

BREDE STRYG OG BEARBEJDNING AF STEJLE BRINKER

UDVIDELSE TIL EKSISTERENDE VIRKEMIDLER TIL FORBEDRING AF
DE FYSISKE FORHOLD I VANDLØB

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 16. april 2026 | **24**



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Kategori: Rådgivningsnotat

Titel: Brede stryg og bearbejdning af stejle brinker
Undertitel: Udvidelse til eksisterende virkemidler til forbedring af de fysiske forhold i vandløb

Forfattere: Lisbeth Dalsgaard Romme Henriksen, Mikkel Boel, Nikolai Friberg & Jes Jessen Rasmussen

Institution: Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience

Faglig kommentering: Kirstine Thiemer
Kvalitetssikring, DCE: Vibeke Vestergaard Nielsen
Sproglig kvalitetssikring: Anne Mette Poulsen

Ekstern kommentering: Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø. Kommentarerne findes [her](#)

Rekvirent: Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø

Bedes citeret: Henriksen, L.D.R., Boel, M., Friberg, N. & Rasmussen, J.J. 2026. Brede stryg og bearbejdning af stejle brinker. Udvidelse til eksisterende virkemidler til forbedring af de fysiske forhold i vandløb. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 24 s. - - [Fagligt notat nr. 2026 | 24](#)

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Foto forside: Henrik Rosenskjold, Limfjordsrådet

Sideantal: 24

Indhold

Sammenfatning	4
Summary	5
1 Indledning	6
2 Vurdering af virkemidler til forbedring af de fysiske forhold i vandløb	7
2.1 Baggrund	7
2.2 Etablering af brede stryg	8
2.3 Bearbejdning af stejle brinker	11
3 Virkemidler og klimatilpasninger	17
3.1 Etablering af brede stryg	17
3.2 Bearbejdning af stejle brinker	17
4 Samlet anbefaling	19
5 Økonomi	20
6 Projekteksempler	21
7 Taksigelse	22
8 Referencer	23

Sammenfatning

Dette projekt udvider det eksisterende virkemiddelkatalog for vandløbsrestaureringsprojekter (DCE, faglig rapport nr. 341, 2019). Projektet er bestilt af Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø (SGAV) og omfatter en faglig vurdering af to nye virkemidler, der kan understøtte opfyldelsen af miljømålene i målsatte vandløb. De to virkemidler er etablering af brede stryg samt bearbejdning af stejle brinker.

Etablering af brede stryg kan anvendes i alle vandløbstyper og indebærer udlægning af groft materiale (primært sten og grus) i forbindelse med etablering af et stryg i hele vandløbets bredde. Indsatsen forudsætter en udvidelse af vandløbsprofilen til minimum halvanden gang den oprindelige bredde. Det anbefales at kombinere virkemidlet med udplantning af hjemmehørende træarter i den ripariske zone, hvor disse ikke allerede forekommer. Desuden anbefales det at fremme dannelsen af øer på stryget, eksempelvis ved at udlægge dødt ved, så naturlig succession kan skabe naturlige østrukturer. Øer bidrager væsentligt til at genskabe fysisk variation, styrke vandløbets dynamiske erosions- og sedimentationsprocesser samt at øge overgangszonen mellem vand og terrestriske biotoper. Dermed understøttes udviklingen af levesteder for en lang række fisk, smådyr, og vandplanter. Virkemidlet kan bidrage til mål opfyldelse, øget biodiversitet (særligt hvor øer dannes) samt klimatilpasning gennem vandtilbageholdelse og iltning af vandet.

Bearbejdning af stejle brinker er tiltænkt i vandløbstype 1 og 2 med en bredde under 5 meter og er målrettet nedgravede, kanaliserede vandløb med stejle brinker. Virkemidlet indebærer afgravning af de eksisterende brinker ned til vandløbsbundens niveau i et profil, der er væsentligt bredere end baseflow-bredder, så vandløbet får mulighed for frit at bevæge sig inden for det nye tværprofil. Brinkerne formes med en blød, jævn overgang mod terræn for at styrke interaktionen mellem land og vand og bør kombineres med tilplantning af træer. Tiltaget øger lysindfald og fysisk heterogenitet, skaber bedre sammenhæng mellem vand og terrestriske biotoper og forbedrer tilbageholdelsen af vand, sediment og næringsstoffer. Dermed fremmes muligheden for at opnå god økologisk tilstand og øget biodiversitet blandt vandløbsplanter, smådyr, fisk og bundlevende alger i dybt nedgravede vandløb, samtidig med at virkemidlet bidrager til klimasikring gennem vandtilbageholdelse og reduceret transport af næringsstoffer.

Ud fra denne gennemgang med fastsættelse af rammer for virkemidlerne vurderes det, at de undersøgte virkemidler kan indgå i et opdateret virkemiddelkatalog på linje med de eksisterende virkemidler.

Summary

This project expands the existing catalogue of measures for stream restoration projects (DCE, Technical Report No. 341, 2019). The project was commissioned by The Danish Agency for Green Land Use and Aquatic Environment (SGAV) and provides a scientific assessment of two new measures that can support the achievement of environmental objectives in designated streams. The two measures are the establishment of wide riffles and the reprofiling of steep banks.

Establishment of wide riffles can be applied to all stream types and involves placing coarse material (primarily stones and gravel) to create a riffle spanning the full width of the watercourse. The measure requires widening the stream profile to at least one and a half times its original width. It is recommended to combine this measure with planting native tree species in the riparian zone where these are not already present. Furthermore, it is recommended to promote the formation of islands on the riffle, for example by adding dead wood, allowing natural succession to create natural island structures. Islands contribute significantly to restoring physical variation, enhancing the stream's dynamic erosion and sedimentation processes as well as increasing the transition zone between aquatic and terrestrial habitats. This supports the development of habitats for a wide range of fish, invertebrates, and aquatic plants. This measure can contribute to achieving environmental objectives, increasing biodiversity (especially where islands form), and improving climate resilience through water retention and oxygenation.

