

# Vurdering af de enkelte virkemidler i forhold til de biologiske kvalitetselementer

Esben Astrup Kristensen (Aarhus Universitet), Niels Jepsen, Jan Nielsen og Anders Koed (DTU Aqua).

Faglig kommentering: Bjarne Moeslund (Orbicon), Peter Wiberg-Larsen (Aarhus Universitet) og Annette Baattrup-Pedersen (Aarhus Universitet).

## Baggrund

Vandrammedirektivet sætter nye standarder for beskyttelse og forbedringer af vandmiljøet og sigter mod mindst god økologisk kvalitet, målt vha. forskellige biologiske kvalitetselementer: fisk, planter, invertebrater (smådyr) og bentiske alger. I Danmark benyttes der pt. kun det ene kvalitetselement (smådyr) til vurdering af vandløbenes kvalitet, men det forventes, at fisk og planter bringes i anvendelse i 2. generations vandplaner. Den indsats, der iværksættes nu, og de virkemidler der anvendes til at forbedre de fysiske forhold i vandløb, bør derfor sikre, at målopfyldelse kan ske på baggrund af samtlige kvalitetselementer.

Mange danske vandløb opfylder pt. ikke kravet om god økologisk kvalitet, primært pga. dårlige fysiske forhold, forstyrrelser (vandløbsvedligeholdelse) og påvirkning fra spildevand (primært udledninger fra spredt bebyggelse men også overløb fra rensningsanlæg og regnbetingede udledninger). De dårlige fysiske forhold gælder både forholdene i selve vandløbsprofilen (f.eks. ensartede og særligt finkornede substrater, mangelfuld variation i dybde og strøm, spærringer) og forhold i overgange mellem vandløbet og dets omgivende miljø. Sidstnævnte henviser til, at dybt nedgravede vandløb med stejle brinker har et meget dårligt 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 afvandingsinteresserne langs vandløbene og i mange vandløb er behovet for grødeskæring blevet forstærket som følge af hyppige grødeskæringer, fordi skæringen har favoriseret hurtigt voksende arter, der efter kort tid opnår samme biomasse.

Indsatsen for et bedre miljø i vandløbene er derfor 4-sidet. Den optimale løsning for miljøet er at hæve vandløbet op i terræn og dermed skabe bedre forbindelse mellem vand og land, lave fysiske forbedringer i vandløbet, stoppe eller mindske forstyrrelserne (vandløbsvedligeholdelse) og reducere påvirkninger fra spildevand. En sådan optimal løsning forudsætter at arealanvendelsen tillader en omfangsrig restaurering. I områder hvor de samfundsmæssige interesser er store, og omkostningerne ved en fuldstændig restaurering er for høje, kan andre alternativer overvejes. Det er dog stadig væsentligt, at de anvendte virkemidler tilgodeser de biologiske kvalitetselementer og forbedre 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 tre biologiske kvalitetselementer: smådyr, fisk og planter. En forbedring defineres som en stigning i de indeks 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). De bentiske alger er ikke medtaget i vurderingen da de ikke forventes medtaget i 2. generations vandplaner.

I vurderingen er der lagt vægt på, at der foreligger dokumentation for den ønskede effekt, og som udgangspunkt er det kun i de tilfælde hvor denne dokumentation foreligger, at et virkemiddel kan vurderes. I nogle tilfælde er der dog også anvendt ekspertvurderinger. Hvert virkemiddel er tildelt +’er eller –’er i forhold til hvor stor effekten vurderes at være.

## **1) Ændret grødeskæringspraksis**

Dette virkemiddel dækker over en række forskellige tiltag. Det kan være fuldstændig ophør af grødeskæring, en reduktion af skæringens omfang, en ændring af tidspunkt 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 strømrender samt 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 er samtidig de former for grødeskæringsændringer, hvor der findes dokumentation for effekterne.

