     | Kontrol ved tværprofilopmåling                          |           |

På tabel 16 ses en oversigt over hvilke behov, der med fordel kan tilgodeses med de forskellige regulativtyper og deres kontrolmetoder.

Sammenholdes denne tabel med tabellen i figur 23, der viser de enkelte regulativtypers egnetethed i forhold til forskellige parametre, er det muligt at opliste, hvilke behov vandløbstypen stiller og sammenholde dem med de mulige regulativtyper. Figur 23 er også vist i bilag 1.

|  |  | Fokusområder                                                             |  |  |                                                                                         |  |  |                                       |  |                                             |  |                                                 |  |                                           |  |                                      |  |                                                           |  |                           |  |                                            |  |                                                                                                         |  |             |  |              |  |             |  |            |  |                       |  |                |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                     |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------|--|--|---------------------------------------|--|---------------------------------------------|--|-------------------------------------------------|--|-------------------------------------------|--|--------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------|--|---------------------------|--|--------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|--|--------------|--|-------------|--|------------|--|-----------------------|--|----------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|-------------------------------------|--|
|  |  | Natur og miljøinteresser                                                 |  |  | Afvandingsmæssige interesser                                                            |  |  | Vurdering af opretningsbehov          |  | Vandløbstyper                               |  |                                                 |  |                                           |  | Administration og økonomi            |  |                                                           |  |                           |  |                                            |  |                                                                                                         |  |             |  |              |  |             |  |            |  |                       |  |                |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                     |  |
|  |  |                                                                          |  |  | Regulativkontrol                                                                        |  |  |                                       |  |                                             |  |                                                 |  |                                           |  |                                      |  |                                                           |  |                           |  |                                            |  |                                                                                                         |  |             |  |              |  |             |  |            |  |                       |  |                |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                          |  |                                     |  |
|  |  | Vandløb med natur- og miljøinteresser<br>Mulighed for formidling af igig |  |  | Vandløb har moderat god fysisk modstand<br>Behov for forberedelse af de fysiske forhold |  |  | Kontrol skal sikre krav til drænkende |  | Kontrol skal sikre krav til middekvandstand |  | Kontrol skal sikre krav ved store afstrømninger |  | Vandløb har ikke jævnligt opretningsbehov |  | Vandløb har jævnligt opretningsbehov |  | Vandløb er stuvningspåvirket<br>(Fastlagt startvandstand) |  | Typologi 1<br>Små vandløb |  | Typologi 2 og 3<br>Mellem og store vandløb |  | Pensler med ikke stabil vandføring eller bve vandføring med store afstrømninger og/eller vandindvinding |  | Fald: Lille |  | Fald: Mellem |  | Fald: Stort |  | Formidling |  | Økonomi, udarbejdelse |  | Økonomi, drift |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretningsbehov |  | Økonomi, drift, jævnligt opretnings |  |

**FIGUR 23:** Valg af regulativtype ud fra kortlægning af vandløbstyper og fokuspunkter. Tabellen er vist i stor størrelse i bilag 1.

Tabellen angiver hvor egnet de enkelte regulativtyper er til at tilgodese den enkelte vandløbstyper og fokusområder. Her er alle de fremtidige regulativtyper listet op i den venstre side og de enkelte vandløbstyper og fokusområder er listet i øvre kolonner

I figur 24 er vist en skematisk oversigt over princippet i valg af regulativtype ud fra vandløbstyper og fokusområder.

| REGULATIVTYPE | VANDLØBSTYPER OG FOKUSOMRÅDER |  |  |  |  |  |  |
|---------------|-------------------------------|--|--|--|--|--|--|
|               |                               |  |  |  |  |  |  |
|               |                               |  |  |  |  |  |  |
|               |                               |  |  |  |  |  |  |
|               |                               |  |  |  |  |  |  |
|               |                               |  |  |  |  |  |  |

**FIGUR 24:** Skematisk oversigt om princippet for valg af regulativtype ud fra vandløbstyper og fokusområder, se figur 23 og bilag 1.

Der vil ofte være flere forskellige regulativtyper, der er egnede. Det anbefales, at man ikke skifter regulativtype på mange forskellige delstrækninger ned gennem vandløbet, hvorfor det skal forsøges at samle de overordnede hensyn, så vandløbet ikke skal skifte regulativtype unødigt meget. Dette gøres af hensyn til kommunikation med lodsejerne langs vandløbet, da forskellige og ofte skiftende regulativtyper kan virke uoverskueligt. Mange forskellige regulativtyper i det samme vandløb kan også gøre administrationen af vandløbene omkostningstung.

# 16. Proces for regulativrevision

Regulativrevision kan være en tidskrævende og kompliceret proces afhængig af kvaliteten af de regulativer, der skal revideres, og de regulerings- og restaureringsprojekter, der skal indarbejdes i de nye regulativer. Samtidig skal de seneste års erfaring med drift og vedligeholdelse af vandløbene, herunder behov for kontrol og oprensning, gennemgås og medtages ved udarbejdelse af de nye regulativer.

Erfaringen viser, at det er en fordel med en god planlægning af regulativrevisionen inden arbejdet igangsættes. Det er også vigtigt, at der er en god kommunikation internt i kommunen med politikere og interessenter samt med evt. rådgiver, der hjælper med revisionen. En god kommunikation til politikere og interessenter sikrer politisk og ledelsesmæssigt opbakning samt forståelse ved regulativets brugere. En god kommunikation internt i kommunen og med en evt. rådgiver sikrer en stabil fremgang i projektet.

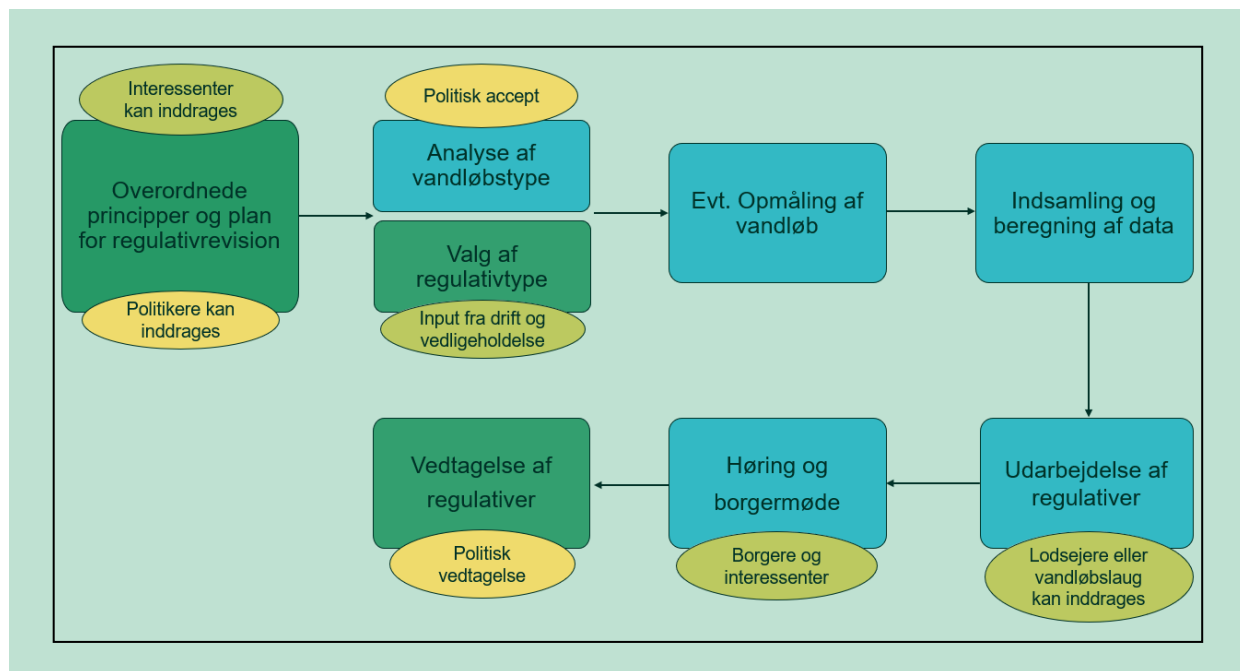
I dette afsnit beskrives den overordnede proces for regulativrevisionen. Processen kan inddeles i to niveauer: en "standard proces" med de dele, som det vurderes, det som minimum bør medtages i regulativrevisionsprocessen og en "udvidet proces", som omfatter supplerende emner som kommunen med fordel kan inddrage efter behov.

Efterfølgende gennemgås processen for at udarbejde af de tre regulativtyper: fast geometrisk skikkelse, teoretisk skikkelse og QH-kurver, herunder databehov, nødvendige vurderinger og en tjekliste til, hvad regulativerne som minimum skal indeholde af beskrivelser inkl. redegørelse og bilag.

I forbindelse med regulativrevisionen kan kommunerne opleve, at der er uoverensstemmelser mellem gældende regulativ og en opmåling af vandløbet. Uoverensstemmelserne kan skyldes restaurerings- og reguleringsprojekter, ulovlige forhold eller fejl og mangler i gældende regulativbestemmelser. Det kan også skyldes, at vandløbet har udviklet sig naturligt, eller der er sket ændringer i oplandet siden sidste revision. Det kan derfor være nødvendigt at køre en reguleringssag samtidig med regulativrevision. Hvornår og hvordan en reguleringssag skal gennemføres, gennemgås i kapitel 17.

## 16.1 Den overordnede proces for regulativrevision

Den overordnede proces for regulativrevision ses på figur 25. De enkelte elementer i processen beskrives nærmere i de følgende afsnit.



FIGUR 25: Den overordnede proces for regulativrevision.

## 16.2 Overordnede principper og plan for regulativrevision

Inden man går i gang med regulativrevisionen, kan man med fordel internt i kommunen definere nogle overordnede principper i regulativrevisionen.

De fleste kommuner har efter kommunesammenlægningen regulativer med stor forskel i bestemmelser afhængig af, hvilken tidligere kommune eller amt, der har udarbejdet regulativet. Derfor kan regulativrevisionsprocessen indledes med at udarbejde ensartede fællesbestemmelser gældende for alle vandløb i kommunen for at sikre samme serviceniveau i hele kommunen. Fællesbestemmelser kunne f.eks. handle om de administrative bestemmelser, der beskrives i vandløbsloven, samt bredejernes ansvar og rettigheder. Derefter kan kommunen løbende indarbejde særbestemmelser for det enkelte vandløb ved revision af det enkelte regulativ. På denne måde vil et regulativ bestå af et dokument med fællesbestemmelser og et dokument med særbestemmelser. Man kan også vælge at udarbejde en regulativskabelon med tekst, der gælder for alle typer af regulativer, og udarbejde regulativet for hvert vandløb med grundlag i skabelonen. Det er også i denne første fase, at man fastsætter hvordan de fremtidige regulativer skal formidles til borgerne.

Man kan vælge at inddrage interessenter (landboforeninger, ålaug, det grønne råd, sportsfiskerne, Danmarks Naturfredningsforening m.fl.) og politikere, inden man går i gang med revisionen. Det kan gøres vha. workshops eller dialogmøder. Outputtet fra en sådan workshop kunne være et paradigme/katalog, der beskriver ønsker og input til den kommende regulativrevision fra workshoppeens deltagere. Man kan også vælge at nedsætte en følgegruppe, som løbende diskuterer udvalgte emner og regulativforslag med kommunen under regulativrevisionen.

Når man har udarbejdet en overordnet procesplan og har fået politisk opbakning til revisionen og evt. inddraget interessenter tidligt i processen, kan der med fordel udarbejdes en mere detaljeret regulativrevisionsplan med tidsplan fordelt på f.eks. vandløbsområder, samt et overblik over de forskellige arbejdsopgaver eventuelt med prisoverslag for de enkelte faser. Der kan indlægges milepæle i regulativrevisionsplanen for at sikre, at projektet har den ønskede fremdrift.

### 16.3 Analyse af vandløbstyper og valg af regulativtyper

Når de overordnede principper for regulativerne og en evt. regulativrevisionsplan er udarbejdet vil næste skridt være at gennemgå vandløbene i kommunen. Sammenhæng mellem vandløbstyper og regulativtyper er en del af denne faglige udredning, og vejledning til vurdering af vandløbstyper og beslutningsdiagrammer er gennemgået i kapitel 15.

I analysen af vandløbstyper og valg af regulativtyper skal der indsamles viden om vandløbene. Det kan f.eks. være overblik over gennemførte restaurerings- og reguleringsprojekter og vandløbenes målsætning og tilstand jf. vandområdeplanerne. Dette kan med fordel opsamles i regulativrevisionsplanen.

Andre parametre som ændring i arealanvendelse i vandløbsoplandet, kortlægning af natur- og/eller afvandingsmæssige interesser samt viden om grødeskæringshistorik og oprensningsbehov er nogle af de emner, der bør inddrages ved valg af regulativtype. Det kan være en stor fordel at inddrage de åmænd (og/eller entreprenører), der har haft ansvar for vedligeholdelsen af vandløbene i processen, da de ofte har en meget stor viden om vandløbene. Dette kan gøres ved at afholde møder eller workshops.

Valget af regulativtype kan evt. indarbejdes i regulativrevisionsplanen og godkendes politisk.

### 16.4 Opmåling af vandløb

I forbindelse med en regulativrevision er det nødvendigt at have en retvisende opmåling af vandløbene, dvs. opmålingen er gennemført med en detaljeringsgrad, der gør at det dels kan vurderes, om der er sket betydningsfulde ændringer siden forrige revision, og dels kan gennemføres vandspejlsberegninger.

Hvorvidt en opmåling er retvisende, vil være en individuel vurdering af, om der er gennemført regulerings- og restaureringsprojekter, som ikke er opmålt ved projekternes aflevering, eller om vandløbet af andre årsager har ændret forløb. Den retvisende opmåling er grundlag for det nye regulativ, og man skal derfor sikre sig, at retningslinjer for udførelse af regulativopmålinger<sup>12</sup> er fulgt og at opmålingen indeholder tilstrækkelige opmålte tværprofiler og bygværker og andre relevante vandløbselementer som f.eks. stemmeværker, stryg og skalapæle. Opmålingen skal også være korrekt geokodet.

Når opmåling er gennemført, skal den kvalitetssikres og den opmålte vandløbsstreg skal vurderes i forhold til f.eks. GeoDanmarks vandløbsstreg, orthofoto og evt. drænkort. Det kan være nødvendigt at udskifte vandløbsstregen.

Opmålingsarbejdet løber ofte over flere år, især hvis alle kommunens vandløb skal opmåles. Opmålingsarbejdet kan derfor med fordel gennemføres for et område samtidig med at man udarbejder nye regulativer i et andet område. Dette kan indarbejdes i regulativrevisionsplanen.

---

<sup>12</sup> Guidelines til opmåling af vandløb – på vej til en ny standard, 2013, [www.danskevandloeb.dk/faglig-vi-den/guidelines-til-opmaaling](http://www.danskevandloeb.dk/faglig-vi-den/guidelines-til-opmaaling)

## 16.5 Indsamling og beregning af data

Når det er fastlagt hvilken opmåling, der skal ligge til grund for det nye regulativ, kan det være en fordel at sammenligne opmålingen med gældende regulativskikkelse (ved fast geometrisk og teoretisk skikkelse) eller evt. en tidligere regulativopmåling (QH-regulativ) for at kunne vurdere, om det gældende regulativ beskriver de faktiske opmålte forhold. Desuden skal godkendte regulerings- og restaureringsprojekter gennemgås. Uoverensstemmelser mellem regulativ og opmåling kan pege på evt. behov for oprensning, eller at der er sket naturlige ændringer i vandløbets forløb og skikkelse pga. ændringer i f.eks. arealanvendelsen, eller at der er sket ulovlige reguleringer, såsom etablering af broer og røroverkørsler, som skal lovliggøres eller alternativt fjernes.

Da man i de nye regulativer også skal videreføre eller fastsætte nye vedligeholdelsesbestemmelser især i forhold til grødeskæring, kan de åmænd/entreprenører, der står for den daglige vedligeholdelse af vandløbene, med fordel inddrages i processen. De har oftest et rigtig godt indblik i grødesammensætning og udvikling og kan pege på vandløb eller vandløbsstrækninger, der er problematiske og oftere har brug for oprensning samt hvilke årsager, der er til dette øgede oprensningsbehov. De kender ofte også til ændringer i vandløbets forløb og skikkelse som kommunen skal tage stilling til i forbindelse med regulativrevisionen. Åmændenes arbejdsmiljø har været i fokus de senere år, og det giver derfor god mening, at de selv bidrager med forslag til ændringer i f.eks. grødeskæringsmetode og derved sikrer et godt arbejdsmiljø. Hvis kommunen ønsker at inddrage åmændene/entreprenørerne kan det gøres via dialogmøder eller workshops.

Ved udarbejdelse af et nyt regulativ, skal man i redegørelsen beskrive konsekvenserne for både de miljø- og afvandingsmæssige konsekvenser af regulativet. De afvandingsmæssige konsekvenser kan vurderes ved gennemførelse af vandspejlsberegninger. Hvis der er sket ændringer i et fast skikkelsesregulativ, kan der gennemføres vandspejlsberegninger for at belyse konsekvenserne af ændringen. Ved teoretisk skikkelse og QH-regulativer, som beskriver vandløbet vandføringsevne, skal der gennemføres vandspejlsberegninger. Til dette kan der anvendes forskellige programmer som f.eks. VASP eller Mike-11. For at gennemføre vandspejlsberegninger er der behov for en række data.

For overblikkets skyld er de data, der skal indsamles ved regulativrevisionen, vist i procesdiagrammerne på bilag 2-4.

## 16.6 Udarbejdelse af regulativer

Når relevante data er indsamlet og beregnet, skal de nye regulativer udarbejdes. Denne proces afhænger af, hvilken regulativtype man vælger, og hvorvidt man vælger at ændre regulativtypen.

I dette afsnit gennemgås proces for udarbejdelse af fast geometrisk skikkelse og teoretisk skikkelse ud fra en opmåling eller en videreførelse af henholdsvis fast geometrisk eller teoretisk skikkelse. Ved QH gennemgås processen for udarbejdelse af et QH-regulativ ud fra en opmåling eller en skikkelse og derefter beskrives overordnet, hvilke forhold man skal være opmærksom på ved videreførelse af et gældende QH-regulativ. Procesdiagrammer ses på bilag 2-4.

Af procesdiagrammerne indgår også en oversigt over hvilke emner, der som minimum skal beskrives dels i regulativteksten og dels i redegørelsen samt hvilke bilag, der skal udarbejdes.

I alle regulativer skal administrative bestemmelser beskrives og regulativerne skal som minimum indeholde et skema med bygværker (overkørsler, stemmевærker, stryg, styrt, sandfang



mv.) og skema med tilløb. Desuden kan det være en fordel at beskrive andre vandløbselementer, der kan have interesse for borgerne.

Alle regulativerne skal også indeholde en beskrivelse af vandløbets skikkelse eller vandføringsevne (dimensionsskema eller QH-kurver) og grødeskæringsbestemmelser samt kontrolhyppighed og metode inkl. oprensningstolerancer.

