



# VIRKEMIDLER TIL FORBEDRING AF DE FYSISKE FORHOLD I VANDLØB

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 86

2014



AARHUS  
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

*[Tom side]*

# VIRKEMIDLER TIL FORBEDRING AF DE FYSISKE FORHOLD I VANDLØB

---

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 86

2014

Esben Astrup Kristensen<sup>1</sup>

Niels Jepsen<sup>2</sup>

Jan Nielsen<sup>2</sup>

Anders Koed<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Aarhus Universitet, Institut for Bioscience

<sup>2</sup> DTU-Aqua



AARHUS  
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

# Datablad

Serietitel og nummer:	Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 86
Titel:	Virkemidler til forbedring af de fysiske forhold i vandløb
Forfattere:	Esben Astrup Kristensen <sup>1</sup> , Niels Jepsen <sup>2</sup> , Jan Nielsen <sup>2</sup> & Anders Koed <sup>2</sup>
Institutioner:	<sup>1</sup> Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, <sup>2</sup> DTU-Aqua
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	<a href="http://dce.au.dk">http://dce.au.dk</a>
Udgivelsesår:	Marts 2014
Redaktion afsluttet:	Januar 2014
Faglig kommentering:	Bjarne Moeslund (Orbicon), Peter Wiberg-Larsen & Annette Baattrup-Pedersen (Institut for Bioscience)
Kvalitetssikring, centret:	Poul Nordemann-Jensen (DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi)
Finansiel støtte:	Naturstyrelsen
Bedes citeret:	Kristensen, E.A., Jepsen, N., Nielsen, J. & Koed, A. 2014. Virkemidler til forbedring af de fysiske forhold i vandløb. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 62 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 86 <a href="http://dce2.au.dk/pub/SR86.pdf">http://dce2.au.dk/pub/SR86.pdf</a>
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	19 virkemidler til forbedring af de fysiske forhold i vandløb blev foreslået af deltagere i Naturstyrelsens Vandløbsforum og i denne rapport beskrives den faglige vurdering af disse virkemidler. Den faglige vurdering blev foretaget i forhold til 3 biologiske kvalitetselementer (planter, smådyr og fisk) og det blev vurderet om implementering af de foreslåede virkemidler ville kunne øge sandsynligheden for målopfyldelse i vandløbene. Vha. en spørgeskema undersøgelse blev omkostninger forbundet med virkemidlerne også undersøgt.
Emneord:	Vandrammedirektiv, Vandplaner, Vandløb, Fysiske forhold, Biologiske kvalitetselementer, Omkostninger
Layout:	Grafisk Værksted, AU Silkeborg
Foto forside:	Varde Å. Foto: Mogens Astrup Christensen
ISBN:	978-87-7156-053-4
ISSN (elektronisk):	2244-9981
Sideantal:	62
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som <a href="http://dce2.au.dk/pub/SR86.pdf">http://dce2.au.dk/pub/SR86.pdf</a>

# Indhold

<b>Resumé</b>	<b>5</b>
<b>1 Indledning</b>	<b>6</b>
<b>2 Vurdering af virkemidler til forbedring af de fysiske forhold i vandløb</b>	<b>7</b>
2.1 Baggrund	7
2.2 Ændret grødeskæringspraksis	8
2.3 Ændret oprensningspraksis	10
2.4 Genslyngning	11
2.5 Genslyngning i kombination med afværgeforanstaltninger (diger og pumpelag).	12
2.6 Udlægning af groft materiale (smårestaureringer)	14
2.7 Udskiftning af bundmateriale	15
2.8 Hævning af vandløbsbunden uden genslyngning	16
2.9 Åbning af rørlagte strækninger med efterfølgende hævning af bunden og/eller genslyngning.	17
2.10 Åbning af rørlagte strækninger uden efterfølgende hævning eller genslyngning men med smårestaureringer	19
2.11 Åbning af rørlagte strækninger med efterfølgende etablering af miniådale med genslyngning.	20
2.12 Fjernelse af fysiske spærringer	20
2.13 Etablering af miniådale med genslyngning	22
2.14 Etablering af dobbeltprofil	23
2.15 Etablering af træer langs vandløb	25
2.16 Strømrendetilpasning	27
2.17 Uddybning af vandløb samt profiltbearbejdning med efterfølgende restaureringsindsats	29
2.18 Sandfang	31
2.19 Restaurering af hele ådale	33
2.20 Udplantning af vandplanter	34
2.21 Reducere den hydrauliske belastning	35
<b>3 Omkostninger ved de enkelte virkemidler</b>	<b>37</b>
3.1 Indledning og metoder	37
3.2 Forbehold for omkostningsberegningerne	38
3.3 Ændret Grødeskæringspraksis	38
3.4 Ændret oprensningspraksis	40
3.5 Genslyngning	40
3.6 Genslyngning i kombination med afværgeforanstaltninger (diger og pumpelag)	42
3.7 Udlægning af groft materiale (smårestaureringer)	43
3.8 Udskiftning af bundmateriale	45
3.9 Hævning af vandløbsbunden uden genslyngning	45
3.10 Åbning af rørlagte strækninger med efterfølgende hævning af bunden og/eller genslyngning	46

3.11	Åbning af rørlagte strækninger uden efterfølgende hævning eller genslyngning men med smårestaureringer	47
3.12	Åbning af rørlagte strækninger med efterfølgende etablering af miniådale med genslyngning.	49
3.13	Fjernelse af fysiske spærringer	49
3.14	Etablering af miniådale med genslyngning	50
3.15	Etablering af træer langs vandløb.	50
3.16	Strømrendetilpasning	52
3.17	Uddybning af vandløb samt profilbearbejdning med efterfølgende restaureringsindsats	52
3.18	Sandfang	52
3.19	Restaurering af hele ådale	53
3.20	Udplantning af vandplanter	53
3.21	Reducere den hydrauliske belastning	54
<b>4</b>	<b>Referencer</b>	<b>55</b>
	<b>Bilag 1: Betydning af fysisk tilstand og spildevandsbelastning for målopfyldelse i vandløb</b>	<b>59</b>

## Resumé

Til forberedelse af næste generations vandplaner blev virkemidler til forbedring af de fysiske forhold i vandløb foreslået af Naturstyrelsens Vandløbsforum. I alt 19 forskellige virkemidler blev foreslået og disse blev derefter faglig vurderet af eksperter fra Aarhus Universitet, DTU-Aqua og Orbicon. Vurderingen blev foretaget ved at beskrive de forventede effekter af de enkelte virkemidler på de 3 biologiske kvalitetselementer der skal anvendes i næste generation vandplaner – planter, smådyr og fisk. Der blev lagt vægt på dokumenterede effekter, men ekspertvurderinger blev også anvendt. Størstedelen af de 19 foreslåede virkemidler blev vurderet positivt (16 virkemidler), mens 3 virkemidler blev vurderet negativt i forhold til sandsynligheden for målopfyldelse for 1 eller flere af de 3 biologiske kvalitetselementer.

Efter den faglige vurdering blev omkostningsniveauet for de foreslåede virkemidler undersøgt gennem en spørgeskemaundersøgelse. Skemaet blev sendt til samtlige danske kommuner og skemaet havde mulighed for indrapportering af alle omkostninger forbundet med de enkelte virkemidler. Indrapporteringen blev baseret op allerede udførte projekter, hvilket gjorde prissætningen så realistisk som muligt. Ud over omkostninger var det også muligt at oplyse om omfanget af vandløbsnære arealer påvirket af indgrebet. Der blev modtaget oplysninger fra 99 individuelle projekter fordelt på 11 af de foreslåede virkemidler fra 22 kommuner. Baseret på dette datamateriale var det muligt at opstille robuste omkostningsestimater for en række af de foreslåede virkemidler, mens de indsamlede virkemidler for andre var utilstrækkeligt til at prissætningen kunne gøres robust.

# 1 Indledning

Til forberedelserne af næste generation vandplaner blev der igangsat et arbejde med at undersøge hvilke virkemidler, der kan anvendes til at forbedre de fysiske forhold i vandløb. Dette arbejde blev organiseret under Naturstyrelsens Vandløbsforum og det specifikke formål var at vurdere om der var alternative omkostningseffektive virkemidler, til de virkemidler, der er anvendt i 1. generationsvandplaner, samt at nuancere de eksisterende virkemidler.

Deltagere af Vandløbsforum har foreslået en række alternative virkemidler til forbedring af de fysiske forhold i vandløb. Det blev derefter overladt til de faglige miljøer (DTU og AU) at foretage en faglig vurdering af de foreslåede virkemidler samt om muligt at indsamle oplysning om omkostninger forbundet med de enkelte virkemidler. Disse vurderinger og de indsamlede oplysninger om omkostninger præsenteres i denne rapport. Arbejdet med at vurdere og prissætte virkemidlerne tog udgangspunkt i et tidligere projekt igangsat i regi af Danmarks Miljøundersøgelser (Kristensen et al., 2011). Det tidligere projekt blev gennemført på relativ kort tid og byggede på et relativt simpelt datagrundlag, hvorfor der var et behov for at få konsolideret effekter og omkostninger forbundet med virkemidlerne.

Denne rapport er opdelt i 2 kapitler. I det første præsenteres den faglige vurdering af de foreslåede virkemidler til forbedring af de fysiske forhold i vandløb. I det andet kapitel præsenteres en sammenstilling af de indsamlede oplysninger om omkostninger forbundet med de enkelte virkemidler. I indledningen til de 2 kapitler beskrives i detaljer hvordan den faglige vurdering og indsamling af informationer om omkostninger blev foretaget. Som led i vurderingen af virkemidlernes effekt og implementering har virkningen af forbedret kemisk tilstand, primært via spildevandsrensning også skulle inddrages. Ud over de to kapitler indeholder rapporten derfor en analyse præsenteret i bilag, hvor sammenhæng mellem vandløbenes vandkvalitet (indhold af organisk stof) og de fysiske forhold analyseres.



## 2 Vurdering af virkemidler til forbedring af de fysiske forhold i vandløb

### 2.1 Baggrund

Vandrammedirektivet sætter nye standarder for beskyttelse og forbedringer af vandmiljøet og sigter i målsatte vandløb mod at opnå mindst god økologisk kvalitet, målt på grundlag af de forskellige biologiske kvalitetselementer: fisk, planter, invertebrater (smådyr) og bentiske alger. I Danmark benyttes der i 1. generation vandplaner kun det ene kvalitetselement (smådyr) til vurdering af vandløbenes økologiske kvalitet, men det forventes, at fisk og planter bringes i anvendelse i 2. generations vandplaner. Den indsats, der iværksættes nu, og de virkemidler der tages i anvendelse til at forbedre de fysiske forhold i vandløb, bør derfor også vurderes i forhold til målopfyldelse for de øvrige kvalitetselementer, der forventes anvendt i 2. generation.

Mange danske vandløb opfylder pt. ikke kravet om god økologisk kvalitet, primært pga. dårlige fysiske forhold, forstyrrelser (vandløbsvedligeholdelse). Desuden spiller påvirkning fra spildevand (primært udledninger fra spredt bebyggelse men også overløb fra rensningsanlæg og regnbetingede udledninger) også en rolle primært i de mindre vandløb. De dårlige fysiske forhold gælder både forholdene i selve vandløbets profil (f.eks. ensartede og særligt finkornede substrater, mangelfuld variation i dybde og strøm, spæringer) og forhold på overgangen mellem vandløbet og dets omgivende miljø. Sidstnævnte henviser til, at dybt nedgravede vandløb med stejle brinker har et meget dårlig eller helt fraværende miljø i overgangszonen mellem land og vand, en zone der er vigtig for især mange plantearter (Pedersen et al. 2006) men også for smådyr og fisk og dermed for målopfyldelsen i vandløbet. Vedligeholdelsen af vandløb udføres alene af hensyn til afvandingssinteresserne langs vandløbene og i mange vandløb er behovet for grødeskæring og anden form for vedligeholdelse blevet forstærket som følge af hyppige grødeskæringer, fordi skæringen har favoriseret hurtigt voksende arter. Desuden øger sætninger på de vandløbsnære arealer også behovet for vedligeholdelse, såfremt den samme afvanding skal opretholdes.

Indsatsen for et bedre miljø i vandløbene er derfor 4-sidet. Den optimale løsning for miljøet er at hæve vandløbene op i terræn og dermed skabe bedre forbindelse mellem vand og land, at skabe fysiske forbedringer i vandløbet, at stoppe eller mindske forstyrrelserne (vandløbsvedligeholdelse) og at reducere påvirkninger fra spildevand. En sådan optimal løsning forudsætter at arealanvendelsen tillader en vidtrækkende restaurering, ikke blot af vandløbet men også af dets ådal. I områder hvor de samfundsmæssige interesser er store, og omkostningerne ved en fuldstændig restaurering er for høje, kan alternativer anvendes. Det er dog stadig væsentligt, at de anvendte virkemidler forbedrer de fysiske forhold i vandløbet.

I det følgende gives der en faglig vurdering af de i Vandløbsforum foreslåede virkemidler til forbedring af de fysiske forhold i forhold til de tre biologiske kvalitetselementer: smådyr, fisk og planter. En forbedring i den økologiske tilstand defineres som en stigning i de indices der anvendes til at vurdere den økologiske kvalitet for smådyr (DVFI; Miljøstyrelsen, 1998), fisk (DFFV; Kristensen et al., under forberedelse) og planter (DVPI; Baattrup-Pedersen & Larsen, 2013). Det biologiske kvalitetselement bentiske alger er

ikke medtaget i vurderingen, da de ikke forventes medtaget i 2. generations vandplaner.

Vurderingerne af de enkelte virkemidler i dette notat er foretaget ved at overveje, om de vil kunne bidrage til målopfyldelse for de forskellige kvalitetselementer, når det er de fysiske forhold, der er årsag til en manglende målopfyldelse. En positiv vurdering er dog ikke ensbetydende med, at et virkemiddel vil have samme positive effekt alle steder, eller at det nødvendigvis kan stå alene. Det er således vigtigt, at pointere, at det på nogle vandløbsstrækninger kan blive nødvendigt, at bruge en kombination af flere virkemidler for at opnå god økologisk tilstand. I alle tilfælde er det nødvendigt med en lokal vurdering af, hvilke påvirkninger der er årsag til den manglende målopfyldelse og derefter implementere virkemidlerne på intelligent vis.

I vurderingen er der lagt vægt på, at der foreligger dokumentation for virkemidlernes ønskede miljømæssige effekter men i nogle tilfælde er der dog også anvendt ekspertvurderinger. Om der ligger en ekspertvurdering til grund eller en dokumenteret effekt fremgår af teksten under de enkelte virkemidler – specifikt er der lagt en dokumenteret effekt til grund hvis der er henvist til litteratur. Hvert virkemiddel er tildelt +’er eller -’er i forhold til hvor stor effekten vurderes at være.

## **2.2 Ændret grødeskæringspraksis**

Dette virkemiddel er et resultat af en opsplnitning af det eksisterende virkemiddel "Ændret vandløbsvedligeholdelse" i "Ændret grødeskæringspraksis" og "Ændret oprensingspraksis" (se nedenfor). Denne opsplnitning blev foretaget i Vandløbsforum for at tydeliggøre hvad virkemidlet dækker over (ændring i enten grødeskæring eller oprensning). Ændret grødeskæringspraksis dækker over en række forskellige tiltag. Det kan være fuldstændigt ophør af grødeskæring, en reduktion af skæringsens omfang, en ændring af tidspunktet(-erne) for grødeskæring, en flytning af skæring fra vandløbets bund til brinkerne, en ændring af antallet af grødeskæringer (både færre eller flere), målrettet skæring af bestemte arter, skæring i flere strømrander og flere andre muligheder. Det har ikke været muligt at foretage en faglig vurdering af alle disse muligheder, og vurderingen er derfor kun foretaget for selektiv grødeskæring, nedsættelse af skæringsfrekvensen og/eller skæringsbredden samt stop for grødeskæring. Dette skyldes, at disse tre muligheder vurderes, at blive de mest anvendte og samtidig er de former for grødeskæringsændringer, hvor der findes dokumentation for effekterne.

### **2.2.1 Planter**

Tidligere undersøgelser har vist, at grødeskæring potentielt har stor negativ betydning for vandløbsvegetationens artsdiversitet og at en skæringsfrekvens højere end 1/år kan medføre markant nedgang i antallet af plantearter i vandløbet (Baattrup-Pedersen et al., 2004). Det vurderes derfor, at en ekstensivering af grødeskæring (enten som et ophør, reduktion eller en nedsættelse af frekvensen) kan være positivt for målopfyldelse i forhold til planter.

I stedet for ophør eller ændring af frekvensen af grødeskæringen kan selektiv grødeskæring anvendes. Selektiv grødeskæring kan evt. omfatte skæring af grøden, således at den efterladte grøde fremmer den fysiske variation og

dermed den biologiske tilstand. Den selektive skæring kan udføres så de fysiske forhold i nogle tilfælde fremmes (Moeslund, 2008), og man kan også opnå forbedringer af plantesamfundene (Baattrup-Pedersen & Riis, 2004).

Der mangler dog dokumentation for hvor hurtigt og i hvilket omfang planteindekset (DVPI) responderer positivt på en evt. ekstensivering af grødeskæringen, samt hvilke faktorer der bestemmer om der forekommer forbedringer. F.eks. må det formodes, at de fysiske forhold og plantesamfundenes sammensætning ved iværksættelse af virkemidlet har betydning for effekterne, men dette er p.t. ikke undersøgt. Det er således ikke muligt, at vurdere hvor hurtigt eventuelle positive effekter på den økologiske kvalitet vil indfinde sig.

### **2.2.2 Smådyr**

En høj diversitet af smådyrssamfundene og dermed højere sandsynlighed for målpopfyldelse er bl.a. betinget af stor variation i udbuddet af levesteder. Vandplanter har stor biologisk og fysisk betydning i vandløbene og er med til at skabe gode levesteder for andre vandløbsorganismer. Vandplanter skaber variation i vandhastigheder og substratsammensætning og bidrager dermed til et højere udbud af habitater for smådyr. Vandplanter øger også vandstanden i vandløbene, og skaber dermed et større område hvor smådyrene kan leve, stabiliserer vandløbsbunden og mindsker sedimenttransport, hvilket øger habitatkvaliteten for de smådyr der er tilknyttet bunden. Endelig er biofilm på vandplanter et vigtigt fødegrundlag for mange smådyr. Et nyligt forsøg har ydermere vist, at sammensætningen af plantearter og bladarealet også har betydning for smådyrene, med flere individer jo større bladarealet og artskompleksiteten er (Friberg et al., under udarbejdelse). Det vurderes derfor, at ændret grødeskærings-praksis kan være positivt for målpopfyldelsen i forhold til smådyr.