### **Planter**

Tidligere undersøgelser har vist, at grødeskæring potentielt har stor negativ betydning for vandløbsvegetationens artsdiversitet (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 i 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 opnå forbedringer af de biologiske forhold (Baattrup-Pedersen & Riis, 2004).

Der mangler dog dokumentation for effekterne af ændret grødeskæringspraksis på planter i alle vandløbstyper. Derudover mangler der viden om, hvor hurtigt og i hvilket omfang planterne responderer på en ekstensivering af grødeskæringen. Det er således ikke muligt, at vurdere hvor hurtigt eventuelle positive effekter på den økologiske kvalitet vil indfinde sig.

### **Smådyr**

En høj diversitet af smådyrssamfundene og dermed bedre sandsynlighed for målopfyldelse 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 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, 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 grødeskæringspraksis kan være positivt for målopfyldelsen i forhold til smådyr.

Der mangler konkret dokumentation for effekterne i alle vandløbstyper og der mangler viden om hvor hurtigt og i hvilket omfang smådyrene (DVFI) responderer på en ekstensivering af grødeskæringen.

### Fisk

Generelt vil en øget fysisk variation (strømrender, dybdevariation, vandplanter) 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 dybt nedskåret 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 er uhyre 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). I relation til grødeskæring er det derfor væsentligt at sikre, at disse lavvandede brednære arealer ikke sander til, hvilket kan kræve en særlig brednær grødeskæring om efteråret.

### Samlet vurdering

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

	<b>Planter</b>	<b>Smådyr</b>	<b>Fisk</b>
<b>Effekt</b>	+++	++	+

<b>Forudsætninger og undtagelser</b>			
<b>Vandløbs-typer hvor virkemidlet kan anvendes</b>	<b>Påvirkninger som virkemidlet er målrettet</b>	<b>Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet</b>	<b>Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler</b>
Type 1, 2 og 3	- Forstyrrelser	I vandløb med lavt	Bør ikke stå alene i

	- Dårige fysiske forhold	vandspejlsfald kan effekterne på de anvendte indeks være begrænsede.	<p>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.</p> <p>En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes.</p>
--	--------------------------	--	---

## 2) Genslyngning

Ved genslyngning forstås en tilbagelægning af et kanaliseret vandløb til dets forløb og profil før udretningen eller et tilsvarende naturligt forløb. Ændring af profil betyder, at vandløbets bredde og bundens topografi ændres til at modsvare en mere naturlig tilstand. Ofte sker der en indsnævring af profilet, fordi mange kanaliserede vandløb er gjort overbrede for at øge vandføringsevnen. Derudover bør vandløbet hæves op i terræn, så der opnås en mere naturlig sammenhæng mellem vandløbet og dets omgivelser. Genslyngning bør kombineres med udlæg af materiale, da det nygravede slyngede forløb ikke 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).

### Planter, smådyr og fisk

Det vurderes, at det er muligt at forbedre den økologiske tilstand ved genslyngning af kanaliserede vandløb. Dette skyldes, at vandløbene får et bedre fysisk/kemisk miljø med hurtigere omsætning af organisk stof (og evt. miljøfremmede stoffer) og flere levesteder for de biologiske elementer. 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 vandløbsstørrelser. Der er dog forskel mellem vandløbstyperne på, hvor hurtigt man kan forvente forbedringer. Genslyngninger er en kraftig forstyrrelse af vandløbenes fysiske forhold og af organismene. Perioden efter endt restaurering og indtil en evt. forbedring af tilstanden 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). Dette skyldes, at restaurerede vandløbsstrækninger i små vandløb, kun har begrænsede områder opstrøms for strækningen, hvorfra organismer kan genindvandre (Kronvang et al. 2008).