Reprofiling of steep banks is intended for stream types 1 and 2 with a width below 5 metres, and is targets deeply incised, channelised watercourses with steep banks. This measure involves removing the existing steep banks down to the level of the streambed, creating a profile that is considerably wider than the baseflow width, thereby allowing the stream to move freely within the new cross-section. The banks are shaped with a smooth, gradual transition towards the surrounding terrain to strengthen land-water interaction and should be combined with tree planting. This measure increases light availability and physical heterogeneity, improves connectivity between aquatic and terrestrial habitats, and enhances retention of water, sediment, and nutrients. As a result, it increases the likelihood of achieving good ecological status and higher biodiversity among aquatic plants, macroinvertebrates, fish, and benthic algae in deeply incised streams, while also contributing to climate adaptation through water retention and reduced nutrient transport.

Based on this evaluation, the examined stream restoration measures are considered suitable for inclusion in an updated catalogue alongside the existing measures.

1 Indledning

I den nuværende planperiode for vandområdeplanerne 2021-2027 anvendes virkemiddelkataloget (DCE, faglig rapport nr. 341, 2019) som fagligt grundlag for fastlæggelsen af indsatsprogrammer for fysiske forbedringer i vandløb. Kataloget definerer dermed rammerne for, hvilke restaureringsvirkemidler der kan anvendes i vandløbsprojekter med statslig medfinansiering.

Dette projekt, bestilt af Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø (SGAV), indeholder en egnethedsvurdering af mulige supplerende virkemidler til virkemiddelkataloget (DCE, faglig rapport nr. 341, 2019). Projektet indebærer en faglig vurdering af to nye virkemidler, som potentielt kan bidrage til opfyldelsen af miljømålene i målsatte vandløb. Vurderingen fokuserer primært på virkemidlernes betydning for de biologiske kvalitetselementer samt de afledte effekter, der opstår som følge af virkemidlernes forventede effekter på fysisk-kemiske og hydromorfologiske tilstandselementer. Derudover indgår en vurdering af virkemidlernes potentielle bidrag til klimatilpasning.

De virkemidler, der behandles i dette notat, er: (1) etablering af brede stryg med henblik på at forbedre gyde- og opvækstforhold for fisk samt (2) et selvstændigt virkemiddel for bearbejdning af brinker, enten for at reducere brinkerrosion i vandløb med ustabile brinker eller for at øge lysindfaldet i dybt nedskårne vandløb. Disse tiltag indgår i dag kun indirekte i eksisterende virkemidler såsom genslyngning, fjernelse af spærringer og udlægning af groft materiale som afværgetiltag.

Formålet med projektet er at afklare, om disse nye eller justerede virkemidler kan indgå i et opdateret virkemiddelkatalog, og hvilke faglige forudsætninger der i givet fald skal være opfyldt. SGAV har haft mulighed for at kommentere i udkast til dette notat.

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

2.1 Baggrund

Vandrammedirektivet fastsætter standarder for beskyttelse og forbedringer af vandmiljøet og har som mål, at alle målsatte vandløb skal opnå mindst god økologisk tilstand. Denne tilstand vurderes ud fra en række biologiske kvalitetselementer: planter, smådyr, fisk og bentiske alger (fyto-benthos). Derudover stiller direktivet krav om, at både de hydromorfologiske og fysisk-kemiske forhold skal være tilstrækkeligt gode til at understøtte en god økologisk tilstand.

De dårlige fysiske forhold omfatter både forholdene i selve vandløbets profil (fx ensartede og særligt finkornede organiske og uorganiske substrater, mangelfuld variation i dybde og strøm, spærringer) og forholdene i overgangszonen mellem vandløbet og dets omgivende miljø. Sidstnævnte skyldes, at dybt nedgravede vandløb med stejle brinker ofte har et meget dårligt eller helt fraværende miljø i overgangszonen mellem land og vand. Denne zone er særlig vigtig for mange plantearter (Pedersen et al., 2006), men spiller også en væsentlig rolle for smådyr og fisk - og dermed for målopfyldelsen i vandløbet.

Vandløbsvedligeholdelsen har også negative effekter på de biologiske og fysiske forhold i vandløbet og udføres primært for at tilgodese afvandingsinteresser langs vandløbene. I mange vandløb er behovet for grødeskæring og anden form for vedligeholdelse blevet forstærket som følge af hyppige grødeskæringer, da gentagen grødeskæring fremmer hurtigt voksende arter. Samtidig medfører jordsætninger på de vandløbsnære arealer også behov for vedligeholdelse, såfremt den samme afvanding skal opretholdes.

Den nødvendige indsats for et bedre miljø i vandløbene er således flersidet. Den mest optimale løsning er at hæve vandløbene i terrænet og dermed skabe bedre sammenhæng mellem vand og land, gennemføre fysiske forbedringer i vandløbet, reducere eller helt stoppe forstyrrelser såsom vandløbsvedligeholdelse, fjerne opstemninger og opstuvningszoner samt at reducere påvirkninger fra spildevand.

Desuden påvirker vandindvinding fra vandløbene også vandløbene negativt, da det reducerer vandføringen i vandløbene og ved opstemninger kan det betyde, at vandrende fisk og smådyr vandrer forkert. Forståelsen af hydrologiens betydning for vandløbet er blevet markant styrket i løbet af de seneste årtier. Et naturligt hydrologisk regime, med både høje og lave vandføringer, er en væsentlig forudsætning for et velfungerende vandløbsmiljø.

Det forventes, at hydrologien bliver en nøgleparameter i fremtidens vandløb, i takt med at klimaforandringer ændrer på nedbørsmønstret og medfører markante forskydninger i afstrømningsmønstret. Bebyggede arealer spiller her en mere betydende rolle, idet stadig flere byer bliver separatkloakeret. Denne opdeling betyder, at større mængder vand ledes direkte til vandløbet under ekstreme regnhændelser, mens vandføringen omvendt reduceres i tørre perioder som følge af øget vandindvinding til drikkevand og vanding i

tørre perioder. En optimal løsning på disse udfordringer forudsætter, at arealanvendelsen giver mulighed for en omfattende restaurering, herunder også af den tilhørende ådal.