Der mangler dog dokumentation for hvor hurtigt og i hvilket omfang DVFI responderer positivt på en evt. ekstensivering af grødeskæringen, samt hvilke faktorer der bestemmer om der forekommer forbedringer. F.eks. må det formodes, at de fysiske forhold og smådyrssamfundenes sammensætning ved iværksættelse af virkemidlet har betydning for effekterne, men dette er p.t. ikke undersøgt. Det er således ikke muligt, at vurdere hvor hurtigt eventuelle positive effekter på den økologiske kvalitet vil indfinde sig.

### **2.2.3 Fisk**

Generelt vil en øgning af den fysiske variation (strømrander, dybdevariation, vandplanter og bundforhold) øge habitatkvaliteten for fisk. En undersøgelse fra det nu nedlagte Århus Amt og Fyns Amt viste en betydelig fremgang i antallet af ørreder, efter der blev indført skånsom grødeskæring af vandløbene (Wiberg-Larsen et al. 1994, Kaarup 1998). Ændret grødeskæringspraksis kan dog ikke i alle tilfælde stå alene i forhold til at opnå forbedringer for fisk og kan f.eks. ikke ændre et vandløb til en god gydehabitat for ørred, lampretter og andre arter. Det skyldes, at disse fiskearter er afhængige af, at der er gydegrus i vandløbet, dvs. småsten på størrelse med valnødder (Nielsen & Sivebæk 2013a,b). I vandløb, hvor det naturlige gydegrus er gravet væk eller er forsvundet ved en regulering, vil fiskene således være afhængige af, at der udvaskes gydegrus fra vandløbets bund eller udlægges nyt gydegrus ved en egentlig restaurering.

Hvis der er rimelige gydeforhold, kan en ændret grødeskæring medføre langt bedre overlevelse og dermed større tæthed af fisk. Ændringerne bør foretages med henblik på at skabe mest mulig naturlig heterogenitet i vandløbet og dermed mange forskellige habitattyper. Herunder er det væsentligt at sikre gode overlevelsesmuligheder for den spæde fiskeyngel, der samler sig nær vandløbets bredder på vanddybder op til 30 cm i perioden april-juni (Nielsen 1994b, Bangsgaard 1995, Nielsen 1997 & 1998, Søholm & Jensen 2003, Nielsen & Sivebæk 2013a,b). I de større vandløb bør det lavvandede, brednære areal udgøre mindst 20 % af det samlede areal (Søholm & Jensen 2003).

#### 2.2.4 Samlet vurdering

Der kan opnås positive effekter for alle tre kvalitetselementer under forudsætning af, at virkemidlet er anvendt korrekt. Derudover forudsætter anvendelse af virkemidlet, at der findes grøde i vandløbet før implementering.

	Planter	Smådyr	Fisk
Effekt	+++	++	++

#### Forudsætninger og undtagelser

Vandløbstyper hvor virkemidlet kan anvendes	Påvirkninger som virkemidlet er målrettet	Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet	Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler
Type 1, 2 og 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forstyrrelser i form af hyppig eller hårdhændet grødeskæring.</li> <li>- Dårlige fysiske forhold</li> </ul>	I vandløb med lavt vand-spejlsfald kan effekterne på de anvendte indices være begrænsede.	<p>Bør ikke stå alene i kanaliserede vandløb der er dybt nedskåret i terræn men her kombineres med andre fysiske forbedringer.</p> <p>En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses, hvis denne begrænser målopfyldelsen.</p> <p>En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes, hvis denne begrænser målopfyldelsen.</p> <p>Fysiske spærringer i vandløbet bør samtidigt fjernes, hvis disse begrænser målopfyldelsen.</p>

### 2.3 Ændret oprensingspraksis

Dette virkemiddel indebærer en ændring i den praksis hvormed vandløbene oprenses (fjernelse af sediment og/eller brinker). Virkemidlet kan som udgangspunkt indeholde mange variationer af ændringer i oprensning, men i denne vurdering er der taget udgangspunkt i, at oprensningen enten helt stoppes eller reduceres i frekvens.

#### 2.3.1 Planter, smådyr og fisk

Ved oprensning fjernes ikke kun planternes habitater men også selve planterne. Der er derfor åbenlyse negative konsekvenser for plantesamfundene ved oprensning, og dermed kan der være positive effekter forbundet med at ophøre eller reducere denne praksis. Denne vurdering gælder ligeledes

smådyr og fisk, men der findes intet videnskabeligt grundlag, der kan anvendes til at fastlægge, hvor meget oprensningen skal reduceres, før der kan opnås en positiv effekt. Som udgangspunkt vurderes det dog, at de positive effekter opnås ved stop for oprensning.

### 2.3.2 Samlet vurdering

Der kan opnås positive effekter for alle tre kvalitetselementer under forudsætning af, at virkemidlet anvendes korrekt.

	Planter	Smådyr	Fisk
Effekt	+++	+++	+++

Forudsætninger og undtagelser			
Vandløbstyper hvor virkemidlet kan anvendes	Påvirkninger som virkemidlet er målrettet	Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet	Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler
Type 1, 2 og 3	- Forstyrrelser og fjernelse af fysiske vandløbshabitater		Bør ikke stå alene i kanaliserede vandløb der er dybt nedskåret i terræn men her kombineres med andre fysiske forbedringer. En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. intensiv grødeskæring bør ikke opretholdes eller indføres efter implementering hvis denne begrænser målopfyldelsen. Fysiske spærringer i vandløbet bør samtidigt fjernes, hvis disse begrænser målopfyldelsen.

## 2.4 Genslyngning

Ved genslyngning forstås en tilbagelægning af et kanaliseret vandløb til dets forløb og profil før udretningen eller et tilsvarende naturligt forløb samt at skabe muligheder for at vandløbenes naturlige morfologiske processer kan udfoldes. Ændring af profil betyder, at vandløbets bredde og bundens topografi ændres til at modsvare en mere naturlig tilstand, da kanalisering ofte medfører at vandløbene er gjort overbrede for at øge vandføringsevnen. Derudover bør vandløbet i mange tilfælde hæves op i terræn, så der opnås en mere naturlig sammenhæng mellem vandløbet og dets omgivelser. Genslyngning bør om nødvendigt kombineres med udlæg af materiale, da det nygravede slyngede forløb ikke altid vil indeholde en naturlig substratsammensætning. Det skal bemærkes, at substratudlægning bør gøres med udgangspunkt i den naturlige substratsammensætning for det pågældende vandløb (Kristensen et al., 2011).

### 2.4.1 Planter, smådyr og fisk

Det vurderes, at det er muligt at forbedre den økologiske tilstand ved genslyngning af kanaliserede vandløb. Dette skyldes, at vandløbene først og

fremmest får et bedre fysisk miljø) med flere levesteder for de biologiske kvalitetselementer. Derudover kan der også opnås en hurtigere omsætning af organisk stof (og evt. miljøfremmede stoffer) til gavn for vandkvaliteten. Genslyngning er en hyppigt anvendt metode til forbedring af de fysiske forhold i danske og udenlandske vandløb (Madsen and Debois, 2006; Miller et al., 2010). Det findes således en række eksempler, hvor forbedringer i miljøtilstanden er veldokumenterede (Miller et al., 2010), men der er også eksempler, hvor den ønskede forbedring ikke er opnået (Palmer, 2009), hvorfor korrekt implementering er vigtig.

Det vurderes, at dette virkemiddel kan forbedre miljøtilstanden i alle typer af vandløb. Der er dog forskel mellem vandløbstyperne og de biologiske kvalitetselementer på, hvor hurtigt man kan forvente forbedringer. Genslyngninger er en kraftig forstyrrelse af vandløbenes fysiske forhold og af organismerne. Perioden efter endt restaurering og indtil en evt. forbedring af tilstanden indtræffer, er forskellig alt efter vandløbsstørrelsen. For mellemstore og store vandløb kan det ske relativt hurtigt (f.eks. Gels å og Skjern å (Friberg et al. 1994; Pedersen et al. 2007)) mens det i små vandløb kan tage relativt lang tid for f.eks. vandplanterne at etablere sig (Baattrup-Pedersen et al. 2000). Det skyldes, at restaurerede vandløbsstrækninger i små vandløb, kun har begrænsede områder opstrøms for strækningen, hvorfra organismer kan genindvandre (Kronvang et al. 2008).

## 2.4.2 Samlet vurdering

Der kan opnås positive effekter for alle 3 kvalitetselementer under forudsætning af, at virkemidlet er anvendt korrekt.

	Planter	Smådyr	Fisk
Effekt	+++	+++	+++

### Forudsætninger og undtagelser

Vandløbstyper hvor virkemidlet kan anvendes	Påvirkninger som virkemidlet er målrettet	Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet	Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler
Type 1, 2 og 3	- Dårlige fysiske forhold i kanaliserede vandløb (sedimentforhold, bredde- og dybdeforhold, vandhastighed, unaturlig vandløbsmorfologi)		En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter implementering hvis denne begrænser målopfyldelsen. Fysiske spærringer i vandløbet bør samtidigt fjernes, hvis disse begrænser målopfyldelsen.

## 2.5 Genslyngning i kombination med afværgeforanstaltninger (diger og pumpelag).

Dette virkemiddel er tiltænkt anvendelse i meget flade områder eller brede ådale hvor arealanvendelsen ikke levner plads for en egentlig genslyngning. Virkemidlet omfatter etablering af diger i en afstand af 10-30 meter fra vand-

løbets kant med henblik på at skabe en korridor, hvor genslyngningen finder sted. Udenfor korridoren etableres et pumpelag, der pumper vand fra de dyrkede arealer til vandløbet. Indenfor korridoren udføres genslyngningen som beskrevet ovenfor.

### 2.5.1 Planter, smådyr og fisk

Der findes ingen videnskabelige undersøgelser af dette virkemiddel, men det vurderes langt hen af vejen at kunne have de samme positive effekter som ved en egentlig genslyngning. Denne vurdering er begrundet med, at en genslyngning i flade områder skaber mere plads, en større dybdemæssig variation og dermed et større habitatudbud for planter, smådyr og fisk. Dog er vurderingen for planter og smådyr en anelse lavere end for en egentlig genslyngning, da digerne vil bryde/begrænse kontinuiteten på tværs af ådalen og dette muligvis vil sætte nogle begrænsninger for artsdiversiteten. Derudover er vurderingen for fisk også en anelse lavere end ved en egentlig genslyngning, da det lave fald formodes at begrænse effekterne.

Vurderingen forudsætter, at udløbet fra pumpestationen ikke ændrer vandløbets hydrologiske regime gennem periodevis udpumpning af relativt store mængder vand og at udløbet ikke fungerer som en punktkilde for næringsstoffer og sediment.

### 2.5.2 Samlet vurdering

Der kan opnås positive effekter for alle 3 kvalitetselementer under forudsætning af, at virkemidlet er anvendt korrekt.

	Planter	Smådyr	Fisk
Effekt	++(+)	++(+)	++

Forudsætninger og undtagelser			
Vandløbstyper hvor virkemidlet kan anvendes	Påvirkninger som virkemidlet er målrettet	Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet	Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler
Type 1, 2 og 3	- Dårlige fysiske forhold i kanaliserede vandløb (sedimentforhold, bredde- og dybdeforhold, vandhastighed, unaturlig vandløbsmorfologi)	Virkemidlet er kun velegnet i ådale med lav hældning hvor den naturlige vandløbsform er et slyngnet forløb.	En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter implementering hvis denne begrænser målopfyldelsen. Fysiske spærringer i vandløbet bør samtidigt fjernes, hvis disse begrænser målopfyldelsen.

## **2.6 Udlægning af groft materiale (smårestaureeringer)**

Herved forstås udlægning af groft materiale (primært sten, grus eller træ) alene uden andre fysiske indgreb i enten kanaliserede eller naturligt slyngede vandløb. Det udlagte materiale er/kan være erstatning for materiale, der er blevet fjernet gennem tidligere opgravning. Det skal bemærkes, at substratudlægning bør gøres med udgangspunkt i den naturlige substratsammensætning for det pågældende vandløb (Kristensen et al., 2011).

### **2.6.1 Planter, smådyr og fisk**

Ved at tilføje groft materiale forbedrer man vandløbenes habitatheterogenitet, hvilket i mange tilfælde kan resultere i bedre leveforhold for især smådyr (Miller et al. 2010) og fisk. Der er dog også eksempler på, at udlægninger af groft substrat ikke forbedrer de fysiske forhold på længere sigt, da udlægninger kan transporteres nedstrøms eller overlejres med sand (Pedersen et al. 2009). Hvis udlægning af groft materiale medfører en større variation i dybder og vandhastigheder og dermed en større variation i substrattyper kan der ligeledes forventes positive effekter på plantesamfundene.

Udlægninger af sten og grus er foretaget i utallige vandløb, ofte med gode resultater, særligt for laksefisk, men formentlig også for andre fiskearter som fx lampretter, der gyder på stryg. Hvis et vandløb har en ørred- eller laksebestand, god vandkvalitet og god hældning, men mangler gydesubstrat, kan dette virkemiddel medføre en kraftig forøgelse af tætheden af laksefisk (Nielsen 1995a,b, Mortensen 2010, Nielsen & Sivebæk 2013b). For mange fiskearter skal dette dog ses som et indgreb med relativ lokal effekt, da der bør være gydemuligheder mange steder i et vandløb for at sikre fuld besætning af fisk (f.eks. Berlaup et al. 2008).

### **2.6.2 Samlet vurdering**

Der kan opnås positive effekter for alle tre kvalitetselementer under forudsætning af, at virkemidlet anvendes korrekt.



	Planter	Smådyr	Fisk
Effekt	+	+++	+++

Forudsætninger og undtagelser			
Vandløbstyper hvor virkemidlet kan anvendes	Påvirkninger som virkemidlet er målrettet	Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet	Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler
Type 1, 2 og 3	- Dårlige fysiske forhold, herunder substratforhold, bredde- og dybdevariation og mangel på fysiske habitater.	Ved lavt vandspejlsfald kan effekten af udlægning af gydegrus være begrænsede, mens udlæg af f.eks. træ vil have effekter i alle typer vandløb.	Bør ikke stå alene i kanaliserede vandløb der er dybt nedskåret i terræn men her kombineres med andre fysiske forbedringer. En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter implementering hvis denne begrænser målopfyldelsen. Fysiske spærringer i vandløbet bør samtidigt fjernes, hvis disse begrænser målopfyldelsen.

## 2.7 Udskiftning af bundmateriale

Vandløbet uddybes under hensyntagen til at opnå det mest naturlige profil. Herefter udlægges nyt bundmateriale, typisk bestående af groft materiale. Uddybningen sker for at sikre, at vandstanden ikke stiger i forbindelse med restaureringstiltag. Virkemidlet skal således ses som et alternativ til "Udlægning af groft materiale", men hvor det grove materiale ikke lægges ovenpå den eksisterende vandløbsbund, men hvor bunden først graves væk og den grove materiale erstatter det bortgravede.

Som udgangspunkt antages det, at uddybningen modsvarer det materiale, der efterfølgende udlægges, således at vandets modstand ikke forøges og derfor forudsættes heller ikke ændringer i vandspejlets fald ved implementering af virkemidlet.

### 2.7.1 Planter, smådyr og fisk

Dette virkemiddel ses som en variant af "Udlægning af groft materiale" der kan anvendes for at minimere evt. afvandingsmæssige konsekvenser eller overholde regulativmæssige bestemmelser (for forudsætning og undtagelser se under 2.6). Vurderingen af effekter på planter, smådyr og fisk er derfor den samme som under "Udlægning af groft materiale (se ovenfor). Dog vurderes det, at udlægning af træstykker vil være vanskeligt med denne metode da træstykker ikke fuldstændigt vil fylde det bortgravede område ud og dette område vil derfor hurtigt blive fyldt ud med fint materiale, der transporteres med vandløbet.

Det skal bemærkes, at substratudlægning bør gøres med udgangspunkt i den naturlige substratsammensætning for det pågældende vandløb (Kristensen et al., 2011).

## **2.8 Hævning af vandløbsbunden uden genslyngning**

Ved hævning af vandløbsbunden forstås udlægning af materiale i kanaliserede vandløb, således at vandløbet kommer til at ligge tættere på terræn, men vandløbets kanaliserede forløb bevares. Der skal ved hævning tages hensyn til forhold mellem det naturlige vandløbets bredde og dybde (bl.a. bestemt af det geologiske udgangsmateriale) således at hævningsen ikke resulterer i overbredde vandløb med lav vanddybde. Det forudsættes at der ved hævning anvendes groft materiale (sten og grus) og at der ved implementeringen tages udgangspunkt i den naturlige substratsammensætning for det pågældende vandløb (Kristensen et al., 2011).

### **2.8.1 Planter, smådyr og fisk**

Ved dette virkemiddel skabes der bedre forbindelse mellem vandløbet og dets omgivelse, hvilket vurderes positivt i forhold til målopfyldelse for alle tre kvalitetselementer. Denne vurdering begrundes med, at der i et dybt nedskåret vandløb ofte er ringe habitatforhold i overgangszonen mellem land og vand samt ofte dårlige lysforhold for planterne. Gennem en hævning forbedres forholdene – særligt for planterne – men med afledte effekter på smådyr og fisk. Derudover vurderes det, at hævning af bunden med groft substrat kan have positive effekter på habitatheterogeniteten og gydeforholdene for fisk og dermed positive effekter for disse kvalitetselementer. Det har ikke været muligt indenfor projektets periode at finde dokumenterede effekter af virkemidlet.

### **2.8.2 Samlet vurdering**

Der kan opnås positive effekter for alle tre kvalitetselementer under forudsætning af at virkemidlet anvendes korrekt. Bør anvendes i kombination med smårestaurationer.