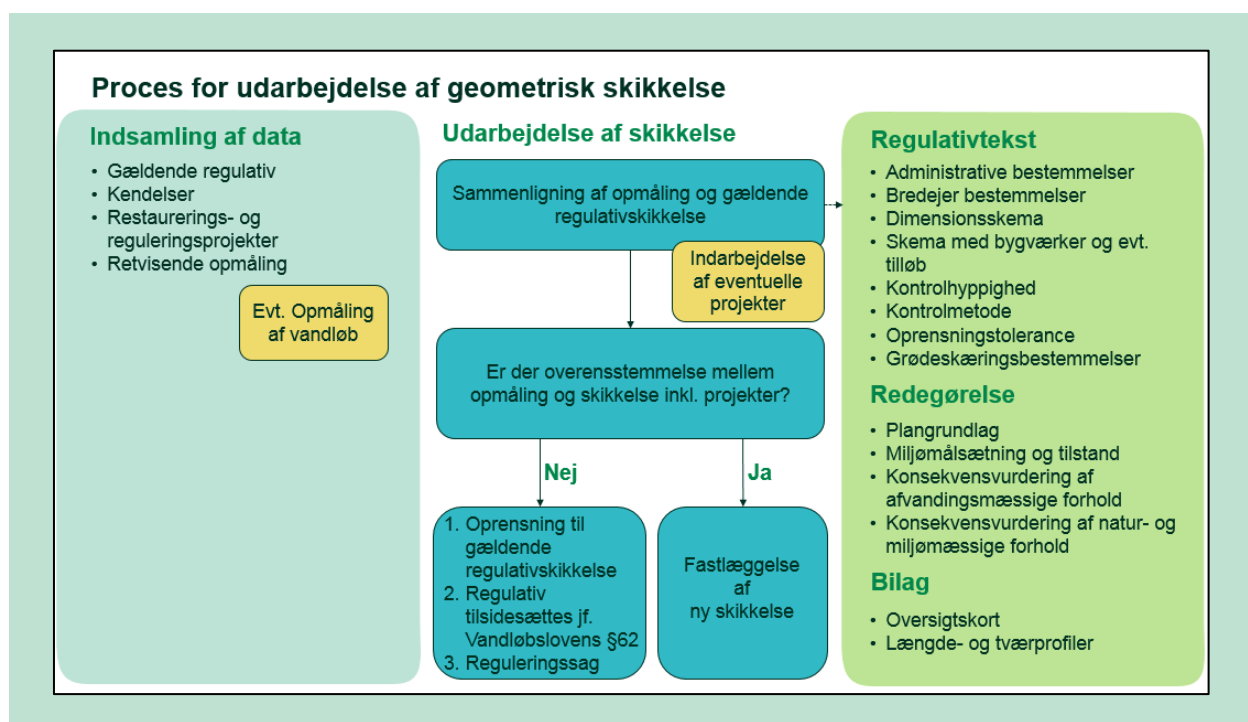
Ved en regulativrevision skal der udarbejdes en redegørelse for evt. ændringer i forhold til det tidligere regulativs bestemmelser herunder ændringer i plangrundlaget. I redegørelsen beskrives datagrundlaget for det nye regulativ ved krav til vandføringsevne: Vandløbsopland, karakteristiske afstrømninger eller afstrømningsniveauer samt beskrivelse af Manningtal og startvandspejl, som anvendes i beregninger. Det er vigtigt, at redegørelsen indeholder beskrivelse af de konsekvenser, som ændringer i vandføringsevne eller vedligeholdelse har på de afvandingsmæssige forhold og på vandløbets evne til at opfylde eventuelle miljømål.

En udtømmende liste over hvilke emner et regulativ skal indeholde fremgår af §3 i Regulativbekendtgørelsen<sup>13</sup>.

I rapport om udbyggede regulativer (udredningsprojekt 2), som er udarbejdet sideløbende med nærværende rapport, vises i tre cases for regulativtyperne fast geometrisk skikkelse, teoretisk skikkelse og QH-regulativ, hvad der som minimum skal indgå i de respektive regulativer.

## 16.7 Geometrisk skikkelse og teoretisk skikkelse

Processen for udarbejdelse af geometrisk skikkelse og teoretisk skikkelse ses på hhv. figur 26 og figur 27.



**FIGUR 26:** Proces for udarbejdelse af fast geometrisk skikkelses-regulativ (se også bilag 2).

<sup>13</sup> Bekendtgørelse om regulativer for offentlige vandløb BEK nr. 919 af 27.06.2016.

## Proces for udarbejdelse af teoretisk skikkelse

### Indsamling af data

#### Generelt:

- Gældende regulativ
- Kendelser
- Restaurerings- og reguleringsprojekter
- Retvisende opmåling
- Erfaringer med oprensning og vedligeholdelse

Evt. Opmåling af vandløb

#### Til beregninger:

- Vandløbsopland
- Skønnet Manningtal
- Afstrømningsniveauer
- Startvandspejl
- Fastlæggelse af modstands eller hydraulisk radius

### Udarbejdelse af skikkelse

Sammenligning af opmåling og gældende regulativskikkelse

Indarbejdelse af eventuelle projekter

Er der overensstemmelse mellem opmåling og skikkelse inkl. projekter?

Nej

1. Oprensning til gældende regulativskikkelse
2. Regulativ tilsidesættes, jf. Vandløbslovens §62
3. Reguleringssag

Ja

Fastlæggelse af ny skikkelse vha. vandspejlsberegninger

### Regulativtekst

- Administrative bestemmelser
- Bredejer bestemmelser
- Dimensionsskema
- Skema med bygværker og evt. tilløb
- Kontrolhyppighed
- Kontrolmetode
- Oprensningstolerance
- Grødeskæringsbestemmelser

### Redegørelse

- Plangrundlag
- Målomsætning og tilstand
- Konsekvensvurdering af afvandingsmæssige forhold
- Konsekvensvurdering af natur- og miljømæssige forhold

### Bilag

- Oversigtskort
- Længde- og tværprofiler med og uden vandspejlsberegninger

**FIGUR 27:** Proces for udarbejdelse af teoretisk skikkelses-regulativ (se også bilag 3).

Ved udarbejdelse af en geometrisk eller en teoretisk skikkelse vil første skridt være at sammenligne den retvisende opmåling med den gældende regulativskikkelse. Da man ofte vil anvende stationeringen i opmålingen i det nye regulativ, tilrettes stationeringen i det gældende regulativ til stationeringen i opmålingen.

Hvis der siden sidste regulativrevision har været gennemført regulerings- og restaureringsprojekter, indarbejdes disse i den gældende regulativskikkelse inden man sammenligner gældende regulativ inkl. projekter med opmålingen på længde- og tværprofiler. De gennemførte projekter kan have medført, at længden af vandløbet er ændret (ofte blevet længere), og man skal således være opmærksom på at få regulativets stationering til at passe med dette. Hvis regulerings- og restaureringsprojekter ikke er beskrevet detaljeret med angivelse af bundbredde, bundkoter og anlæg, kan det være nødvendigt at udarbejde dimensionerne for disse strækninger i det nye regulativ ud fra de faktiske forhold vist på den retvisende opmåling. Det samme gør sig gældende, hvis vandløbet i tidligere regulativ har været vedligeholdt som "naturvandløb" og der derfor ikke findes en gældende skikkelse.

Sammenligningen af retvisende opmåling og gældende regulativ kan vise, om der er sket ændringer i vandløbets forløb, bundkoter eller dimensioner, der ikke umiddelbart kan forklares af gennemførte projekter. I disse tilfælde anbefales det, at myndigheden besigtiger vandløbet for at afklare, om der kan findes en årsag til disse forskelle.

Hvis det vurderes, at ændringerne skyldes aflejringer i vandløbet, så vil der skulle igangsættes en oprensning efter det gældende regulativs bestemmelser. Forskellen på de faktiske forhold og det gældende regulativ kan også skyldes, at vandløbet har ændret forløb og form siden sidste regulativrevision eller kontrol. Hvis dette er tilfældet, skal myndigheden vurdere om forskellen skyldes, at den gældende geometriske skikkelse eller teoretiske skikkelse ikke beskriver vandløbet tilstrækkeligt, fordi vandløbet naturligt har ændret sig eller at der er fejl i regulativet, hvorved man kan tilsidesætte bestemmelserne i regulativet iht. vandløbslovens § 62.

Det kan også være nødvendigt at gennemføre en reguleringssag for at fastlægge de fremtidige dimensioner i det nye regulativ. En reguleringssag skal altid gennemføres, hvis det nye regulativ medfører en forbedring af de afvandingsmæssige forhold. Reguleringsprojektet kan udarbejdes sideløbende med regulativrevisionen og sendes i høring samtidig med vedtagelse af regulativudkast. I kapitel 16 beskrives proceduren for at gennemføre et reguleringsprojekt, herunder i hvilke tilfælde den bør gennemføres.

Når sammenligningen af den retvisende opmåling og gældende regulativdimensioner inkl. projekter er tilendebragt, fastlægges den nye skikkelse (geometrisk eller teoretisk) ved enten at videreføre den tidligere gældende skikkelse inkl. projekter, ved at fastsætte en ny skikkelse ud fra de faktiske forhold eller en kombination af de to forhold. Samtidig ændres stationeringen på den nye skikkelse, så den stemmer overens med den retvisende opmåling, som fremover bliver den gældende regulativstationering. Det kan være nødvendigt at udskifte vandløbslinjen i opmålingen (og dermed stationeringen), så den mest korrekte vandløbsstreg anvendes til oversigtskort m.m. i det nye regulativ. Som udgangspunkt bør anvendes GeoDanmarks vandløbsmidte som vandløbslinje ved geokodning af regulativet. Det korrekte forløb af vandløbsmidte fastsættes vha. den geokodede opmåling, orthofoto samt evt. drænsager ved rørlagte strækninger. Man bør indmelde evt. rettelser af vandløbslinjens forløb til GeoDanmarks (KL's værktøj VADAMI kan bruges til dette arbejde).

Der skal gennemføres en konsekvensvurdering, som en del af redegørelsen, der redegør for hvorvidt den nye geometriske skikkelse eller teoretiske skikkelse er ændret i forhold til det gældende regulativ.

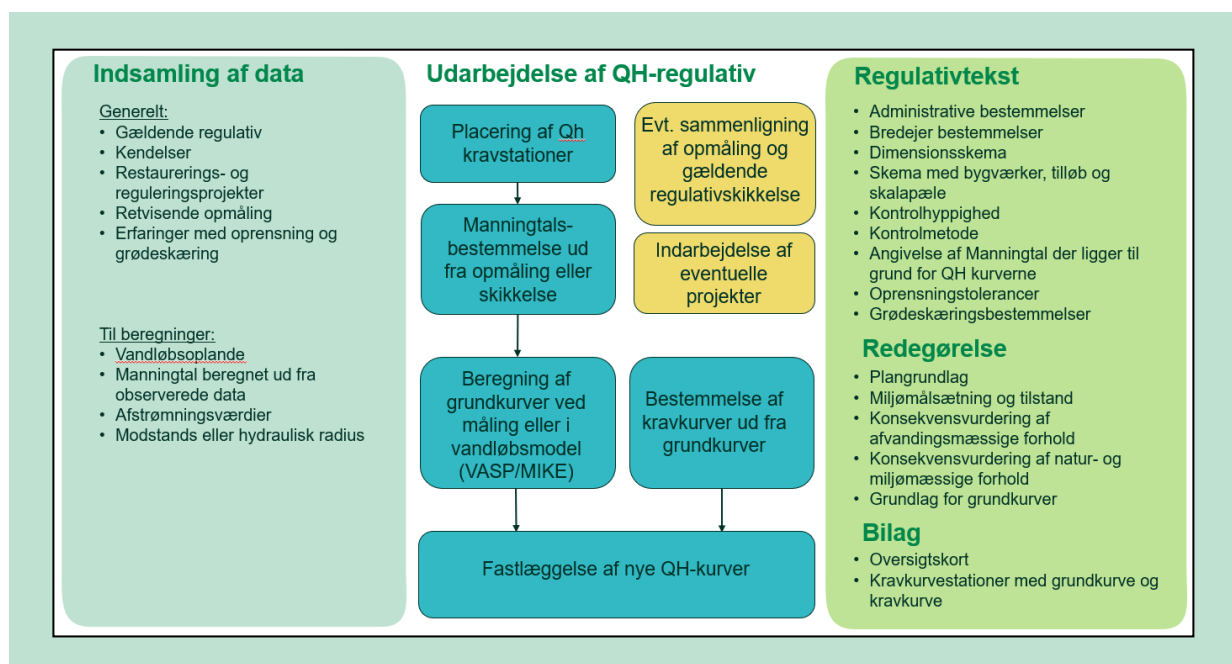
Ved geometrisk skikkelse kan man gennemføre konsekvensvurdering ved sammenligning af skikkelsen i det nye og det gældende regulativ og/eller opmålingen vha. længde- og tværprofiler. Det er ikke et krav at vurdere vandstande vha. vandspejlsberegninger for en geometrisk skikkelse.

Ved en teoretisk skikkelse, som beskriver en vandføringsevne, skal der gennemføres sammenlignende vandspejlsberegninger på det nye regulativ og regulativgrundlaget, for at vurdere konsekvenserne af den fastsatte vandføringsevne i regulativet. Det er også nødvendigt med vandspejlsberegninger, hvis der er udarbejdet en teoretisk skikkelse ud fra de faktiske (opmålte) forhold, for at dokumentere at den nye skikkelses vandføringsevne er i overensstemmelse med de faktiske forhold.

I vandløb, som har udløb til havet (udløb i en sø) eller til et andet vandløb, der kan skabe stuvning i vandløbet, skal der fastlægges et startvandspejl ved udløbet, som typisk er en middel vandstand i havet, søen eller vandløbet. Ved stemmeværk skal man anvende det fastlagte flo-demål for opstemningen ved beregning af vandstanden på strækninger opstrøms opstemningen.

## **16.8 QH-regulativ ud fra faktiske forhold eller en skikkelse**

Grundlaget for beskrivelse af vandføringsevnen til udarbejdelse af QH-kurverne afhænger af det tidligere regulativmæssige grundlag for det enkelte vandløb. Processen for at udarbejde et QH-regulativ ud fra de faktiske forhold (retvisende opmåling eller en skikkelse) er vist i figur 28.



**FIGUR 28:** Proces for udarbejdelse af QH-regulativ ud fra faktiske forhold eller skikkelse (se også bilag 4).

For vandløb, hvor tidligere regulativtype er naturvandløb (som ikke opfylder vandløbslovens krav om en skikkelse eller vandføringsevne), kan vandføringsevnen beskrevet ved QH-kurver udarbejdes med udgangspunkt i et tidligere gældende skikkelsesregulativ. Hvis dette ikke findes, kan vandføringsevnen fastlægges ud fra en retvisende opmåling af vandløbet.

For vandløb, hvor tidligere regulativtype er teoretisk skikkelse, skal QH-regulativet beskrive den samme vandføringsevne, som er fastlagt i den teoretiske skikkelse. Derfor skal den teoretiske skikkelse danne grundlaget for udarbejdelse af QH-kurverne. I sjældne tilfælde vil man gerne ændre regulativtypen fra geometrisk skikkelse til QH-kurver, hvor der anvendes samme princip som for teoretisk skikkelse. Processen er gennemgået for udarbejdelse af QH-regulativ ud fra faktiske forhold eller ud fra teoretisk skikkelse.

Ved ændring fra et teoretisk skikkelsesregulativ til et QH-regulativ vil første skridt være at sammenligne den retvisende opmåling med den gældende teoretiske skikkelse, hvor regulerings- og restaureringsprojekter er indarbejdet. Hvis man vil tage udgangspunkt i de faktiske forhold, skal det tjekkes, at opmålingen beskriver de godkendte dimensioner i regulerings- og restaureringsprojekter. Hvis dette ikke er tilfældet, skal QH-kurverne på de regulerede/restaurerede strækninger udarbejdes på grundlag af de godkendte dimensioner.

Herefter fastlægges placeringen af QH kravstationerne ud fra opmålingen. Som udgangspunkt placeres kravkurvestationerne ved faldknæk. Derudover skal man sikre sig, at afstanden mellem kravkurvestationerne ikke bliver for lang, så QH-kurverne beskriver strækningen mellem to på hinanden følgende kravkurvestationer retvisende. I vandløb med stort fald kan dette være en udfordring.

Det anbefales, at der gennemføres en Manningtalsbestemmelse ved måling af sammenhørende værdier af vandføring og vandstand (observerede data) på en række stationer ned gennem vandløbet. Herefter beregnes grundkurven for kravkurvestationerne med følgende datagrundlag: Beskrivelse af vandløbets dimensioner (opmåling eller skikkelse), et interval af 10-15 afstrømninger samt de beregnede Manningtal for strækningerne. Afstrømningerne bør be-

skrive et realistisk interval fra en lav til en høj vandføring, så kurven beskriver vandføringsevnen i den nedre del af profilet og i den øvre del til vandløbet er brinkfyldt (dvs. uden oversvømmelse).

Kravkurven fastlægges ud fra grundkurven ved parallelforskydning af grundkurven det ønskede antal cm over vedligeholdelseskurven (grundkurven).

## **16.9 Udarbejdelse af teoretisk skikkelse ud fra QH-regulativ**

Udgangspunktet for fastlæggelse af vandføringsevnen beskrevet ved en teoretisk skikkelse er at den vandføringsevne, som var beskrevet i det hidtil gældende QH-regulativ, skal videreføres i det nye regulativ.

Som tidligere beskrevet bliver grundkurven i et QH-regulativ udarbejdet ud fra følgende datagrundlag: Opmåling eller regulativskikkelse, oplande, et interval af afstrømninger og Manning-tallene. Med dette datagrundlag kan man udarbejde grundkurver for den nye teoretiske skikkelse i kravkurvestationerne. Ved at sammenligne grundkurverne for QH-regulativet med grundkurverne for den teoretiske skikkelse, kan man vurdere om den nye skikkelse beskriver vandføringsevnen i QH-regulativet. Den teoretiske skikkelse kan dog ikke beskrive nøjagtig den samme vandføringsevne som ved QH-kurverne, da den teoretiske skikkelse er en "forsimpler" model af opmålingen.

Denne vurdering kan være udfordrende at udføre, da det kan være vanskeligt at fastlægge datagrundlaget for konstruktionen af grundkurverne i det oprindelige QH-regulativ, medmindre de anvendte Manningtal og oplande er opgivet detaljeret i QH-regulativet og de oprindelige opmålingsdata eller den oprindelige regulativskikkelse er tilgængelig.

## **16.10 Høring og vedtagelse af regulativer**

Når vandløbsmyndigheden har udarbejdet forslag til regulativ, skal det fremlægges for offentligheden til gennemsyn i 8 uger.

Indsigelser og ændringsforslag i høringsperioden indsamles og dokumenteres i en hvidbog. Der kan afholdes borgermøder.

Efter de 8 ugers høring vurderer vandløbsmyndigheden indsigelserne og ændringsforslagene og regulativforslaget tilrettes. Herefter vedtages regulativet politisk.

Regulativet offentliggøres med 4 ugers klagefrist og evt. klager behandles af Miljø- og Fødevarerklagenævnet. Efter de 4 ugers klagefrist træder regulativet i kraft.

# 17. Procedure for regulering

## 17.1 Hvornår gennemføres en regulering

Ved regulativrevision vil man kunne opleve, at den retvisende opmåling viser, at vandløbets aktuelle profil ikke er i overensstemmelse med regulativets gældende krav til dimensioner for en geometrisk skikkelse eller at vandløbets aktuelle vandføringsevne afviger fra regulativets krav til vandføringsevne for et regulativ med teoretisk skikkelse eller QH-kurver. Det skal i disse tilfælde afklares, hvad årsagen kan være, og hvordan det skal håndteres ved regulativrevisionen.