### Samlet vurdering

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

	Planter	Smådyr	Fisk
<b>Effekt</b>	+++	+++	+++

<b>Forudsætninger og undtagelser</b>			
<b>Vandløbs-typer hvor virkemidlet kan anvendes</b>	<b>Påvirkninger som virkemidlet er målrettet</b>	<b>Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet</b>	<b>Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler</b>
Type 1, 2 og 3	- Dårlige fysiske forhold		En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes.  En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes efter endt restaurering.

### 3) 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 vandløbets 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.

#### Planter, smådyr og fisk

Der findes ingen videnskabelige undersøgelser af dette virkemiddel, men det vurderes at kunne have de samme positive effekter som ved en egentlig genslyngning. Denne vurdering er begrundes med at en genslyngning i flade områder skaber mere plads og et større habitatudbud for planter, smådyr og fisk. Dog er vurderingen 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.

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

### Samlet vurdering

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

	<b>Planter</b>	<b>Smådyr</b>	<b>Fisk</b>
<b>Effekt</b>	++(+)	++(+)	+

<b>Forudsætninger og undtagelser</b>			
<b>Vandløbs-typer hvor virkemidlet kan anvendes</b>	<b>Påvirkninger som virkemidlet er målrettet</b>	<b>Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet</b>	<b>Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler</b>
Type 1, 2 og 3	- Dårlige fysiske forhold	Virkemidlet er kun velegnet i ådale med lav hældning.	<p>En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes.</p> <p>En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses.</p> <p>En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes efter endt restaurering.</p>

## 4) Udlægning af groft materiale (smårestaureringer).

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).

### Planter, smådyr og fisk

Ved at tilføre 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 udlægnings af groft substrat ikke forbedrer de fysiske forhold

på længere sigt, da udlægninger kan transporteres nedstrøms eller overlejres med sand (Pedersen et al. 2009).

Denne type tiltag 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). Det skal bemærkes, at evt. substratudlægning bør gøres med udgangspunkt i en naturlig substratsammensætning for det pågældende vandløb samt at evt. gydegrus udlægges på strækninger hvor det giver mening i forhold til faldet (Nielsen & Sivebæk 2013a,b).

Hvis smårestaurationerne medfører en større variation i dybder og vandhastigheder og dermed en større variation i substrattyper kan der ligeledes forventes positive effekter på plantesamfundene.

### Samlet vurdering

Der kan opnås positive effekter for alle tre kvalitetselementer under forudsætning af, at virkemidlet anvendes korrekt. I vandløb der kun er lettere påvirkede og ikke stærkt kanaliserede og dybt nedgravede, vurderes det, at de fysiske forhold kan forbedres tilstrækkeligt til at opnå målopfyldelse, alene ved smårestaurationer. I dybt nedgravede vandløb kan dette virkemiddel ikke stå alene men bør kombineres med hævnning af vandløbsbunden eller genslyngning.

	<b>Planter</b>	<b>Smådyr</b>	<b>Fisk</b>
<b>Effekt</b>	+	+++	+++

<b>Forudsætninger og undtagelser</b>			
<b>Vandløbs-typer hvor virkemidlet kan anvendes</b>	<b>Påvirkninger som virkemidlet er målrettet</b>	<b>Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet</b>	<b>Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler</b>
Type 1, 2 og 3	- Dårlige fysiske forhold	Ved lavt vandspejlsfald kan effekten af udlæg 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.

			<p>En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes.</p> <p>En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes efter endt restaurering.</p>
--	--	--	--

## 5) 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 vandløbets bredde og dybde således at hævnningen ikke resulterer i overbredder vandløb med lav vanddybde.

### 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.

Derudover vurderes det, at hvis hævning af bunden kombineres med smårestaureringer, kan der være positive effekter på de tre kvalitetselementer som følge af forbedringer af habitatheterogeniteten. Der skal ved implementering tages hensyn til den naturlige substratsammensætning for det pågældende vandløb. Det har dog ikke været muligt indenfor projektets periode at finde dokumenterede effekter af virkemidlet.