	Planter	Smådyr	Fisk
Effekt	+++	+++	+++

Forudsætninger og undtagelser			
Vandløbstyper hvor virkemidlet kan anvendes	Påvirkninger som virkemidlet er målrettet	Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet	Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler
Type 1, 2 og 3	- Dårlige fysiske forhold og ringe forbindelse mellem vandløbet og dets omgivelser.		<p>En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes, hvis denne begrænser målopfyldelsen.</p> <p>En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses, hvis denne begrænser målopfyldelsen.</p> <p>En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter implementering hvis denne begrænser målopfyldelsen.</p> <p>Fysiske spærringer i vandløbet bør samtidigt fjernes, hvis disse begrænser målopfyldelsen.</p>

## 2.9 Åbning af rørlagte strækninger med efterfølgende hævning af bunden og/eller genslyngning.

Dette virkemiddel indebærer en åbning af rørlagte vandløbsstrækninger og efterfølgende genslyngning eller hævning af vandløbet (inkl. smårestaureeringer). Genslyngning anvendes de steder, hvor det efter åbning vurderes muligt eller nødvendigt for at afvikle faldet optimalt i forhold til habitatkvaliteten. På strækninger med arealanvendelsesmæssige restriktioner (mangelende plads til genslyngning) kan der i stedet efter åbning udføres hævning af vandløbet sammen med smårestaureeringer (evt. udlæg af materiale).

### 2.9.1 Planter og smådyr

Planter og smådyr vil respondere positivt på åbning af rørlagte strækninger alene, da et godt rørmiljø erstattes af et lysåbent vandløbsmiljø. Det vurderes derudover, at åbning med efterfølgende genslyngning eller hævning i kombination med smårestaureeringer kan have de samme positive effekter som beskrevet under "Genslyngning" og "Hævning af vandløbsbund". Det bør tilstræbes, at det nye vandløb har samme faldforhold og fysisk forløb som det oprindelige naturlige vandløb.

### 2.9.2 Fisk

Mange fisk kan ikke passere opstrøms gennem rørlagte strækninger, hvis vandhastigheden er over ca. ½ m/s (Faunapassageudvalget 2004). En for stor vandhastighed, for lav vandstand og rørstyrt ved udløbet af, eller i selve røret, kan ligeledes betyde, at fisk ikke kan passere opstrøms. Desuden vil nogle arter, som f.eks. snæbel og helt, ikke svømme igennem rørlagte, mørke strækninger. Åbning af rørlagte strækninger vil derfor generelt have positive effekter på fiskene. Når rørlagte vandløb genåbnes, kan muligheden for go-

de fiskebestande på strækningen genskabes. Her er det væsentligt, at vandløbets oprindelige form søges genskabt i så høj grad som muligt.

Hvis der nedstrøms en rørlagt strækning eksisterer en naturlig ørredbestand, vil der ofte relativt hurtigt etableres en god bestand på en åbnet strækning, hvis der findes eller etableres varierede substratforhold og et naturligt fald. Det skete f.eks. i den lille Ibæk ved Vejle Fjord, hvor en impassabel rørlagt strækning blev ændret i 1992, og hvor der lige siden har været en stor naturlig produktion af ørredyngel fra gydning i bækken opstrøms rørlægningen (Nielsen 1994a og unpubl.).

### 2.9.3 Samlet vurdering

Der kan opnås positive effekter for alle tre kvalitetselementer under forudsætning af, at virkemidlet anvendes korrekt. Dette indebærer bl.a., at vandløbets naturlige fysiske variation efter åbning, genskabes i så høj grad som muligt.

	Planter	Smådyr	Fisk
Effekt	+++	+++	+++

#### Forudsætninger og undtagelser

Vandløbstyper hvor virkemidlet kan anvendes	Påvirkninger som virkemidlet er målrettet	Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet	Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler
Type 1	- Rørlagte vandløb med dårlige fysiske forhold. - Spærringseffekter af rørlagte strækninger.	Primært relevant i Type 1 vandløb men også andre typer hvis rørlagte. En del af disse vil være for små til fisk og i disse vil der ikke være positive effekter for fisk.	Bør kombineres med smårestaureringer efter endt åbning. En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke indføres efter implementering hvis denne begrænser målopfyldelsen. Fysiske spærringer i vandløbet bør samtidigt fjernes, hvis disse begrænser målopfyldelsen.

## **2.10 Åbning af rørlagte strækninger uden efterfølgende hævning eller genslyngning men med smårestaureringer**

Dette virkemiddel indebærer en åbning af rørlagte vandløbsstrækninger og efterfølgende smårestaureringer (udlæg af materiale) i det åbne vandløb, men uden hævning af vandløbet. Det oprindelige bundniveau i det rørlagte vandløb bevares dermed.

### **2.10.1 Planter**

Planter vil respondere positivt på åbning af rørlagte strækninger alene, da et goldt rørmiljø erstattes af et mere lysåbent vandløbsmiljø. Dog vurderes det, at en bevarelse af det oprindelige niveau for vandløbsbunden ikke nødvendigvis vil skabe optimale levevilkår for vandløbets planter. Dette er særligt i vandløb hvor vandløbet efter åbning kommer til at ligge dybt nedskåret i terræn og lysforholdene for vandplanterne og habitatforholdene for amfibiske plantearter i overgangszonen mellem land og vand derved ikke forbedres. Derudover vil en evt. kraftig brinkvegetation kunne reducere lystilgængeligheden for vandplanter i vandløbet hvis et dybt nedgravet forløb med relativt stejle brinker etableres efter åbning.

### **2.10.2 Smådyr**

Åbning med efterfølgende smårestaureringer vil kunne øge habitatheterogeniteten og dermed forbedre forholdene for vandløbets smådyr (se yderligere under "Udlæg af groft materiale"). Det vurderes dog, at der uden efterfølgende hævning eller genslyngning ikke opnås helt samme positive effekter på smådyrene. Dette begrundes i, at forholdene for vandløbets planter ikke nødvendigvis forbedres markant udelukkende ved åbning. Derved opnås ikke de positive effekter på smådyrene som planterne har.

### **2.10.3 Fisk**

Åbning af rørlagte strækninger vil generelt have positive effekter på fiskene (se ovenfor), dog forventes de mest positive effekter hvis vandløbets naturlige form og faldforhold genskabes. Ved en simpel åbning af rørlagte strækninger er dette ikke en selvfølge og de positive effekterne vurderes derfor lavere end ved åbning i kombination med hævning eller genslyngning.

### **2.10.4 Samlet vurdering**

Der kan opnås positive effekter for alle tre kvalitetselementer under forudsætning af, at virkemidlet anvendes korrekt. De positive effekter på planter vurderes dog værende begrænsede.

	Planter	Smådyr	Fisk
Effekt	(+)	++	++

Forudsætninger og undtagelser			
Vandløbstyper hvor virkemidlet kan anvendes	Påvirkninger som virkemidlet er målrettet	Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet	Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler
Type 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rørlagte vandløb med dårlige fysiske forhold.</li> <li>- Spærringseffekter af rørlagte strækninger.</li> </ul>	Formentlig kun relevant i type 1 vandløb. En del af disse vil være for små til fisk og i disse vil der ikke være positive effekter for fisk.	<p>En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes, hvis denne begrænser målopfyldelsen.</p> <p>En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses, hvis denne begrænser målopfyldelsen.</p> <p>En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke indføres efter implementering hvis denne begrænser målopfyldelsen.</p> <p>Fysiske spærringer i vandløbet bør samtidigt fjernes, hvis disse begrænser målopfyldelsen.</p>

## 2.11 Åbning af rørlagte strækninger med efterfølgende etablering af miniådale med genslyngning.

Dette virkemiddel indebærer en åbning af rørlagte vandløbsstrækninger og efterfølgende etablering af miniådal med genslyngning. Virkemidlet er helt sidestillet med "Etablering af miniådale med genslyngning" og der henvises til denne vurdering (se nedenfor).

## 2.12 Fjernelse af fysiske spærringer

Ved fjernelse af fysiske spærringer forstås enten en fuldstændig fjernelse af en spærring eller andre tiltag, der sikrer mulighed for fri og uhindret passage i både op- og nedstrøms retning for især fisk og smådyr.

### 2.12.1 Planter og smådyr

Det vurderes, at fjernelse af spærringer kan have positive effekter på smådyr, da nogle af disse (f.eks. ferskvandstangloppen) ikke kan flyve og derfor er afhængige af fri passage.

Der kan især opnås positive effekter hvis fjernelsen af spærringen også involverer en fuldstændig fjernelse af opstuvningszonen eller en sø opstrøms spærringen. Derved genskabes de naturlige vandløbshabitater til gavn for smådyr og evt. negative konsekvenser af forhøjet temperatur eller belastning med organisk stof nedstrøms søen kan elimineres (Lessard & Hayes, 2003). Disse forhold vurderes også at være gældende for planter, dog kun i mindre grad da planterne ikke er afhængige af fri passage, men kan være negativt påvirket af de ændrede temperaturforhold nedstrøms en opstemning og påvirkes positivt hvis de naturlige vandløbshabitater opstrøms spærringen genskabes.

### 2.12.2 Fisk

Spærringer er ofte årsag til, at fiskene ikke kan klare sig i et vandsystem. Engang mente man, at man kunne skabe fiskepassage ved at bygge fisketrapper ved bevarede opstemninger, senere også omløbsstryg. Men der var stadig mange miljøproblemer forbundet med opstemningerne. Dette gælder også hvis man bevarer opstuvningen og tager vand ind til dambrug m.m. på "glat strøm", hvor der er bygget stejle stenstryg i stedet for en opstemning. Det skyldes bl.a. bortledning af vand fra vandløbet og at mange af fiskenes bedste gyde- og opvækstområder på strygene er forsvundet i den del af vandløbet, der er påvirket af den hævede vandstand. Etablering af omløb ved en bevaret opstemning eller opstuvning vil således ikke genskabe de oprindelige stryg, og der vil ofte være et betydeligt tab af habitatkvalitet for vandrefisk.

En række undersøgelser (Faunapassageudvalget 2004, Nielsen et.al. 2010) har vist at mange opstrøms vandrende fisk ikke kan finde forbi opstemninger, at der i gennemsnit forsvinder ca. 30 % af smoltene ved hver mølleopstemning, at tabet af smolt i gennemsnit er 82 % ved vandkraftværker og at tabet af smolt ved traditionelle dambrug med stort vandindtag og dårlig afgitring i gennemsnit var 42 %. I modsætning er der eksempler på, at ørredsmolt passerer frit forbi et ombygget dambrug, hvor åen er genskabt med fuld vandføring og uden opstemning.

I forhold til fisk er det et centralt virkemiddel at fjerne spærringerne, specielt på de steder, hvor en stor del af vandsystemets vandløb ligger opstrøms spærringen. Eksempler på værdien af at skabe fri passage er fra Grejs å ved Vejle og Vr. Nebel Å ved Kolding (Frandsen 1998, Olsen 2009). Her blev bestandene af ørredyngel fra gydning hurtigt 5-10 dobbelt på en række undersøgte lokaliteter i vandløbene opstrøms de tidligere spærringer, da spærringerne blev fjernet og bortledningen af vand til vandkraft opgivet. Hvis spærringerne fjernes, resulterer det ofte i, at der kommer flere arter og større tætheder af fisk opstrøms. Det gælder bl.a. forskellige arter af laksefisk, finne-stribet ferskvandsulk, grundling, elritse og vores tre arter af lampretter, der gyder på strygene lige som laksefiskene. Det anbefales derfor, at man så vidt muligt genskaber det oprindelige/naturlige fald og de mest naturlige forhold i vandløbet når en spærring fjernes (Nielsen et.al. 2010, Nielsen & Sivebæk 2013a,b).

Hvis faldet og den strækning, der før var påvirket af stuvning, genskabes i sin oprindelige/naturlige form, opnås også nye gode fiskehabitater her. Et godt eksempel er fra Gudenåen omkring Vilholt, hvor Naturstyrelsen fjernede en opstemning i 2008 og skabte fri passage for de søørreder, der trak op fra Mossø. Der har i de efterfølgende fem gydesæsoner været en meget stor tæthed af naturligt produceret ørredyngel fra gydning i den tidligere opstuvningszone ved Voervadsbro. Ved årlige undersøgelser er fundet 4-10 ørreder pr. m vandløb i et område, hvor der stort set ikke tidligere var ørreder (Nielsen 2012 og upubl.). Desuden er tætheden af ørredyngel tredoblet nedstrøms den tidligere opstemning.

### 2.12.3 Samlet vurdering

Der kan opnås positive effekter for alle tre kvalitetselementer under forudsætning af, at virkemidlet anvendes korrekt. Det anbefales, at spærringerne i videst mulige omfang fjernes helt, da dette giver de fleste og største positive effekter.

	Planter	Smådyr	Fisk
Effekt	++	++	+++

Forudsætninger og undtagelser			
Vandløbstyper hvor virkemidlet kan anvendes	Påvirkninger som virkemidlet er målrettet	Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet	Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler
Type 1, 2 og 3	- Manglende eller dårlig faunapasage og hydrologisk kontinuitet.		

## 2.13 Etablering af miniådale med genslyngning

Etablering af miniådale indebærer, at de eksisterende stejle vandløbsbrinker afgraves, så der dannes flade brinker, der minder om en naturlig ådal. Vandløbet bevarer således sit eksisterende leje i bunden af den miniådal. I bunden af profilet løber vandløbet, som er i forbindelse med jordoverfladen i profilen. Udføres i kombination med en genslyngning af vandløbet i miniådalen samt evt. udlægning af groft materiale.

### 2.13.1 Planter

Der findes ingen videnskabelige undersøgelser af dette virkemiddel, men det vurderes, at der generelt kan forventes positive effekter på plantesamfundene gennem en øget lystilgængelighed ved bortgravning af høje brinker. Dette er dog betinget af, at der ikke sker en opvækst af høje urter eller stauder nær ved det ny-slyngede vandløb, som derved skygger for vandløbsvegetationen. Derudover vil der kunne forventes positive effekter på vandløbsfloraen ved at sikre bedre sammenhæng mellem land og vand, da arter tilknyttet denne overgangszone får bedre levevilkår (Pedersen et al. 2006).

### 2.13.2 Smådyr

En efterfølgende genslyngning af vandløbet i miniådalen vil medføre øget habitat heterogenitet og dermed bedre levevilkår for smådyr (se yderligere under "Genslyngning").

### 2.13.3 Fisk

Jo mere naturligt, vandløbet etableres i miniådalen, desto bedre naturlige fiskebestande vil man kunne forvente. Det vurderes derfor at etablering af miniådale med efterfølgende genslyngning vil øget habitat heterogenitet og dermed bedre levevilkår for fisk (se yderligere under "Genslyngning").

### 2.13.4 Samlet vurdering

Der kan opnås positive effekter for alle tre kvalitetselementer under forudsætning af, at virkemidlet anvendes korrekt. De positive effekter vurderes en anelse lavere end en egentlig genslyngning, da det er usikkert i hvor høj grad den vandløbsnære vegetationen vil udvikle sig naturligt nede i profilet. Derudover vurderes det, at der kan blive behov for at vedligeholde profilet for at opretholde de vandføringsmæssige egenskaber – særligt hvis der sker kraftig opvækst af urter. Det skal bemærkes, at dette virkemiddel tidligere har været vurderet (Kristensen et al., 2011) og at yderligere oplysninger fremskaffet under arbejdet i Vandløbsforum har ændret vurderingen.



	Planter	Smådyr	Fisk
Effekt	++(+)	++(+)	++(+)

#### Forudsætninger og undtagelser

Vandløbstyper hvor virkemidlet kan anvendes	Påvirkninger som virkemidlet er målrettet	Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet	Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler
Type 1 og 2	- Dårlige fysiske forhold i kanaliserede vandløb (sedimentforhold, bredde- og dybdeforhold, vandhastighed, unaturlig vandløbsmorfologi)	Vil fortrinsvis være relevant for små vandløb, type 1.	En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter implementering hvis denne begrænser målopfyldelsen. Fysiske spærringer i vandløbet bør samtidigt fjernes, hvis disse begrænser målopfyldelsen.

## 2.14 Etablering af dobbeltprofil

Etablering af et dobbeltprofil indebærer, at de eksisterende stejle vandløbsbrinker ved kanaliserede vandløb afgraves, så der dannes flade brinker. Vandløbet bevarer således sit eksisterende leje i bunden af det nye profil og det kanaliserede forløb bevares. I princippet udgøres et dobbeltprofil af et bredt øvre profil samt et smallere nedre profil. Vandføringen ved minimums- og middelsituationer foregår således i det nedre profil, mens det øvre profil har til formål at føre vandet ved store afstrømninger. Ved etablering af dobbeltprofil i eksisterende vandløb, vil det nedre trapez bestå af den nederste del af vandløbets nuværende vandløbsprofil der bevares uden uddybning, mens det øverste trapez etableres ved afgravning til en given kote langs vandløbets sider. Afgravningen kan gennemføres ensidigt eller dobbeltsidigt afhængigt af terræn- og pladsforhold.

Etablering af dobbeltprofiler kan gennemføres ud fra mange variationer. Et eksempel er, hvor der etableres et dobbeltsidigt dobbeltprofil med vandrette banketter. Normalt etableres banketterne dog med et vist fald mod det nedre profil, således at vandet mere naturligt kan trække sig tilbage fra banketterne ved faldende vandføring.

Der i er vurderingen lagt til grund at evt. drænrør udmunder i det nedre profil samt, at der ikke foretages smårestaurationer i vandløbet (f.eks. udlæg af materiale).

### 2.14.1 Planter

Det vurderes, at der generelt kan forventes positive effekter på plantesamfundene i vandløbet gennem en øget lystilgængelighed ved bortgravning af høje brinker. Dette er dog betinget af, at der ikke sker en opvækst af høje ur-

ter eller stauder nær ved det nedre profil, som derved skygger for vandløbsvegetationen. Derudover vil der kunne forventes positive effekter på vandløbsfloraen ved at sikre bedre sammenhæng mellem land og vand, da arter tilknyttet denne overgangszone får bedre levevilkår (Pedersen et al. 2006). Som udgangspunkt medfører dette virkemiddel ikke nogen umiddelbar ændring i de fysiske forhold i selve vandløbet, men over tid kan bl.a. vandløbsplanterne medvirke til at der udvikles et mere varieret forløb med et større habitatudbud. Hvor hurtigt denne proces sker, afhænger bl.a. af vandløbet energi (bestemt af vandføring og fald).

#### **2.14.2 Smådyr**

Gennem bortgravning af stejle brinker ved kanaliserede vandløb forbedres forholdene særligt for planterne men det vurderes, at der kan være afledte positive effekter på smådyr. En højere lystilgængelighed og dermed potentielt bedre levevilkår for de ægte vandplanter vil kunne medføre flere levesteder for smådyrene, samt over tid også et større udbud af habitater. Da der som udgangspunkt ikke tilføres groft materiale til vandløbet ved dette virkemiddel vil evt. ændringer i substratsammensætningen, og derved øget habitat heterogenitet, kun se langsomt. De positive effekter vurderes dog begrænsede hvis dette virkemiddel står alene.