Sammenligning mellem opmåling og regulativ kan vise, at den aktuelle skikkelse er mindre eller vandføringsevnen er forringet i forhold til kravene i regulativet. Hvis denne udvikling er sket naturligt gennem mange år (mere end 10 år), vil man ofte kunne antage at den faktiske tilstand er den lovlige tilstand. Krav til skikkelse eller vandføringsevne i det nye regulativ kan i dette tilfælde fastlægges ud fra vandløbets faktiske tilstand ved regulativrevisionen, dvs. uden at gennemføre en regulering<sup>14</sup>.

I nogle tilfælde viser sammenligningen mellem den opmålte skikkelse / vandføringsevne og regulativets skikkelse / vandføringsevne, at skikkelsen eller vandføringsevnen er forøget (dvs. vandløbet er gjort større). Dette kan ske ved en ulovlig oprensning, hvilket er at opfatte som en regulering. Hvis vandløbsmyndigheden ønsker, at kravene i regulativet skal beskrive vandløbets faktiske tilstand (som er større end regulativet), kan dette ikke lovliggøres ved en regulativrevision, men kræver en vandløbsretslig behandling (reguleringssag). Desuden skal der ske sagsbehandling efter naturbeskyttelseslovens § 3, hvis vandløbet er omfattet af denne bestemmelse.

Den vandløbsretslige sagsbehandling ved en regulering gennemføres iht. vandløbslovens §16. Denne procedure kan foretages sideløbende med regulativrevisionen, men regulativet kan ikke vedtages, før reguleringen er vedtaget og klagefristen er udløbet. Hvis reguleringen bliver påklaget, skal vedtagelsen af regulativet afvente denne.

## 17.2 Overordnede principper for regulering

I forbindelse med planlægning af regulativrevisionen kan man med fordel få defineret nogle overordnede principper/arbejdsprocesser, hvor ud fra der kan træffes beslutning om, hvorvidt der skal foretages en regulering, inden regulativarbejdet fortsættes.

Disse kan være hvornår og hvor meget politikere og interessenter skal orienteres og inddrages. Lodsejere, der er direkte berørt af reguleringen, skal altid inddrages.

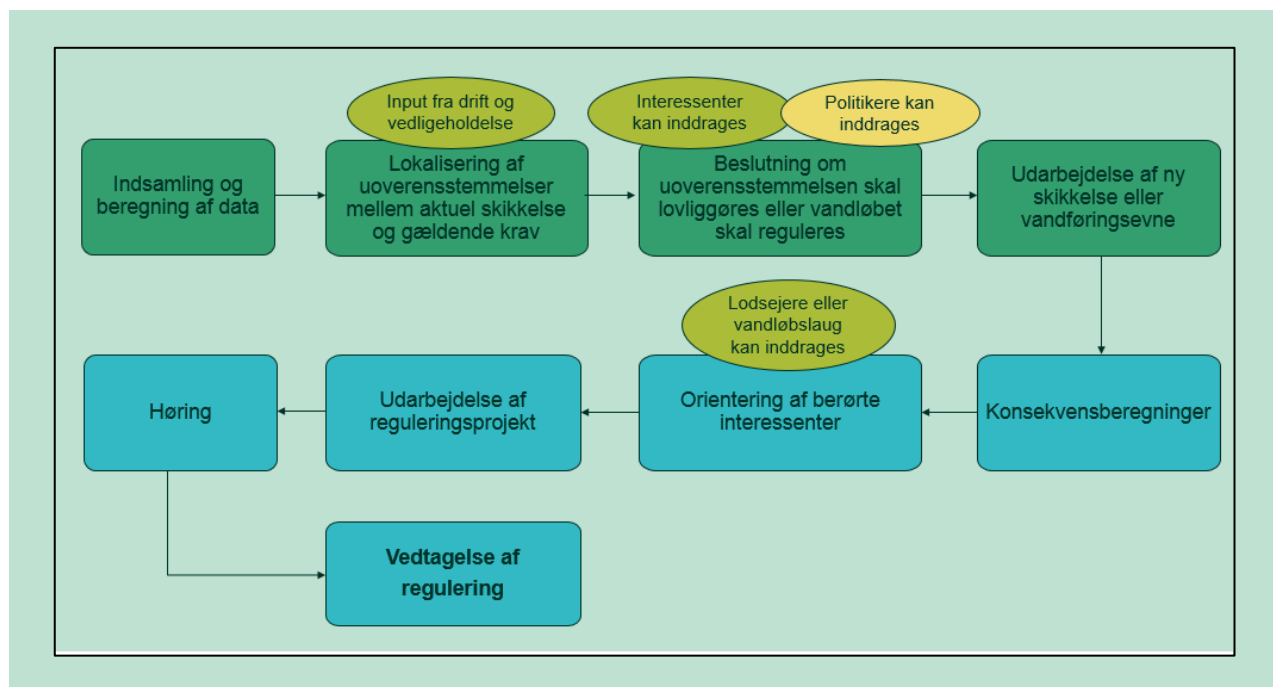
Processen for regulering kan variere afhængig af omfang og kompleksiteten af den regulering, der ønskes foretaget. Nogle reguleringer er relative simple og har muligvis kun konsekvens for en enkelt lodsejer eller en lille gruppe af lodsejere, der er direkte berørte af reguleringen. Andre reguleringer kan have betydning for store dele eller hele vandløbet, og derved skal en stor

---

<sup>14</sup> Standardregulativ for offentlige vandløb, jfr. Vandløbslovens §12, Cirkulærebeskrivelse, Miljøstyrelsen, den 20. juli 1984.

gruppe af lodsejere og interessenter inddrages. Der kan således opsættes en række betingelser for hvornår orientering/ inddragelse foretages, hvem der skal inddrages direkte og hvem der inddrages på et orienterende niveau.

På figur 29 ses et overblik over reguleringsprocessen fordelt på standard og udvidet proces. Valg af den udvidede proces kan være et politisk ønske om større politisk inddragelse eller en tidligere og større inddragelse af interessenterne. Det kan ligeledes skyldes kompleksiteten af reguleringen eller omfanget af berørte interessenter.



**FIGUR 29:** Oversigt over processen for gennemførelse af regulering.

### 17.3 Analyse af reguleringsbehov og løsning

Der kan som tidligere beskrevet være mange årsager til, at der bliver behov for regulering af gældende regulativ til skikkelse eller vandføringsevne.

Da en regulering er en ændring af den gældende regulativtilstand, vil alle reguleringer give anledning til afvandingsmæssige konsekvenser. Hvis den fastlagte regulering er en retslig lovgivning af nuværende tilstand, vil der ikke blive behov for indgreb i vandløbet og de afvandingsmæssige forhold bliver således uændret i forhold til vandløbets aktuelle forhold. Giver reguleringen derimod anledning til et fysisk indgreb i vandløbet, ændres såvel de gældende som de aktuelle afvandingsmæssige forhold og konsekvenserne af dette skal kortlægges. Der skal desuden foretages en vurdering af de miljømæssige forhold, uanset om det er en regulering, der fastlægger de nuværende forhold eller giver anledning til indgreb i vandløbet. Her er det vigtigt at se på vandløbets nuværende miljøtilstand og om der er målopfyldelse i vandløbet. Reguleringssagen kan medføre, at der skal søges om dispensation i henhold til Naturbeskyttelseslovens §3 v

### 17.4 Udarbejdelse af reguleringsprojekt

Efter en fastlæggelse af behovet for en regulering og en evt. inddragelse af politikere og interessenter, skal der udarbejdes et reguleringsprojekt til godkendelse. Reguleringsprojektet skal iht. § 12, stk. 1 i Bekendtgørelse om vandløbsregulering og -restaurering (BEK nr. 834 af 27.06.2016) indeholde en redegørelse om formålet med og en begrundelse for projektet med

diverse oversigtskort og detailplaner. Desuden skal projektet omfatte en oversigt over de ejendomme, der er påvirket af reguleringen. Der skal udarbejdes et prisoverslag for projektet samt en tidsplan for arbejdets gennemførelse.

Der skal således laves et separat projekt ved siden af regulativrevisionen, der kan godkendes af myndigheden. Vandløbsmyndigheden skal ved sin afgørelse tage hensyn til samtlige afvandingsmæssige interesser samt sikre at projektet er foreneligt med hensynet til den miljømæssige målsætning.

### **17.5 Indarbejdelse i regulativ**

Efter vedtagelse af reguleringen kan arbejdet med regulativrevisionen færdiggøres. De ændrede krav til skikkelse/vandføringsevne skal indarbejdes i regulativet, herunder evt. ændringer i kontrolpraksis. Konsekvensvurderingen medtages i regulativets redegørelse.



# 18. Databehov til regulativtyper

Den overordnede proces for regulativrevisionen er beskrevet i kapitel 17. En mere teknisk beskrivelse af regulativ udarbejdelsen fremgår af bilag 4.

Med henblik på at kunne vurdere hvilke omkostninger der er forbundet med de regulativtyperne geometrisk skikkelse, QH-regulativer og teoretisk skikkelse, er der i tabel 17 vist en oversigt over det databehov de enkelte regulativtyper medfører.

**TABEL 17.** Oversigt over databehov i forhold til de enkelte regulativtyper.

| Regulativtype        |                                                  | Databehov ved fastsættelse af krav til vandføringsevne eller skikkelse, med tilhørende kontrolparametre |         |            |      |                                     |                |           |                       |                 |
|----------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|------|-------------------------------------|----------------|-----------|-----------------------|-----------------|
|                      |                                                  | Opmåling                                                                                                | Oplande | Manningtal |      | Kontrol og beregningsparameter      |                |           | Målinger              |                 |
|                      |                                                  |                                                                                                         |         | Skønnet    | Målt | Karakteristiske afstrømningsværdier | Startvandspejl | Skikkelse | QH-kurve, beregninger | QH-kurve, målte |
| Geometrisk skikkelse | Fast geometrisk skikkelse                        | +                                                                                                       |         |            |      |                                     |                | +         |                       |                 |
| QH                   | QH på baggrund af målinger                       |                                                                                                         |         |            | +    |                                     |                |           |                       | +               |
|                      | QH på baggrund af beregninger                    | +                                                                                                       | +       |            | +    |                                     |                |           | +                     |                 |
|                      | QH, med teoretisk skikkelse                      | +                                                                                                       | +       |            | +    |                                     |                | +         | +                     |                 |
| Teoretisk skikkelse  | Teoretisk skikkelse                              | +                                                                                                       | +       | +          |      | +                                   | +              | +         |                       |                 |
|                      | Teoretisk skikkelse, kontrol ved høj afstrømning | +                                                                                                       | +       | +          |      | +                                   | +              | +         |                       |                 |

I forbindelse med regulativrevisionen er kontrol af opmåling, redigering af vandløbsstreg og stationering, samt sammenligning af gældende opmålt skikkelse med den gældende regulativmæssige skikkelse en del af regulativudarbejdelsen for regulativtyperne fast geometrisk skikkelse og teoretisk skikkelse. Ved QH-regulativer vil man kontrollere om gældende kravkurve

og grundkurve stadig er gældende evt. ved brug af en ny opmåling. For alle regulativtyper gælder at eventuelle reguleringer og restaureringer, der er udarbejdet efter sidste regulativrevision, skal indarbejdes, så de gældende bestemmelser for vandløbet er samlet. For alle regulativer gælder også, at der skal tages stilling til drift og kontrol af regulativet, og det skal beskrives i regulativerne sammen med datagrundlaget. På tabel 18 ses en oversigt over arbejdsprocesser i forbindelse med regulativudarbejdelsen.

**TABEL 18:** Arbejdsprocesser i forbindelse med udarbejdelse og drift/kontrol i forhold til de forskellige regulativtyper \* Denne regulativtype vil være vanskelig at vurdere oprensningsbehov ud fra og en opmåling kan ikke sammenlignes med noget.\*\* Skal evt. opmåles ved behov for oprensning.

|                           |                                      | Regulativudarbejdelse |                       |                     | Drift/Kontrol |                       |                  |
|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------|-----------------------|------------------|
|                           |                                      | Opmåling              | Vandspejlsberegninger | Krav og grundkurver | Opmåling      | Vandspejlsberegninger | Måling af Q og H |
| Fast geometrisk skikkelse | Fast geometrisk skikkelse            | +                     |                       |                     | +             |                       |                  |
| QH                        | QH, på baggrund af målinger          | -                     |                       | +                   | *             |                       | +                |
|                           | QH på baggrund af beregninger        | +                     |                       | +                   | (+)**         |                       | +                |
|                           | QH, med teoretisk skikkelse          | +                     |                       | +                   | +**           |                       | +                |
| Teoretisk skikkelse       | teoretisk skikkelse                  | +                     | +                     |                     |               | +                     |                  |
|                           | Teoretisk skikkelse, høj afstrømning | +                     | +                     |                     |               | +                     |                  |

# 19. Økonomioversigt

I dette afsnit gives overslagspriser på indsamling og beregning af data til brug ved udarbejdelse af nye regulativer, udarbejdelse af selve regulativet samt udgifter ved kontrol af vandløbene. Der gives kun overslagspris på regulativtyperne geometrisk skikkelse, teoretisk skikkelse og QH-kurver. Overslagsprisen omfatter kun fastlæggelse af skikkelse eller vandførings-ejne, idet der ikke gives pris på udarbejdelse af regulativtekst og redegørelse, ligesom tidsforbruget ved høringsfasen og indarbejdelse af høringssvar heller ikke er muligt at prissætte, da det vil afhænge af antallet af høringssvar.

Overslagspriserne er meget varierende, grundet store forskelle i vandløbene. Den store variation i prisoverslagene for indsamling af data skyldes de enkelte vandløbs variation i størrelse, karakteristika, antallet af bygværker og adgangsforholdene langs vandløbene. Store vandløb kræver opmåling ved hjælp af båd, vandløb med store profilvariationer kræver opmåling af flere profiler og flere bygværker og tilløb kræver mere tid. Derudover er adgangsforholdene til og tilgængeligheden langs vandløbene af stor betydning for tidsforbruget ved en opmåling/kontrol. For regulativtypen teoretisk skikkelse, hvor der skal foretages beregning af vandløbsopland og karakteristiske afstrømningsværdier, er prisen afhængig af kvaliteten af eksisterende data og i særlig grad afhængig af om beregningerne foretages enkeltvis pr. vandløb eller de foretages i samlede oplande. Derfor er det ved prissætningen (kr. pr. m vandløb) forudsat, at vandløbet har en længde på 3 km (se tabel 19).

Der gives ligeledes et bud på omkostningerne ved kontrol af vandløbet ved de enkelte regulativtyper. Tidsforbruget og dermed prisen vil afhænge af kvaliteten og detaljeringsniveauet af de gældende regulativer samt de regulerings- og restaureringsprojekter, der er gennemført siden sidste regulativrevision. Overslagsprisen gives derfor i intervaller pr. m vandløb. Alle nedenstående priser er erfaringstal fra regulativrevisionsarbejde samt kontrol af vandløbene udført af Orbicon, og skal ses som den pris det koster, hvis en rådgiver foretager beregninger og udarbejder regulativet samt foretager en kontrol.

For QH-regulativer er priserne mere afhængig af antallet af QH kravkurvestationer i det enkelte vandløb end af længden på vandløbet. For at kunne give et bud på omkostningerne pr. m vandløb er priserne beregnet ud fra en forudsætning om, at vandløbet har en længde på 20 km med 15 - 20 kravkurvestationer (se tabel 19).

**TABEL 19:** Oversigt over overslagspriser for indsamling af data (erfaringstal fra Orbicon).

| Indsamling af data [kr. pr. m vandløb]     |                      |                     |              |
|--------------------------------------------|----------------------|---------------------|--------------|
|                                            | Geometrisk skikkelse | Teoretisk skikkelse | QH-regulativ |
| Regulativopmåling                          | 6,00 - 18,00         | 6,00 - 18,00        | 6,50 - 18,00 |
| Beregning af vandløbsopland                | -                    | 0,25 - 0,75         | 0,25 - 0,75  |
| Beregning af karakteristiske afstrømninger | -                    | 0,65-1,5            | -            |
| Måling af Q og H                           | -                    | -                   | 2,50 – 3,00  |
| Manningtalsbestemmelse                     | -                    | -                   | 0,50 – 1,00  |
| I alt                                      | 6,00 - 18,00         | 6,90-20,25          | 9,75-22,75   |

På tabel 20 og 21 ses prisoverslag for udarbejdelse af regulativer og kontrol af regulativerne (administration). Priserne viser, at der kan være en meget stor variation på omkostningerne af en regulativrevision. Der kan være en stor rationaliseringseffekt i at foretage en regulativrevision for flere vandløb, evt. hele oplande ad gangen, da der, uanset størrelsen af opgaven, altid vil være en række faste opstartsomkostninger, der stort set er uafhængig af antallet og længden af vandløbene.

Tabel 20 og 21 viser ligeledes forskelle i omkostningerne alt efter regulativtype, hvor en regulativrevision for et regulativ efter fast geometrisk skikkelse (inkl. dataindsamling) vil beløbe sig til 7,35 – 22,25 kr. pr. m vandløb, vil et teoretisk skikkelses-regulativ beløbe sig til 10,75 – 29,50 kr. pr. m vandløb.

**TABEL 20:** Oversigt over overslagspriser for udarbejdelse af regulativ.

| Udarbejdelse af regulativ [kr. pr. m vandløb]                         |                           |                     |              |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------|--------------|
|                                                                       | Fast geometrisk skikkelse | Teoretisk skikkelse | QH-regulativ |
| Kontrol af opmåling og fastlæggelse af vandløbsstreg og stationering  | 0,25 - 0,75               | 0,25 - 0,75         | 0,25 - 0,75  |
| Sammenligning af gældende regulativbestemmelser og opmåling           | 0,25 - 1,25               | 0,25 - 1,25         | 0,25-1,25    |
| Udarbejdelse af nye dimensioner for skikkelse eller vandføringsevne   | 0,75 - 1,50               | 0,75 - 1,50         | 0,75 - 1,50  |
| Fastlæggelse af grundkurve og kravkurve                               |                           |                     | 2,50 – 6,00  |
| Udarbejdelse af tabeller til regulativ (bygværker, tilløb, skalapæle) | 0,10 - 0,75               | 0,10 - 0,75         | 0,10 - 1,00  |
| Vandspejlsberegninger                                                 | -                         | 2,50 – 5,00         | -            |
| I alt                                                                 | 1,35 - 4,25               | 3,85 - 9,25         | 4,60 – 12,00 |

**TABEL 21:** Oversigt over overslagspriser for administrationen af regulativet.

| Administration af regulativet [kr. pr. m vandløb] |                           |                     |              |
|---------------------------------------------------|---------------------------|---------------------|--------------|
|                                                   | Fast geometrisk skikkelse | Teoretisk skikkelse | QH-regulativ |
| Pejling af bundkoter og bundbredde                | 1,00 - 2,00               | -                   | -            |
| Kontrolopmåling                                   | 5,00 - 15,00              | 5,50 - 15,00        | 5,50 - 15,00 |
| Vandspejlsberegninger ved kontrol                 |                           | 1,25 - 2,50         | -            |
| Måling af Q og H til kontrol pr. gang             |                           |                     | 1,75 – 3,50  |
| Udarbejdelse af notat om kontrol                  | 1,25 - 2,50               | 1,25 - 2,50         | 1,00 – 2,50  |
| I alt                                             | 2,25 - 17,50              | 8,00 - 20,00        | 8,25 – 21,00 |

For regulativtypen arealkote vil omkostningsmæssigt for både udarbejdelse og kontrol ligge mellem udgifterne for et fast geometrisk regulativ og et teoretisk skikkelsesregulativ.