I dette notat evalueres egnethed og eventuelle begrænsninger for anvendelsen af to nye virkemidler: 1) etablering af brede stryg og 2) bearbejdning af stejle brinker, til forbedring af de fysiske forhold. Evalueringerne er baseret på faglige ekspertvurderinger samt eksisterende litteratur i forhold til virkemidlernes forventede påvirkning af de fire biologiske kvalitetselementer; smådyr, fisk, planter og bentiske alger. En forbedring af den økologiske tilstand defineres som en stigning i de indeks, der anvendes til at vurdere den økologiske tilstand for smådyr (DVFI; Miljøstyrelsen, 1998), fisk (DFFVa og DFFVø; Kristensen et al., 2014), planter (DVPI; Baattrup-Pedersen & Larsen, 2013; Andersen et al., 2018) og bentiske alger (SID_TID; Andersen et al., 2018). Desuden vurderes virkemidlerne i forhold til deres potentiale for anvendelse som klimatilpasningstiltag.

2.2 Etablering af brede stryg

Ved brede stryg forstås udlægning af groft bundsubstrat i forbindelse med etablering af et stryg i fuld vandløbsbredde, hvor selve vandløbsbredden også udvides ift. det eksisterende regulativ (Vandløbsloven § 12).

Brede stryg bør proportioneres med minimum bredde på halvanden gange vandløbets bredde og med en maksimumbredde så bredde, dybde, vandføring og faldforholdene passer til vandløbets størrelse for at sikre tilstrækkelig kraft og turbulens, så de hydrauliske forhold sikrer effektiv fjernelse af deponerede sand- og mudderpakker. Dette sikrer tillige, at hel eller delvis udtørring på strækningen under lav sommervandføring undgås. Vi anbefaler, at DTU's vejledning (Nielsen & Sivebæk, 2016) konsulteres ift. anbefalinger for faldforhold og længdedimensioner af de brede stryg.

Imidlertid forventes brede stryg primært at tilhøre større vandløb, der oftest understøtter en bredere vifte af arter af fisk, smådyr og vandplanter. Dermed bør det overvejes, om der på de brede stryg kan etableres egnede levesteder for relevante arter med særlige forvaltnings- og/eller beskyttelsesbehov (EU's habitatdirektiv eller den danske rødliste). Generelt anbefales det at etablere brede stryg med variation i dybde-, strøm- og substratforhold for at øge diversiteten af levesteder og dermed biodiversitet. Men det bør overvejes om levestedspræferencerne for lokalt eller regionalt relevante arter med særlige forvaltnings- eller beskyttelsesbehov i) kan etableres på eller i forbindelse med de brede stryg, ii) kan forventes at opstå naturligt over tid som funktion af vandføringens kræfter og naturlige hydrologiske processer. Hvis levestedspræferencerne for relevante arter med særlige forvaltnings- eller beskyttelsesbehov er ubeskrevne, bør det tillige overvejes, om denne viden kan tilvejebringes som del af en forundersøgelse til virkemidlet.

Dermed bør de anbefalede substratsammensætninger i DTU's vejledning (Nielsen & Sivebæk, 2016), der anvendes ved etablering af stryg og gydebanks, ikke anvendes på hele arealet for det etablerede brede stryg. I stedet anbefales at variere både substratsammensætninger og dybder på det brede stryg, således at virkemidlet målrettes flere arter end gydende laksefisk og udvalgte DVFI-nøglegruppearter af smådyr. Desuden anbefales det at substratet tilpasses lokal geologi.

For at minimere høj brinkerrosion i nedstrømsenden af de brede stryg anbefales det, at de brede stryg etableres med indsnævrende vandløbsbredde i nedstrøms retning. Der forventes dog en vis stuvningseffekt langs og umiddelbart nedstrøms for etablerede brede stryg, hvor de vandløbsnære arealer oftere vil oversvømmes. Derfor kan det være nødvendigt at undersøge muligheden for, at et relevant areal på brinkerne langs og umiddelbart nedstrøms for det brede strygs kan anvendes/inddrages til opmagasinering af vand under kraftigt øgede vandføringshændelser.

Etablering af brede stryg bør kombineres med supplerende virkemidler for at øge sandsynligheden for målpopfyldelse med alle de biologiske kvalitetselementer.

Udplantning af træer (hjemmehørende arter tilknyttet den ripariske zone), hvis disse ikke allerede er til stede på strækningen langs dele af det brede stryg, vil på sigt bidrage med flere skjulesteder for gydende fisk og opvoksende yngel. Derudover kan hjemmehørende træer i den ripariske zone øge biodiversiteten i og ved vandløbet gennem øget habitatdiversitet (rødder i vandløbet samt deponeret dødt ved) samt diversitet i fødekilder (løvfældede blade og dødt ved) (Thompson et al., 2018; Forio et al., 2020). Desuden bidrager træer i den ripariske zone til at reducere den direkte lysindstråling til vandløbet og dermed også mindske ekstremtemperaturer i vandløbet, hvilket er et væsentligt element i den langsigtede klimatilpasning.

Det anbefales at etablere eller som minimum fremme muligheden for dannelse af småøer på de brede stryg. Muligheden for dannelsen af småøer kan fremmes ved at etablere strukturer med relevante dimensioner, fx dødt ved, og tillade at naturlige hydrologiske processer kan skabe deponeringszoner, hvor småøer med urter eller vedplanter på sigt kan etableres. Øer i vandløbene menes at være et oprindeligt naturligt hydromorfologisk element i mange større danske vandløb, men forekommer nu sjældent som følge af reguleringer og vedligeholdelse af vandløbene. Øer kan forstærke genetableringen af vandløb med naturlige hydromorfologiske forhold, hvilket fremmer vandløbenes hydrodynamiske processer, herunder en stærkere forbindelse mellem vandløbene og deres vandløbsnære arealer, hvor skjul, strømlæ og muligheden for tilbageholdelse af vandplanternes spredningsenheder tilgodeser en lang række arter af smådyr, fisk og planter (Gurnell & Petts, 2002).

Dette virkemiddel kan kombineres med de øvrige virkemidler med undtagelse af uddybning af vandløb (DCE, faglig rapport nr. 341, 2019). Nedenfor vurderes virkemidlets forventede effekter på de biologiske kvalitetselementer.