#### **2.14.3 Fisk**

Det vurderes at de forbedrede lysforhold for vandplanterne ved etablering af dobbeltprofiler langs kanaliserede vandløb, kan have afledte positive effekter på fiskebestandene. Dette begrundes med at en øget mængde vandplanter kan give flere skjul, flere gydemuligheder (dog ikke for lithofile arter) og evt. et større fødeudbud (flere smådyr) for fiskene. De positive effekter vurderes dog begrænsede hvis dette virkemiddel står alene, da eksempelvis gydeforholdene for laksefisk ikke umiddelbart forbedres.

#### **2.14.4 Samlet vurdering**

Der kan opnås positive effekter for alle tre kvalitetselementer under forudsætning af, at virkemidlet anvendes korrekt. De positive effekter vurderes lavere end det foregående virkemiddel (Etablering af miniådale), da der ikke sker nogle umiddelbare ændringer i de fysiske forhold i selve vandløbet. Virkemidlet kan derfor med fordel kombineres med smårestaureringer (evt. udlæg af materiale). Derudover er det usikkert i hvor høj grad den vandløbsnære vegetationen vil udvikle sig naturligt nede i dobbeltprofilet. Endelig vurderes det, at der kan blive behov for at vedligeholde dobbeltprofilet for at opretholde de vandføringsmæssige egenskaber – særligt hvis der sker kraftig opvækst af urter.

	Planter	Smådyr	Fisk
Effekt	+	(+)	(+)

Forudsætninger og undtagelser			
Vandløbstyper hvor virkemidlet kan anvendes	Påvirkninger som virkemidlet er målrettet	Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet	Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler
Type 1 og 2	- Dårlige lysforhold for vandplanter i kanaliserede vandløb	Vil fortrinsvis være relevant for små vandløb, type 1.	Bør kombineres med små-restaureringer efter endt etablering. En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter implementering hvis denne begrænser målopfyldelsen. Fysiske spærringer i vandløbet bør samtidigt fjernes, hvis disse begrænser målopfyldelsen.

## 2.15 Etablering af træer langs vandløb

Virkemidlet indebærer beplantning med hjemmehørende træarter i umiddelbar nærhed af vandløbet. Beplantningen kan enten foretages på den ene eller på begge sider af vandløbet og der kan med fordel efterlades områder uden tæt beplantning til gavn for lysmængden og dermed vandplanterne i vandløbet. Trævækst langs vandløb kan også ske uden aktiv beplantning gennem naturlig etablering og opvækst af træer.

### 2.15.1 Planter

Etablering af træer langs vandløb vil på længere sigt reducere tilgængeligheden af lys for vandplanterne, og dermed nedsætte væksten, og således være negativt for plantesamfundene. Hvis etableringen af træer udføres, så der ikke opnås en fuldstændig skygning af vandløbet, kan der dog forventes nogle positive effekter, der kan modvirke den nedsatte lystilgængelighed. Etablering af træer langs vandløb medfører, at de fysiske forhold i vandløbet kan forbedres (se nedenfor), og dette giver mulighed for et mere varieret plantesamfund (Baattrup-Pedersen 2000). Derudover vurderes det, at den ændrede lystilgængelighed i vandløb, hvor der plantes med indskudte åbne partier, vil medføre et anderledes plantesamfund (bl.a. med øget forekomst af mosser), og dermed et mindre behov for grødeskæring, hvilket kan have positive effekter på planterne.

de fysiske forhold. Træer langs vandløb kan forbedre de fysiske forhold gennem forskellige mekanismer. Det er bl.a. vist, at træplantning alene kan skabe et mere naturligt vandløbsprofil, da træerne, deres rødder, nedfaldne grene og med tiden også stammer forøger dynamikken i vandets strømning og dermed forbedre de fysiske forhold (bl.a. substratforholdene; McBride et al. 2010). Denne øgede dynamik vil skabe flere levesteder for især smådyrene, samt øge vandløbets evne til at omsætte organisk stof, næringsstoffer og miljøfremmede stoffer (Sweeney et al. 2004). Desuden har træbeplantning en stor effekt på regulering af udsvingene i temperatur som følge af den skyggegivende effekt, hvilket er en nøgleegenskab set i lyset af klimaforandringerne, hvor mange hjemmehørende arter af smådyr i vandløb vil blive udsat for kritisk høje temperaturer i sommerhalvåret (Kristensen et al. 2013). Endelig vil træer langs vandløbet betyde tilførsel af blade og grene som både skaber et fødegrundlag for mange smådyr.

Det skal derudover bemærkes, at træer er vigtige habitater for de voksne stadier af flere arter vandløbsinsekter, og at disse typisk lever i en bræmme på 20-30 meter langs vandløbene (Wiberg-Larsen and Nørum, 2009).

### **2.15.3 Fisk**

Det er naturligt, at der vokser træer langs vandløbene, f.eks. elletræer og ask. Træerne giver skygge, hvilket er med til at begrænse grødevækst og holde vandtemperaturen nede. Elletræer har et godt rodnet, hindrer erosion og kan tåle at stå "med fødderne i vand". Rødderne holder på brinkerne og giver fiskeskjul, og bladene er en vigtig fødekilde for mange smådyr i vandløbet og dermed til gavn for fiskene (Nielsen & Sivebæk 2013a, se f.eks. også Moutka & Syrjanen 2007). Nedfaldne grene, trærødder etc. skaber variation i vandløbet og giver gode levesteder for mange fisk. Det kan især være en fordel at plante elletræer omkring gydestrygene, så de sikrer brinkerne, skaber fiskeskjul og med deres skygge sikrer, at stryget ikke gror til i vandplanter, og gør det svært for fiskene at gyde.

### **2.15.4 Samlet vurdering**

Der kan særligt opnås positive effekter for smådyr og fisk, men hvis udført korrekt også for planterne. Det anbefales at tillade naturlig opvækst af træer frem for aktiv beplantning da artssammensætningen, forskelle i størrelse på træerne og dermed lysforholdene, vil blive mest naturlig på denne måde. Der behøver ikke at være træer på begge sider eller langs hele vandløbsstrækningen, igen er variation med vekslende lys og skygge vigtigt. Det anbefales at træerne etableres i umiddelbar nærhed af vandløbet og at der anvendes naturligt hjemmehørende arter. Virkemidlets positive effekter forudsætter, at ved og blade ikke fjernes fra vandløbet.

	Planter	Smådyr	Fisk
Effekt	(+)	+++	++

#### Forudsætninger og undtagelser

Vandløbstyper hvor virkemidlet kan anvendes	Påvirkninger som virkemidlet er målrettet	Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet	Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler
Type 1, 2 og 3	- Dårlige fysiske forhold, herunder ensartede substratforhold, lille variation i bredde, dybde og vandhastigheder.	- Skovvandløb - Vandløb hvor man ikke kan plante træerne korrekt i forhold til vandspejl og naturlig vandløbsbredde (typisk dybt nedskårne vandløb)	Bør ikke stå alene i kanaliserede vandløb der er dybt nedskåret i terrænen men her kombineres med andre fysiske forbedringer. En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter implementering hvis denne begrænser målopfyldelsen. Fysiske spærringer i vandløbet bør samtidigt fjernes, hvis disse begrænser målopfyldelsen.

## 2.16 Strømrændetilpasning

Vandløbets dimensioner udvides (vandløbets gøres bredere), så der både bliver plads til en grødefri strømrænde, der er dimensioneret efter den forventede fremtidige afstrømning, samt miljøtiltag (evt. smårestaurationer eller ændret grødeskæring) uden for den grødefri strømrænde. Derved opnås forbedret afvanding samtidigt med miljøtiltag i vandløbet.

### 2.16.1 Planter

Mange danske vandløb er gennem tideren gravet dybere og bredere for at sikre afvanding. Dette har haft generelle negative konsekvenser for flora og fauna. Dette virkemiddel harmonerer derfor ikke med den generelle vurdering, at forbedring i vandløbenes økologiske tilstand bedst opnås ved at genskabe dets naturlige profil og dimension (op i terrænen og et naturligt vandløbsprofil med flade brinker). Det er en mulighed, at der indføres ændret grødeskæring efter strømrændetilpasning, men dette vurderes ikke at have nævneværdige positive effekter på plantesamfundene. Dette skyldes, at når profilet graves bredere, vil vandhastigheden og dybden nedsættes, og plantesamfundene vil derfor tilpasse sig disse nye forhold. Ydermere vil der højst sandsynligt ske en forøget sedimentation i planterne pga. den nedsatte vandhastighed. Dette vil medføre et behov for regelmæssig oprensning hvis vandføringsevnen skal opretholdes, hvilket ikke er positivt for planterne.

Der findes ingen dokumenterede effekter af dette virkemiddel i forhold til planter, men det vurderes, at dette virkemiddel ikke vil forbedre forholdene

for planter i overgangszonen mellem vand og land, og dermed ikke vil være til gavn for plantesamfundene generelt.

### **2.16.2 Smådyr**

En forøgelse af tværsnitsarealet af det område vandet kan løbe i medfører, at man nedsætter den gennemsnitlige vandhastighed og vanddybde. Netop variation i vandhastigheder og vanddybder er med til at skabe fysisk variation i vandløbet, og bl.a. er de høje vandhastigheder med til at friholde bunden for fint sediment. De høje vandhastigheder vil blive reduceret i "over brede" vandløb. Det kan betyde, at der kan ske ophobning af sediment og dermed skal der gennemføres opgravninger med jævne mellemrum (altså ikke blot grødeskæring), hvilket ikke er til gavn for smådyrene. Der findes ingen dokumenterede effekter af dette virkemiddel i forhold til smådyr, men det vurderes, at dette virkemiddel ikke vil forbedre forholdene for smådyrene.

### **2.16.3 Fisk**

En udgravning, der resulterer i større vandløbsbredde, vil medføre en generel nedsættelse af vanddybden og vandhastigheden hvilket vil være negativt for store individer af fisk. Det kan dog være positivt for mindre individer, hvis en udgravning til større bredde kombineres med udlægning af gydegrus m.m., så der genskabes naturlige stryg med passende variation i de fysiske forhold, en naturlig vandhastighed, vanddybder etc. Hvis et dybt vandløb gøres bredere, bør der således samtidig sikres et større brednært areal med lavt vand (< 20 cm), som kan have positiv effekt på overlevelsen af fiskeyngel.

### **2.16.4 Samlet vurdering**

Vurderes generelt ikke at have positive effekter på planter og smådyr, men mulige positive effekter på fiskehabitater.

	Planter	Smådyr	Fisk
Effekt	-	-	+

#### Forudsætninger og undtagelser

Vandløbstyper hvor virkemidlet kan anvendes	Påvirkninger som virkemidlet er målrettet	Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet	Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler
Type 1 og 2	- Skabe plads til planter og dyr i vandløb med vigtige afvandingsinteresser.	Type 3 da indgrebet vurderes for omfangsrigt i disse vandløb.	En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter implementering hvis denne begrænser målopfyldelsen. Fysiske spærringer i vandløbet bør samtidigt fjernes, hvis disse begrænser målopfyldelsen.

## 2.17 Uddybning af vandløb samt profiltbearbejdning med efterfølgende restaureringsindsats

Her forstås, at vandløbet uddybes, samt at vandløbets profil gøres mere naturligt (mindre stejle brinker) før der foretages restaureringstiltag og/eller ændret grødeskæring. Dette sker mhp. at sænke vandstanden, så den ikke overstiger en bestemt vandspejlshøjde, der er fastsat i forhold til afvandingsinteresser. Derved opnås både forbedret afvanding og miljøtiltag i vandløbet.

### 2.17.1 Planter

Mange danske vandløb er gennem tideren gravet dybere og bredere for at sikre afvanding, men med generelle negative konsekvenser for flora og fauna. Dette virkemiddel harmonerer derfor ikke med den generelle vurdering om, at forbedring i vandløbenes økologiske tilstand bedst opnås ved at genskabe dets naturlige profil og dimension (op i terræn og et naturligt vandløbsprofil med flade brinker). Der kan dog for plantesamfundene muligvis opnås nogle positive effekter af dette virkemiddel hvis profiltbearbejdningen medfører, at overgangszonen mellem land og vand forbedres, og lystilgængeligheden forbedres. Ved dybt nedskårne vandløb kræver dette dog megen plads for at gøre brinkens hældning tilstrækkelig lille og indgrebet får dermed karakter af en miniådal.

Derudover er det vigtigt, at overveje hvor i det nye profil evt. drænrør udmunder. Hvis de i det nye profil udmunder over vandoverfladen på de ændrede brinker, kan det medføre kraftig vækst af næringselskende urter og stauder, hvilket på længere sigt ikke er positivt for plantesamfundene i vandløbet. Endelig er der nogle usikkerheder omkring faldforholdene i det

nye vandløb, samt effekterne af selve indgrebet (se nedenfor under "Smådyr") der kan have negative påvirkninger for planterne.

### **2.17.2 Smådyr**

Et varieret smådyrssamfund i vandløb, og dermed højere sandsynlighed for målopfyldelse), er bl.a. betinget af varierede fysiske forhold. De varierede fysiske forhold (forskellige dybder, vandhastigheder, substrattyper, planter o.a.) er i særlig grad skabt af vandløbets fald. Det foreslåede virkemiddel vil med stor sandsynlighed påvirke faldforholdene i vandløbene, da det må formodes at skulle implementeres på relativt korte strækninger. Det vurderes derfor, at der vil ske en lokal nedsættelse af faldet og en evt. opstuvning af vandet. Dette skyldes bl.a., at vandløbet skal tilbage op til det oprindelige leje i terræn når strækningen med det foreslåede indgreb slutter – alternativt skal strækningen afsluttet ved et faldbrud i vandløbet eller fortsættes helt til udløbet. Et nedsat vandspejlsfald og dermed nedsat vandhastighed vil ikke være positivt for smådyrssamfundene.

Det foreslåede virkemiddel kræver en bortgravning af hele vandløbsbunden i hele vandløbets bredde og dermed en nulstilling af de biologiske samfund. Genindvandringen af organismer skal derefter primært ske fra opstrømsliggende vandløbsstrækninger. Det formodes, at dette virkemiddel primært kan komme i brug i små vandløb og de begrænsede muligheder for genindvandring af organismer skal derfor overvejes (ligesom det er tilfældet for andre virkemidler, f.eks. "Genslyngning"). Der findes dog ingen dokumenterede effekter af dette virkemiddel på smådyrene, men det vurderes ikke at øge sandsynligheden for målopfyldelse.

### **2.17.3 Fisk**

Der findes dog ingen dokumenterede effekter af dette virkemiddel på fiskene, men hvis der sker en nedsættelse af faldet (som beskrevet ovenfor) og dermed af vandhastigheden vurderes det ikke positivt for fiskene. Hvis der er meget vigtige afvandingsinteresser, kan man måske opnå et rimeligt resultat for fiskene ved at udgrave et bredt profil med flade brinker hvor vandløbet kan mæandere indenfor og derved opnå en vis heterogenitet, men dermed får indgrebet karakter af en kunstig ådal.

### **2.17.4 Samlet vurdering**

Vurderes generelt ikke at have positive effekter på smådyr og fisk, men mulige positive effekter på planter. Dog er de evt. positive effekter for planter betinget af at indgrebet udføres som en kunstig ådal.



	Planter	Smådyr	Fisk
Effekt	(+)	--	-

Forudsætninger og undtagelser			
Vandløbstyper hvor virkemidlet kan anvendes	Påvirkninger som virkemidlet er målrettet	Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet	Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler
Type 1 og 2	- Skabe plads til planter og dyr i vandløb med vigtige afvandingsinteresser.	Type 3	En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter implementering hvis denne begrænser målopfyldelsen. Fysiske spærringer i vandløbet bør samtidigt fjernes, hvis disse begrænser målopfyldelsen.

## 2.18 Sandfang

Tiltag, der reducerer sandtransporten eller sandtilførelsen, f.eks. etablering af sandfang i vandløb eller sandfang ved udløb af dræn.

### 2.18.1 Planter

Unaturlig høj tilførsel af fint sediment (sand mv.) til vandløb kan være negativt for plantesamfundene. I nogle tilfælde kan mængden af lys blive reduceret, planternes blade og stængler kan tage skade som følge af øget slid og i ekstreme tilfælde kan planter blive overdækket med sand (Wood & Armitage 1997). En reduktion af sandtilførsel og -transport vurderes derfor positivt for plantesamfundene.

### 2.18.2 Smådyr

Der er velkendt, at unaturlig høj tilførsel af sand til vandløb generelt er negativt for habitatheterogeniteten og dermed for den økologiske kvalitet i forhold til smådyr (Wood & Armitage 1997). Dette skyldes, at det tilførte sand kan lægge sig som en dyne over andre substrattyper, og dermed forringe levevilkårene for de smådyr der er tilknyttet groft substrat. Derudover kan en unaturlig høj tilførsel af sand medføre høj sandtransport i vandløbet. Vandløbsbunden, og dermed vigtige leversteder for smådyrene, er dermed konstant under forandring, hvilket ikke er positivt for smådyrene. En reduktion i tilførsel til vandløbene og transport af sand i vandløbene er derfor vurderet som værende positivt for smådyrene.

### 2.18.3 Fisk

Sandfang er et velkendt og gennemprøvet virkemiddel, der ofte kan gavne fiskebestandene i vandløb meget ved at mindske sandvandringen og dermed øge habitatheterogeniteten og forbedre gydevilkårene for laksefisk. Dette skyldes at sand og andet fint materiale tilstopper/dækker gydebanks for laksefisk, og æggene kvæles, så der ikke kan opretholdes naturlige bestande (f.eks. Ackornly & Sear 1999). Sandfang i kombination med udlægning af groft materiale og stop for drænen kan være endog meget gavnligt for fiskebestanden (Henriksen & Nielsen 2004, Just 2007). Dog løser det ikke det grundlæggende problem, nemlig at der stadig tilføres sand. Hvis man kan etablere sandfang, der tilbageholder sandet ved kilden (drænen, udløb fra befæstede arealer), langt oppe i de mindre vandløb, kan effekten være ganske god. Hvis der samtidig udlægges groft substrat (gydegrus) kan man opnå en forbedring af bestanden af fisk.

Det skal nævnes, at der er bedst erfaringer med store sandfang, hvor strømhastigheden nedsættes væsentligt og som ikke behøves at tømmes ret tit. Små sandfang virker ofte kun kortvarigt og slet ikke ved høje vandføringer.