En vurdering, af omkostningerne for en regulativrevision inkl. dataindsamling vil beløbe sig til 6,00 – 19,00 kr. pr. m vandløb, mens udarbejdelsen af regulativet vil ligge i størrelsesorden af 2,00-7,00 kr. pr. m vandløb. Administration af regulativet er simpel og vil ligge i intervallet 4,00 – 18,00 kr. pr. m vandløb.

## 20. Fordeling af regulativtyper på de offentlige vandløb

Der er foretaget en overordnet vurdering af fordelingen af de enkelte regulativtyper (fast geometrisk skikkelse og vandføringsevne) på strækningsniveau for de offentlige vandløb.

Naturstyrelsen har vurderet, at der er omkring 69.000 km vandløb i Danmark<sup>15</sup>, hvoraf ca. 20.000 km er offentlige vandløb, som administreres af kommunerne. Der findes ikke en landsdækkende registrering af de offentlige vandløb, og derfor er den samlede længde af offentlige vandløb fundet ud fra informationer (GIS-lag), der bl.a. er blevet brugt til udpegning af hvilke vandløb, som skulle omfattes af vandområdeplanerne. Ud fra disse oplysninger er der fundet ca. 19.000 km offentlige vandløb, tabel 22.

**TABEL 22:** Opsummering af antal km offentlige vandløb og private vandløb i Danmark.

| Kategori           | Antal km | Videre proces              |
|--------------------|----------|----------------------------|
| Offentlige vandløb | 19.019   | Videre til 2. tematisering |
| Private vandløb    | 58.103   | Ikke videre analyse        |
| Total              | 77.122   |                            |

Dernæst er de offentlige vandløb fordelt i undergrupper ved tematisering ud fra en række fastlagte parametre, som har relation til de beskrevne vandløbstyper. Denne opdeling vil gøre det muligt at vurdere hvilken regulativtype, som vil være egnet til den enkelte vandløbstype. Opgørelsen indledes med at opdele de offentlige vandløb i to kategorier (2. tematisering) efter natur- og miljømæssige interesser, hvor den største gruppe omhandler offentlige vandløb, som er målsatte i vandområdeplanerne med miljømålet god tilstand, beskyttet efter §3 i naturbeskyttelsesloven. Desuden er rørlagte strækninger udskilt. Det samlede antal km i hver kategori ses i tabel 23.

**TABEL 133:** Opsummering af antal km offentlige vandløb, som er med eller uden natur- og miljømæssige interesser eller som er rørlagte. Desuden er angivet hvilken regulativtype, der er bedst egnet til de enkelte kategorier. I sidste kolonne er vist den videre proces for den pågældende kategori.

| Kategori                       | Antal km | Regulativtype             | Videre proces              |
|--------------------------------|----------|---------------------------|----------------------------|
| Med natur- og miljøinteresser  | 13.094   | Vandføringsevne           | Videre til 3. tematisering |
| Uden natur- og miljøinteresser | 5841     | Fast geometrisk skikkelse | Ikke videre analyse        |
| Rørlagte strækninger           | 930      | Fast geometrisk skikkelse | Ikke videre analyse        |

For vandløb med natur- og miljømæssige interesser, er det vigtigt, at der er mulighed for formudvikling i vandløbet, hvilket tilgodeses bedst med en regulativtype, der beskriver vandføringsvnen (teoretisk skikkelse eller QH-kurver). Fordelingen af vandløb i de to regulativtyper, der beskriver vandføringsevnen analyseres i den 4. tematisering.

<sup>15</sup> <https://mst.dk/natur-vand/vandmiljoe/soeer-og-vandloeb/>

For restgruppen af vandløb uden natur- og miljømæssige interesser forudsættes det, at der fortrinsvis vil være afvandingsmæssige interesser, hvor det vurderes, at regulativtypen fast geometrisk skikkelse er velegnet. Desuden anbefales det, at der anvendes denne regulativtype for rørlagte strækninger og for pumpekanaler. Det skal dog nævnes, at i der ikke med sikkerhed kan siges, at der ikke er naturmæssige interesser, da der vil være områder, der ikke er oplysninger om ved nærværende analyse.

## 20.1 Fordeling af offentlige vandløb på regulativtyper med vandføringsevne

Den første kategori af vandløb, hvor regulativtypen vandføringsevne er bedst egnet, skal analyseres yderligere, for at kunne vurdere hvilken type vandføringsevne bestemt regulativ, der er bedst egnet (4. tematisering). I mange tilfælde vil man kunne anbefale begge regulativtyper for den samme strækning. Derfor er der foretaget en række antagelser for at få et overordnet billede af, hvor mange km vandløb, der som vil være relevant for de to regulativtyper: teoretisk skikkelse og QH-regulativ.

De offentlige vandløb med natur- og miljøinteresser kategoriseres først efter størrelse mht. bundbredde ud fra typologien. I tabel 24 er vist fordelingen ud fra typologi alene og ud fra bundbredden (midt bredde).

**TABEL 24:** Opsummering af antal km offentlige vandløb efter vandløbsstørrelse (typologi).

| Typologi   | Antal km | Regulativtype   | Videre proces |
|------------|----------|-----------------|---------------|
| Typologi 1 | 2.660    | Vandføringsevne | Faldforhold   |
| Typologi 2 | 4.803    | Vandføringsevne | Faldforhold   |
| Typologi 3 | 704      | Vandføringsevne | Faldforhold   |
| Ukendt     | 4.927    |                 |               |
| Total      | 13.094   |                 |               |

| Midt bredde | Antal km | Regulativtype   | Videre proces |
|-------------|----------|-----------------|---------------|
| 0-2.5 m     | 1.279    | Vandføringsevne | Faldforhold   |
| 2.5-12 m    | 10.980   | Vandføringsevne | Faldforhold   |
| > 12 m      | 835      | Vandføringsevne | Faldforhold   |
| Total       | 13.094   |                 |               |

Det vurderes, at bundbredden bedst beskriver fordelingen af vandløbene i forhold til hvorvidt der skal anbefales teoretisk skikkelse eller QH-regulativ. En opdeling af vandløbene efter faldforhold inden for hver kategori for bundbredden ses i tabel 25.

I tabel 25 er desuden vist en opdeling af vandløbene efter anbefalet regulativtype på grundlag af bundbredde og fald. Denne vurdering er foretaget på baggrund af erfaringer for de mest udbredte regulativtyper i de enkelte typer vandløb.

**TABEL 25:** Opsummering af antal km vandløb med regulativtype vandføringsevne fordelt på typologi udtrykt ved bundbredde (midtbredde) og faldforhold, hvor faldet er ukendt i 4927 km vandløb. I kolonner til højre er angivet fordelingsprocent og antal km, der vil være egnet til regulativtype teoretisk skikkelse eller QH-regulativ.

| Midtbredde   | Faldforhold | Antal km | Teoretisk skikkelse |          | QH-regulativ |          |
|--------------|-------------|----------|---------------------|----------|--------------|----------|
|              |             |          | % fordeling         | Antal km | % fordeling  | Antal km |
| 0-2,5 m      | < 0,2 ‰     | 93       | 100                 | 93       | 0            | 0        |
|              | 0,2 – 5,0 ‰ | 746      | 100                 | 746      | 0            | 0        |
|              | > 5 ‰       | 440      | 100                 | 440      | 0            | 0        |
| 2,5-12 m     | < 0,2 ‰     | 1.346    | 75                  | 1.010    | 25           | 336      |
|              | 0,2 – 5,0 ‰ | 8.173    | 50                  | 4.086    | 50           | 4.086    |
|              | > 5 ‰       | 1.461    | 100                 | 1.461    | 0            | 0        |
| > 12 m       | < 0,2 ‰     | 270      | 50                  | 135      | 50           | 135      |
|              | 0,2 – 5,0 ‰ | 540      | 25                  | 135      | 75           | 404      |
|              | > 5 ‰       | 25       | 50                  | 12,5     | 50           | 12,5     |
| <b>Total</b> |             | 13.094   |                     | 8.119    |              | 4.975    |

Ud fra erfaringer vurderes det, at regulativtypen teoretisk skikkelse generelt er velegnet i små til mellemstore vandløb (bundbredde 0-2,5 m og 2,5-12 m) med ringe fald (< 0,2 ‰), mens regulativtypen QH-regulativ er bedst velegnet til større vandløb (bundbredde > 12 m) med moderat (0,2 – 5 ‰) til stort fald (> 5 ‰). Der er dog en glidende overgang mellem hvornår det anbefales at anvende teoretisk skikkelse og QH-kurver. Især i mellemstore vandløb med moderat fald vil man ofte kunne anbefale begge regulativtyper.

Derfor er der foretaget en overordnet procentvis fordeling af vandløbslængderne på baggrund af erfaringer for de mest udbredte regulativtyper i de enkelte typer vandløb. I tabel 32 ses hvordan fordelingen af de enkelte regulativtyper som udgangspunkt er fastlagt, f.eks. for vandløb med ringe fald (< 0,2 ‰) er det som udgangspunkt fastlagt, at små vandløb (typologi 1) udpeges med en teoretisk skikkelse og mellemstore vandløb (typologi 2) udpeges med henh. ¾ af vandløbene med teoretisk skikkelse og ¼ med QH-regulativ. Store vandløb (typologi 3) udpeges med ½ af vandløbene med teoretisk skikkelse og ½ med QH-regulativ.

I tabel 31 ses således, at der ud fra denne fordeling vurderes, at ca. 62 % af vandløbene kan beskrives med regulativtype teoretisk skikkelse og 34 % med regulativtypen QH-regulativ.

## 20.2 Vurdering af behov for sikring af drænuvløbskote

For de vandløb, hvor en regulativtype med vandføringsevne er bedst egnet, fordi der er natur- og miljøinteresser, kan der samtidig være afvandsinteresser, hvor der er behov for at sikre drænuvløb ved fastlæggelse af en drænkote.

For at kunne vurdere antal km vandløb, hvor dette kan være et behov, er der foretaget en opdeling af vandløbene efter sandsynlighed for dræning på de dyrkede arealer langs vandløbene, hvilket kan ses i tabel 26. Denne opdeling er gennemført på baggrund af en analyse af Rasterlaget Drained (se afsnit om datagrundlag).

**TABEL 26:** Antal km vandløb fordelt efter sandsynlighed for dræning (drænet eller ikke drænet).

| Arealanvendelse | Antal km | Videre proces                          |
|-----------------|----------|----------------------------------------|
| Ukendt/ingen    | 1.656    | Ingen                                  |
| Drænet          | 5.479    | Videre vurdering efter arealanvendelse |
| Ikke drænet     | 5.962    | Ingen                                  |
| Total           | 13.094   |                                        |

I tabel 27 er vist arealanvendelsen på de drænede arealer. Fordelingen er der foretaget i en 250 m bred buffer på begge sider af vandløbene på de arealer, hvor der er sandsynlighed for dræning (drænet). Det vurderes, at det er særligt vigtigt at sikre drænuvløbsdybden på drænede landbrugsarealer i omdrift og/eller permanent græs. I tabellen ses, at det vurderes at der på ca. 5.327 km vandløb kan have behov for at sikre drænuvløbsdybden ved at fastlægge koter for drænuvløb.

**TABEL 27:** Antal km vandløb fordelt på arealanvendelsen på arealer med sandsynlighed for dræning (drænet). Desuden er angivet antal km vandløb, hvor der vurderes behov for sikring af drænuvløbsdybden.

| Arealanvendelse          | Antal km | Behov for sikring af drænuvløbsdybde |
|--------------------------|----------|--------------------------------------|
| Ukendt/ingen             | 20       |                                      |
| Omdrift                  | 1.718    | 1.718                                |
| Permanent Græs           | 121      | 121                                  |
| Vådområde                | 18       |                                      |
| Skov                     | 1        |                                      |
| Ikke Støtteberettiget    | 21       |                                      |
| Udyrket                  | 63       |                                      |
| Energiafgrøde            | 23       |                                      |
| Omdrift + Permanent græs | 3.098    | 3.098                                |
| Omdrift + Skov           | 86       | 86                                   |
| Permanent græs + skov    | 304      | 304                                  |
| Total                    | 5.476    | 5.327                                |

## 20.3 Den samlede fordeling af regulativtyper på offentlige vandløb

Den samlede overordnede opgørelse af omfanget (km) af de offentlige vandløb med de enkelte regulativtyper kan ses i tabel 28.

**TABEL 28:** Samlet fordeling af km offentlige vandløb efter de enkelte regulativtyper (fast geometrisk skikkelse, teoretisk skikkelse og QH-regulativ).

| Regulativtype             | Antal km | Procentvis fordeling |
|---------------------------|----------|----------------------|
| Fast geometrisk skikkelse | 5.924    | 31                   |
| Teoretisk skikkelse       | 8.119    | 43                   |
| QH-regulativ              | 4.975    | 26                   |
| Total                     | 19.018   | 100                  |



Det er umiddelbart en stor andel af de offentlige vandløb, som ifølge analysen anbefales regulativtypen fast geometrisk skikkelse. Vandløbene i denne gruppe er ikke målsatte i vandområdeplanen og vil fortrinsvis omfatte grøfter, pumpekanaler eller rørlagte strækninger. Der er dog også mange små vandløb i de øvre spidser af vandløbssystemerne, som heller ikke er målsatte, men hvor der kan være en stor naturværdi, som skal tilgodeses. Denne mulige naturværdi er ikke kortlagt og dermed ikke medtaget i nærværende analyse. På disse strækninger vil man anbefale, at der anvendes regulativtypen teoretisk skikkelse.

Desuden vurderes det, at der på ca. 5.327 km vandløb kan have behov for at sikre drænløbsdybden ved at fastlægge koter for drænløb.

## 20.4 Beskrivelse af datagrundlaget for analysen

Analyse af fordelingen af regulativtyper på de offentlige vandløb tager udgangspunkt i tilgængelige GIS-lag for følgende emner eller data:

- Offentlige eller private vandløb
- Målsætning
- Beskyttede vandløb efter § 3 i naturbeskyttelsesloven
- Rørlægning
- Stuvningspåvirkning
- Faldforhold
- Vandløbstypologi
- Beskyttelseshensyn i forhold til naturbeskyttelsesområder
- Sandsynlighed for dræning

Analysen er udarbejdet på baggrund af data fra forskellige kilder, se tabel 29.

**TABEL 29:** Oversigt over dataanalyse med kildehenvisning

| Emne                | Beskrivelse                                                                                                                                                                                                                                                                                       | GIS lag               | Kilde                                   |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------|
| Målsætning          | Oversigt over specifikt målsatte vandløb i vandområdeplan 2015 – 2021                                                                                                                                                                                                                             | maalsatte_vandloeb    | MiljøGIS for vandområdeplan 2015 - 2021 |
| § 3 vandløb         | § 3 beskyttede vandløb i naturbeskyttelsesloven                                                                                                                                                                                                                                                   | Bes_vandloeb          |                                         |
| Rørlægning          | Attributter Vandløbstype                                                                                                                                                                                                                                                                          | Vandløbsmidte         | GeoDK                                   |
| Stuvningspåvirkning | Vandløb påvirket af et fast vandspejl på nedstrøms liggende strækning (sø, hav mv.)                                                                                                                                                                                                               | Vandløbsmidte         | GeoDK                                   |
| Faldforhold         | Er udregnet på grundlag af de 3-dimensionale vandløbsdata i GeoDK's Vandløbsmidte. Her er alle knækpunkter på stregerne kotesat ud fra den digitale højdemodel, DHM, fra 2016 i en horisontal opløsning på 0.4 m. Fald er udregnet pr. vandløbsstreg ud fra koterne på første og sidste knæpunkt. | Vandløbsmidte         | GeoDK                                   |
| Vandløbstypologi    | Opdeling af vandløb efter størrelse. MST's vandløbsstreger er ud fra geografi koblet til GeoDK's Vandløbsmidte og attributter overført hertil.                                                                                                                                                    | Vandløb i Vandplan 2. | Miljøstyrelsen                          |

| Beskyttelses-hensyn       | Naturbeskyttelsesområder                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Pdk_naturbeskyttelsesområde_vedtaget | Plansystem.dk                      |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| Sandsynlighed for dræning | Rasterlaget Drained er anvendt som grundlag. Rasterlaget dækker Danmark i 30 meter celler, som hver har informationen 1: Drænet landbrugsareal, 2: Ikke drænet landbrugsareal eller "Ikke oplyst/relevant". Bufferen omkring hver vandløbsstreg kan dække adskillige af disse celler, så den værdi, der er tildelt vandløbet er baseret den værdi af 1 eller 2 som ligger tættest på gennemsnittet. | Drained.tif                          | Anders Bjørn Møller,<br>agro.au.dk |

# 21. Fremtidens vandløbsbog

De fleste regulativer er blevet revideret for 20 – 30 år siden. Siden den seneste revision er der blevet gennemført en del reguleringsprojekter og restaureringsprojekter som resultat af de seneste års fokus på etablering af vådområder og gennemførelse af vandområdeplanerne. Vandløbenes dimensioner og vedligeholdelsespraksis er derfor på delstrækninger ændret i forhold til de fastsatte bestemmelser i det gældende regulativ. Bestemmelserne i projekterne er administrativt gældende, men bør løbende indarbejdes i regulativerne gennem tillægsregulativer eller en egentlig revision af regulativet, for at give et godt overblik over de gældende bestemmelser for det enkelte vandløb. Regulativet bør også revideres, hvis der er stor uoverensstemmelse mellem målsætningen i vandområdeplan og bestemmelserne i det gældende regulativ, f.eks. vedr. regulativtype (vandføringsevne eller skikkelse) eller grødeskæringsbestemmelser.

Kommunerne står derfor overfor en stor opgave, når disse gamle regulativer skal revideres og opgaven forventes ikke at blive mindre i og med, at der stadig arbejdes med at få gennemført indsatserne i vandområdeplanerne, og der er behov for etablering af flere vådområder og vandløbsindsatser. Dertil kommer, at klimaændringer i form af øget nedbør og til tider manglende nedbør har øget opmærksomheden vedrørende vandløbenes vandføringsevne.

Vandløbsmyndighedens daglige administration kan derfor gøres mere overskueligt, så bestemmelserne i regulativerne afspejler de aktuelle forhold i vandløbene. Ved revision af regulativerne med jævne mellemrum sikres det desuden, at der foretages en vurdering af, om der er sket ændringer i forudsætningerne for regulativet siden sidste revision, f.eks. ændret planforhold, målsætning, vedligeholdelsespraksis, projekter mv.

For at skabe overblik skal vandløbsmyndigheden foretage en registrering af de bestemmelser, som er gældende for det enkelte vandløb. Disse oplysninger skal være offentligt tilgængeligt (vandløbslovens BEK nr. 838 af 27/06/2016, § 5). Traditionelt set er dette oftest gennemført ved registrering af bestemmelserne i en såkaldt vandløbsbog eller vandløbsprotokol. Denne registrering er dog ikke altid blevet vedligeholdt gennem årene, og oplysningerne ligger oftest i kommunernes digitale sagssystemer, som ikke umiddelbart er offentligt tilgængeligt. Mange regulativer ligger også i papirformat (eller PDF), hvor det kan være svært at få overblik over bestemmelserne.