2.2.1 Planter, smådyr og fisk

Etablering af brede stryg vurderes generelt at kunne bidrage positivt til den økologiske tilstand vurderet ved de biologiske kvalitetselementer planter, smådyr og fisk. Udlægning af sten og grus er tidligere gennemført i en lang række vandløb, hvilket er et vigtigt element i genetableringen af oprindelige substrater, der medfører øgede arealer med egnede levesteder for især arter, der gyder på grus, særligt ørred og laks, hvilket ofte har haft en positiv effekt på den økologiske tilstand vurderet ved DFFVØ. Brede stryg er imidlertid primært målrettet større vandløb, hvor fiskefaunaen oftest vurderes ved DFFVa. I disse vandløb er det afgørende, at virkemidlet udformes med fokus på høj

strukturel og hydraulisk variation og tilgodeser en bredere diversitet af fiskearter og deres størrelsesgradienter. Effekten vurderes at være betinget af, at øvrige presfaktorer, herunder kontinuitet, ikke er begrænsende faktorer.

Brede stryg kan øge den fysiske variation i vandløbet gennem etablerede strukturer, faldforhold og dybdevariation, hvilket sikrer større variation i strømhastigheder, der over tid kan sikre, at dybde- og substratvariation vedligeholdes gennem naturlige hydrodynamiske processer. Samtidig forventes forbedrede iltforhold som følge af øget turbulens. Disse ændringer vurderes at være væsentlige for smådyr og fisk. En relativt stor andel af smådyr knyttet til groft materiale og høje iltkoncentrationer indgår som positive indikatorer i DVFI, og virkemidlet vurderes derfor at have en positiv effekt på målopfyldelse vurderet med smådyr.

Øget vandløbsbredde, især hvis kombineret med stor variation i strømhastigheder samt dybde- og substratforhold og hvis sammenhængen mellem land og vand forbedres, kan have positiv effekt på vandløbenes plantesamfund (Kail et al., 2015; Baattrup-Pedersen et al., 2017; Riis et al., 2020; Manson et al., 2025). Herved sikres også, at der skabes områder med lavere strømhastigheder til tilbageholdelse af plante spredningsenheder i form af frø, turioner og plantefragmenter, som er et af de vigtigste elementer for etablering af planter i lavlandsvandløb (Riis, 2008). Begge tiltag har forventeligt positive effekter på DVPI. Effekten afhænger dog også af artspuljer i den umiddelbare nærhed af restaureringstiltaget (de Jager et al., 2019).

Effekten af virkemidlet vurderes at kunne forstærkes yderligere ved samtidig etablering af mindre, plantebevoksede øer eller ved udlægning af strømbrydende elementer, herunder dødt ved, som kan fremme en naturlig udvikling af habitatdiversitet. Etablering af øer på de brede stryg vurderes at kunne styrke sammenhængen mellem land- og vandzone og dermed forbedre levestedsforholdene for vandplanter, der er knyttet til randzoner og lavvandede områder (Baattrup-Pedersen et al., 2017; Riis et al., 2020; Manson et al., 2025). Etablering af øer med dødt ved kan yderligere øge variationen i strømhastighed og skabe skjul og standpladser og dermed øge habitatkompleksiteten til gavn for fiskefaunaen.

Supplerende tiltag i form af træplantning langs vandløbet vurderes at kunne reducere fiskeprædation af fugle, og træernes skygningseffekt vil reducere indstråling til vandløbet og dermed risikoen temperaturrelateret stress i sommerperioden.

2.2.2 Benthiske alger

For benthiske alger vurderes positive effekter primært at være knyttet til en øget forekomst af fast substrat, som kan koloniseres. Disse effekter kan imidlertid ikke umiddelbart kvantificeres ved anvendelse af det danske indeks for benthiske alger. På grovere substrater og dødt ved etableres nye koloniseringsflader, som kan understøtte en øget diversitet af benthiske alger, men effekten vurderes generelt at være sekundær i forhold til ændringer i vandkemiske forhold (Andersen et al., 2018).

2.2.3 Samlet vurdering

Der kan opnås øget sandsynlighed for økologisk målopfyldelse med alle fire kvalitetselementer samt biodiversitetsgevinster, der fx kan understøtte forvaltningsmål under EU's Habitatdirektiv, under forudsætning af, at virkemidlet anvendes med det anbefalede brede sigte på at understøtte levestedspræferencerne for en række relevante arter med særlige forvaltnings- eller beskyttelsesbehov. Brede stryg kan desuden bidrage som klimatilpasningstiltag og vil kunne tilbageholde større mængder vand i systemet ved ekstreme regnhændelser samt bidrage til iltning af vandet under ekstrem sommervarme, og hvis virkemidlet kombineres med ripariske træer vil det kunne bidrage til at reducere omfanget af høje ekstremtemperaturer i vandløbene.

Det kan særligt anbefales, at eksisterende hjemhørende arter af ripariske træer, der tåler periodevis oversvømmelse, i videst muligt omfang bevares for at maksimere de positive effekter af virkemidlet ift. kvalitetselementer, biodiversitet og klimatilpasning.

Etableres dødt ved og mindre øer på de brede stryg, kan der opnås en højere biodiversitetseffekt og klimatilpasningseffekt. Det anbefales desuden kraftigt, at grødeskæring udelades på genoprettede strækninger.

Virkemidlet kan kombineres med alle virkemidler i det eksisterende virkemiddelkatalog, bortset fra uddybning af vandløb (DCE, faglig rapport nr. 341, 2019).