### Samlet vurdering

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

	Planter	Smådyr	Fisk
<b>Effekt</b>	+++	+++	+++

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		Bør kombineres med smårestaureringer efter



			<p>endt hævnning</p> <p>En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes.</p> <p>En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses.</p> <p>En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes efter endt restaurering.</p>
--	--	--	--

### **6a) Åbning af rørlagte strækninger med efterfølgende hævnning og/eller genslyngning.**

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

#### **Planter og smådyr**

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

#### **Fisk**

Mange fisk kan ikke passere opstrøms gennem rørlagte strækninger, hvis vandhastigheden er over ca. 1/2 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 gode 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 fritlagt 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 upubl.).

### 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.

	<b>Planter</b>	<b>Smådyr</b>	<b>Fisk</b>
<b>Effekt</b>	+++	+++	+++

<b>Forudsætninger og undtagelser</b>			
<b>Vandløbs-typer hvor virkemidlet kan anvendes</b>	<b>Påvirkninger som virkemidlet er målrettet</b>	<b>Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet</b>	<b>Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler</b>
Type 1	- Dårlige fysiske forhold	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.	Bør kombineres med små-restaureringer efter endt åbning  En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes.  En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses.  En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter endt restaurering.

## 6b) Åbning af rørlagte strækninger uden efterfølgende hævning 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.

### Planter

Planter vil respondere positivt på åbning af rørlagte strækninger alene, da et godt 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 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 bevares.

### 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.

### 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 effekter vurderes derfor lavere end ved åbning i kombination med hævning eller genslyngning.

### 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.

	<b>Planter</b>	<b>Smådyr</b>	<b>Fisk</b>
<b>Effekt</b>	(+)	++	++

<b>Forudsætninger og undtagelser</b>			
<b>Vandløbs-typer hvor virkemidlet kan anvendes</b>	<b>Påvirkninger som virkemidlet er målrettet</b>	<b>Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet</b>	<b>Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler</b>

Type 1	- Dårige fysiske forhold	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.</p> <p>En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses.</p> <p>En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter endt restaurering.</p>
--------	--------------------------	--	--

### **6c) 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).

### **7) 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.

#### **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 i mindre grad da planterne ikke er afhængige af fri passage, men kan være negativt påvirket af ændret temperaturforhold nedstrøms en opstemning.

#### **Fisk**

Spærringer er ofte en væsentlig årsag til, at fiskene ikke kan klare sig i et vandsystem. En gang 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 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 opstemningerne, specielt på de steder, hvor en stor del af vandsystemets vandløb ligger opstrøms opstemningen. 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-doblet 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, finnestribet 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. Et godt eksempel er fra Gudenåen omkring Vilholt, hvor Naturstyrelsen fjernede en opstemning i 2008 og skabte fri passage for de sørreder, 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.

### 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
<b>Effekt</b>	+	+++	+++

<b>Forudsætninger og undtagelser</b>			
<b>Vandløbs-typer hvor virkemidlet kan anvendes</b>	<b>Påvirkninger som virkemidlet er målrettet</b>	<b>Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet</b>	<b>Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler</b>
Type 1, 2 og 3	- Dårlige fysiske forhold - Brud i kontinuiteten		

## **8) 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 miniådale. I bunden af profilet løber vandløbet, som er i forbindelse med jordoverfladen i profilen. Udføres i kombination med en genslyngning af vandløbet i miniådalen.

### **Planter**

Der findes ingen videnskabelige undersøgelser af dette virkemiddel, men det vurderes, at der kan generelt forventes positive effekter på plantesamfundene ved at sikre bedre sammenhæng mellem land og vand, da arter tilknyttet denne overgangszone får bedre levevilkår (Pedersen et al. 2006). Derudover vil der kunne forventes positive effekter på vandløbsfloraen gennem en øget lystilgængelighed efter restaurering 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.