Den løbende revision af regulativerne og registrering af oplysninger/bestemmelser (vandløbsbog) for det enkelte vandløb er oftest ikke blevet gennemført, sandsynligvis på grund af en travl hverdag og en tung administrativ proces. Vandløbsmyndigheden skal i praksis samle oplysninger fra flere steder (regulativet, reguleringsprojekter og andre afgørelser) for at få det fulde overblik over de gældende bestemmelser for vandløbet.

Derfor er den aktuelle situation i mange kommuner, at den daglige administration sker efter forældede regulativer. Desuden er det ofte svært for vandløbsmedarbejderen at få det fulde overblik over de bestemmelser, som er gældende for det enkelte vandløb på en nem og overskuelig måde.

Det anbefales derfor, at regulativrevisionen og den fremtidige administration af regulativerne gøres mere smidig og åbent end den nuværende praksis. I fremtiden vil det være mest hensigtsmæssigt, at regulativerne og "vandløbsbogen" for det enkelte vandløb gøres digitalt til-

gængeligt i specialudviklede programmer og databaser til dette formål. De relevante oplysninger kan herfra gøres tilgængelige på kommunens hjemmeside for lodsejere, interessenter og nabokommuner mv.

Nationalt er der desuden et voksende behov for, at data om vandløbene er mere lettilgængelige for andre myndigheder i fælles nationale databaser, f.eks. opmålingsdata, regulativbestemmelser, oplande, karakteristiske afstrømninger mv. Der er behov for at kunne udarbejde samlede regulativer for hele vandløbssystemer på tværs af kommunerne, så man får overblik over udfordringer og behov i hele vandløbssystemet og ikke kun på den del af vandløbet, der løber i egen kommune. Desuden er der øget behov for samarbejde på tværs af kommuner og med andre interessenter (f.eks. forsyningsselskaber) på grund af klimaændringer.

## 22. Ny teknologi og fremtidens regulativtyper

Til brug for regulativudarbejdelse og kontrol, er der brug for viden om vandløbenes vandspejl, vandføring og form. Den viden indsamles i dag med forholdsvis standardiserede metoder, og det bør altid være tilfældet, også med fremtidens nye teknologier og metoder. Metoden skal være "retvisende". Undtagelsen herfor kan være, at man implementerer metoder, som kan bruges som beslutningsredskaber for myndigheden i forbindelse med løbende tiltag. F.eks. omkostningslette screeninger til udpegning af problemstrækninger, der i sidste ende kan føre til udgiftsreducerede og målrettede kontrolmålinger og vedligeholdelsestiltag.

### 22.1 Introduktion til metoder

Måleteknologien indenfor vandløbsopmåling og overvågning er i dag baseret på målinger af vandspejl og profiler, som fortrinsvis udføres med GPS og/eller totalstation. Eksempel på en opmåling med GPS er vist på figur 30.



**FIGUR 30:** Traditionel profilopmåling med GPS

Vandføringer måles i dag manuelt med mekaniske strømmålere, håndholdte ultralyds-strømmålere eller ADCP-både.

I dag arbejdes der på mange fronter med udvikling af nye metoder og udstyr, i forhold til at tilvejebringe data, der måske på sigt vil være mere omkostningseffektive end de traditionelle metoder. I dette afsnit beskrives nogle af de målemetoder, hvor der foregår en udvikling, og det beskrives, hvilke fremtidige muligheder dette kan bringe, hvis de implementeres i den fremtidige vandløbsforvaltning.

Følgende tre teknologier anses som værende umiddelbart oplagte i forbindelse med arbejdet omkring regulativopmåling og kontrol. De tre metoder er 1) opmåling og informationsindsamling med luftbårne droner, 2) opmåling med båd og 3) måling med stationære målesensorer.

## 22.2 Droner (UAV)

Disse "Unmanned Aerial Vehicle" forkortet UAV også kendt som droner, er de senere år dukket op inden for en lang række områder, herunder også vandløbsområdet. En drone er en transportenhed, der med en højpræcisions GPS og et udvalg af sensorer gør det muligt at måle og observere en lang række parametre digitalt. Eksempel på en drone i aktion ses på figur 31.



**FIGUR 31:** Drone i aktion i Åmose å hvor vandspejlet opmåles med radar med påvist nøjagtighed på +/- 2-3 cm. Billedet er stillet til rådighed af Filippo Bandini DTU. Opmålingen er en del af udviklingsprojektet Riverscapes. Kilde: Orbicon A/S.

Indenfor vandløbsområdet anvendes droner til bestemmelse af vandspejlskoter, med orthofoto eller med radar. Det kan også være bestemmelse af vandhastigheder med radar eller video. Endelig kan det være opmåling af tværprofiler med sonar, grøn lidar eller f.eks. ground penetrating radar eller tethered sonar. Sidstnævnte er en sonarbold, man med en drone kan trække over vandløbet.

Droner kan desuden bære kameraer til video og billedokumentation, eller spectral kameraer, der med en kalibrering i forhold til de faktisk observerede forhold på jorden, kan sættes i stand til at genkende f.eks. grødetyper eller bundsubstrat.

Dronerne udmærker sig især, hvis man har brug for længde- eller flade-baserede informationer. Hvor der er en tidsdimension i målingerne vil en drone næppe kunne erstatte en traditionel og billig sensor, som f.eks. en vandstandsmåler.

Perspektivet for droner udvides, hvis det tillades at flyve autonomt uden for synsvidde. Man må dog forvente, at der sættes meget strengere krav til flyvninger, og måske så strenge krav, at visse vandløb slet ikke kan opmåles med en drone. Det kan være vandløb nær tæt bebyggede områder, lufthavne, veje mv.

### 22.3 Fjernstyrede både (USV)

En "Unmanned Surface Vehicle" er en fjernstyret båd, der eventuelt kan programmeres til at gennemføre en opmålingsmission. Som ved en UAV, hvor det er dronen, der er transportmidlet, er det her båden. De sensorer, der er monterede, er dem som giver den viden, der kan være brugbar i opmålingssammenhæng. Båden kan med fordel fremfor dronen, bruges hvor sensorer skal være neddykkede i vand for at kunne måle.

Det har længe været en gængs anvendt metode at sejle en båd med en påmonteret akustisk doppler på tværs af en vandløb for at indsamle vandføringsmålinger. Resultatet heraf er et profil af vandløbets vanddækkede område, en opmåling af tværsnittets hastighedsvariation og en umiddelbar beregning af vandføringen.

Med en GPS-monteret flerstrålet dybde-sensor er det også muligt at foretage en god bathymetrisk opmåling, se eksempel på i figur 32.



**FIGUR 32:** Opmåling med en USV i Susåen 2019. Kilde: Orbicon A/S

Sejles ned gennem et vandløb, kan kombinationen af de tre måleparametre, vandspejl, afstand til bund og hastighed, føre til en samtidig opmåling af et vandspejl, et længdeprofil, løbende dybdemålinger og løbende vandføringsmålinger.

Hvorvidt sensorer monteres på en autonom minibåd, på en kajak eller en almindelig båd vil afhænge af de enkelte vandløb. Vandløbets størrelse er afgørende for anvendelsen. Det vil



være vanskeligt at opmåle små vandløb med denne metode, da båden vil have svære ved at manøvrere i små smalle vandløb.

### Elektronisk registrering online

De seneste 40 år har elektronisk registrering af bl.a. vandspejlet været anvendt i Danmark, og de seneste 30 år har online registrering af vandføring også været en mulighed. Generelt for begge parametre er, at de i dag er mere og mere almindelige og specielt førstnævnte er i et stort prisdyk med den nye IoT-teknologi kombineret med lavenergiforbrugende radiokommunikation, f.eks. den franske Sigfox udbyder, som i 2019 er blevet et meget udbredt netværk i Danmark.

Statens net af målestationer er med landbrugspakken, som regeringen i 2017 bevilligede, øget betragteligt og flere online flowmålere er etableret. Eksempel ses på figur 33.



**FIGUR 33:** Til venstre ses Miljøstyrelsens flowmåler i udløbet af Gudenåen, som her ses under etableringen i 2017. Måleren registrerer online den samlede vandmængde fra hele Gudenåsystemet. Til højre ses et eksempel på en prisbillig IoT-vandstandsenhed. Kilde: Orbicon A/S.

De eksisterende hydrometriske stationer, kan sammen med online flowmålere forøge antallet af lokaliteter med online vandføring, så vandføringsevnen i vandløbet kan beregnes.

Samlet betyder det, at disse metoder kan være med til at give både online informationer omkring vandløbets udvikling i vandføringsevnen, men også til på sigt at erstatte de mere traditionelle, manuelle kontrolmetoder.

## 22.4 Vurdering af metoder til opmåling af vandspejl

Det er gængs praksis at anvende en håndbåret GPS til måling af vandspejlet, hvor satellitsignalet tillader dette. I f.eks. skovområder kan det være nødvendigt at bruge den mere omkostningstunge totalstation.



Steder, hvor der allerede er en etableret og kotesat skalapæl, tillader en manuel aflæsning af vandspejlet. I dag bruges disse manuelle vandspejlsaflæsninger dels i QH-kontrol og dels i forbindelse med regulativkontrol.

For at undersøge, hvorvidt man med en drone kan måle et vandspejl, er der lavet flere undersøgelser, herunder bl.a. projektet "Riverscapes" støttet af innovationsfonden<sup>16</sup>. I projektet har man påvist, at en drone med påmonteret radar kan måle et vandspejl i et middelstort vandløb med en standardafvigelse på 2-3 cm.

Metoden viser, at man forholdsvis hurtigt kan opmåle en strækning og ikke mindst, at dataprocesseringen er overkommelig.

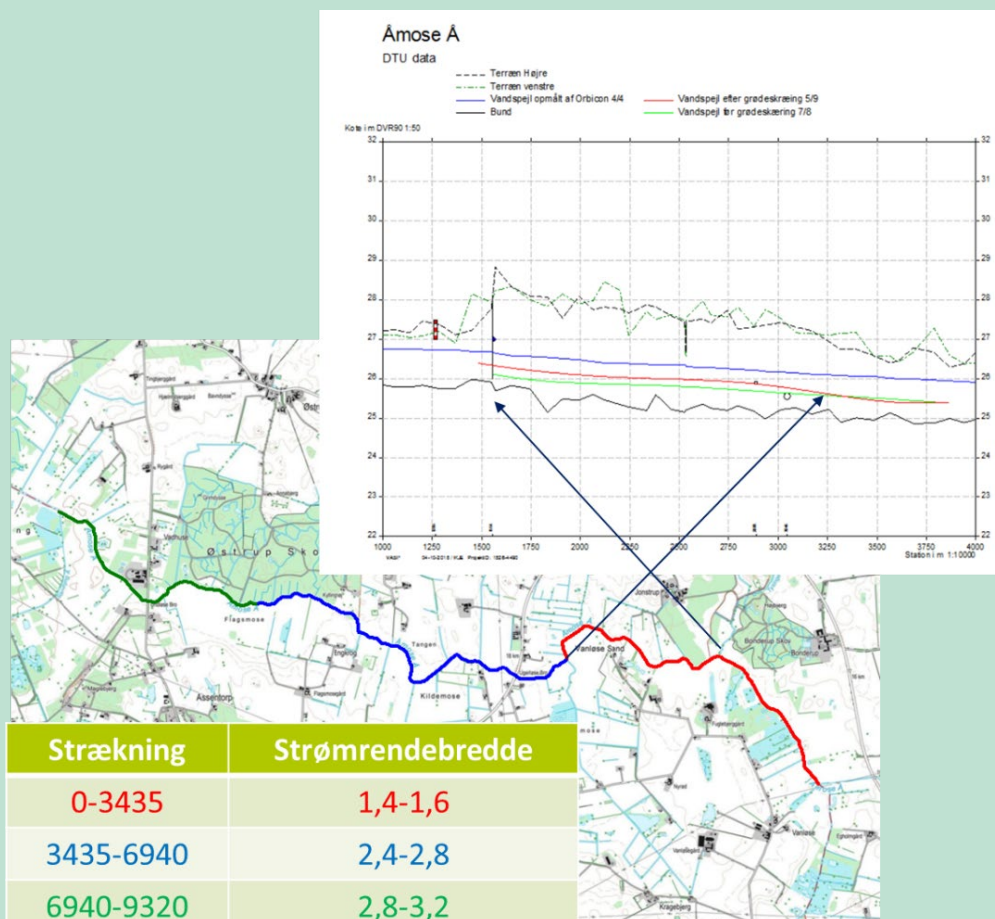
En anden undersøgelse er den, der refereres til i Ekspertudvalgets rapport, hvor der foreslås at introducere en "glidende QH-kontrol" som bygger på, at man opmålte vandspejlet ud fra en orthofoto flyvning, udlægning af fixpunkter og en datatolkning. Metoden er mere omkostningstung, både hvad angår feltarbejdet, hvor der skal udlægges kontrolpunkter, men især i data-processeringen. Med den viden der er i dag, er det mest sandsynligt, at vandspejlsmålinger med radar er den umiddelbart mest rentable løsning.

Uanset valg af metode til måling af vandspejlets længdeprofil, kan droneflyvning af vandspejl med fordel overvejes som screeningsværktøj eller eventuelt hvor man ønsker en mere glidende QH-kontrol.

Resultatet fra en opmåling med radar i Åmose å, lige opstrøms Uggerløse bro, er vist i figur 34.

---

<sup>16</sup> <http://www.riverscapes.env.dtu.dk>



**FIGUR 34:** Måling af vandspejlet med drone. Eksempel fra Åmose å. Øverst ses et længdeprofil, hvor den grønne kurve viser vandspejlet før grødeskæring og den røde kurve viser vandspejl efter grødeskæring. Farvelægningen på kortet svarer til farven på de tre strømrøndevidder som skæres på denne strækning.

Flyvningen blev foretaget af DTU og kontrolleret af Orbicon.

#### Fordele og ulemper.

Fordelen ved at anvende en drone til at måle vandspejl er, at man får meget tættere dækning, med andre ord en bedre længdebaseret information. Opmåling af vandspejlet vha. en drone kan fremadrettet bruges til screening og udpegning af problemområder og kan indgå i et fremtidigt grundlag for f.eks. QH-kontrol. Ulemperne ved brug af droner er, at de er noget mere sårbare over for vejrforholdene, end når der foretages en manuel opmåling. Er der tætte skovområder eller små vandløb med meget udhængende vegetation, kan man også forestille sig, at der kan opstå problemer med vandspejlsmålingen vha. droner. Disse "stress tests" af metoden foregår pt. i regi af projektet Riverscapes, og derfor er det svært i skrivende stund at give et klart bud på hvor mange vandløb, der kan opmåles med denne metode.

En fordel ved brug af en drone kan dog også være, at man kan få flere informationer på kort tid. F.eks. et samtidigt orthofoto eller en video der kan give værdifulde oplysninger om brinkudskridninger og lignende.

## 22.5 Vurdering af metoder til opmåling af profiler og form

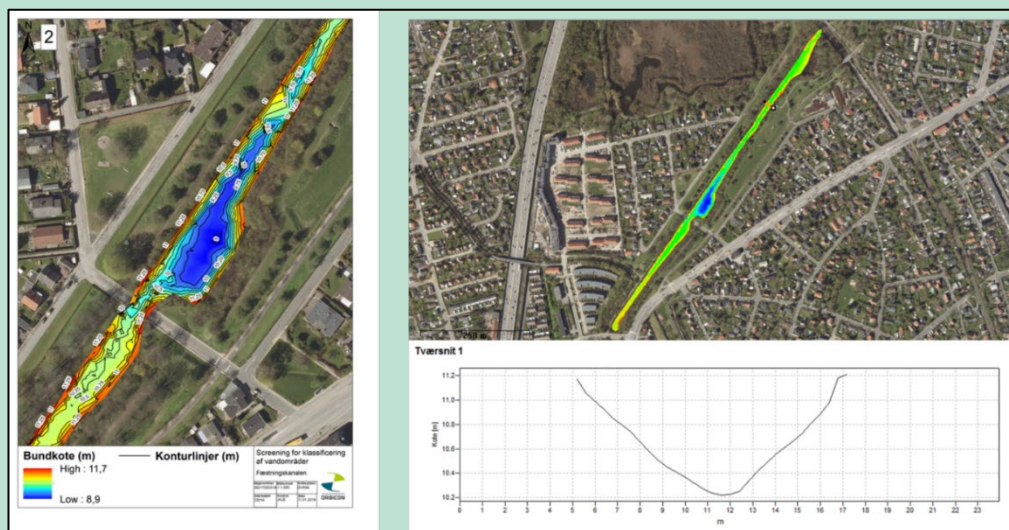
Traditionelt måles tværsnit i vandløb ved faldknæk, ændringer i bundbredde mv. Reduceres afstanden mellem tværprofilerne fordyres opmålingen, og det bliver så en balancegang, hvor når en ny metode kan være økonomisk rentabel. Hvis UAV'er eller USV'er skal overtage den traditionelle tværprofilopmåling, bliver det igen overvejelsen om økonomi og merværdi. Og ikke mindst om metoderne accepteres som "retvisende"

### Metodebeskrivelse

En drone kan, ved hjælp af Lidar eller orthofoto, måle en række terrænpunkter, hvorved der kan fremstilles en detaljeret højdemodel af det ikke vanddækkede areal af et vandløb. Det kan med fordel ske ved lav vandstand og om vinteren, da det mest nøjagtige resultat opnås, når der ikke er løv på træerne og der ikke er oversvømmelser. Hvorvidt den terrænoverflade, som måles, kan bruges som grundlag i regulativsammenhæng, sammenlignet med en traditionel manuel tværprofilopmåling, skal overvejes.

De seneste undersøgelser viser, at droner med Lidar kan have svært ved at identificere vandløbsbunden. Til gengæld ses lovende forsøg med en monteret radar, af typen "ground penetrating". Denne metode kan måske i fremtiden introduceres til tværprofilopmåling, men den er på nuværende tidspunkt ikke sikker nok.

Ser man på traditionelle bathymetriske opmålinger, er der derimod teknikker, hvor man kan måle bunden af et vandløb med en fjernstyret båd. Med bund menes "det som ekkoloddet ser" dvs. det kan være vanskeligt at skelne om det er blød bund, hård bund, eventuel massiv grøde osv. Metoden kan ikke direkte erstatte den traditionelle metode. Til gengæld kan den give et noget mere detaljeret billede af vandløbet end en traditionel manuel opmåling af tværsnit. Eksemplet i figur 35 er fra en opmåling med fjernstyret båd i Fæstningskanalen i København, hvor det 3-dimensionale dybdekort er grundlaget for udtagning af de repræsentative tværsnit der skal arbejdes videre med.



**FIGUR 35:** Resultatet af en opmåling med fjernstyret båd i Fæstningskanalen i København. Til venstre ses et udsnit af dybdekortet. Øverst til højre ses strækningen, og nederst ses et udtaget tværsnit.

### Fordele og ulemper

En bådmåling med karakter af en egentlig 3d-opmåling kræver en relativt høj detaljeringsgrad hvilket medfører et vist tidsforbrug i forhold til sejltid. Bruger man båden til kun at lave profiler på tværs, er det forventeligt billigere end en traditionel opmåling i store vandløb men umiddelbart ikke en mulighed i de små vandløb, da båden kan have svært ved at manøvrere i smalle vandløb.