	Planter	Smådyr	Fisk	Bentiske alger
Effekt	+	+++	+++	+
Forudsætninger og undtagelser				
Vandløbstyper, hvor virkemidlet kan anvendes	Påvirkninger, som virkemidlet er målrettet	Vandløb, hvor virkemidlet er uegnet	Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler	
Primært større type 2- og 3-vandløb, men kan bruges i alle vandløbstyper, hvor der naturligt vil være sand og hvor vandspejlsfald (jf. DTU's vejleder) er passende.	Dårlige fysiske forhold, domineret af mudder og gydegrus og hvor vandspejlsdybdevariation.	Ved lille vandspejlsfald (jf. DTU's vejleder) kan effekten af udlægning af gydegrus være begrænset. Uegnet i vandløb hvor stryg med grus ikke vil forventes pga. de naturlige geologiske forhold.	Brede stryg bør generelt suppleres med yderligere virkemidler, især for kanaliserede vandløb, der er dybt nedskåret i terrænet. En høj sedimenttransport bør samtidig begrænses gennem implementering af supplerende virkemidler på relevant rumlig skala (fx udyrkede randzoner langs opstrømsbeliggende strækninger), idet en høj sedimenttransport både kan reducere sandsynligheden for målopfyldelse samt virkemidlets levetid. Ydermere bør evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse reduceres/stoppes, og fysiske spærringer fjernes, hvis disse begrænser sandsynlighed for at opnå målopfyldelse med virkemidlet.	

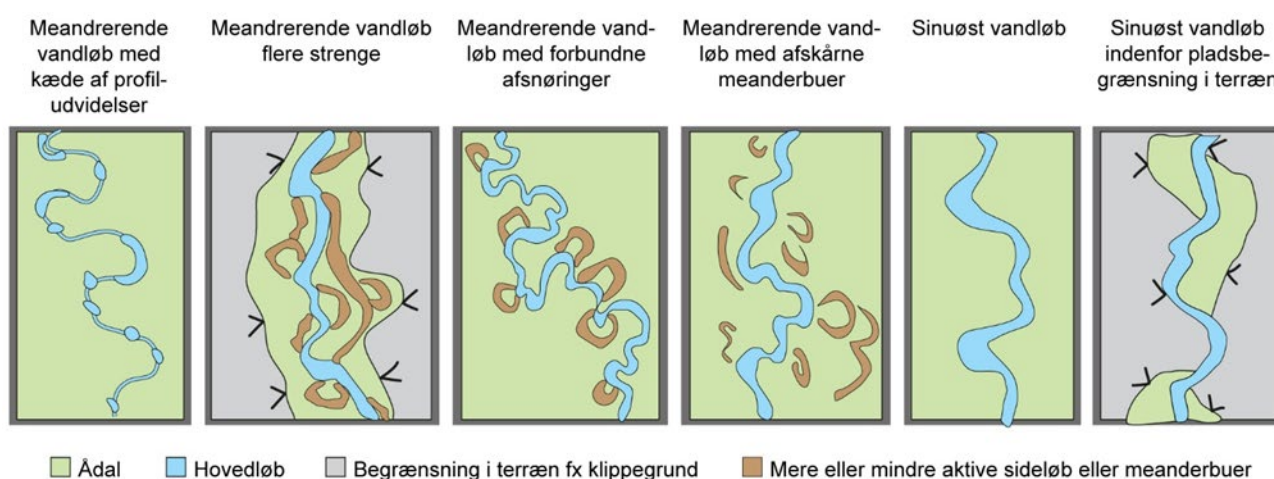
2.3 Bearbejdning af stejle brinker

Hovedparten af danske vandløb er kanaliserede, hvorved de naturlige hydrodynamiske processer begrænses, herunder vandløbenes sammenhængskraft med de vandløbsnære arealer. En væsentlig konsekvens af dette er en lavere sandsynlighed for at opnå økologisk målopfyldelse. I sådanne vandløb vil brinkerne ofte være unaturligt høje og stejle, hvilket mindsker lysindfald til vandløbet. Dette forøger risikoen for lokale sammenfald af brinkerne - og dermed øget sedimenttransport - og medfører en yderligere lavere sandsynlighed for økologisk målopfyldelse.

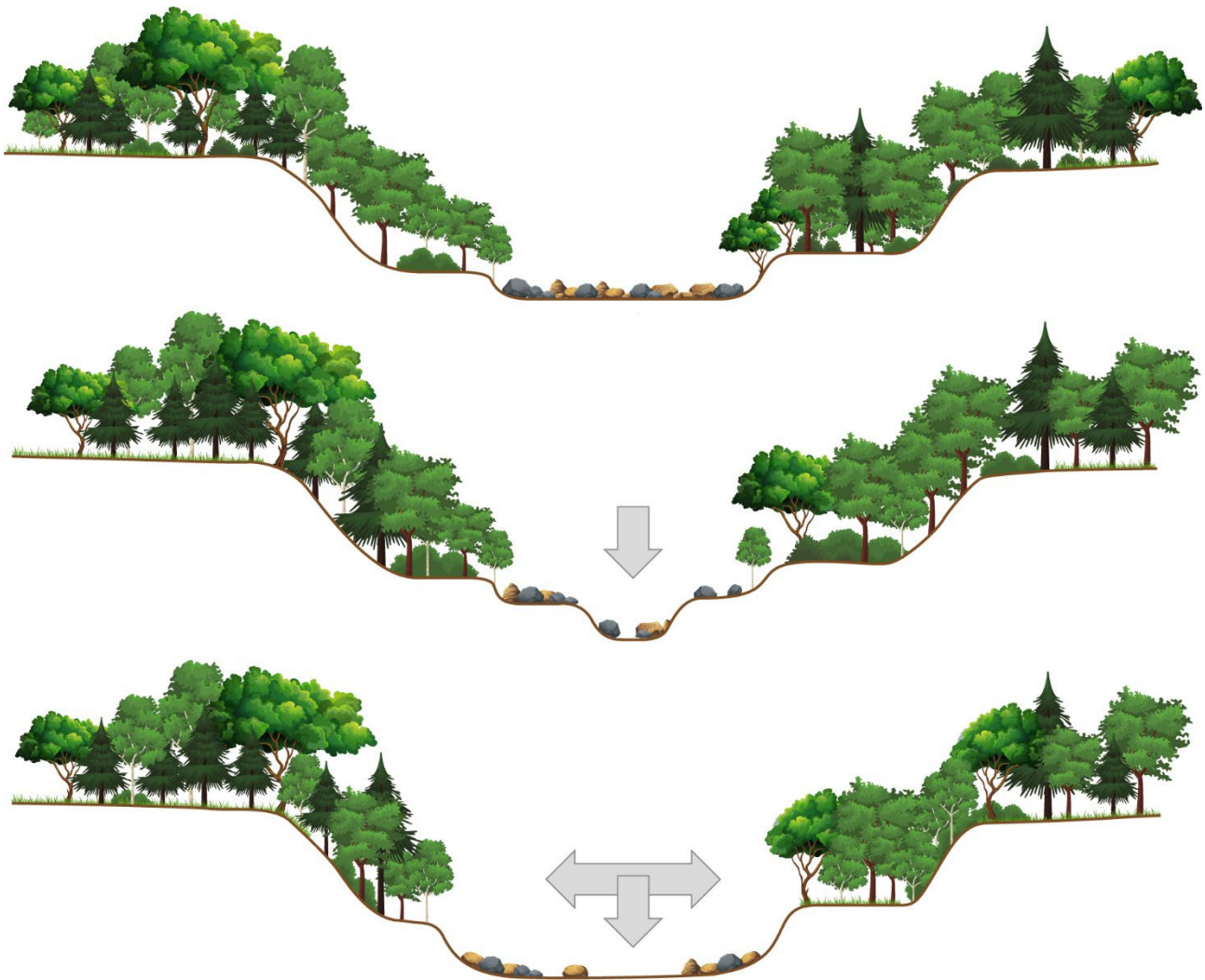
Bearbejdning af stejle brinker kan gennemføres mhp. at mindske risikoen for sammenfald og samtidig fremme genopretning af vandløbenes hydrodynamiske processer. De oprindelige stejle brinker fjernes og placeres i stedet med større afstand til de eksisterende vandløbsbrinker, dog med mindre hældning end de oprindelige stejle brinker, hvorved der skabes mere plads til fri bevægelighed af vandet i et bredere transekt end tidligere. Dette gør det muligt at genskabe en mere naturlig og meanderende vandløbsskikkelse, endda med mulighed for multistrengede forløb, som karakteriserer uforstyrrede vandløb i Danmark (se fig. 1a).