### 2.18.4 Samlet vurdering

Der kan opnås positive effekter for alle tre kvalitetselementer under forudsætning af, at virkemidlet anvendes korrekt. Som udgangspunkt bør unaturlig høj sedimenttransport begrænses ved kilden og sandfang bør derfor etableres så sandet tilbageholdes før det når vandløbet.

	Planter	Smådyr	Fisk
Effekt	+	+++	+++

#### Forudsætninger og undtagelser

Vandløbstyper hvor virkemidlet kan anvendes	Påvirkninger som virkemidlet er målrettet	Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet	Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler
Type 1 og 2	- Unaturlig høj sedimenttransport	Sandfang i selve vandløbet vurderes uegnet i Type 3 vandløb.	Bør ikke stå alene i kanaliserede vandløb der er dybt nedskåret i terrænen men her kombineres med andre fysiske forbedringer. En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter implementering hvis denne begrænser målopfyldelsen. Fysiske spærringer i vandløbet bør samtidigt fjernes, hvis disse begrænser målopfyldelsen.

## **2.19 Restaurering af hele ådale**

Dette virkemiddel indebærer en genskabelse af sammenhængen mellem vandløb og de vandløbsnære arealer gennem en restaurering af vandløbet og dets ådal. Dette virkemiddel indeholder mange delelementer og mange forskellige kombinationer, men som udgangspunkt foretages der en genslyngning af vandløbet samt en ekstensivering af landbrugsdriften og dræning i ådalen. Virkemidlet skal ses som uafhængig af jordbundstype, da virkemidlet alene vedrører genskabelse af den naturlige hydrologi i hele ådale og ikke kun i vandløbet.

### **2.19.1 Planter, smådyr og fisk**

De positive effekter af genslyngning (beskrevet ovenfor) er også gældende her ved dette virkemiddel. Derudover er der yderligere positive effekter ved en ekstensivering af landbrugsdriften i ådalene. Hvis arealerne ned til vandløbet ikke dyrkes, vil der ikke være behov for grødeskæring eller oprensning, og vandløbet vil kunne komme op i terræn, mæandrere naturligt, og sandvandringen kan formindskes betydeligt. Desuden kan problemerne med okkerbelastning mindskes, hvis vandstanden hæves eller dræningerne ikke munder direkte ud i vandløbene. Et eksempel på positive effekter ved en genskabelse af sammenhængen og dynamikken mellem land og vand er set ved et vådområdeprojekt i Omme Å (Vejle Kommune, 2011), hvor syv opstemninger er fjernet og en række gydestryg nu har genskabt naturlige oversvømmelser i vandløbet og ådalen. Laksefiskene gyder på strygene, og det har medført en kraftig forbedring af fiskebestanden. Nu er der store tætheder af laks, ørred og stalling (Jepsen 2012, Iversen 2009).

Ved genskabelse af den naturlige hydrologi i ådale skal implementeringen dog nøje overvejes, så der ikke sker utilsigtede effekter nedstrøms i vandløbssystemerne. Der er tidligere set nedsat iltkoncentrationer nedstrøms oversvømmede enge (Frier et al. 2008) og det vurderes at der kan ske en øget lækage af fosfor fra oversvømmet tidligere landbrugsjord.

### **2.19.2 Samlet vurdering**

Der kan opnås positive effekter for alle tre kvalitetselementer under forudsætning af, at virkemidlet anvendes korrekt.

	Planter	Smådyr	Fisk
Effekt	+++	+++	+++

Forudsætninger og undtagelser			
Vandløbstyper hvor virkemidlet kan anvendes	Påvirkninger som virkemidlet er målrettet	Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet	Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler
Type 1, 2 og 3	- Dårlige fysiske forhold		En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter implementering hvis denne begrænser målopfyldelsen. Fysiske spærringer i vandløbet bør samtidigt fjernes, hvis disse begrænser målopfyldelsen.

## 2.20 Udplantning af vandplanter

Ved dette virkemiddel forstås udplantning af planter i vandløb på strækninger med mangelfuld plantedækning. Derved forbedres ikke kun plantesamfundene men også de fysiske forhold.

### 2.20.1 Planter

Undersøgelser har vist, at det er muligt at udplante vandplanter i vandløb, og at disse efterfølgende kan etablere sig (f.eks. Schultz & Riis 2006). Der mangler dog viden om hvad der karakteriserer naturlige plantesamfund, og hvilke faktorer der afgør, hvilke samfund der etablerer sig på en pågældende vandløbsstrækning – særligt den tidlige dynamik. Dette betyder, at vi ikke på det nuværende vidensgrundlag kan eftergøre naturlige plantesamfund ved at udplante arter. Derudover er der ved udplantning af enkelte arter risiko for, at arternes naturlige metadynamik forstyrres, og der skabes plantesamfund med en unaturlig sammensætning. Endelig kan udplantning af enkelte arter have konsekvenser for nedstrømsliggende strækninger gennem et kunstigt øget koloniseringspotentiale for disse arter. Det kan derfor ikke anbefales som et virkemiddel til at forbedre den økologiske tilstand i forhold til planter.

### 2.20.2 Smådyr

Sammensætningen og dækningsgraden af planter i vandløbene har stor betydning for smådyrssamfundene (se under "Ændret grødeskæringspraksis"). Udplantning af enkelte arter vil kunne øge den fysiske kompleksitet og øge mængden af levesteder for smådyr og dermed potentielt forbedre tilstanden for smådyrene.

### 2.20.3 Fisk

Der kendes ingen systematiske, grundige undersøgelser af, hvilke planter, der er "bedst". Men erfaringsmæssigt ynder små ørreder f.eks. at opholde

sig i og omkring bevoksninger af vandranunkel og smalbladet mærke, mens store ørreder ynder at opholde sig mellem og i læ/skjul af store bevoksninger af en lang række arter. Variation i vandplanternes artssammensætning vil medføre en større habitatvariation, hvilket vil kunne gavne fiskefaunaen og individtætheden.

#### 2.20.4 Samlet vurdering

Anbefales ikke som virkemiddel til forbedring af den økologiske tilstand i forhold til planter, men der kan opnås positive effekter for smådyr og fisk under forudsætning af, at virkemidlet anvendes korrekt. Det betyder bl.a., at der kun udplantes arter, der er naturligt hjemmehørende i vandsystemet. Hvis dette virkemiddel anvendes, skal det overvejes hvordan og hvornår, planterne anvendes til bedømmelse af den økologiske kvalitet.

	Planter	Smådyr	Fisk
Effekt	-	++	++

Forudsætninger og undtagelser			
Vandløbstyper hvor virkemidlet kan anvendes	Påvirkninger som virkemidlet er målrettet	Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet	Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler
Type 1, 2 og 3	- Mangel på planter og den fysiske variation de skaber.	Vandløb med dårlige lysforhold	Bør ikke stå alene i kanaliserede vandløb der er dybt nedskåret i terræn men her kombineres med andre fysiske forbedringer. En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter implementering hvis denne begrænser målopfyldelsen. Fysiske spærringer i vandløbet bør samtidigt fjernes, hvis disse begrænser målopfyldelsen.

## 2.21 Reducere den hydrauliske belastning

Ved dette virkemiddel forstås en reducere i den hydrauliske belastning (afløb af overfladevand) fra f.eks. bebyggede områder eller dræn. Derved reduceres de unaturlige udsving i vandføring, som denne belastning kan medføre.

### 2.21.1 Planter, smådyr og fisk

Unaturlige udsving i vandføring kan have både direkte og indirekte effekter på den økologiske kvalitet i vandløb (Allan 2004). Direkte effekter kan f.eks.

være løsrivelse og nedstrøms transport af organismer og dermed øget dødelighed. De indirekte effekter inkluderer bl.a. øget sedimenttransport, øget opslemning af fine partikler og ændringer i habitatforhold (f.eks. gennem omlejring af sedimenter) og eventuelle effekter forbundet med disse.

Det er dog vanskeligt, på det nuværende vidensgrundlag at vurdere om de udsving i vandføring der forekommer, har direkte negative betydninger for den økologiske kvalitet i vandløb. Udsving forekommer naturligt, og f.eks. har fiskene ikke problemer med at klare korte perioder med selv meget høj vandføring. Selv om det kan se slemt ud med mudret vand og oversvømmelser, er fiskene godt tilpasset sådanne forhold. Omvendt kan en evt. øget transport af fint sediment, som følge af den hydrauliske belastning (enten gennem tilførsel eller erosion af bund og brinker), have negative effekter for både fisk, planter og smådyr. Schultz (1980) angiver, at de vigtigste kilder til sediment i danske vandløb er befæstede arealer, overfladisk afstrømning fra marker og jordveje, grøfter og vandløb efter uddybning af disse, erosion i selve vandløbet og vindtransport. En stor del af problemet med sandvandring opstår altså ved kraftige regnskyl på befæstede arealer og marker, der grænser op til vandløbet. Hvis dette vand opsamles i bassiner eller forsinkes i vandløbenes oplande, kan sandet sedimentere, inden vandet lukkes ud i vandløbet, og dermed er belastningen med sand mindsket.

Det vurderes derfor samlet, at en reduktion i den hydrauliske belastning kan have positive effekter på den økologiske kvalitet, særligt hvis afledningen af overfladevand justeres så den afstrømningsmæssigt passer til vandløbet, og mængden af tilført fint materiale samtidigt reduceres.

### 2.21.2 Samlet vurdering

Der kan opnås positive effekter for alle tre kvalitetselementer under forudsætning af, at virkemidlet anvendes korrekt.

	Planter	Smådyr	Fisk
Effekt	+++	+++	++

Forudsætninger og undtagelser			
Vandløbstyper hvor virkemidlet kan anvendes	Påvirkninger som virkemidlet er målrettet	Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet	Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler
Type 1, 2 og 3	- Unaturlige udsving i vandføring som bl.a. medfører øget sediment transport.		En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter implementering hvis denne begrænser målopfyldelsen. Fysiske spærringer i vandløbet bør samtidigt fjernes, hvis disse begrænser målopfyldelsen.

## 3 Omkostninger ved de enkelte virkemidler

### 3.1 Indledning og metoder

Omkostningerne ved de enkelte virkemidler blev undersøgt ved at indsamle oplysninger om udgifter fra allerede udførte projekter. Derved opnås de mest realistiske omkostninger og der sikres at alle typer af udgifter forbundet med virkemidlerne tages med i betragtning. Der blev til dette formål opstillet et spørgeskema indeholdende de forskellige tiltag, der indgår i de enkelte virkemidler. Skemaet gav således mulighed for at oplyse omkostningerne fordelt på anlægsudgifter, engangserstatninger, administrative udgifter og løbende udgifter til drift. Derudover indgik der i skemaet mulighed for at angive omfanget af arealer påvirket af de enkelte virkemidler (arealer med en forringet afvandingsdybde eller arealer der indgik i projektet).

Spørgeskemaet blev sendt til samtlige kommuner i Danmark og der blev modtaget oplysninger om udgifter forbundet med 99 individuelle projekter fordelt på 22 kommuner. Der var en god geografisk dækning i de modtagne informationer og der blev modtaget oplysninger om udgifter fra alle landsdele undtagen Bornholm og Lolland-Falster.

De modtagne oplysninger blev grupperet efter virkemiddel og indenfor hvert virkemiddel blev prissætningen foretaget for 3 størrelsesgrupper af vandløb: små vandløb (0-2 m bredde), mellemstore vandløb (2-10 m bredde) og store vandløb (> 10 m bredde). Dette blev gjort da prisen for udførelse af restaureringer antages at afhænge af vandløbets størrelse.

For hvert virkemiddel blev udgifterne fordelt på anlægsudgifter, engangserstatninger, administrative udgifter og løbende udgifter til drift. Udgifterne til anlæg dækker over samtlige udgifter forbundet med den praktiske udførelse af projektet og der indgår således udgifter til gravearbejde, køb af materialer, køb af jord, arkæologiske undersøgelser, dræning, træfældning, udgifter til projektering (til ekstern konsulent) o.a. i denne kategori. Udgifter til anlæg blev udregnet som kr./km. restaureret vandløb (undtagen for Fjernelse af spærringer og Etablering af sandfang hvor opgivet som kr./projekt). Engangserstatninger omfatter udgifter til f.eks. opdeling af mark i 2, erstatning for inddragelse af vandindtagningsret, midlertidige afgrødetab, udlægning af råjord på marker o.a. og blev ligeledes udregnet som kr./km. restaureret vandløb (undtagen for Fjernelse af spærringer og Etablering af sandfang hvor opgivet som kr./projekt). De administrative udgifter er udregnet vha. oplysninger om antallet af timer brugt af kommunens egne medarbejdere til planlægning og myndighedsbetjening af de enkelte projekter og blev udregnet som kr./km. restaureret vandløb (undtagen for Fjernelse og Etablering af sandfang hvor opgivet som kr./projekt). I nogle tilfælde var det ikke muligt for kommunen at opgive antallet af timer brugt per projekt og i de tilfælde er det gennemsnitlige antal timer (for de projekter hvor timer var opgivet) brugt i stedet. Der er brugt en gennemsnitlig timetakst for en kommunalt ansat akademisk medarbejder på 330 kr. (ekskl. evt. overhead) i denne udregning (kilde: Dansk Magisterforening). Løbende udgifter til drift omfatter bl.a. oprensning af sandfang, pleje af plantede træer og vedligeholdelse af hegn, og timer anvendt af kommunale medarbejdere til udførelse af driften og blev udregnet som kr./km. restaureret vandløb/år (undtagen for Fjernelse og Etablering af sandfang hvor opgivet som

kr./projekt/år). Endelig blev omfanget af ha påvirket eller inddraget i projektet udregnet ud fra de i spørgeskemaet opgjorte antal ha af forskellige typer arealer påvirket af projektet.

For hver udgiftskategori blev der udregnet et gennemsnit, en median og angivet spændet i udgifterne (min-max) fordelt på de 3 vandløbstyper (Type, 1, 2 og 3). Der er ikke foretaget en justering af udgifter i forhold til årstal for udførelse da langt hovedparten er udført indenfor de seneste 5 år.

### 3.2 Forbehold for omkostningsberegningerne

Som beskrevet ovenfor, blev der modtaget oplysninger fra et bredt udsnit af danske kommuner. Der er dog flere af virkemidlerne, hvor der kun er modtaget oplysninger om ét eller ganske få projekter, og hvor det ikke har været muligt bredt at få indberetninger på omkostninger, påvirket areal m.m. (se nedenfor under de enkelte virkemidler). Der skal derfor tages et generelt forbehold for omkostningsestimatets holdbarhed, idet det i nogle tilfælde er baseret på et spinkelt grundlag. Desuden kan der være enkelt elementer af den samlede omkostning, det ikke har været muligt at estimere og som derfor ikke er medtaget. Vi har dog valgt at præsentere alle modtagne oplysninger – også selvom der kun er indberettet et enkelt projekt.

En anden væsentlig usikkerhedsfaktor er, hvorvidt de gennemførte projekter er repræsentative for de vandløbsforbedringer, der skal ske for at opnå målene i vandplanerne. Der kan være en risiko for, at de gennemførte og indrapporterede projekter, generelt er forholdsvist ukomplicerede, hvor f. eks. påvirkningerne af de vandløbsnære arealer er begrænset. Der skal derfor tages forbehold for holdbarheden af de estimerede omkostninger til løbende arealkompensationer.

Vurderingen af omkostninger er desuden baseret på projekter, hvorfor der er en væsentlig risiko for, at lokale forhold som vandløbets størrelse, tilgængelighed, jordpriser osv. får en meget stor indflydelse på omkostningsniveauet, hvilket skal medtages i overvejelserne ved anvendelsen af de angivne omkostninger. Særligt udgifter til afværgetiltag viser stor variation, og dette afspejler igen variation i de lokale forhold. Fastsætning af normpriser for vandløbsrestaureringsprojekter er derfor vanskeligt.

Kompensationer m.m. for den kommende ca. 10 m randzone langs vandløb er ikke taget med i omkostningsestimaterne. Dette vil selvfølgelig være nødvendigt for at få den korrekte omkostning, således at det ikke indregnes kompensation 2 gange for de samme arealer.

I det følgende er de udregnede omkostninger præsenteret. Det samme tabelformat er anvendt for alle virkemidler og i tabellen er opført: antallet af projekter indenfor hver vandløbstype (n), gennemsnit (øverste tal i hver række), median (midterste tal i hver række) og spænd (nederste tal i hver række).

### 3.3 Ændret Grødeskæringspraksis

Der blev modtaget oplysninger om udgifter for 9 projekter fordelt med 7 udført i Type 2 vandløb og 2 i Type 3 vandløb. Der blev ikke modtaget oplysninger om udgifter forbundet med dette virkemiddel anvendt i type 1 vandløb. De indsamlede oplysninger viste, at der ikke var nogen anlægsudgifter eller engangserstatninger forbundet med implementeringen af dette virke-



middel men, at der var administrative udgifter og løbende udgifter til drift (Tabel 1). I de modtagne oplysninger var der angivet, at dyrkningen blev påvirket på 0 ha ved implementeringen (Tabel 1), men der tages et generelt forbehold for dette (se ovenfor).

Det relativt store spænd i administrative udgifter til driftsudgifter dækker over at implementeringen af "Ændret grødeskæringspraksis" er relativt ukompliceret i nogle vandløb men mere omfangsrig i andre. Her er det særligt omfanget af timer brugt til planlægning, regulativarbejde og myndighedsbetjening der kan vise stor variation.

**Tabel 1.** Udgifter forbundet med virkemidlet "Ændret grødeskæringspraksis".

	Kr./ km		
	Type 1 (n=0)	Type 2 (n=7)	Type 3 (n=2)
Udgifter anlæg	-	0	0
		0	0
		-	-
Udgifter engangserstatning	-	0	0
		0	0
		-	-
Samlede anlægsudgifter + erstatninger i alt	-	0	0
		0	0
		-	-

	Kr./km		
Administrative udgifter*	-	14.416	60.388
		8.400	60.388
		(2.300-54.700)	(3.300-117.000)

\*Planlægning og myndighedsbetjening ved timetakst på 330 kr.

Varige udgifter	Kr./km/år		
	Type 1 (n=0)	Type 2 (n=7)	Type 3 (n=2)
Udgifter til drift og vedligehold af foranstaltning*	-	5.976	24.121
		4.400	24.121
		(990-22.000)	(1.100-47.000)

\*Inkluderer timer brugt til planlægning af drift og vedligehold (timetakst på 330 kr).