Fordelen ved en 3D opmåling er, at man får oplysninger om, hvad der sker i et vandløb i en meget større detaljeringsgrad, end når der er f.eks. er 100 meter mellem tværprofilerne.

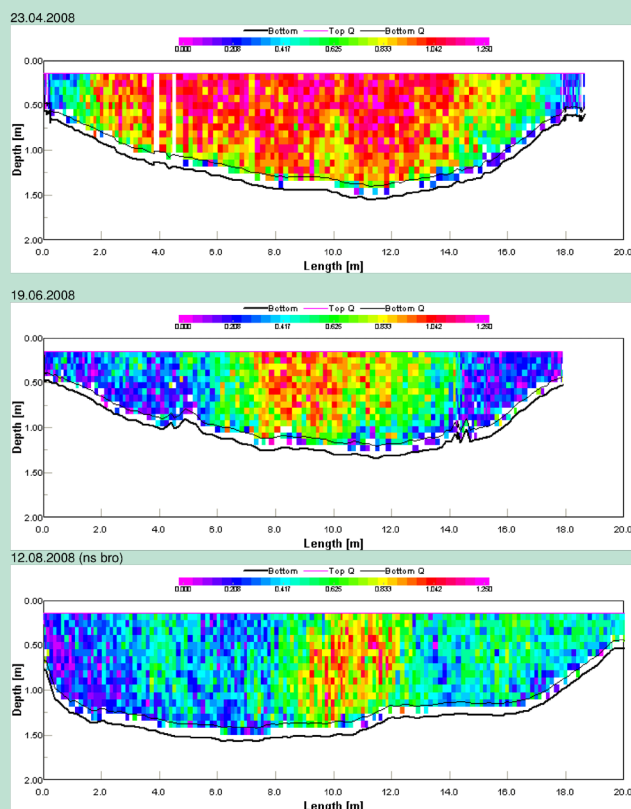
### Økonomiske betragtninger

Det gælder for bådmålingerne som for dronemålingerne, at besparelsen især kommer til udtryk i de store vandløb.

## 22.6 Vurdering af metoder til online overvågning af vandstand og vandføring

Måling af vandføring vandløb udføres i dag manuelt med mekaniske strømmålere, håndholdte ultralyds-strømmålere eller ADCP-både (ADCP står for Acoustic Doppler Current Profiler). Disse målere anvendes i vandløb ved vanddybder fra 0.5 meter og dybere. Et eksempel på tværprofiler frembragt vha. en doppler ses på figur 36.

21.01 Gudenå, Tvilumbro



**FIGUR 36:** Eksempel på vandføringsdata frembragt ved opmåling med en akustisk doppler med hastighedsfordelingen på tre årstider. Øverst ses vintermåling og nederst en sommermåling med grøde hvor hastigheden er lavere og centreret i midten af profilet.

## 22.7 Opsummering

De nye teknologier vil løbende kunne effektivisere og udbygge datagrundlag for en regulativrevision, og for den efterfølgende kontrol. Ofte kan den nye teknologi give mulighed for indsamling af ekstra information, som enten kan bruges i den konkrete opgave, eller i andre typer af opgaver.

Der vil altid være en fase, hvor den ny teknologi bliver testet, inden de enkelte metoder bliver taget i brug i større stil. Først og fremmest skal de nye metoder have en nøjagtighed, der svarer til de traditionelle metoder, ligesom metoderne skal optimeres for at være konkurrencedygtige rent prismæssigt.

For flere af de metoder, der er beskrevet i dette kapitel, gælder det, at de kan være gode at anvende i screeningssammenhæng, som ikke stiller så store krav til nøjagtigheden. Hvis screeningen kan udføres relativt billigt, vil det kunne målrette processen med at kontrollere vandløb, så man kan fokusere på de strækninger, hvor screeningen viser, at der kunne være et behov for vedligeholdelse.

Det vurderes, umiddelbart at nogle af teknologierne er modne til anvendelse i regulativarbejdet. De vil formentlig snart finde anvendelse, hvor forholdene er gunstige. For droneteknologierne vil det være vandløb, der har en vis størrelse, som ikke ligger i skov eller kan være ramt af flyveforbud.

Det vurderes, at droneopmålinger kan bidrage til at løse nogle af de problematikker der kan være med QH-regulativer herunder:

- At kravet til vandføringsevnen kun er defineret punktvis og ikke dækker hele vandløbet,
- At det kan være svært at identificere årsagen og dermed den afhjælpende foranstaltning hvis kravkurven er overskredet.

## 22.8 Glidende QH-regulativ – et eksempel på fremtidig regulativtype og ny teknologi

Efterhånden som ny teknologi bliver modnet, så data kan håndteres på en effektiv og standardiseret måde, der samtidig vil gøre metoderne mere konkurrencedygtige, vil der sandsynligvis blive udviklet nye regulativ- og kontroltyper.

Som et eksempel på dette kunne et glidende QH-regulativ være en af mulighederne.

I det følgende er et forslag til denne regulativtype beskrevet.

For at opstille krav til vandføringsevne ved et glidende QH-regulativ, skal der opstilles en model af vandløbet, som både opfatter det fysiske tracé, modstanden i vandløbet (Manningtal) og oplandsfordelingen.

Det er en forudsætning for regulativtypen, at Manningtallet strækningsvist er bestemt meget præcist. Dette skal gøres med grundlag i en detaljeret opmåling, som beskriver formændringer af tværsnit med en høj tæthed og detaljeringsgrad. Opmålingstætheden skal være tættere, jo mere varieret vandløbet er. Der skal således bruges en generelt mere detaljeret tværprofilopmåling, end der typisk anvendes ved opmåling af vandløb til regulativudarbejdelse.

For at kunne bestemme Manningtallet  $M$  ved hjælp af manningformlen, er det ligeledes vigtigt at kende vandføringen  $Q$ . Derfor er det vigtig, at vandføringen (og variationen) ned gennem

vandløbet er bestemt så godt som muligt. I praksis skal vandføringen måles ved udvalgte steder, på samme tidspunkt som vandstanden bestemmes, når Manningtallet for vandløbet skal beregnes. For at kunne estimere vandføringen på andre steder, hvor den ikke er målt, skal der opstilles en oplandsmodel til beregning af vandføringer i vandløbet. Da Manningtallet kun er repræsentativt for måledagen, bør fastsættelse af Manningtallene bero på et gennemsnit af flere målerunder om vinteren.

De fundne datagrundlag (opmåling, Manningtal, oplandsfordeling) udgør tilsammen en model for vandløbet, hvorfra der defineres krav til vandføringsevnen.

Kravet til vandføringsevnen i vandløbet bør dels udtrykke en bagatelgrænse for, hvornår en overskridelse skal udløse en oprensning, ligesom det skal overvejes, hvordan kravet skal fastsættes på steder, hvor der ikke kan opstilles en entydig QH-relation. Det drejer sig f.eks. om rørbroer/rørledninger, der ved en given afstrømning, giver anledning til stuvninger opstrøms herfor. På sådanne i perioder stuvede strækninger, bør kontrollen ikke foregå i situationer, hvor rørledningen i sig selv giver anledning til stuvning.

Da det regulativmæssige krav til vandføringsevnen i denne regulativtype udformes med baggrund i en beregning på en model af vandløbet, er det ikke muligt at opstille kravet i en entydig tabelstruktur, som gælder for alle tænkelige kontrolafstrømningssituationer. Men i et digitalt funderet regulativ, hvor vandløbsmodellen kan ligge låst i en digital struktur, koblet til et digitalt regulativ, kan dette gøres operationelt.

## 23. Anbefalinger

Denne faglige udredning om vandløbstyper i Danmark, en grundig gennemgang af gældende regulativtyper herunder fordele og ulemper, samt et forslag til to nye regulativtyper har resulteret i en række anbefalinger i forhold til den fremtidige administration af vandløb.

De regulativtyper der fremover anbefales anvendt er:

- Fast geometrisk skikkelse
- QH-regulativ
- QH-regulativ i kombination med teoretisk skikkelse
- Teoretisk skikkelse
- Teoretisk skikkelse med høj afstrømningsværdi
- Arealkote-regulativ<sup>17</sup>

Vandløb er svære at inddele i bestemte vandløbstyper. Derimod kan vandløb have forskellige karakteristika på delstrækninger (fysisk udformning, vandføring, naturinteresser, arealanvendelse, oprensningsbehov), hvor de forskellige regulativtyper kan have forskellige fordele og ulemper. Derfor er der peget på forskellige fokusområder, der kan hjælpe vandløbsmyndigheden med valg af den regulativtype, der kan understøtte de aktuelle behov.

De enkelte fokusområder er:

- Natur- og miljøinteresser
- Miljøtilstand og fysiske forhold
- Afvandingsmæssige interesser
- Oprensningsbehov
- Vandløbstypologi
- Fald, herunder stuvning og risiko for oversvømmelse
- Hydrologiske regime påvirket af udledninger fra by
- Vandløb påvirket af vandindvinding

I denne faglige udredning er der beskrevet en proces, der viser de forskellige overvejelser, der bør gøres i forhold til valg af regulativtype.

Processen kan både fungere som en vejledning og som et dialogværktøj, der sikrer, at valg af regulativtype bliver truffet på et oplyst grundlag, med mulighed for at inddrage lokale behov og ønsker i det endelige valg.

---

<sup>17</sup>Det skal dog pointeres, at arealkote-regulativer beskriver et tværsnitsareal, og ikke direkte en skikkelse eller en vandføringsevne. Det bør endelig afklares, hvorvidt denne regulativtype fremover kan anvendes



## 24. Perspektivering

Denne faglige udredning er udarbejdet med baggrund i Ekspertudvalgets anbefalinger. Der har været fokus på at hjælpe vandløbsmyndigheden med at vælge en hensigtsmæssig regulativtype, der opfylder vandløbsloven formålsparagraf - nemlig at sikre at vandløbet kan benyttes til afledning af vand under hensyntagen til de miljømæssige krav. Altså en afvejning af natur- og miljømæssige interesser og de afvandingsmæssige interesser. Denne afvejning er ofte kompliceret, da der erfaringsmæssigt ofte er modstridende hensyn, som det kan være vanskeligt at balancere.

Valget af regulativtype er forsøgt gjort operationelt ved at opdele de offentlige vandløb i overordnede karakteristiske vandløbstyper kombineret med vigtige fokusområder, der skal tages hånd om i den daglige administration af vandløbene. Denne opdeling ligger til grund for en anbefaling af, hvilke regulativtyper, der med fordel kan anvendes for de enkelte vandløbstyper/fokusområder.

I rapporten er alle kendte regulativtyper gennemgået og fordele og ulemper ved de forskellige regulativtyper i forhold til administration, sikring af vandføringsevne eller skikkelse og mulighed for at gavne vandløbenes miljøtilstand. Dette understøttes af en gennemgang af udvalgte afgørelser fra Natur- og Miljøklagenævnet samt ombudsmanden i henhold til tvister i forbindelse med administrationen af vandløbsregulativerne.

Udover de kendte regulativtyper gives også et bud på to nye regulativtyper, der i stor udstrækning udgør nye kombinationer af de kendte regulativtyper. Forslaget til de nye regulativtyper er dels at imødegå nogle af de udfordringer, som de traditionelle/kendte regulativtyper har, og dels at understøtte større mulighed for på sigt at bruge nye teknologier til kontrol.

Der gives et bud på, i hvor høj grad regulativtyperne vurderes at give god forståelse i formidlingen mellem borgere og myndighed. Regulativernes fordele og ulemper i forhold til øvrigt myndighedsarbejde belyses.

På grundlag af en metode til kortlægning af vandløbstyper og fokusområder kombineret med en viden om kendte og fremtidige regulativtypers fordele og ulemper samt behov for kontrol gives en anbefaling til egnede regulativtyper for et givent vandløb.

Denne faglige udredning indeholder en beskrivelse af proces for regulativrevision og en beskrivelse af, hvornår og hvordan en regulering skal gennemføres. Her er fokus dog lagt på de tre mest brugte regulativtyper: fast geometrisk skikkelse, teoretisk skikkelse og QH-regulativ. Der gives overslagspriser på, hvad en regulativrevision vil koste at gennemføre for de tre nævnte regulativtyper inkl. dataindsamling.

Til sidst kigges der ind i fremtiden på mulig anvendelse af ny teknologi, herunder forskellige metoder til vandløbsopmåling og vurdering af vandføring/vandstand. Der gives et forsigtigt bud på, hvordan nye metoder kan indarbejdes i fremtidige regulativer - f.eks. regulativtypen glidende QH-regulativ. Det vurderes dog, at metoderne stadig kræver videreudvikling.

Nye teknologier vil naturligt blive implementeret når sikkerhed på metoder og pris bliver konkurrencedygtige i forbindelse med regulativrevisionen og den daglige vandløbsforvaltning.



## 25. Litteraturliste

Miljø- og Fødevareministeriet. Rapport fra Ekspertudvalget til ændret vandløbsforvaltning. December 2017.

Baatrup-Pedersen, A., Kjeldgaard, A., Jepsen, N., Nielsen, J., Rasmussen, J.J., Andersen, H.E. og Larsen, S.E. 2016: Opdatering af naturfaglige kriterier for afgrænsning af vandløb. Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. 5. december 2016. Revideret 19. maj 2017. Rekvisit: Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning.

Kristensen, E.A., Jepsen, N., Nielsen, J. og Koed, A. 2014. Virkemidler til forbedring af de fysiske forhold i vandløb. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. – Videnskabelig rapport nr. 86.

Miljø- og Fødevareministeriet 2016: Vandområdeplan 2015-2021.

Hedeselskabet 2017: Forudsætninger og data ved vandspejlsberegninger i vandløb.

Astrup Kristensen, E., Jepsen, N., Nielsen, J., Koed, A. 2014. Virkemidler til forbedring af de fysiske forhold i vandløb. Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Nr. 86.

Sand-Jensen, K., Friberg N. 2000. De strømmende vande.

Larsen T., Manningtallet for vandløb – en udtømmelig kilde til diskussion. Vand & Jord - Nr. 2 - Maj 2017.

Miljøstyrelsens hjemmeside 2019: Naturtyper og deres pleje, Vandløb: <https://mst.dk/natur-vand/natur/national-naturbeskyttelse/naturpleje/naturplejeportalen/naturtyper-og-deres-pleje/vandloeb/> Miljøstyrelsens hjemmeside 2019: Naturtyper og deres pleje, Vandløb: <https://mst.dk/natur-vand/natur/national-naturbeskyttelse/naturpleje/naturplejeportalen/naturtyper-og-deres-pleje/vandloeb/>

Naturstyrelsen 2012: Retningslinjer for udarbejdelse af indsatsprogrammer. Vandområdeplaner 2010-2015. Bilag 9 - Vejledning i vurdering af tilstand og fastlæggelse af mål for vandløb.

Naturstyrelsen 2014: Basisanalyse for Vandområdeplaner 2015-2021.

Rasmussen, J.J., Andersen, D.K., Andersen, H.E., Riis, T. og Baatrup-Pedersen, A. 2017: fysisk karakterisering af vandløb og bidrag til konsekvensanalyse af vandløbsvirkemidler. Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.

Vestergaard, K. 2003: Vurdering af forskellige metoder til fastlæggelse af krav til vandløbenes skikkelse eller vandføringsevne. Udredningsrapport fra KV Miljøformidling.

Vestergaard, K. 2006: Vurdering af dynamisk skikkelse af forslag til regulativtype for naturvandløb. Rapport fra KV Miljøformidling.

Larsen, T. 2017: Manningtallet for vandløb- en udtømmelig kilde til diskussion. Artikel i Vand og Jord, 24. årgang nr. 2, maj 2017.

Bartholdy, J. 2008: Sedimenttransport i strømmende vand. Kompendium fra Institut for Geografi og Geologi, Københavns Universitet.

Moeslund, B. Schlönsen, K., Jensen, I.K. .2017: Forudsætninger og data ved vandspejlsberegninger i vandløb. Rapport fra Hedeselskabet 2017.

Engelund, F.A. og Pedersen F.B (1978). Hydraulik. Den Private Ingeniørfond.

Cirkulære om vandløbsloven, 26. februar 1985, Miljøstyrelsen.

Miljøstyrelsen 2019. Naturvandløb. Faglig udredning om grundlag og fremgangsmåde for udpegning og forvaltning af naturvandløb.

Guidelines til opmåling af vandløb – på vej til en ny standard, 2013, [www.danskevandloeb.dk/faglig-viden/guidelines-til-opmaaling](http://www.danskevandloeb.dk/faglig-viden/guidelines-til-opmaaling).

Friberg, N., Todsén, H., Kristensen, E. & Jensen, P. N. 2013. Beskrivelse af elementer til inddeling af vandløbsstrækninger i forskellige klasser med henblik på en prioritering i forhold til vandplanerne. Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.