Virkemidlets bearbejdning af stejle brinker indebærer, at de eksisterende stejle vandløbsbrinker i kanaliserede og nedgravede vandløb afgraves ned til koten for vandløbsbunden, således at den etablerede transektbredde ved denne kote er flere gange bredere end bredden af vandløbsbunden i den oprindelige kanal under forhold med baseflow (se fig. 1b). Det konkrete design vil afhænge af de hydrologiske forhold og vandløbets størrelse, samt muligheden for at fjerne tilstrækkeligt brinkmateriale til på sigt at genskabe mere naturlige hydromorfologiske forhold. Det anbefales, at brinkerne genskabes med en blød bue op til eksisterende terræn for at sikre den bedste land-vandinteraktion.

Bearbejdning af stejle brinker bør kombineres med tilplantning med hjemmehørende arter af ripariske træer som fx rød-el for at mindske brinkerrosion og øge variation i lys- og skyggeforhold. Det er ikke nødvendigt med træer på begge sider eller langs hele vandløbsstrækningen, hvor virkemidlet etableres, men variation med vekslende lys og skygge kan øge diversiteten af levesteder og dermed øge sandsynligheden for økologisk målpopfyldelse. For eksempel kan det være hensigtsmæssigt kun at beplante strækninger af den sydlige brink, da dette vil give den største skyggedækning og dermed øge klimatilpasningseffekten ved at reducere evt. kritisk høje vandtemperaturer om sommeren. Træerne bør etableres i umiddelbar nærhed af vandløbet, og det anbefales, at deponeret dødt ved og blade ikke fjernes fra vandløbet for at optimere den økologiske effekt af virkemidlet. Virkemidlet kan desuden med fordel kombineres med hævnning af vandløbsbund og/eller udskiftning af bundsubstrat, såfremt dette ikke kan rekrutteres naturligt.



Figur 1a. Danske vandløb har som naturligt udgangspunkt en stærk hydrologisk interaktion med de vandløbsnære arealer grundet klimatiske, topografiske og geologiske forhold. Figuren viser forskellige typer af vandløbsskikkelser, som ville forventes i fravær af menneskelige påvirkninger. Det er et hydrologisk samspil med omgivelserne, der enten er ubegrænset eller begrænset af fx klippegrund (dette forekommer på Bornholm). Ved bearbejdning af stejle brinker vil de naturlige hydrodynamiske processer delvist genskabes, hvilket muliggør en delvis etablering af den hydrologiske kontakt mellem vandløb og de vandløbsnære arealer samt en langsom etablering af mere meanderende vandløbsskikkelser. Disse er dog stadig beliggende dybt i terræn (hydrologisk rewilding). Figuren er modificeret fra Khan et al. (2021).



Figur 1b. Tværsnitsprofiler af vandløb og deres ripariske zoner. Øverste figur viser et eksempel på et dansk vandløb før kanalisering og udgravning med en bred og evt. multistrengt vandløbsskikkelse. Mellemste figur viser samme vandløb efter kanalisering og udgravning, hvor vandløbsprofilen er indsnævret og nedsænket i terrænet. Nederste figur viser samme vandløb efter implementering af virkemidlet, hvor bredden af vandløbsprofilen er genskabt, om end stadig nedsænket i terrænet. Over tid vil de hydrodynamiske processer i vandløbet således kunne sikre en genetablering af meanderende vandløbsskikkelse og en delvis genetablering af den hydrologiske forbindelse mellem vandløbet og de vandløbsnære arealer. Modificeret fra Hawley et al. (2020).

Bearbejdning af stejle brinker som virkemiddel vil øge vandføringskapaciteten og på sigt reducere erosion fra vandløbsbunden og brinken. Desuden vil virkemidlet øge lysindfaldet og land-vand interaktionen. Virkemidlet er primært tiltænkt små vandløb, typisk med en bredde på mindre end 5 m, især hvis det vurderes, at det eksisterende vandløbsprofil og det hydrologiske regime ikke er tilstrækkelige til at genskabe en hydrodynamik, der har plads og kraft til at genskabe et mere naturligt meanderende eller endda multistrengt forløb.

Afgravningen af de stejle brinker kan gennemføres ensidigt eller dobbeltsidigt, afhængigt af terræn- og pladsforhold, og det overskydende materiale kan lægges op på nærliggende arealer eller fjernes.