Arealer påvirket af implementering	Ha/km		
	Type 1 (n=0)	Type 2 (n=7)	Type 3 (n=2)
Arealer der fremover kun kan afgræsses (omdrift til afgræsning)	-	0	0
		0	0
		-	-
Arealer hvor dyrkningssikkerhed er nedsat, men hvor der fortsat kan ske omdrift	-	0	0
		0	0
		-	-
Arealer der går helt ud af drift eller inddrages i projektet (f.eks. som følge af etablering af kunstig ådal eller permanent oversvømmelse)	-	0	0
		0	0
		-	-
Arealer udlagt som natur men hvor der efter projektet er mere vådt	-	0	0
		0	0
		-	-
Arealer inddraget uden konsekvens for anvendelsen		0	0
		0	0
		-	-
Arealer i alt		0	0
		0	0
		-	-

### 3.4 Ændret oprensingspraksis

Dette virkemiddel indgik ikke i spørgeskemaet, da det først blev defineret efter skemaet var sendt ud. Der er derfor ikke opgivet nogen udgifter for dette virkemiddel.

### 3.5 Genslyngning

Der blev modtaget oplysninger om udgifter for 11 projekter udelukkende fordelt mellem Type 1 og Type 2 vandløb. Ud fra en gennemsnitsbetragtning var der ikke stor forskel i de samlede engangsudgifter (anlæg + engangserstatninger) mellem Type 1 og Type 2 vandløb med en udregnet gennemsnitspris på henholdsvis 440.012 og 496.161 kr./km (Tabel 2). Der var dog et større spænd i udgifter for Type 2 vandløb, hvilket reflekterer at udgifterne til anlæg generelt er afhængig af vandløbsstørrelsen. Det store spænd i de samlede engangsudgifter skyldes primært forskelle i udgifter til forskellige afværgetiltag (arkæolog, træfældning, hegning, dræning o.a.) samt køb af jord. I en tidligere undersøgelse af udgifter til genslyngning af vandløb blev de samlede anlægsudgifter opgjort til at spænde mellem 100.000-800.000 og 220.000-925.000 for henholdsvis Type 1 og Type 2 vandløb (Kristensen et al. 2011), altså et lidt større spænd end i denne undersøgelse. I den samme undersøgelse fra 2011 blev de samlede anlægsudgifter for Type 3 vandløb opgjort til at variere mellem 250.000-2.000.000, hvilket bekræfter sammenhængen mellem vandløbsstørrelse og omkostninger for genslyngning. Der var en stor variation i antallet af ha påvirket af genslyngningsprojekter, men fæles var at arealer hvor der ikke var konsekvenser for arealanvendelsen hyppigst blev inddraget i projekterne (Tabel 2).

**Table 2.** Udgifter forbundet med virkemidlet "genslyngning".

	Kr./km		
	Type 1 (n=6)	Type 2 (n=5)	Type 3 (n=0)
Udgifter anlæg	440.012	496.161	-
	498.166	493.536	
	(185.000-670.909)	(200.000-798.000)	
Udgifter engangserstatning	38.545	62.727	-
	0	0	
	(0-192.000)	(0-200.000)	
Samlede anlægsudgifter + erstatninger i alt	523.105	569.751	-
	528.629	541.766	
	(289.500-751.000)	(269.000-861.000)	

	Kr./km		
	Type 1 (n=6)	Type 2 (n=5)	Type 3 (n=0)
Administrative udgifter*	83.092	73.589	-
	77.830	62.700	
	(39.400-122.000)	(48.000-131.000)	

\*Planlægning og myndighedsbetjening ved timetakst på 330 kr.

Varige udgifter	Kr./km/år		
	Type 1 (n=6)	Type 2 (n=5)	Type 3 (n=0)
Udgifter til drift og vedligehold af foranstaltning*	0	0	-
	0	0	
	-	-	

\*Inkluderer timer brugt til planlægning af drift og vedligehold (timetakst på 330 kr).

Arealer påvirket af implementering	Ha/km		
	Type 1 (n=6)	Type 2 (n=5)	Type 3 (n=0)
Arealer der fremover kun kan afgræsses (omdrift til afgræsning)	0	0,95	-
	0	0	
	-	(0-4,77)	
Arealer hvor dyrkningssikkerhed er nedsat, men hvor der fortsat kan ske omdrift	0	2,21	-
	0	0	
	-	(0-6,81)	
Arealer der går helt ud af drift eller inddrages i projektet (f.eks. som følge af etablering af kunstig ådal eller permanent oversvømmelse)	0	0	-
	0	0	
	-	-	
Arealer udlagt som natur men hvor der efter projektet er mere vådt	0,2	0	-
	0	0	
	(0-1)	-	
Arealer inddraget uden konsekvens for anvendelsen	3,93	7,63	
	2,85	0	
	(0-8,49)	(0-38,18)	
Arealer i alt	4,13	10,79	-
	2,85	4,22	
	(0-8,49)	(0-38,18)	

### 3.6 Genslyngning i kombination med afværgeforanstaltninger (diger og pumpelag)

Der blev kun modtaget informationer fra 1 projekt af denne type og prissætningen sker derfor tages med forbehold. Set i forhold til genslyngning uden afværgetiltag viser dette ene eksempel dog at dette virkemiddel kan være mere omkostningstungt.

**Tabel 3.** Udgifter forbundet med virkemidlet "Genslyngning i kombination med afværgeforanstaltninger".

	Kr./ km		
	Type 1 (n=0)	Type 2 (n=1)	Type 3 (n=0)
Udgifter anlæg	-	720.833	-
		-	
		-	
Udgifter engangserstatning	-	183.333	-
		-	
		-	
Samlede anlægsudgifter + erstatninger i alt	-	904.166	-
		-	
		-	

	Kr./km		
	Type 1 (n=0)	Type 2 (n=1)	Type 3 (n=0)
Administrative udgifter*	-	53.625	-
		-	
		-	

\*Planlægning og myndighedsbetjening ved timetakst på 330 kr.

Varige udgifter	Kr./km/år		
	Type 1 (n=0)	Type 2 (n=1)	Type 3 (n=0)
Udgifter til drift og vedligehold af foranstaltning*	-	0	-
		-	
		-	

\*Inkluderer timer brugt til planlægning af drift og vedligehold (timetakst på 330 kr).

Arealer påvirket af implementering	Ha/km		
	Type 1 (n=0)	Type 2 (n=1)	Type 3 (n=0)
Arealer der fremover kun kan afgræsses (omdrift til afgræsning)	-	2,16	-
		-	
		-	
Arealer hvor dyrkningssikkerhed er nedsat, men hvor der fortsat kan ske omdrift	-	0	-
		-	
		-	
Arealer der går helt ud af drift eller inddrages i projektet (f.eks. som følge af etablering af kunstig ådal eller permanent oversvømmelse)	-	0	-
		-	
		-	
Arealer udlagt som natur men hvor der efter projektet er mere vådt	-	0	-
		-	
		-	
Arealer inddraget uden konsekvens for anvendelsen		0	
		-	
		-	
Arealer i alt	-	2,16	-
		-	
		-	

### 3.7 Udlægning af groft materiale (smårestaureeringer)

Der blev modtaget oplysninger fra 23 projekter omkring udlægning af groft materiale, og der er således en god dækning, hvorfor estimerne vurderes at være robuste for type 1 og 2 vandløb. Der var en tydelig sammenhæng mellem vandløbsstørrelse og anlægsudgifter med stigende omkostninger ved stigende vandløbsstørrelse (Tabel 4). Udgifterne forbundet med dette virkemiddel inkluderede udelukkende anlæg og administrative udgifter, og der var således ingen udgifter til engangserstatninger, drift eller arealkompensationer. De relativt høje anlægsudgifter for dette virkemiddel skal ses i lyset af, at priserne er udregnet per km. vandløb. Dette virkemiddel implementeres ofte på relativt korte strækninger, og de fleste af projekterne, der indgik i denne undersøgelse, var < 500 m lange. Som hovedregel udlægges groft materiale ikke kontinueret på lange vandløbsstrækninger, men fordeles mellem kortere strækning med og uden materiale. Dette skal derfor tages med i vurderingen af omkostningsestimater, herunder ved sammenligning med andre virkemidler.

**Table 4.** Udgifter forbundet med virkemidlet "Udlægning af groft materiale".

	Kr./km		
	Type 1 (n=10)	Type 2 (n=10)	Type 3 (n=3)
Udgifter anlæg	82.927	320.675	564.166
	76.195	283.333	520.000
	(43.000-189.000)	(113.000-880.000)	(497.000-675.000)
Udgifter engangserstatning	0	0	0
	0	0	0
	-	-	-
Samlede anlægsudgifter + erstatninger i alt	82.927	320.675	564.166
	76.195	283.333	520.000
	(43.000-189.000)	(113.000-880.000)	(497.000-675.000)

	Kr./km		
	Type 1 (n=10)	Type 2 (n=10)	Type 3 (n=3)
Administrative udgifter*	30.933	80.656	85.800
	23.100	68.145	107.250
	(8.800-84.000)	(21.000-143.000)	(42.900-107.250)

\*Planlægning og myndighedsbetjening ved timetakst på 330 kr.

Varige udgifter	Kr./km/år		
	Type 1 (n=10)	Type 2 (n=10)	Type 3 (n=3)
Udgifter til drift og vedligehold af foranstaltning*	0	0	0
	0	0	0
	-	-	-

\*Inkluderer timer brugt til planlægning af drift og vedligehold (timetakst på 330 kr).

Arealer påvirket af implementering	Ha/km		
	Type 1 (n=10)	Type 2 (n=10)	Type 3 (n=3)
Arealer der fremover kun kan afgræsses (omdrift til afgræsning)	0	0	0
	0	0	0
	-	-	-
Arealer hvor dyrkningssikkerhed er nedsat, men hvor der fortsat kan ske omdrift	0	0	0
	0	0	0
	-	-	-
Arealer der går helt ud af drift eller inddrages i projektet (f.eks. som følge af etablering af kunstig ådal eller permanent oversvømmelse)	0	0	0
	0	0	0
	-	-	-
Arealer udlagt som natur men hvor der efter projektet er mere vådt	0	0	0
	0	0	0
	-	-	-
Arealer inddraget uden konsekvens for anvendelsen	0	0	0
	0	0	0
	-	-	-
Arealer i alt	0	0	0
	0	0	0
	-	-	-

### 3.8 Udskiftning af bundmateriale

Dette virkemiddel indgik ikke i spørgeskemaet, da det først blev defineret efter skemaet var sendt ud. Der er derfor ikke opgivet nogen omkostninger for dette virkemiddel.

### 3.9 Hævning af vandløbsbunden uden genslyngning

Dette virkemiddel er ikke blevet anvendt mange steder, hvilket afspejles i, at der kun blev modtaget oplysninger om 2 projekter. Omkostningsestimaterne skal derfor tages med stort forbehold. I en tidligere undersøgelse (Kristensen et al. 2011) blev der modtaget informationer fra et enkelt projekt og omkostningsniveauet fra dette (122.500 i anlægsudgifter) ligger på linje med de 2 fra denne undersøgelse.

**Tabel 5.** Udgifter forbundet med virkemidlet "Hævning af vandløbsbund uden genslyngning".

	Kr./km		
	Type 1 (n=1)	Type 2 (n=1)	Type 3 (n=0)
Udgifter anlæg	192.000	122.666	-
	-	-	
	-	-	
Udgifter engangserstatning	0	0	-
	-	-	
	-	-	
Samlede anlægsudgifter + erstatninger i alt	192.000	122.666	-
	-	-	
	-	-	

	Kr./km		
Administrative udgifter*	-	-	-

\*Planlægning og myndighedsbetjening ved timetakst på 330 kr.

Varige udgifter	Kr./km/år		
	Type 1 (n=1)	Type 2 (n=1)	Type 3 (n=0)
Udgifter til drift og vedligehold af foranstaltning*	0	0	-
	-	-	
	-	-	

\*Inkluderer timer brugt til planlægning af drift og vedligehold (timetakst på 330 kr).

Arealer påvirket af implementering	Ha/km		
	Type 1 (n=1)	Type 2 (n=1)	Type 3 (n=0)
Arealer der fremover kun kan afgræsses (omdrift til afgræsning)	0	0	-
	-	-	
	-	-	
Arealer hvor dyrkningssikkerhed er nedsat, men hvor der fortsat kan ske omdrift	0	0	-
	-	-	
	-	-	
Arealer der går helt ud af drift eller inddrages i projektet (f.eks. som følge af etablering af kunstig ådal eller permanent oversvømmelse)	0	0	-
	-	-	
	-	-	
Arealer udlagt som natur men hvor der efter projektet er mere vådt	0	0	-
	-	-	
	-	-	
Arealer inddraget uden konsekvens for anvendelsen	0	0	
	-	-	
	-	-	
Arealer i alt	0	0	-
	-	-	
	-	-	

### 3.10 Åbning af rørlagte strækninger med efterfølgende hævnning af bunden og/eller genslyngning

Der blev kun modtaget oplysninger om udgifter for dette virkemiddel for Type 1 vandløb, men der var til gengæld god dækning indenfor denne type (10 projekter). Det er ikke overraskende, at der ikke indkom oplysninger fra Type 2 og 3 vandløb, da disse vandløb sjældent er rørlagte. Den praktiske udførsel af dette virkemiddel er meget lig en egentlig genslyngning, og dette afspejles også i estimatet for anlægsomkostningerne, da den gennemsnitlige pris var meget lig den for genslyngning af Type 1 vandløb (Tabel 1 og Tabel 6). Spændet for dette virkemiddel var dog noget større end ved genslyngning (Tabel 6), hvilket skyldes, at der blev udbetalt store engangserstatninger i forbindelse med åbning af rørlagte vandløb i landbrugsområder. Der var en stor variation i antallet af ha påvirket af denne type projekter, men fælles var, at arealer hvor der ikke var konsekvenser for arealanvendelsen hyppigst blev inddraget i projekterne (Tabel 6).

**Tabel 6:** Udgifter forbundet med virkemidlet "Åbning af rørlagte strækninger med efterfølgende genslyngning"

	Kr./ km		
	Type 1 (n=10)	Type 2 (n=0)	Type 3 (n=0)
Udgifter anlæg	447.805	-	-
	359.285		
	(88.000-1.136.000)		
Udgifter engangserstatning	98.166	-	-
	0		
	(0-650.000)		
Samlede anlægsudgifter + erstatninger i alt	545.971	-	-
	356.285		
	(88.000-1.250.000)		



		Kr./km	
Administrative udgifter*	186.226	-	-
	166.434		
	(27.000-554.000)		

\*Planlægning og myndighedsbetjening ved timetakst på 330 kr.

Varige udgifter	Kr./km/år		
	Type 1 (n=10)	Type 2 (n=0)	Type 3 (n=0)
Udgifter til drift og vedligehold af foranstaltning*	0	-	-
	0		
	-		

\*Inkluderer timer brugt til planlægning af drift og vedligehold (timetakst på 330 kr.).

Arealer påvirket af implementering	Ha/km		
	Type 1 (n=8)	Type 2 (n=0)	Type 3 (n=0)
Arealer der fremover kun kan afgræsses (omdrift til afgræsning)	0,16	-	-
	0		
	(0-1,63)		
Arealer hvor dyrkningssikkerhed er nedsat, men hvor der fortsat kan ske omdrift	0	-	-
	0		
	-		
Arealer der går helt ud af drift eller inddrages i projektet (f.eks. som følge af etablering af kunstig ådal eller permanent oversvømmelse)	0,55	-	-
	0,52		
	(0-2,04)		
Arealer udlagt som natur men hvor der efter projektet er mere vådt	0	-	-
	0		
	-		
Arealer inddraget uden konsekvens for anvendelsen	1,55		
	0,81		
	(0-4,54)		
Arealer i alt	2,27	-	-
	1,12		
	(0,53-5,71)		

### 3.11 Åbning af rørlagte strækninger uden efterfølgende hævnning eller genslyngning men med smårestaureringer

Som det var tilfældet ved "Åbning med efterfølgende hævnning/genslyngning", blev der kun modtaget informationer fra projekter udført i Type 1 vandløb for dette virkemiddel. Der var også stor lighed i de gennemsnitlige omkostningsestimater for åbning enten med eller uden hævnning/genslyngning (Tabel 6 og Tabel 7). I lighed med "Åbning med efterfølgende hævnning/genslyngning" var de dyreste projekter der, hvor der blev udbetalt en stor engangserstatning for åbning i landbrugsområder, og hvor dette medførte en opdeling af marker. Der var en stor variation i antallet af ha påvirket af denne type projekter (Tabel 7).

**Table 7.** Udgifter forbundet med virkemidlet "Åbning af rørslagne strækninger uden hævnning eller genslyngning men med smårestaureringer".

	Kr./ km		
	Type 1 (n=8)	Type 2 (n=0)	Type 3 (n=0)
Udgifter anlæg	451.543 470.520 (146.000-769.000)	-	-
Udgifter engangserstatning	92.826 0 (0-684.000)	-	-
Samlede anlægsudgifter + erstatninger i alt	557.631 470.520 (146.000-1.350.000)	-	-
	Kr./km		
Administrative udgifter*	111.159 126.500 (47.000-158.000)	-	-
*Planlægning og myndighedsbetjening ved timetakst på 330 kr.			
Varige udgifter	Kr./km/år		
	Type 1 (n=8)	Type 2 (n=0)	Type 3 (n=0)
Udgifter til drift og vedligehold af foranstaltning*	0 0 -	-	-
*Inkluderer timer brugt til planlægning af drift og vedligehold (timetakst på 330 kr.).			
Arealer påvirket af implementering	Ha/km		
	Type 1 (n=8)	Type 2 (n=0)	Type 3 (n=0)
Arealer der fremover kun kan afgræsses (omdrift til afgræsning)	0 0 -	-	-
Arealer hvor dyrkningssikkerhed er nedsat, men hvor der fortsat kan ske omdrift	0 0 -	-	-
Arealer der går helt ud af drift eller inddrages i projektet (f.eks. som følge af etablering af kunstig ådal eller permanent oversvømmelse)	0,02 0 (0-0,16)	-	-
Arealer udlagt som natur men hvor der efter projektet er mere vådt	0,64 0 (0-4,46)	-	-
Arealer inddraget uden konsekvens for anvendelsen	0,14 0 (0-0,71)	-	-
Arealer i alt	0,81 0 (0-4,6)	-	-

### 3.12 Åbning af rørlagte strækninger med efterfølgende etablering af miniådale med genslyngning.

Dette virkemiddel indgik ikke i spørgeskemaet, da det først blev defineret efter skemaet var sendt ud. Der er derfor ikke opgivet nogen omkostninger for dette virkemiddel.