## 26. Bilagsoversigt

|                |                                                                                       |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bilag 1</b> | <b>Valg af regulativtype ud fra kortlægning af vandløbstyper og fokuspunkter.</b>     |
| <b>Bilag 2</b> | <b>Procesbeskrivelse for udarbejdelse af fast geometrisk skikkelse.</b>               |
| <b>Bilag 3</b> | <b>Procesbeskrivelse for udarbejdelse af teoretisk skikkelse.</b>                     |
| <b>Bilag 4</b> | <b>Procesbeskrivelse for udarbejdelse af QH-regulativ ud fra de faktiske forhold.</b> |
| <b>Bilag 5</b> | <b>Teknisk beskrivelse af regulativudarbejdelsen</b>                                  |

# **Bilag 1      Valg af regulativtype ud fra kortlægning af vandløbstyper og fokuspunkter.**

Bilag 1. Valg af regulativtype ud fra kortlægning af vandløbstyper og fokuspunkter

|                     |                                      | Fokusområder                                                               |                                                                                        |                                       |                                             |                                                 |                                             |                                        |                                                            |                           |                                            |                                                                                                              |             |              |             |                           |                       |                                                   |                                    |                            |
|---------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|-------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
|                     |                                      | Natur og miljøinteresser                                                   |                                                                                        | Afvandingsmæssige interesser          |                                             |                                                 | Vurdering af oprensningsbehov               |                                        | Vandløbstyper                                              |                           |                                            |                                                                                                              |             |              |             | Administration og økonomi |                       |                                                   |                                    |                            |
|                     |                                      | Vandløb med natur- og miljøinteresser<br>Mulighed for formudvikling vigtig | Vandløbet har moderat-god fysisk indeks.<br>Behov for forbedring af de fysiske forhold | Kontrol skal sikre krav til drændybde | Kontrol skal sikre krav til middelvandstand | Kontrol skal sikre krav ved store afstrømninger | Vandløb har ikke jævnligt oprensnings-behov | Vandløb har jævnligt oprensnings-behov | Vandløb er stuvnings-påvirket<br>(Fastlagt startvandspejl) | Typologi 1<br>Små vandløb | Typologi 2 og 3<br>Mellem og store vandløb | Perioder med ikke stabil vandføring eller lave vandstande grundet urbane udledninger og/eller vandindvinding | Fald: Lille | Fald: Mellem | Fald: Stort | Formidling                | Økonomi, udarbejdelse | Økonomi, drift<br>ikke forventet oprensningsbehov | Økonomi, drift: jævnlig oprensning | Øvrig myndighedsbehandling |
| Geo met ri          | Fast geometrisk skikkelse            | -                                                                          | -                                                                                      | +++                                   | +++                                         | +++                                             | ++                                          | +++                                    | +++                                                        | +++                       | ++                                         | +++                                                                                                          | +++         | +++          | ++          | +++                       | +++                   | ++                                                | ++                                 | +++                        |
| QH                  | QH                                   | +++                                                                        | +++                                                                                    | +                                     | +++                                         | ++                                              | +++                                         | +                                      | -                                                          | (+)                       | +++                                        | -                                                                                                            | ++          | +++          | ++          | +(+)                      | +                     | +++                                               | +                                  | -                          |
|                     | QH med teoretisk skikkelse           | +++                                                                        | +++                                                                                    | +                                     | +++                                         | ++                                              | +++                                         | ++                                     | -                                                          | (+)                       | +++                                        | -                                                                                                            | +++         | +++          | ++          | ++                        | +                     | +++                                               | +(+)                               | ++(+)                      |
| Teoretisk skikkelse | Teoretisk skikkelse                  | ++(+)                                                                      | ++(+)                                                                                  | ++                                    | +++                                         | +++                                             | +(+)                                        | ++(+)                                  | +++                                                        | +++                       | ++                                         | +++                                                                                                          | +++         | +++          | ++          | ++                        | ++                    | +(+)                                              | +(+)                               | ++(+)                      |
|                     | Teoretisk skikkelse, høj afstrømning | +++                                                                        | +++                                                                                    | +                                     | ++                                          | +++                                             | ++                                          | ++                                     | +++                                                        | +++                       | ++                                         | +++                                                                                                          | +++         | +++          | +++         | ++                        | ++                    | +(+)                                              | +(+)                               | ++                         |
| A/H                 | Arealkote regulativ                  | ++                                                                         | ++                                                                                     | ++(+)                                 | +++                                         | +++                                             | +(+)                                        | +++                                    | +++                                                        | +++                       | ++                                         | +++                                                                                                          | +++         | +++          | ++          | ++(+)                     | ++                    | +(+)                                              | ++                                 | ++(+)                      |

Signaturforklaring:

| Signatur | Forklaring    |
|----------|---------------|
| -        | Ikke egnet    |
| +        | Lav egnethed  |
| ++       | Egnet         |
| +++      | Meget egnet   |
|          | Ikke relevant |

## **Bilag 2      Procesbeskrivelse for udarbejdelse af fast geometrisk skikkelse.**

## Bilag 2. Proces for udarbejdelse af fast geometrisk skikkelse

### Indsamling af data

- Gældende regulativ
- Kendelser
- Restaurerings- og reguleringsprojekter
- Retvisende opmåling

Evt. Opmåling af vandløb

### Udarbejdelse af skikkelse

Sammenligning af opmåling og gældende regulativskikkelse

Indarbejdelse af eventuelle projekter

Er der overensstemmelse mellem opmåling og skikkelse inkl. projekter?

**Nej**

1. Oprensning til gældende regulativskikkelse
2. Fejl i regulativ jf. Vandløbslovens §62
3. Reguleringssag

**Ja**

Fastlæggelse af ny skikkelse

### Regulativtekst

- Administrative bestemmelser
- Bredejer bestemmelser
- Dimensionsskema
- Skema med bygværker og evt. tilløb
- Kontrolhyppighed
- Kontrolmetode
- Oprensningstolerance
- Grødeskæringsbestemmelser

### Redegørelse

- Plangrundlag
- Miljømålsætning og tilstand
- Konsekvensvurdering af afvandingsmæssige forhold
- Konsekvensvurdering af natur- og miljømæssige forhold

### Bilag

- Oversigtskort
- Længde- og tværprofiler

## **Bilag 3      Procesbeskrivelse for udarbejdelse af teoretisk skikkelse.**



## Bilag 3. Proces for udarbejdelse af teoretisk skikkelse

### Indsamling af data

#### Generelt:

- Gældende regulativ
- Kendelser
- Restaurerings- og reguleringsprojekter
- Retvisende opmåling
- Erfaringer med oprensning og vedligeholdelse

Evt. Opmåling af vandløb

#### Til beregninger:

- Vandløbsopland
- Skønnet Manningtal
- Afstrømningsniveauer
- Startvandspejl
- Fastlæggelse af modstands eller hydraulisk radius

### Udarbejdelse af skikkelse

Sammenligning af opmåling og gældende regulativskikkelse

Indarbejdelse af eventuelle projekter

Er der overensstemmelse mellem opmåling og skikkelse inkl. projekter?

**Nej**

1. Oprensning til gældende regulativskikkelse
2. Fejl i regulativ jf. Vandløbslovens §62
3. Reguleringssag

**Ja**

Fastlæggelse af ny skikkelse vha. vandspejlsberegninger

### Regulativtekst

- Administrative bestemmelser
- Bredejer bestemmelser
- Dimensionsskema
- Skema med bygværker og evt. tilløb
- Kontrolhyppighed
- Kontrolmetode
- Oprensningstolerance
- Grødeskæringsbestemmelser

### Redegørelse

- Plangrundlag
- Miljømålsætning og tilstand
- Konsekvensvurdering af afvandingsmæssige forhold
- Konsekvensvurdering af natur- og miljømæssige forhold

### Bilag

- Oversigtskort
- Længde- og tværprofiler med og uden vandspejlsberegninger

## **Bilag 4      Procesbeskrivelse for udarbejdelse af QH- regulativ ud fra de faktiske forhold.**

## Bilag 4. Proces for udarbejdelse af QH-regulativ ud fra faktiske forhold eller skikkelse

### Indsamling af data

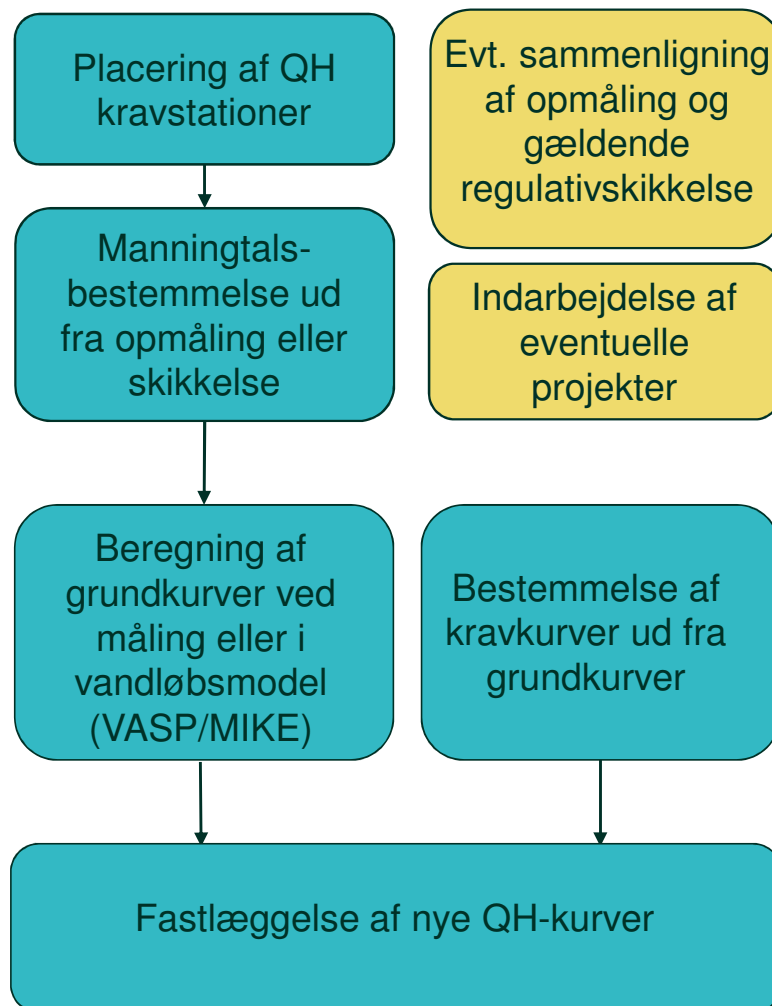
#### Generelt:

- Gældende regulativ
- Kendelser
- Restaurerings- og reguleringsprojekter
- Retvisende opmåling
- Erfaringer med oprensning og grødeskæring

#### Til beregninger:

- Vandløbsoplande
- Manningtal beregnet ud fra observerede data
- Afstrømningsværdier
- Modstands eller hydraulisk radius

### Udarbejdelse af QH-regulativ



### Regulativtekst

- Administrative bestemmelser
- Bredejer bestemmelser
- Dimensionsskema
- Skema med bygværker, tilløb og skalapæle
- Kontrolhyppighed
- Kontrolmetode
- Angivelse af Manningtal der ligger til grund for QH kurverne
- Oprensningstolerancer
- Grødeskæringsbestemmelser

### Redegørelse

- Plangrundlag
- Miljømålsætning og tilstand
- Konsekvensvurdering af afvandingsmæssige forhold
- Konsekvensvurdering af natur- og miljømæssige forhold
- Grundlag for grundkurver

### Bilag

- Oversigtskort
- Kravkurvestationer med grundkurve og kravkurve

# **Bilag 5      Teknisk beskrivelse af regulativudarbejdelsen**



**Miljøstyrelsen**

# Udredningsprojekt -ændret vandløbsforvaltning

**Udredningsprojekt 1 – Regulativtyper**

September 2019

## Bilag 5 – Udarbejdelse af regulativer, teknisk beskrivelse

|                           |                                                            |
|---------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Kunde</b>              | Miljøstyrelsen                                             |
| <b>Rådgiver</b>           | Orbicon<br>Jens Juuls Vej 16<br>8260 Viby J                |
| <b>Projektnummer</b>      | 1321900079                                                 |
| <b>Projektleder</b>       | Kristina Møberg Jensen                                     |
| <b>Udarbejdet af</b>      | Eva Marcus, Gitte Urhøj, Jesper Madsen, Inger Klint Jensen |
| <b>Kvalitetssikret af</b> | Torben S. Bojsen                                           |
| <b>Godkendt af</b>        | Rasmus Bang                                                |
| <b>Udgivet</b>            | September 2019                                             |

# Indholdsfortegnelse

|           |                                                                           |           |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Udarbejdelse af regulativer – teknisk beskrivelse</b>                  | <b>4</b>  |
| 1.1       | Databehov ved fremtidens regulativtyper                                   | 4         |
| <b>2.</b> | <b>Udarbejdelse af fast geometrisk skikkelse</b>                          | <b>5</b>  |
| <b>3.</b> | <b>Udarbejdelse af teoretisk skikkelse</b>                                | <b>6</b>  |
| <b>4.</b> | <b>Udarbejdelse af QH-regulativ</b>                                       | <b>7</b>  |
| 4.1       | Bestemmelse af grundkurve ud fra målte værdier af vandføring og vandstand | 9         |
| 4.2       | Bestemmelse af grundkurve ved beregning på vandløbsmodel                  | 9         |
| 4.3       | Fastsættelse af kravkurve                                                 | 10        |
| 4.4       | Fastsættelse af lokalitet for kravkurvestationer                          | 10        |
| 4.5       | Fastlæggelse af teoretisk skikkelse ved todelt kontrol                    | 10        |
| <b>5.</b> | <b>Fastlæggelse af krav til drænkote</b>                                  | <b>11</b> |

## 1. Udarbejdelse af regulativer – teknisk beskrivelse

I dette bilag er der givet en teknisk beskrivelse af hvordan, der fastlægges krav til en fast geometrisk skikkelse, teoretisk skikkelse og QH-regulativ.

Desuden er det beskrevet hvordan QH-regulativet kan suppleres med krav til en teoretisk skikkelse, og hvordan krav til drænkote kan fastlægges som supplement til både en teoretisk skikkelse og QH-regulativ.

Afsnittet indledes med et overblik over databehovet ved regulativudarbejdelsen.

### 1.1 Databehov ved fremtidens regulativtyper

Behovet for data vil afhænge af, hvilken regulativtype man arbejder med, men for alle regulativtyperne gælder dog, at gældende regulativbestemmelser, kendelser og restaurerings- og reguleringsprojekter skal indsamles, så det kan indarbejdes i det nye regulativ.

Det er også nødvendigt at indsamle erfaringer med oprensning og grødeskæring, da dette kan have indflydelse på fastlæggelse af kontrolhyppighed, kontrolmetode og oprensningsniveauer samt grødeskæringsbestemmelser i det nye regulativ.

I forbindelse med en regulativrevision er det nødvendigt at have en retvisende opmåling af vandløbene, dvs. opmålingen er gennemført med en detaljeringsgrad, der gør at det dels kan vurderes om der er sket betydningsfulde ændringer siden forrige revision og dels kan gennemføres vandspejlsberegninger.

Hvis der er gennemført regulerings- og restaureringsprojekter siden sidste regulativrevision, skal disse indarbejdes i den gældende regulativskikkelse inden man sammenligner gældende regulativ inkl. projekter med opmålingen på længde- og tværprofiler. De gennemførte projekter kan have medført, at længden af vandløbet er ændret (ofte blevet længere), og man skal således være opmærksom på at få regulativets stationering til at passe med dette. Hvis regulerings- og restaureringsprojekter ikke er beskrevet detaljeret med angivelse af bundbredde, bundkoter og anlæg, kan det være nødvendigt at udarbejde dimensionerne for disse strækninger i det nye regulativ ud fra de faktiske forhold vist på den retvisende opmåling. Det samme gør sig gældende, hvis vandløbet i tidligere regulativ har været vedligeholdt som "naturvandløb" og der derfor ikke findes en gældende skikkelse.

Sammenligningen af retvisende opmåling og gældende regulativ kan vise, om der er sket ændringer i vandløbets forløb, bundkoter eller dimensioner, der ikke umiddelbart kan forklares af gennemførte projekter. I disse tilfælde anbefales det, at myndigheden besigtiger vandløbet for at afklare, om der kan findes en årsag til disse forskelle.

Ved udarbejdelse af et nyt regulativ, skal konsekvenserne af regulativet beskrives især for regulativtyper med krav til vandføringsevnen: teoretisk skikkelse og QH-regulativ. Hvis der er sket ændringer i et fast geometrisk skikkelsesregulativ, kan der gennemføres vandspejlsberegninger for at belyse konsekvenserne af ændringen.

Til disse beregninger skal man som minimum fastsætte nogle afstrømningsniveauer og dette gøres ud fra erfaringstal. Der skal regnes på en lille og en stor afstrømning for at belyse vandspejlet i



både den nedre og den øvre del af vandløbsprofilen. Hvis der er valide afstrømningsdata til rådighed (f.eks. fra en nærliggende hydrometrisk målestation), kan man også bestemme karakteristiske afstrømninger, og her regnes på en vintermiddel og en vintermedian maksimum afstrømning.

Den sidste parameter, der skal fastsættes for at gennemføre en vandspejlsberegning, er Manningtallet. Ved teoretisk skikkelse fastsættes et erfaringsbaseret Manningtal for en vintersituation. Ved QH-regulativer bør man gennemføre en beregning af de aktuelle Manningtal i vandløbet.

Ved gennemførelse af vandspejlsberegninger er det nødvendigt at overveje hvilket startvandspejl i den nedre ende af vandløbet, som beregningerne skal gennemføres med. Vær opmærksom på om vandløbet er stuvningspåvirket fra havet, sø eller opstemninger mv.

Når man gennemfører vandspejlsberegninger, skal man desuden tage stilling til om der anvendes modstandsradius eller hydraulisk radius.

## **2. Udarbejdelse af fast geometrisk skikkelse**

Regulativtypen fast geometrisk skikkelse fastsætter krav til skikkelsen ved angivelse af stationer, bundkoter, bundbredder, skråningsanlæg samt fald (hældning) på bundkoten i et dimensions-skema.

Ved udarbejdelse af krav til en fast geometrisk skikkelse tages der normalt udgangspunkt i et tidligere gældende krav til skikkelsen. Oftest vil vandløbets skikkelse også tidligere være beskrevet med en fast geometrisk skikkelse, som derved vil danne grundlaget for kravet til skikkelse i det nye regulativ. Ved fastlæggelse af den nye faste geometriske skikkelse overføres oftest dimensionerne fra den tidligere skikkelse til det nye regulativ, hvor dimensionerne i eventuelle regulerings- og restaureringsprojekter er indarbejdet.

Opmålingen udgør altså grundlaget for den fast geometriske skikkelse, men hvis der er godkendte forhold som opmålingen ikke beskriver, skal dette indarbejdes i skikkelsen. Det kan f.eks. være godkendte projektdimensioner.

Kravet til fast geometriske skikkelse skal beskrive vandløbets faktiske dimensioner så præcist som muligt, og dog indeholde de usikkerheder, der måtte være tilknyttet opmålingen.

I nogle tilfælde har der ikke tidligere været fastlagt krav til skikkelsen, f.eks. ved opklassificering af et vandløb. Der vil man oftest gennemføre en opmåling af vandløb, som udgør grundlaget for opbygning af den fast geometriske skikkelse. Hvis der er godkendte forhold som opmålingen ikke beskriver, skal dette indarbejdes i skikkelsen.

I nogle tilfælde har der i det tidligere regulativ været fastlagt krav til vandføringsevnen enten ud fra en teoretisk skikkelse eller QH-kurver (QH-regulativ). De tidligere krav til vandføringsevnen skal danne grundlag for skikkelsen i det nye regulativ, idet man ikke må ændre på vandføringsevnen i et regulativ, selv når der fastlægges en fast geometrisk skikkelse. Når grundlaget er dimensionerne i en teoretisk skikkelse, overføres dimensionerne herfra til den nye skikkelse på samme måde som for en fast geometrisk skikkelse, hvor dimensionerne i eventuelle regulerings- og restaureringsprojekter ligeledes er indarbejdet.

Ved fastlæggelse af en fast geometrisk skikkelse i vandløb, som tidligere har haft krav til vandføringsevnen beskrevet med QH-kurver, skal der tages udgangspunkt i det datagrundlag, som grundkurven er fastlagt ud fra, oftest en tidligere fast geometrisk skikkelse eller en opmåling.

I regulativtypen "Naturvandløb", hvor der ikke er fastlagt krav til hverken skikkelse eller vandføringsevne, skal der udarbejdes et nyt krav til en fast geometrisk skikkelse med grundlag i de eksisterende forhold, dvs. ud fra en tværprofilopmåling af vandløbet.

Ved fast geometrisk skikkelse kan man gennemføre konsekvensvurdering ved sammenligning af skikkelsen i det nye og det gældende regulativ og/eller opmålingen vha. længde- og tværprofiler. Det er som udgangspunkt ikke et krav at vurdere vandstande vha. vandspejlsberegninger for en fast geometrisk skikkelse.

### **3. Udarbejdelse af teoretisk skikkelse**

Regulativtypen teoretisk skikkelse fastsætter krav til vandføringsevnen i vandløbet. Kravet beskrives i form af en teoretisk skikkelse, som er opbygget på samme måde som i en fast geometrisk skikkelses-regulativ med bundkote, bundbredde og anlæg. Der stilles krav til skikkelsens vandføringsevne og skikkelsen er således kun vejledende. Det er således ikke et krav, at skikkelsen skal være overholdt.