Med dette virkemiddel vil en del af den næringsrige, landbrugspåvirkede topjord kunne fjernes, hvilket skaber mulighed for etablering af mere nøjsomme plantearter, både semi-akvatiske og terrestriske, som kan bidrage til en større sandsynlighed for økologisk målpopfyldelse samt øget samlet biodiversitet.

Drænrør vil givetvis blive eksponeret eller ligge højere oppe ad brinken i det nye vandløbsprofil. I disse tilfælde anbefales det, at drænene skæres af ved udløbspunktet i det nye vandløbsprofil, hvilket medfører, at partikulært materiale og næringsstoffer fra drænvandet i nogen grad tilbageholdes lokalt på brinkerne i stedet for at løbe direkte ud i vandløbet. Effektiviteten af denne tilbageholdelse afhænger desuden af vegetationens struktur og tæthed på brinkerne, hvor en kombination af tæt urtevegetation og træer/buske vil øge den samlede retentionskapacitet.

Det bredere vandløbsprofil, som etableres med virkemidlet, vil medføre et større samlet areal med bioreaktive overflader, hvilket forventes at øge både retention og omsætning af næringsstoffer. Den lavere vanddybde vil øge turbulensen og dermed genluftningen, hvilket reducerer risikoen for perioder med kritisk lave iltkoncentrationer. Samlet set forventes virkemidlet derfor også at skabe positive effekter nedstrøms i vandløbet.

Dette virkemiddel kan betragtes som et alternativ til det eksisterende virkemiddel "Etablering af dobbeltprofil", hvor det kanaliserede vandløb fastholdes i profilet, men får mulighed for at gå over bredderne indenfor dobbeltprofilet. Til sammenligning med virkemidlet "Etablering af dobbeltprofil" opnås der med virkemidlet "Bearbejdning af stejle brinker" mere naturlige hydrodynamiske processer, som på sigt vil kunne genskabe mere naturlige hydromorfologiske forhold til gavn for både den økologiske tilstand, biodiversiteten og væsentlige økosystemtjenester. Begge virkemidler fastholder fortsat vandløbet lavere end det omkringliggende terræn. En alternativ og en mere naturlig løsning på stejle brinker er virkemidlet "Hævning af vandløbsbunden uden genslyngning", som i de fleste tilfælde vil være den mest optimale løsning, hvis man vil have vandløbet op i terræn og kan tillade, at vandet under kraftige regnhændelser kan trænge ind på de vandløbsnære arealer.

Dette virkemiddel kan kombineres med alle andre virkemidler (DCE, faglig rapport nr. 341, 2019). Nedenfor vurderes virkemidlets effekt på de biologiske kvalitetslementer.

2.3.1 Planter

Det vurderes, at der generelt kan forventes positive effekter på plantesamfundene i vandløbet og på brinken gennem en øget lystilgængelighed og fjernelse af næringsrig landbrugsjord ved afgravning af høje brinker. Dette er dog betinget af, at der ikke sker en opvækst af høje urter eller stauder nær det afgravede vandløb eller tæt trædække, som derved skygger for vandløbsvegetationen. Overordnet set vil fjernelse af næringsrig landbrugsjord forbedre betingelserne for etablering af planter, der ikke tåler høje næringsstofniveauer. Dog kan udløb fra drænrør lokalt skabe mere næringsrige forhold, hvilket kan fremme dominansen af næringstolerante plantearter. Umiddelbart efter indgrebet forventes tiltaget at påvirke DVPI negativt. På sigt forventes positive effekter af virkemidlet på den økologiske tilstand vurderet med DVPI, hvis vandløbet begynder at arbejde i det afgravede leje og derved har haft tid til at skabe et mere varieret forløb med varierende habitater til kolonisering og tilbageholdelse af spredningsenheder i form af frø, turioner og plantefragmenter, som er en af de mest begrænsende faktorer for etablering af planter i lavlandsvandløb (Riis, 2008). Desuden vil en forbedret sammenhæng i overgangen fra vand til land forbedres med dette virkemiddel (Pedersen m.fl. 2006), hvilket bør påvirke DVPI positivt. Effekten på sigt afhænger dog også af arts-puljer i den umiddelbare nærhed af restaureringstiltaget (de Jager m.fl. 2019).

2.3.2 Smådyr

Virkemidlet vil på sigt skabe en øget diversitet af levesteder for smådyr, og dermed forventes det, at sandsynligheden for at opnå økologisk målopfyldelse med DVFI øges, hvilket også gør sig gældende for biodiversiteten af smådyr. Forberede iltforhold og reducerede næringsstofkoncentrationer (hvis eksisterende dræn afskæres, så drænvandet ledes ud på overfladerne af de vandløbsnære arealer) samt forbedrede land-vand interaktioner muliggør etablering af flere rentvandsarter, hvilket øger sandsynligheden for økologisk målopfyldelse. På samme vis forventes det, at risikoen for eksponering for kritisk høje koncentrationer af især pesticider med meget lav vandopløselighed (fx pyrethroide insektmidler) mindskes, hvor eksisterende dræn fra landbrugsarealer afskæres, så drænvandet ledes ud på overfladerne af de vandløbsnære arealer. Desuden forventes det, at en forbedret kvalitet af egnede skjule- og levesteder omkring vandløbene vil øge reproduktionssuccesen for de 70 % af vandløbenes smådyrsarter, der som insekter, og som bruger terrestriske økosystemer til at reproducere sig.

2.3.3 Fisk

Virkemidlet forventes at kunne bidrage til at opnå et mere varieret og slynget forløb af vandløbet, der vil skabe en større diversitet af levesteder, men også en formentlig naturligt lavere vanddybde. Højere diversitet af levesteder giver mere varierende fødeudbud, bedre muligheder for skjul, bedre iltforhold, flere opvækstområder og standpladser, som tilgodeser yngel og voksne fisk af flere arter. Virkemidlet vurderes derfor på sigt at kunne understøtte en forbedring af DFFVa gennem øget hydromorfologisk variation. Imidlertid er virkemidlet målrettet de mindre vandløb der vurderes med DFFVø. Her forventes virkemidlet at skabe flere opvækstområder for ørreder (0+) med positiv indflydelse på DFFVø. Dog forventes et reduceret udbud af levesteder med stor vanddybde, hvilket muligvis kan påvirke antallet af større fisk på strækningen negativt. Dette forventes dog ikke at påvirke DFFVø negativt, idet det bygger på tætheden af naturligt produceret ørredyngel. Effekten vurderes at være betinget af, at øvrige presfaktorer, herunder kontinuitet, ikke er begrænsende.