### 3.13 Fjernelse af fysiske spærringer

Af alle de virkemidler, der blev indsendt oplysninger om, blev der modtaget flest informationer om udgifter for fjernelse af spærringer – fra i alt 28 projekter fordelt mellem Type 1 og Type 2 vandløb (Tabel 8). Det vurderes derfor, at omkostningsestimaterne er robuste for dette virkemiddel for Type 1 og 2. Der blev udelukkende indrapporteret udgifter til anlæg og administration for dette virkemiddel, og det har ikke været nødvendigt med udgifter til arealkompensationer eller drift i nogen af projekterne (Tabel 8). Fjernelse af spærringer i Type 2 vandløb var mere omkostningsfuld end i Type 1 vandløb, og for begge typer var der et meget stort spænd i omkostningsniveauet (Tabel 8). Dette afspejler, at dette virkemiddel involverer fjernelse af mange forskellige typer spærringer – fra simple løsninger ved rørunderføringer til meget komplicerede løsninger med store erstatninger ved f.eks. nedlæggelse af dambrug.

**Tabel 8.** Udgifter forbundet med virkemidlet "Fjernelse af fysiske spærringer".

	Kr./ spærring		
	Type 1 (n=12)	Type 2 (n=16)	Type 3 (n=0)
Udgifter anlæg	157.317 67.500 (10.000-600.000)	287.112 195.115 (24.000-1.159.000)	-
Udgifter engangserstatning	0 0 -	380.000 0 (0-2.700.000)	-
Samlede anlægsudgifter + erstatninger i alt	157.317 67.500 (10.000-600.000)	667.112 294.405 (25.000-3.055.000)	-

	Kr./spærring		
Administrative udgifter*	43.890 48.840 (4950-79-000)	52.800 48.840 (33.000-66.000)	-

\*Planlægning og myndighedsbetjening ved timetakst på 330 kr.

Varige udgifter	Kr./spærring/år		
	Type 1 (n=12)	Type 2 (n=16)	Type 3 (n=0)
Udgifter til drift og vedligehold af foranstaltning*	0 0 -	0 0 -	-

\*Inkluderer timer brugt til planlægning af drift og vedligehold (timetakst på 330 kr.).

Arealer påvirket af implementering	Ha/spærring		
	Type 1 (n=12)	Type 2 (n=16)	Type 3 (n=0)
Arealer der fremover kun kan afgræsses (omdrift til afgræsning)	0	0	-
	0	0	
	-	-	
Arealer hvor dyrkningssikkerhed er nedsat, men hvor der fortsat kan ske omdrift	0	0	-
	0	0	
	-	-	
Arealer der går helt ud af drift eller inddrages i projektet (f.eks. som følge af etablering af kunstig ådal eller permanent oversvømmelse)	0	0	-
	0	0	
	-	-	
Arealer udlagt som natur men hvor der efter projektet er mere vådt	0	0	-
	0	0	
	-	-	
Arealer inddraget uden konsekvens for anvendelsen	0	0	
	0	0	
	-	-	
Arealer i alt	0	0	-
	0	0	
	-	-	

### 3.14 Etablering af miniådale med genslyngning

Der blev i den nærværende undersøgelse ikke modtaget oplysninger for dette virkemiddel, men ved en tidligere indsamling af informationer om udgifter (Kristensen et al. 2011) blev anlægsudgifterne for dette virkemiddel estimeret til at ligge mellem 500.000-750.000 kr./km. for Type 1 vandløb.

### 3.15 Etablering af træer langs vandløb.

Der blev kun modtaget informationer fra et enkelt projekt af denne type og der kan derfor ikke angives et robust omkostningsniveau på denne baggrund. I en tidligere undersøgelse (Kristensen et al, 2011) blev virkemidlet dog også vurderet og her blev anlægsudgifterne, på baggrund af et større datamateriale (n= 10), vurderet at ligge mellem 6.000 – 120.000 kr./km. Derudover var der udgifter til drift og pleje af de plantede træer (700-1.600 kr./km./år) og udgifter til arealkompensationer (0-1.680 kr./km./år). Udgifterne til arealkompensationer blev i undersøgelsen fra 2011 beregnet ved at antage beplantning af 3 m vandløbsbred på hver side af vandløbet (Kristensen et al., 2011). Udgifterne for dette virkemiddel var de samme for alle vandløbstyper.

**Tabel 9.** Udgifter forbundet med virkemidlet "Etablering af træer langs vandløb".

	Kr./km		
	Type 1 (n=1)	Type 2 (n=0)	Type 3 (n=0)
Udgifter anlæg	24.984	-	-
	-		
Udgifter engangserstatning	0	-	-
	-		
Samlede anlægsudgifter + erstatninger i alt	24.984	-	-
	-		

	Kr./km		
Administrative udgifter*	-	-	-

\*Planlægning og myndighedsbetjening ved timetakst på 330 kr.

Varige udgifter	Kr./km/år		
	Type 1 (n=1)	Type 2 (n=0)	Type 3 (n=0)
Udgifter til drift og vedligehold af foranstaltning*	0	-	-
	-		

\*Inkluderer timer brugt til planlægning af drift og vedligehold (timetakst på 330 kr.).

Arealer påvirket af implementering	Ha/km		
	Type 1 (n=1)	Type 2 (n=0)	Type 3 (n=0)
Arealer der fremover kun kan afgræsses (omdrift til afgræsning)	0	-	-
	-		
Arealer hvor dyrkningssikkerhed er nedsat, men hvor der fortsat kan ske omdrift	0	-	-
	-		
Arealer der går helt ud af drift eller inddrages i projektet (f.eks. som følge af etablering af kunstig ådal eller permanent oversvømmelse)	0	-	-
	-		
Arealer udlagt som natur men hvor der efter projektet er mere vådt	0	-	-
	-		
Arealer inddraget uden konsekvens for anvendelsen	0	-	-
	-		
Arealer i alt	0	-	-
	-		

### 3.16 Strømrendetilpasning

Der blev i den nærværende undersøgelse ikke modtaget oplysninger for dette virkemiddel og der findes ingen oplysninger fra tidligere undersøgelser.

### 3.17 Uddybning af vandløb samt profilbearbejdning med efterfølgende restaureringsindsats

Der blev i den nærværende undersøgelse ikke modtaget oplysninger for dette virkemiddel og der findes ingen oplysninger fra tidligere undersøgelser.

### 3.18 Sandfang

Anlægsudgifter forbundet med etablering af sandfang blev estimeret til at være relativt lave på baggrund af informationer fra 7 projekter primært i små vandløb (Tabel 10). Alle de modtagne projekter involverede etablering af sandfang i selve vandløbet, så det er således kun denne type sandfang, der kan prissættes ud fra denne undersøgelse. Udover anlægsudgifter, engangserstatninger og administrative udgifter var der løbende udgifter til drift af sandfangene. Denne driftsudgift dækker over tømning af sandfangene enten 1 eller flere gange årligt. Endelig var der få ha der blev påvirket af etablering af sandfang, primært gennem køres med maskiner i forbindelse med tømning af sandfang.

**Tabel 10.** Udgifter forbundet med virkemidlet "sandfang".

	Kr./sandfang		
	Type 1 (n=6)	Type 2 (n=1)	Type 3 (n=0)
Udgifter anlæg	20.311	80.000	-
	9.360	-	
	(4.905-53.000)	-	
Udgifter engangserstatning	1.858	0	-
	0	-	
	(0-6.500)		
Samlede anlægsudgifter + erstatninger i alt	22.170	80.000	-
	9.360	-	
	(4.905-59.000)	-	

	Kr./sandfang		
	Type 1 (n=6)	Type 2 (n=1)	Type 3 (n=0)
Administrative udgifter*	16.225	14.800	-
	15.840	-	
	(14.800-20.100)	-	

\*Planlægning og myndighedsbetjening ved timetakst på 330 kr.

Varige udgifter	Kr./sandfang/år		
	Type 1 (n=6)	Type 2 (n=1)	Type 3 (n=0)
Udgifter til drift og vedligehold af foranstaltning*	2.840	10.000	-
	3.400	-	
	(1.500-3.400)	-	

\*Inkluderer timer brugt til planlægning af drift og vedligehold (timetakst på 330 kr.).

Arealer påvirket af implementering	Ha/sandfang		
	Type 1 (n=6)	Type 2 (n=1)	Type 3 (n=0)
Arealer der fremover kun kan afgræsses (omdrift til afgræsning)	0 0 -	0 - -	-
Arealer hvor dyrkningssikkerhed er nedsat, men hvor der fortsat kan ske omdrift	0 0 -	0 - -	-
Arealer der går helt ud af drift eller inddrages i projektet (f.eks. som følge af etablering af kunstig ådal eller permanent oversvømmelse)	0,008 0 (0-0,3)	0 - -	-
Arealer udlagt som natur men hvor der efter projektet er mere vådt	0 0 -	0 - -	-
Arealer inddraget uden konsekvens for anvendelsen	0,004 0 (0-0,3)	0 - -	-
Arealer i alt	0,01 0 (0-0,5)	0 - -	-

### 3.19 Restaurering af hele ådale

Der blev i den nærværende undersøgelse ikke modtaget oplysninger for dette virkemiddel og der findes ingen oplysninger fra tidligere undersøgelser.

### 3.20 Udplantning af vandplanter

Der blev kun modtaget oplysninger fra 3 projekter af denne type, men det kan på baggrund af disse slås fast, at dette virkemiddel er relativt billigt. Der blev ikke rapporteret om nogen anlægsudgifter, kun timer brugt til udplantning var en udgift, og dette forbrug var relativt lavt (Tabel 11). Der antages derfor, at selve planterne har kunnet erhverves uden omkostninger.

**Tabel 11.** Udgifter forbundet med virkemidlet "udplantning af vandplanter".

	Kr./ km		
	Type 1 (n=1)	Type 2 (n=2)	Type 3 (n=0)
Udgifter anlæg	0 - -	0 0 -	-
Udgifter engangserstatning	0 - -	0 0 -	-
Samlede anlægsudgifter + erstatninger i alt	0 - -	0 0 -	-

		Kr./km	
Administrative udgifter*	2.750	22.000	-
	-	22.000	
	-	(19.800-24.200)	

\*Planlægning og myndighedsbetjening ved timetakst på 330 kr.

Varige udgifter	Kr./km/år		
	Type 1 (n=1)	Type 2 (n=2)	Type 3 (n=0)
Udgifter til drift og vedligehold af foranstaltning*	0	0	-

\*Inkluderer timer brugt til planlægning af drift og vedligehold (timetakst på 330 kr.).

Arealer påvirket af implementering	Ha/km		
	Type 1 (n=1)	Type 2 (n=2)	Type 3 (n=0)
Arealer der fremover kun kan afgræsses (omdrift til afgræsning)	0	0	-
	-	0	
	-	-	
Arealer hvor dyrkningsikkerhed er nedsat, men hvor der fortsat kan ske omdrift	0	0	-
	-	0	
	-	-	
Arealer der går helt ud af drift eller inddrages i projektet (f.eks. som følge af etablering af kunstig ådal eller permanent oversvømmelse)	0	0	-
	-	0	
	-	-	
Arealer udlagt som natur men hvor der efter projektet er mere vådt	0	0	-
	-	0	
	-	-	
Arealer inddraget uden konsekvens for anvendelsen	0	0	
	-	0	
	-	0	
Arealer i alt	0	0	-
	-	0	
	-	-	

### 3.21 Reducere den hydrauliske belastning

Der blev i den nærværende undersøgelse ikke modtaget oplysninger for dette virkemiddel og der findes ingen oplysninger fra tidligere spørgeskemaundersøgelser.



## 4 Referencer

Acornley, R.M. & Sear, D.A. (1999): Sediment transport and siltation of brown trout (*Salmo trutta* L.) spawning gravels in chalk streams. *Hydrological Processes*, 13: 447-458.

Allan, J.D. (2004): Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. *Annual Reviews of Ecology, Evolution and Systematics*, 35: 257-284.

Baatrup-Pedersen, A. (2000): Planter I vandløb – fortid, nutid og fremtid. *Danmarks Miljøundersøgelser 2000*.

Baatrup-Pedersen, A., Riis, T., Hansen, H.O. and Friberg, N. (2000): Restoration of a Danish headwater stream: short-term changes in plant species abundance and composition. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 10: 13-23.

Baatrup-Pedersen, A. et al. (2004): Anvendelse af Vandrammedirektivet i danske vandløb. Faglig rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser.

Baatrup-Pedersen, A. & Riis, T. (2004): Impacts of different weed cutting practices on macrophyte species diversity and composition in a Danish stream. *River Research and Application* 20: 103-114.

Baatrup-Pedersen, A. & Larsen, S.E. (2013): Udvikling af planteindeks i danske vandløb Vurdering af økologisk tilstand (Fase I). Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 32 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 60.

<http://www.dmu.dk/Pub/SR60.pdf>

Bangsgaard, L. G. (1995): Habitatvalg hos ørredyngel (*Salmo trutta* L.) på kunstige og naturlige gydebanker. Specialrapport, Biologisk Institut, Odense Universitet, 99 sider.

Barlaup, B. T., Gabrielsen, S. E., Skoglund, H. & Wiers, T. (2008): Addition of spawning gravel - A means to restore spawning habitat of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.), and anadromous and resident brown trout (*Salmo trutta* L.) in regulated rivers. *River Research and Applications*, 24(5): 543-550.

Faunapassageudvalget (2004): Samlerapport. Sammenfatning af delrapport 1 til 4. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, de jyske amter, Danmarks Fiskeriundersøgelser, Dansk Dambrugerforening og Danmarks Sportsfiskerforbund. Udarbejdet af Allan R. Jensen, Ove Kann, Jan Nielsen, Peter Kaarup, Thorsten Møller Olesen, Morten Østergaard, Bodil Beck, Lisbeth Jess Petersen, Thorsten Ostenfeld, Paul Landsfeldt og Per Søby Jensen. 57 sider

Frandsen, S. B. (1998): Flere ørreder i Grejs Å. *Vand og Jord* 5 (4), 140-143.

Friberg, N., Kronvang, B., Svendsen, L.M. and Hansen, H.O. (1994): Restoration of a channelized reach of the River Gelså Denmark: effects on the macroinvertebrate community. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 4: 289-296.

Friberg et al., under udarbejdelse

Frier, J-O., Iversen, N. og Rasmussen, M. (2008): Våde enge kan give iltmangel i vandløb. *Vand og Jord* 15, 76-79.

Heckrath et al. (2010): Randzoner som fosforfiltre. *Vand og Jord* 17 (2), 55-57.

Henriksen, P.W. & Nielsen, B. (2004): Sedimentindlejring og overlevelse af ørredens æg/yngel i gydebanker i Gudenå, Holtum Å, Vejle Å og Bygholm Å. Projekt udført for Vejle Amt af Limno Consult.

Iversen, K. (2009): Fiskeundersøgelser i Omme Å - Effekterne af vandløbsrestaurering i Omme Å, Vejle Kommune.

Jepsen, N. (2012): Status for stallingen 2012. [www.fiskepleje.dk](http://www.fiskepleje.dk)

Just, K.V. (2007): Fysiske og biologiske effekter af sandfang i mindre danske vandløb. Specialrapport. Biologisk Institut, Marin Økologi, Aarhus Universitet.

Kaarup, P. (1998): Effekter af miljøvenlig vandløbsvedligeholdelse. Højbjerg, Århus Amt, Natur og Miljø.

Kristensen, P.B., Kristensen, E.A., Riis, T., Baisner, A.J., Larsen, S.E., Verdonschot, P.F.M., Baattrup-

Pedersen, A. (2013): Riparian forest as a management tool for moderating future thermal conditions of lowland temperate streams. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* 10, 6081-6106.

Kristensen, E.A., Nordemann J.P., Baattrup-Pedersen, A. & Friberg, N. (2011): Vurdering af alternative virkemidler til ændret vandløbsvedligeholdelse med henblik på forbedring af de fysiske forhold: beskrivelse og pris-sætning. Fagligt notat fra Danmarks Miljøundersøgelser, AU.

Kristensen, E.A.; Baattrup-Pedersen, A.; Thodsen, H. (2011): An evaluation of restoration practises in lowland streams: Has the physical integrity been re-created? *Ecological Engineering* 37: 1654-1660.

Kristensen, E.A., Jepsen, N., Nielsen, J., Pedersen, S. & Koed, A. (under forberedelse): Dansk Fiskeindeks for vandløb (DFFV).

Kronvang, B. et al. (2008): Ecological effects of re-meandering lowland streams and use of restoration in river basin management plans: experiences from Danish case studies. In: B. Gumiero, M. Rinaldi and B. Fokkens (Editors), *River Restoration 2008*, Venice.

Kronvang, B. et al. (2010): Fosfor i åer og dale: Kilde eller filter? *Vand og Jord*, 17(2): 50-54.

Lessard, J.L. & Hayes, D.B. (2003): Effects of elevated water temperature on fish and macroinvertebrate communities below small dams. *River Research and Applications* 19: 721-732.

Madsen, S. and Debois, P., 2006. Vandløbsrestaurering i Danmark - 24 eksempler, Strostrøms amt.

McBride, M., Hession, W.C. and Rizzo, D.M., 2010. Riparian reforestation and channel change: How long does it take? *Geomorphology*, 116: 330-340.

Miljøstyrelsen (1998): Biologisk bedømmelse af vandløbskvaliteten. Vejledning nr. 5 fra Miljøstyrelsen

Miller, S.W., Budy, P. and Schmidt, J.C., 2010. Quantifying macroinvertebrate responses to in-stream habitat restoration: Applications of meta-analysis to river restoration. *Restoration Ecology*, 18(1): 8-19.

Moeslund, B. (2007): Grødeskæring i vandløb. Erfaringsopsamling af metoder, praksis og effekter.

Skov-og Naturstyrelsen.

Mortensen, A. K. (2010): Restaurering i danske vandløb – effekt af udlagt gydegrus på bestanden af ørreder (*Salmo trutta*). Specialrapport. Biologisk Institut. Syddansk Universitet.

Muotka, T. & Syrjanen, J. (2007): Changes in habitat structure, benthic invertebrate diversity, trout populations and ecosystem processes in restored forest streams: a boreal perspective. *Freshwater Biology*, 52(4): 724-737.