Vandføringsevnen udregnes på baggrund af den teoretiske skikkelse, et fastlagt Manningtal og fastlagte afstrømningsværdier. Ofte benyttes vintermiddel og vintermedianmaksimum, men det kan i princippet være vilkårlige værdier. Det vigtige er, at vandløbets kontrolleres ved forskellige afstrømningssituationer for at sikre at de vandafledningsmæssige interesser tilgodeses

I dette afsnit beskrives hvordan kravet til en teoretisk skikkelse kan udarbejdes fra gældende krav beskrevet ved en skikkelse (fast geometrisk), vandføringsevne (teoretisk skikkelse eller QH-kurver) eller som "Naturvandløb".

I praksis tager man udgangspunkt i gældende krav til vandføringsevnen, og hvis ikke andet taler herfor videreføres gældende regulativmæssige krav til det nye regulativ, hvor eventuelle regulerings- og restaureringsprojekter er indarbejdet.

Ved overgang fra fast geometrisk skikkelse til teoretisk skikkelse foretages sammenlignelige beregninger mellem det nye regulativ og regulativgrundlaget, som om kan være det gældende geometriske regulativ eller de faktiske forhold belyst ved en tværprofilopmåling.

Hvis vandføringsevnen tidligere har været beskrevet ved QH-kurver, så skal den nye teoretiske skikkelse så vidt muligt beskrive samme vandføringsevne, som QH-kravkurverne beskrev. Ved fastlæggelse af en teoretisk skikkelse i disse vandløb, skal der tages udgangspunkt i det datagrundlag, som grundkurven er fastlagt ud fra, oftest en tidligere skikkelse (fast geometrisk eller teoretisk) eller en opmåling.

For regulativtypen "Naturvandløb" er der ikke fastlagt krav til hverken skikkelse eller vandføringsevne, og kravet til den teoretiske skikkelse skal derfor beskrive vandløbets faktiske vandføringsevne, som oftest fastlægges ud fra en opmåling.

Den teoretiske skikkelse skal ende ud med at være en "model", som så vidt muligt beskriver det opmålte vandløb, dvs. som bedst muligt beskriver den vandføringsevne, som regulativopmålingen har. Vandløbet opmåles med en detaljeringsgrad, som muliggør valide hydrauliske beregninger. Der opstilles også en oplandsmodel for vandløbet og dets tilløb. Dette kan gøres ud fra topografiske kort, men i dag gøres det mere nøjagtigt ved brug af en digital højdemodel for vandløbet.

Metoden til at fastlægge kravet til den teoretiske skikkelse går ud på at man ud fra opmålingens vandføringsevne udarbejder en skikkelse der beskriver tilnærmelsesvis samme vandføringsevne. Dette gøres ved en iterativ proces med sammenlignende beregninger af vandspejle på hhv. opmålingen (grundlaget) og den teoretiske skikkelse som man løbende justerer for at tilnærme sig beregnet vandføringsevne for opmålingen. Beregning og sammenligning af vandføringsevne (vandspejl) kan foretages i IT-programmer, der er udviklet hertil.

Tværsprofilopmålingen udgør altså i denne beskrivelse grundlaget for den teoretiske skikkelse, men hvis der er godkendte forhold som opmålingen ikke beskriver, skal dette indarbejdes i den teoretiske skikkelse. Det kan f.eks. være godkendte projektdimensioner, flodemål eller andet.

Opmålingen (grundlaget) samt alle hydrauliske parametre som erfarings-Manningtal (vinter), oplande og kendskab til flodemål, stuvningskoter fra søer/hav m.v. lægges ind i et hydraulisk beregningsprogram, f.eks. VASP eller Mike 11. Med baggrund i de opmålte tværprofiler udarbejdes første forslag til en teoretisk skikkelse.

Herefter beregnes vandspejl på opmålingen, og på første forslag til teoretisk skikkelse, ved en mindre og en større afstrømning. Den store afstrømning bør vælges efter, at det beregnede vandspejl kan være inden for de opmålte profiler uden at oversvømme brinkkoten, hvilket ofte svarer til en vinter medianmaksimum afstrømning. Til den lille afstrømning vælges ofte en vintermiddel afstrømning. Herefter justeres første forslag til teoretisk skikkelse (bundkote, bundbredder og anlæg) ved gennem en iterativ proces, så de beregnede vandspejle på den teoretiske skikkelse efterhånden kommer til at ligge inden for 5-10 cm af det beregnede vandspejl for opmålingen.

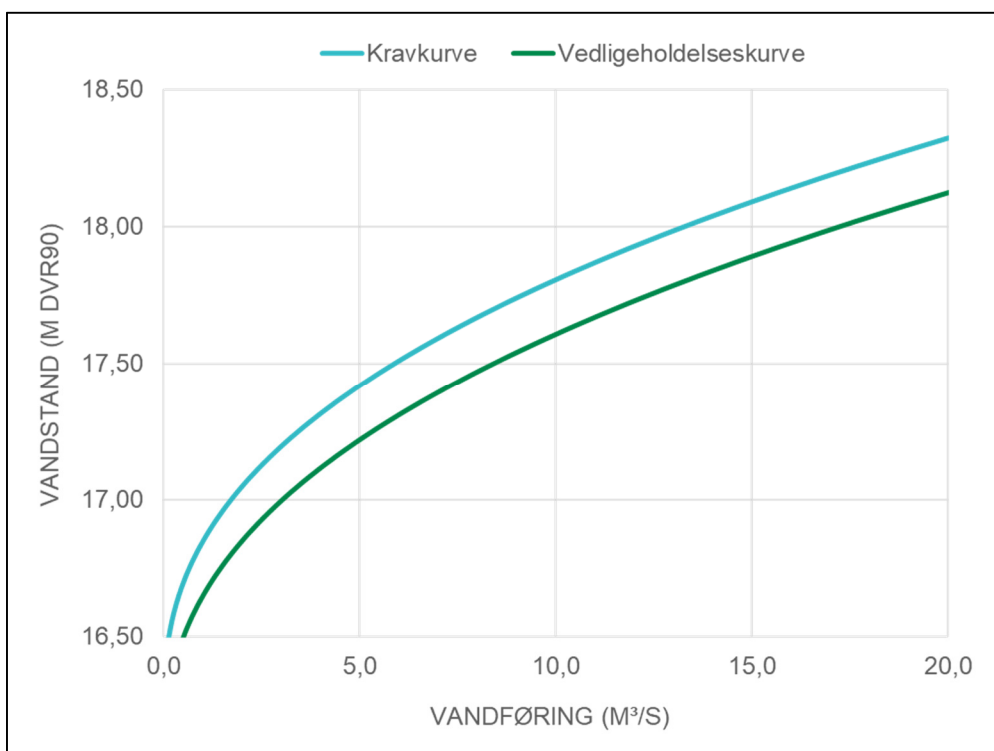
Det kan anbefales også at sammenholde med forløbet af det opmålte vandspejl, for at lokalisere steder, hvor de opmålte profiler af en eller anden grund ikke beskriver vandføringsevnen godt nok. Det kan f.eks. være, at der ses et spring i det opmålte vandspejl, som ikke umiddelbart kan forklares ud fra en bundhævning eller indsnævring i opmålingen. Sådanne uoverensstemmelse mellem målt vandspejl og beregnet vandspejl på opmålingen kan synliggøre, at der eventuelt mangler opmålingsprofiler i grundlaget, og betyde at der evt. skal måles ekstra tværprofiler.

#### **4. Udarbejdelse af QH-regulativ**

Regulativtypen QH er et såkaldt vandføringsevne-regulativ. Regulativtypen beskriver den vandføring vandløbet skal kunne føre ved en given vandstand i den grødefri periode. Kravet til vandføringsevne fastsættes ved såkaldte kravkurvestationer, der skal vise om en given nedstrøms strækning overholder regulativet. Kravet er opstillet som en kurve, der viser en relation mellem Q og H for den givne lokalitet. Sammenhængen mellem vandføring og vandstand beskrives typisk på tabelform og/eller grafisk i form af QH-kurver.

For QH-regulativer er der typisk beskrevet 2 kurver, en vedligeholdelseskurve (eller grundkurve) der svarer til dimensionsskemaet i et skikkelsesregulativ og en kravkurve, der angiver hvornår oprensning skal iværksættes, som svarer til det geometriske regulativs tolerancetærskel.

Typisk er kravet beskrevet som en kravkurve, der ligger parallelforskydt 10-20 cm over vedligeholdelseskurven. Kravkurven angiver den vandføringsevne, der mindst skal være til stede, mens vedligeholdelseskurven angiver den største vandføringsevne, der må forekomme efter, en eventuel vedligeholdelsesforanstaltning er gennemført, se eksempel i figur 1.



Figur 1. Eksempel på regulativkrav opstillet som QH-kurve, hvor vedligeholdelseskurven (grundkurven) definerer den vandføringsevne, hvortil der må oprenses. Kravkurven er her fastsat 20 cm over vedligeholdelseskurven. Er kravkurven overskredet ved en QH-kontrol er regulativet ikke overholdt.

Ved fastlæggelse af krav til vandføringsevnen i det nye regulativ tager man i praksis altid udgangspunkt i den gældende fastlagte vandføringsevne i det tidligere regulativ og hvis ikke andet taler herfor videreføre gældende regulativmæssige krav til det nye regulativ. Den gældende vandføringsevne er oftest beskrevet ved QH-kurver eller en teoretisk skikkelse.

Ved overgang fra et skikkelses-regulativ til et QH-regulativ, som beskriver vandløbets vandføringsevne, skal der som et led i udarbejdelsen af grundkurven og kravkurven gennemføres vandspejlsberegninger i en vintersituation, og derfor skal man kende vandløbets opland, afstrømningen til vandløbet samt et Manningtal.

Til konsekvensvurderingen er det også nødvendigt at gennemføre en kontrol af Q og H ved de fastsatte kravkurve-stationer, hvis der ikke er foretaget årlige kontrol af kravstationerne. De senere års QH-kontroldata gennemgås også, da de kan belyse en evt. udvikling i vandløbets fysiske

forhold, som både kan være naturlig eller skyldes gennemførte regulerings- og restaureringsprojekter.

Nærværende beskrivelse af metode til fastsættelse af QH-grundkurver tager for overskuelighedens skyld udgangspunkt i at beskrive kravet ud fra den faktiske vandføringsevne (ud fra en opmåling). I princippet kan QH-grundkurverne dog fastlægges ud fra vandføringsevnen beskrevet ved en skikkelse (fast geometrisk eller teoretisk) på samme måde som ud fra en opmåling.

I vandløb med hydrometriske målestationer, hvor der i en årrække er foretaget sammenhørende målinger af vandspejlskote og vandføring, kan en QH-grundkurve og kravkurve umiddelbart udarbejdes på grundlag af de mange målte værdier.

For andre vandløb uden målte data kan man fastlægge QH-grundkurver med grundlag i den QH-relation, som findes enten ved egentlige målinger i vandløbet eller ved beregning på en vandløbsmodel. Man kan fremskaffe disse data ved at gennemføre målerunder af vandstand og vandføring ved varierende afstrømningssituationer og herudfra konstruere QH-grundkurverne. Alternativt kan man konstruere QH-grundkurverne ud fra beregnede værdier med grundlag i en opmåling (eller skikkelse) og estimerede strækningsvise vinter-Manningtal. Metode til beregning af Manningtal kan ses i "Udredningsprojekt 2 – Udbyggede og omkostningseffektive regulativbeskrivelser".

#### **4.1 Bestemmelse af grundkurve ud fra målte værdier af vandføring og vandstand**

Fastsættelse af grundkurven kan ske ud fra faktisk målte værdier af vandføringen (Q) og vandstand (H).

Ved bestemmelse af denne faktiske relation mellem Q og H er der vigtigt, at der bliver målt ved både store, middel og mindre afstrømninger, for at målepunkterne på bedste vis kommer til at danne grundlag for beregning af en kurve, der er gældende ved alle vinterafstrømningssituationer. Det anbefales, at der foretages mindst 4-6 målerunder fordelt på forskellige afstrømningsniveauer.

Rent praktisk måles vandføringen Q ved hjælp af en vingemåler, en elektromagnetisk strømmåler (Stream pro) mv. For hver instrumenttype/metode findes særskilte vejledninger i, hvordan vandføringen måles. Måling af vandstanden H sker ofte ud fra aflæsning af vandstand på en skalapæl med kendt skalanulpunkt, eller måling med GPS.

Grundkurven kan herefter konstrueres ved at tilpasse nedenstående formels kurvekonstanter bedst muligt til de målte værdier.

$$Q=A*(H-H_0)^N$$

(hvor A og N er kurvekonstanter, Q er vandføring, H er vandstand og  $H_0$  er den vandspejlskote, hvor Q er nul)

Grundkurven kan vælges som fremtidig regulativmæssig vedligeholdelseskurve.

#### **4.2 Bestemmelse af grundkurve ved beregning på vandløbsmodel**

Grundkurven beskriver den QH-relation, som det fysiske grundlag for beregningen har, dvs. typisk en fysisk opmåling. Der findes hydrauliske beregningsprogrammer, f.eks. VASP og Mike 11, hvor man kan beregne vandspejl for hele strækninger ved forskellige afstrømninger. I forbindelse med beregningen skal Manningtallet fastlægges for vinterperioden.

Beregningen af sammenhængen mellem vandføringen og vandspejlet bør gennemføres med minimum 10 afstrømninger fordelt logaritmisk mellem den laveste og den maksimale vandføring i vandløbet (uden der sker oversvømmelse). I enhver vandløbsstation kan man så udtage sammenhørende værdier for vandføring og vandspejlskote ved forskellige afstrømninger, og hermed konstruere QH-grundkurven for de enkelte kontrolstationer.

Ud fra de beregnede punkter, kan man tilnærmelsesvist udtrykke QH sammenhængen via formelen  $Q=A*(H-H_0)^N$  (beskrivelse af parametre se i afsnittet ovenfor).

For nogle lokaliteter kan der være nødvendigt at beskrive vandføringsevnen for en station med flere QH-relationer, gældende indenfor forskellige intervaller af H. Dette gælder for strækningslokaliteter, hvor der er betydende vertikale forskelle i profilernes tværsnit, som udløser forskellige QH-relationer afhængig af vandstanden.

Grundkurven kan vælges som fremtidig regulativmæssig vedligeholdelseskurve.

#### **4.3 Fastsættelse af kravkurve**

Når grundkurven er opstillet, fastsættes kravkurven ved parallelforskydning af grundkurven, typisk +10 cm til +20 cm, afhængig af hvor meget vandføringsevnen må forringes, inden der skal iværksættes oprensning.

Afstanden mellem kravkurven og grundkurven/vedligeholdelseskurven bør afspejle de usikkerheder, der vurderes at være i grundlaget for QH-grundkurven, f.eks. de usikkerheder der måtte være i den fysiske opmåling samt i bestemmelsen af vinter Manningtal for strækningen. Derudover bør man skele til naturinteresser kontra afvandingsinteresser, og den variation (høj og lav) i vandføringsevne, der kan forekomme naturligt i vandløbet over tid.

#### **4.4 Fastsættelse af lokalitet for kravkurvestationer**

Det er vigtigt, at der fastlægges et tilstrækkeligt antal kravkurvestationer ned gennem vandløbet, så hele vandløbets vandføringsevne kan beskrives og kontrolleres retvisende. Der må derfor ikke være længere mellem kravkurvestationerne end, at en betydende aflejring eller indsnævring på strækningen mellem to kravkurvestationer ved kontrollen vil kunne registreres som en målelig vandspejlsstigning på nærmeste opstrøms kontrolstation.

Den optimale afstand mellem de enkelte stationer afhænger blandt andet af vandløbets faldforhold. Jo lavere fald på vandløbet, desto længere oppe kan effekten af en aflejring aflæses på skalapælen, hvorfor der i vandløb med ringe fald kan være noget længere mellem kravkurvestationerne end i et vandløb med stort fald.

#### **4.5 Fastlæggelse af teoretisk skikkelse ved todelt kontrol**

I nogle tilfælde kan det være en fordel at supplere den fastlagte krav til vandføringsevnen med QH-kurver med beskrivelse af en teoretisk skikkelse, som kan give et fingerpeg på hvor meget der evt. skal oprenses ved en overskridelse.

Det kan i nogle tilfælde være vanskeligt at udpege præcist hvor på strækningen, årsagen til en overskridelse af QH-kravkurven skal findes, ligesom det kan være vanskeligt at vurdere oprensingsbehovet.

Den teoretisk skikkelse, som i andet kontrol-led skal være gældende for strækningen nedstrøms kravstationen (strækningen mellem to kravstationer), skal fastsættes ud fra den samme fysiske opmåling, som grundkurven ved kravstationen er bestemt ud fra. Fastsættelse af den teoretiske skikkelse foregår på samme vis som beskrevet under afsnitte om fastlæggelse af en teoretisk skikkelse. Det skal således godtgøres ved konsekvensberegninger, at den teoretisk skikkelse så godt som muligt beskriver den samme vandføringsevne som den fysiske opmåling. Det er vigtigt, at der desuden fastsættes samme tolerance for oprensning ved den teoretiske skikkelse som ved QH-kravet (afstanden mellem vedligeholdelses- og kravkurve).

## **5. Fastlæggelse af krav til drænkote**

Regulativtyper, som fastlægger krav til vandføringsevnen (teoretisk skikkelse og QH-regulativ) giver gode mulighed for formudvikling, idet der ikke er fastlagt specifikke krav til vandløbets bundkote. I vandløb, hvor der er behov for sikring af drændybden kan det være formålstjenligt at fastlægge et krav til drænkote i disse regulativtyper.

For regulativtypen teoretisk skikkelse kan man beslutte, at den teoretiske bundkote i den teoretiske skikkelse samtidig skal fungere som den bundkote, der maksimalt må være, hvis der ligger aflejringer udfor lovligt etablerede dræn. Det ville betyde, at kontrollen af regulativet sker som normalt, men at det er muligt at oprense bunden til den teoretiske bundkote udfor dræn.

Kontrollen af regulativtypen QH foregår oftest ved forholdsvis høje afstrømninger, hvilket betyder at det kan være vanskeligt i nogle vandløb at sikre drændybden. Her kan man på samme måde som for regulativtypen teoretisk skikkelse supplere kravet til vandføringsevnen med en bundkote for vandløbet. Krav til kote for drændybden kan f.eks. fastlægges ud fra en eventuelt tidligere regulativmæssig bund, hvor man f.eks. kan lægge koter til drændybde 10 eller 20 cm over bundkoten. Hvis der ikke tidligere er defineret en regulativmæssig bundkote, kan der udføres en opmåling af vandløbets fysiske forhold, hvor kote for drændybde fastlægges ud fra det opmålte bundforløb og opmålte koter på drænudløb.

## **Regulativtyper - Ændret vandløbsforvaltning Udredningsprojekt 1**

Rapporten beskriver forskellige regulativtyper og fordele og ulemper i forhold til administration, herunder sikring af vandføringsevne under hensyntagen til vandløbenes miljømål og naturtilstand. Målet er at få klarlagt hvilke regulativtyper, der er bedst egnede i hvilke typer af vandløb til at sikre hensynet mellem afledning af vand og opfyldelse af miljømål i vandløbene. I rapporten er der peget på en række regulativtyper til fremtidig anvendelse, og der er der beskrevet en proces, der viser de forskellige overvejelser, der bør gøres ved valg af regulativtype.



Miljøstyrelsen  
Tolderlundsvej 5  
5000 Odense C

[www.mst.dk](http://www.mst.dk)