### **Smådyr**

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

### **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").

### **Samlet vurdering**

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

	<b>Planter</b>	<b>Smådyr</b>	<b>Fisk</b>
<b>Effekt</b>	+++	+++	+++

<b>Forudsætninger og undtagelser</b>			
<b>Vandløbs-typer hvor virkemidlet kan anvendes</b>	<b>Påvirkninger som virkemidlet er målrettet</b>	<b>Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet</b>	<b>Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler</b>
Type 1 og 2	- Dårlige fysiske forhold	Vil fortrinsvis være relevant for små vandløb, type 1.	<p>En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes.</p> <p>En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses.</p> <p>En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter endt restaurering.</p>

## **9) Etablering af dobbeltprofiler/sekundær profil**

(Beskrivelse mangler – der følges op på denne)

## **10) 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.

### **Planter**

Etablering af træer langs vandløb vil umiddelbart reducere tilgængeligheden af lys for vandplanterne, og dermed potentielt 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 skovvandløb, 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.

### **Smådyr**

I vandløb, der ikke er stærkt modificerede og dybt nedgravede, vurderes det, at træplantning kan medføre positive effekter på smådyrssamfundene gennem forbedringer af 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 og deres rødder skaber fornyet dynamik i vandløbet (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. Derudover vil træer langs vandløbet betyde tilførsel af blade og grene og med tiden også træstammer til vandløbet, som både skaber et fødegrundlag og forøger dynamikken i vandets strømning og dermed forbedre de fysiske forhold (bl.a. substratforholdene). De fysiske forhold kan formentlig forbedres ved beplantning med en mindre træbrømme langs vandløbene. Det skal dog bemærkes, at træer er vigtige habitater for de voksne stadier af flere arter vandløbsinsekter, og at disse typisk lever i en brømme på 20-30 meter langs vandløbene (Wiberg-Larsen and Nørum, 2009).

### **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.

### **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.

	<b>Planter</b>	<b>Smådyr</b>	<b>Fisk</b>
<b>Effekt</b>	(+)	+++	++



<b>Forudsætninger og undtagelser</b>			
<b>Vandløbs-typer hvor virkemidlet kan anvendes</b>	<b>Påvirkninger som virkemidlet er målrettet</b>	<b>Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet</b>	<b>Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler</b>
Type 1, 2 og 3	- Dårlige fysiske forhold	Skovvandløb	<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. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes.</p> <p>En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses.</p> <p>En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter endt restaurering.</p>

## **11) Strømrundetilpasning**

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

### **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 terræn og et naturligt vandløbsprofil med flade brinker). Det er en mulighed, at der

indføres ændret grødeskæring efter strømrendetilpasning, 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.

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.

### Smådyr

En forøgelse af volumen 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.

### 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.

### Samlet vurdering

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

	Planter	Smådyr	Fisk
<b>Effekt</b>	---	---	+

<b>Forudsætninger og undtagelser</b>			
<b>Vandløbs-typer hvor virkemidlet kan anvendes</b>	<b>Påvirkninger som virkemidlet er målrettet</b>	<b>Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet</b>	<b>Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler</b>
Type 1 og 2	- Dårlige fysiske forhold	Type 3	En evt. kraftig belastning med spildevand bør også

			<p>reduceres/stoppes.</p> <p>En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses.</p> <p>En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter endt restaurering.</p>
--	--	--	---

## 12) Uddybning af vandløb samt profilbearbejdning 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.

### 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 umiddelbart 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 profilbearbejdningen 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 derved 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.

### Smådyr

Et varieret smådyrssamfund i vandløb, og dermed højere sandsynlighed for målpopfyldelse), 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 foreslående 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 til det oprindelige leje i terræn når strækningen med det foreslåede indgreb slutter – alternativt skal strækningen afsluttet ved et faldbrud i vandløbet. 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.