Nielsen, J. (1994a): Vandløbsfiskenes Verden – med biologen på arbejde. Gads Forlag, 202 sider.

Nielsen, J. (1994b): Laksefiskene og kanosejladsen i Gudenåen opstrøms Mossø. Rapport fra Vejle Amt, 42 sider.

Nielsen, J. (1995a): Fiskenes krav til vandløbenes fysiske forhold: et udvalg af eksisterende viden (Miljøprojekt, nr.293). København, Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen.

Nielsen, J. (1995b): Laksefiskene og kanosejladsen i Gudenåen opstrøms Mossø. Rapport fra Vejle Amt, 37 sider.

Nielsen, J. (1997): Ørreden som miljøindikator. Miljønyt nr. 24 fra Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen, 52 sider.

Nielsen, J. (1998): Gudenåens hovedløb som gyde- og yngeløpvækstområde for laks og havørred. Gudenåkomiteen, rapport nr. 19, 42 sider.

Nielsen, J., K. Aarestrup & A. Koed (2010): Faunapassageløsninger – en opfølgning på Faunapassageudvalgets arbejde. Notat til Miljøstyrelsen/Akvakulturdvalget fra DTU Aqua, 39 sider.

Nielsen, J. (2012): Effekten af at fjerne en opstemning i et stort vandløb. Side 44-49 i Miljø og Vandpleje 37.

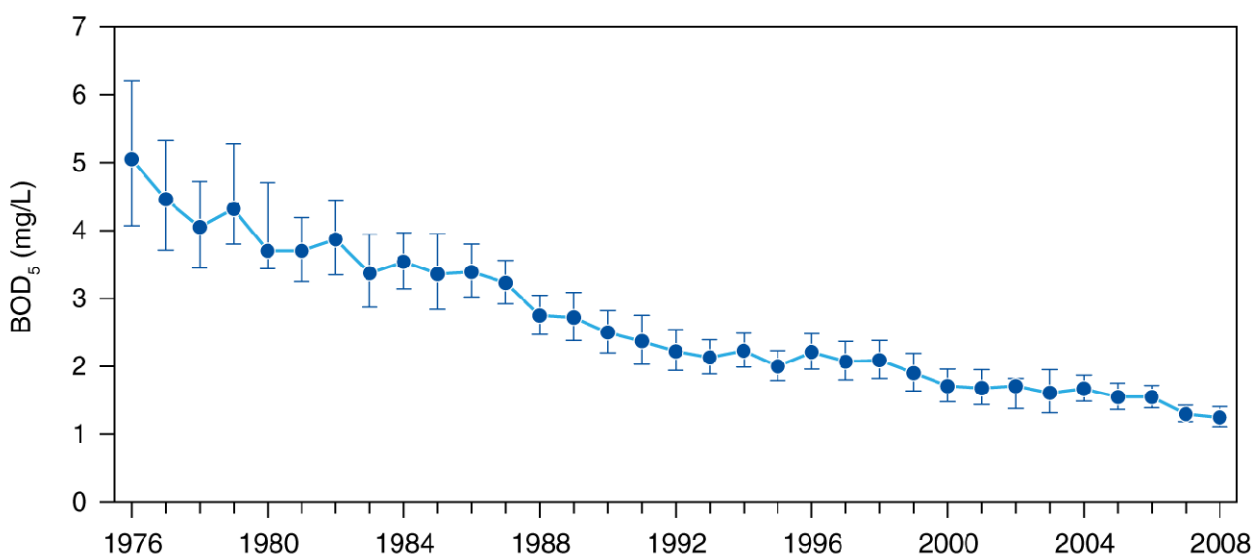
- Nielsen, J. & Sivebæk, F. (2013a): ABC i vandløbsrestaurering. Miljø og Vandpleje 37.
- Nielsen, J. & Sivebæk (2013b): Sådan laver man gydebanks for laksefisk.
- Olsen, H.-M. (2009): Vester Nebel Å genopstår. Miljø & Vandpleje nr. 34: 22-27
- Palmer, M.A., 2009. Reforming Watershed Restoration: Science in Need of Application and Applications in Need of Science. *Estuaries and Coasts*, 32: 1-17.
- Pedersen, T.C.M., Baattrup-Pedersen, A. and Madsen, T.V. (2006): Effects of stream restoration and management on plant communities in lowland streams. *Freshwater Biology*, 51: 161-179.
- Pedersen, M.L., Friberg, N., Skriver, J. and Baattrup-Pedersen, A., 2007. Restoration of Skjern River and its valley – short-term effects on river habitats, macrophytes and macroinvertebrates. *Ecological Engineering*, 30: 145-156.
- Pedersen, M.L., Kristensen, E.A., Kronvang, B. and Thodsen, H., 2009. Ecological effects of re-introduction of salmonid spawning gravel in lowland Danish streams. *River Research and Application*, 25: 626-638.
- Sand-Jensen & Friberg, N. (2000): De strømmende vande. Gads Forlag, København.
- Schultz, K.E. (1980): Sandvandring i vandløbene. *Stads- og Haveingeniøren*, 9: 327-330.
- Skriver, J. (1998): Biologisk vandløbskvalitet. I: J. Bøgestrand (Red), *Vandløb og Kilder 1998*. Faglig rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser nr. 292: 53-57.
- Søholm, M. K. & Horst Jensen, B. (2003): Ørredens (*Salmo trutta* L.) krav til de fysiske forhold i store vandløb med speciel vægt på yngelstadiet: habitatsundersøgelse, sammenfatning af eksisterende viden og anbefalinger til forbedring af ørredbestande på udvalgte åstrækninger. Specialrapport. Biologisk Institut. Syddansk Universitet.
- Sweeney, B.W. et al. (2004): Riparian deforestation, stream narrowing, and loss of stream ecosystem services. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA (PNAS)*, 101: 14132-14137.
- Vejle Kommune (2011). Om Omme Å's genopretning/vådområdeprojekt. <http://www.vejle.dk/Borger/Natur-og-miljoe/Naturprojekter/Omme-Aadal.aspx>
- Wiberg-Larsen, P. and Nørum, U., 2009. Effekter af pyrethroidet lambda-cyhalothrin på biologisk struktur, funktion og rekolonisering i vandløb, Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen, Nr. 126.
- Wiberg-Larsen, P., Petersen, S., Rugaard, T & Geertz-Hansen, P. (1994): Bedre vandløbspleje giver flere fisk. *Vand og Miljø* 6: 263-265.
- Wood, P.J. & Armitage, P.D. (1997): Biological effects of fine sediment in the lotic environment. *Environmental Management* 21: 203-217.

# Bilag 1: Betydning af fysisk tilstand og spildevandsbelastning for målopfyldelse i vandløb

## Baggrund

Spildevand fra husholdninger og industri har tidligere tilført store mængder organisk stof til vandløbene og det er velkendt, at der findes en sammenhæng mellem vandets indhold af organisk stof og forureningstilstanden i vandløb (Sand-Jensen & Friberg, 2000). Denne sammenhæng har været kendt i mange år og forurening med organisk stof har haft stor negativ indflydelse på miljøtilstanden i danske vandløb. Den negative påvirkning af et forøget indhold af organisk stof i vandløbene skyldes primært, at den biologiske nedbrydning af det organiske materiale forbruger ilt og iltfølsomme smådyr forsvinder derved fra vandløbene.

Der er en lang række forskellige kilder til forurening med organisk stof i vandløb. Tidligere var udledninger af mekanisk rensset spildevand fra mejerier, slagterier og bebyggede områder en meget stor kilde, men effektiv rensning af spildevandet har reduceret denne belastning væsentligt (Skriver, 1998 og Figur 1). Der er dog stadigvæk lokalt en belastning med organisk stof af vandløbene, primært de små vandløb, gennem spildevand fra spredt bebyggelse men også overløbsbygværker (fælleskloakerede byområder) bidrager med organisk stof. En indsats overfor denne belastning er derfor en del af virkemidlerne i vandplanerne.



Figur 1. Det gennemsnitlige indhold af organisk stof (BI<sub>5</sub>) i danske vandløb fra 1976-2008.

Som en del af arbejdet med virkemidler til forbedring af de fysiske forhold, skal der foretages en vurdering af sammenhængen mellem indholdet af organisk stof og fysisk tilstand med særlig vægt på at vurdere, hvorvidt der skal ske en indsats overfor såvel påvirkning fra spildevand samtidigt med fysiske forbedringer for at opnå målopfyldelse. Dette gøres i nærværende analyse ved en analyse af den relative betydning af vandets indhold af organisk stof (målt som BI<sub>5</sub>) og de fysiske forhold i vandløbet (målt vha. det Fysiske Indeks). Derigennem er det muligt at vurdere hvor langt indsatsen overfor spildevand alene rækker.

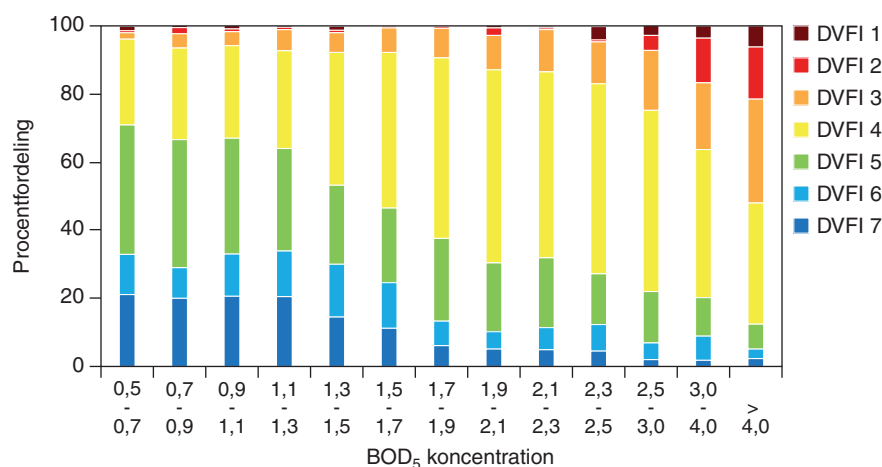
## Datagrundlag

Der blev anvendt data fra Det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljøet (NOVA) samt NOVANA. I alt indgik der data fra 566 stationer indsamlet over 17 år. Fra alle de 566 stationer blev der indsamlet prøve til bestemmelse af DVFI, vandprøver til måling af BI<sub>5</sub> samt registreret det Fysiske Indeks. Vurderingen foretages således kun i forhold til et biologisk kvalitetsselement – smådyrene.

## Metode og Resultater

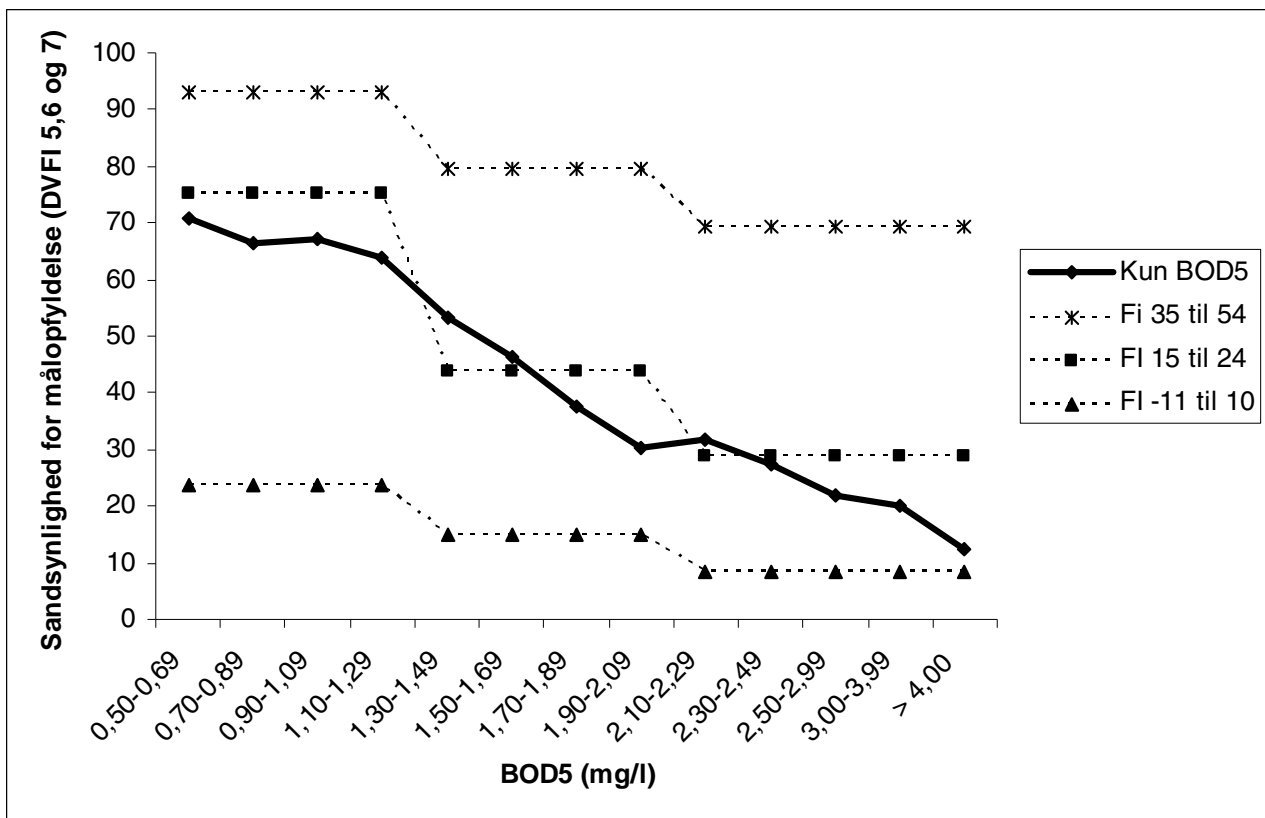
Med udgangspunkt i de 566 faunalister med tilhørende målinger af BI<sub>5</sub> koncentrationer, blev den procentvise fordeling af de 7 DVFI-værdier beregnet for 13 BI<sub>5</sub>-intervaller (se Figur 2).

**Figur 2.** Procentvis fordeling af 7 DVFI klasser ved 13 intervaller af BI<sub>5</sub> (BOD<sub>5</sub>).



De procentvise fordelinger blev derefter anvendt som en model for, med hvilken sandsynlighed de enkelte DVFI-værdier optræder ved givne BI<sub>5</sub>-koncentrationer og ved forskellig fysisk påvirkning (udtrykt vha. Fysisk Indeks). Dette er illustreret i Figur 3. Figuren viser, at når kun vandets indhold af organisk stof tages i betragtning, så er sandsynligheden for målopfyldelse (DVFI 5, 6 eller 7) nærmest konstant (65-70 %), så længe BI<sub>5</sub> er under 1,3 mg O<sub>2</sub>/l. Når vandet indhold af organisk stof stiger, og BI<sub>5</sub> er over 1,3 mg O<sub>2</sub>/l, sker der et markant fald i sandsynligheden for målopfyldelse (fra 65 % til 53 %), og sandsynligheden fortsætter med at falde med stigende BI<sub>5</sub> (Figur 3).

Inddrages de fysiske forhold i vandløbet (målt vha. Fysisk indeks) ses et andet billede. Ved dårlige fysiske forhold (FI: -11 – 10) er sandsynligheden for målopfyldelse meget lav – uanset indholdet af organisk stof i vandet – og er således ikke højere end ca. 25 % (Figur 3). Dette tyder på, at en indsats, der udelukkende fokuserer på at reducere den organiske belastning, ikke nødvendigvis vil resultere i målopfyldelse i forhold til DVFI, da de fysiske forhold spiller en stor rolle. God vandkvalitet (lavt indhold af organisk stof) kan altså kun i ringe grad kompensere for dårlige fysiske forhold. Omvendt ses det, at der ved gode fysiske forhold (FI: 35 – 54) er relativ stor sandsynlighed for målopfyldelse – selv ved høje belastninger med organisk stof (Figur 3). De fysiske forhold kan altså i nogen grad kompensere for et relativt højt indhold af organisk stof, og der kan i vandløb med gode fysiske forhold opnås målopfyldelse selv med et relativt højt indhold af organisk stof.



**Figur 3.** Sandsynligheden for målopfyldelse (DVFI 5, 6 eller 7) som funktion af vandets indhold af organisk stof (BOD<sub>5</sub>) opdelt i 13 intervaller. Samme sandsynlighed er vist ved gode, moderate og dårlige fysiske forhold.

### Konklusion

Denne analyse har vist, at både de fysiske forhold og vandets kvalitet er vigtig for målopfyldelse målt vha. DVFI. Analysen har ydermere vist, at vandløb med gode fysiske forhold har en selvrensende effekt og en høj iltning af vandet og derved kan kompensere for et relativt højt indhold af organisk stof. Modsat er sandsynligheden for målopfyldelse i vandløb med dårlige fysiske forhold nærmest uafhængig af vandets indhold af organisk stof, og sandsynligheden er altid lav. Hvis der iværksættes en spildevandsindsats i vandløb med dårlige fysiske forhold uden at forbedre de fysiske forhold, er sandsynligheden for målopfyldelse derfor ringe.

Analyserne og modelberegningerne i dette notat har ikke medtaget effekten af vandløbets størrelse. De anvendte faunalister stammer fra alle typer af danske vandløb og de beregnede værdier er derfor gennemsnitsværdier for danske vandløb. Det er velkendt, at sandsynligheden for en høj faunaklasse stiger med stigende vandløbsstørrelse, da der i et relativt stort vandløb er en større artspulje. Derfor vil der næsten altid forekomme "gode" dyr, også selvom vandløbet er påvirket. Modsat vil meget små vandløb være mere påvirkelige overfor et forhøjet indhold af organisk stof. Dette forbehold for resultaterne bør tages med i betragtning.

## VIRKEMIDLER TIL FORBEDRING AF DE FYSISKE FORHOLD I VANDLØB

19 virkemidler til forbedring af de fysiske forhold i vandløb blev foreslået af deltagere i Naturstyrelsens Vandløbsforum og i denne rapport beskrives den faglige vurdering af disse virkemidler. Den faglige vurdering blev foretaget i forhold til 3 biologiske kvalitetselementer (planter, smådyr og fisk) og det blev vurderet om implementering af de foreslåede virkemidler ville kunne øge sandsynligheden for målopfyldelse i vandløbene. Vha. en spørgeskema undersøgelse blev omkostninger forbundet med virkemidlerne også undersøgt.