### Fisk

Dette virkemiddel kan gavne fiskebestanden, hvis vandløbet er i en stærkt unaturlig fysisk tilstand pga. regulering og bringes i en mere naturlig tilstand. Hvis der er meget vigtige afvandingsinteresser, kan man måske opnå et rimeligt resultat ved at udgrave et bredt profil med flade brinker hvor vandløbet kan mæandre indenfor og derved opnå en vis heterogenitet, men dermed for indgrebet karakter af en kunstig ådal. Der findes dog ingen dokumenterede effekter af dette virkemiddel på fiskene.

### Samlet vurdering

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

	<b>Planter</b>	<b>Smådyr</b>	<b>Fisk</b>
<b>Effekt</b>	+	- - -	+
<b>Forudsætninger og undtagelser</b>			
<b>Vandløbs-typer hvor virkemidlet kan anvendes</b>	<b>Påvirkninger som virkemidlet er målrettet</b>	<b>Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet</b>	<b>Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler</b>
Type 1 og 2	- Dårlige fysiske forhold	Type 3	En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes.  En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses.  En evt. intensiv

			vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter endt restaurering.
--	--	--	--

### 13) Udskiftning af bundmateriale

(Beskrivelse mangler – der følges op på denne)

### 14) Sandfang

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

#### Planter

Unaturlig høj tilførsel af fint sediment (sand) 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 i sandtilførsel og -transport vurderes derfor positivt for plantesamfundene.

#### 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, og vandløbsmiljøet er dermed konstant udsat for bevægelse af substratet, hvilket ikke er positivt for smådyrene. En reduktion i tilførsel og transport af sand i vandløbene er derfor vurderet som værende positivt for smådyrene.

#### Fisk

Kombinationen af sandede jorder, fikserede/nedskårne vandløb og udbredt dræning medfører stor sediment-transport (sandvandring), der fuldstændigt kan ødelægge et vandløbs dynamik og gøre det ubeboeligt for planter og dyr. Sand tilstopper/dækker gydebanks for laksefisk, og æggene kvæles, så der ikke kan opretholdes naturlige bestande (f.eks. Ackornly & Sear 1999). Desuden forsvinder skjul og levesteder for fisk, smådyr og vandplanter.

Sandfang er et velkendt og gennemprøvet virkemiddel, der ofte kan gavne vandløb meget ved at mindske sandvandringen og dermed øge heterogeniteten og forbedre gydevilkårene for laksefisk. Der bør som hovedregel altid anlægges midlertidige sandfang, hvis opstemninger fjernes eller vandløb genslynges, så en unaturligt stor sandtransport igangsættes for en periode. Sandfang i kombination med udlægning af groft materiale og stop for dræn kan være endog meget gavnlige 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 (dræn, 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.

### 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.

	<b>Planter</b>	<b>Smådyr</b>	<b>Fisk</b>
<b>Effekt</b>	+	+++	+++

<b>Forudsætninger og undtagelser</b>			
<b>Vandløbs-typer hvor virkemidlet kan anvendes</b>	<b>Påvirkninger som virkemidlet er målrettet</b>	<b>Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet</b>	<b>Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler</b>
Type 1, 2 og 3	- Dårlige fysiske forhold		<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. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes.</p> <p>En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter endt restaurering.</p>

## 15) 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 dynamik i hele ådale og ikke kun i vandløbet.

### 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 kraftig grødeskæring eller oprensning, og vandløbet vil kunne komme op i terræn, mæandere 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 hydrauliske dynamik 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 og en øget lækage af fosfor fra oversvømmet tidligere landbrugsjord.

### Samlet vurdering

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

	<b>Planter</b>	<b>Smådyr</b>	<b>Fisk</b>
<b>Effekt</b>	+++	+++	+++

<b>Forudsætninger og undtagelser</b>			
<b>Vandløbs-typer hvor virkemidlet kan anvendes</b>	<b>Påvirkninger som virkemidlet er målrettet</b>	<b>Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet</b>	<b>Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler</b>
Type 1, 2 og 3	- Dårlige fysiske forhold		En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes.  En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke

			opretholdes eller indføres efter endt restaurering.
--	--	--	---

## 16) Udplantning af vandplanter

Ved dette virkemiddel forstås udplantning af vandplanter i vandløb på strækninger med mangelfuld plantedækning.

### 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.

### Smådyr

Sammensætningen og dækningsgraden af planter i vandløbene har stor betydning for smådyrssamfundene (se ovenfor). Udplantning af enkelte arter vil øge den fysiske kompleksitet og øge mængden af levesteder for smådyr og dermed potentielt forbedre tilstanden. Men da det ikke er muligt, at etablere naturlige plantesamfund gennem dette virkemiddel vurderes de positive effekter værende begrænsede.

### 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.

### 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.

	<b>Planter</b>	<b>Smådyr</b>	<b>Fisk</b>
--	----------------	---------------	-------------



<b>Effekt</b>	-	+	+
---------------	---	---	---

<b>Forudsætninger og undtagelser</b>			
<b>Vandløbs-typer hvor virkemidlet kan anvendes</b>	<b>Påvirkninger som virkemidlet er målrettet</b>	<b>Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet</b>	<b>Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler</b>
Type 1, 2 og 3	- Dårlige fysiske forhold		<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. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes.</p> <p>En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses.</p> <p>En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter endt restaurering.</p>

## **17) 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.

### **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, altså unaturligt høje vandføringer. Hvis dette vand opsamles i magasiner 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.

### Samlet vurdering

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

	<b>Planter</b>	<b>Smådyr</b>	<b>Fisk</b>
<b>Effekt</b>	+++	+++	++

<b>Forudsætninger og undtagelser</b>			
<b>Vandløbs-typer hvor virkemidlet kan anvendes</b>	<b>Påvirkninger som virkemidlet er målrettet</b>	<b>Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet</b>	<b>Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler</b>
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.  En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter endt restaurering.

## 18) 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.

### 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 opnås de positive effekter ved stop for oprensning.

### Samlet vurdering

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

	Planter	Smådyr	Fisk
<b>Effekt</b>	+++	+++	+++

<b>Forudsætninger og undtagelser</b>			
<b>Vandløbs-typer hvor virkemidlet kan anvendes</b>	<b>Påvirkninger som virkemidlet er målrettet</b>	<b>Vandløbstyper hvor virkemidlet er uegnet</b>	<b>Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler</b>
Type 1, 2 og 3	- Unaturlige udsving i vandføring		<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. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes.</p> <p>En evt. unaturlig høj sedimenttransport bør samtidig begrænses.</p>

			En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter endt restaurering.
--	--	--	---

## Afsluttende bemærkninger

Vurderingerne af de enkelte virkemidler i dette notat er foretaget ved, at overveje om de vil være gode eller ej, at have i værktøjskassen når vandløbenes fysiske tilstand skal forbedres. En positiv vurdering er dog ikke ensbetydende med, at virkemiddelet vil have samme positive effekt alle steder, eller at det nødvendigvis kan stå alene. I alle tilfælde er det nødvendigt med en lokal vurdering af, hvilke påvirkninger der er årsag til den manglende målopfyldelse og derefter implementere virkemidlerne intelligent.

Det gælder dog generelt, at det anbefales så vidt muligt at genskabe de oprindelige forhold i vandløbene, dvs. det oprindelige fald på vandløbets bund uden opstemninger, de fysiske forløb, vandføring etc. Jo mere naturligt, vandløbet genskabes, desto højere er sandsynligheden for mere naturlige plante og dyresamfund.

### 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 gydebanks. 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
- 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 gydebanks 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, 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 prissætning. 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. & Syrjänen, 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 yngelopvækstområde 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 gydebanker 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.
- Schultz, K.E. (1980): Sandvandring i vandløbene. *Stads- og Haveingeniøren*, 9: 327-330.
- 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 lambdacyhalothrin 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.

UDKAST