2.3.4 Benthiske alger

Virkemidlet forventes at have en positiv effekt på SID-TID-indekset, især hvis det medfører lavere tilførsel af fosfor til vandløbet, hvilket er den mest betydende presfaktor for indekset. Ved bearbejdning af stejle brinker og etablering af et bredere profil graves næringsrigt jordlag væk, og der anlægges en bufferzone, hvor dræn skæres af ved deres udløb, så vandet løber over et vegetationsdækket areal. Her kan transporteret sediment delvist tilbageholdes, før det når vandløbet. Virkemidlet er desuden tiltænkt at reducere erosion fra stejle brinker, som er en væsentlig kilde til fosfor i vandløb. Umiddelbart efter anlægsarbejdet forventes indekseværdien midlertidigt at falde som følge af fysisk forstyrrelse og sedimentmobilisering, der opstår ved at lade vandføringen forme vandløbets forløb. På længere sigt forventes en forbedring af den økologiske tilstand, forudsat at næringsstoffbelastningen ikke er den primære begrænsende faktor.

2.3.5 Samlet vurdering

Det vurderes at virkemidlet på sigt vil have positive effekter for alle fire biologiske kvalitetselementer, under forudsætning af, at virkemidlet anvendes

korrekt. Fjernelse af næringsrig jord og etablering af en bufferzone fra afskærne dræn til vandløbet, samt mindsket erosion fra stejle brinker mindsker fosfortilførselen og øger arealet af bioreaktive overflader, hvor omsætningen af næringsstoffer foregår. Desuden forbedres lysforhold og land-vand interaktionen. Disse effekter forventes at øge sandsynligheden for målopfyldelse af den økologiske tilstand. På sigt forventes, at der skabes mere varierede levesteder, såfremt vandløbet får lov til at bevæge sig frit og skabe sin nye profil. Umiddelbart efter anlægsarbejdet kan der forekomme midlertidige negative effekter på grund af fysisk forstyrrelse og sedimentmobilisering, men på sigt forventes en samlet forbedring, forudsat at øvrige eksisterende presfaktorer ikke er primære begrænsende påvirkninger ift. forbedret økologisk tilstand. Hermed vil sandsynligheden for at opnå god økologisk tilstand og højere biodiversitet i dybt nedgravede kanaliserede vandløb blive øget. Desuden forstærker virkemidlet et klimatilpasningselement, idet den samlede vandføringskapacitet på vandløbsstrækningen øges markant. Dog kan der opstå en stuvningseffekt længere nedstrøms strækningen, hvor virkemidlet er implementeret, hvis vandføringskapaciteten på nedstrømsbeliggende strækninger, qua mindre tværsnitsareal af vandløbsprofilen, er lavere end den vandføring, der opstår som følge af ekstremt store nedbørshændelser.

Det kan særligt anbefales at tillade naturlig rekruttering af dødt ved i vandløb, hvor virkemidlet implementeres samt at der plantes hjemmehørende træer i den ripariske zone for at optimere de samlede positive effekter på de biologiske kvalitetselementer, biodiversitet samt klimatilpasning.

Virkemidlet kan kombineres med alle virkemidler i det eksisterende virkemiddelkatalog (DCE, faglig rapport nr. 341, 2019).

Det kan overvejes at kombinere virkemidler med selektiv fjernelse af næringsrige pionerplanter i de første år efter etablering, for at give andre og mere nøjsomme arter bedre mulighed for at etablere sig. Men ellers anbefales det kraftigt at grødeskæring og oprensning udelades på den genoprettede strækning.

	Planter	Smådyr	Fisk	Bentiske alger
Effekt	+++	+++	+++	+++
Forudsætninger og undtagelser				
Vandløbstyper, hvor virkemidlet kan anvendes	Påvirkninger, som virkemidlet er målrettet	Vandløb, hvor virkemidlet er uegnet	Behov for samtidig anvendelse af andre virkemidler	
Type 1- og 2-vandløb. Kun til brug i nedgravede vandløb med stejle brinker.	Dybt nedgravede og kanaliserede vandløb med høj risiko for sammenstyrning af brinker og deraf følgende øget sedimenttransport.	Vandløb i terræn.	Kan med fordel kombineres med træplantning, udlægning af dødt ved eller skjulesten. En evt. kraftig belastning med spildevand bør også reduceres/stoppes, hvis denne begrænser målopfyldelsen. En evt. intensiv vandløbsvedligeholdelse bør ikke opretholdes eller indføres efter implementeringen hvis denne begrænser målopfyldelsen. Fysiske spærringer i vandløbet bør samtidigt fjernes, hvis disse begrænser målopfyldelsen. En evt. naturlig høj koncentration af næringsstoffer bør samtidig begrænses, hvis denne begrænser målopfyldelsen (særligt ift. bentiske alger).	

3 Virkemidler og klimatilpasninger

Vandløbene transporterer grundvand og overfladeafstrømning fra det åbne land til de marine recipienter. Dermed spiller vandløbene en nøglerolle i forhold til klimatilpasning, idet de tiltagende hyppigere og kraftigere nedbørshændelser, der opstår som følge af de pågående klimaforandringer, udgør en øget risiko for oversvømmelser af byområder og landbrugsjord. Samtidig er de målsatte vandområder underlagt krav om at opnå god økologisk tilstand samt ikke at udføre tiltag, der forringer den eksisterende økologiske tilstand. Dermed er der behov for virkemidler, der både kan integreres som element i klimatilpasningen og samtidig være netto-positivt for vandløbenes økologiske tilstand. I dette afsnit er der givet en vurdering af, hvorvidt det enkelte virkemiddel kan indgå som en del af en klimatilpasningsindsats. Dette betyder i praksis, at virkemidlet vurderes i forhold til at reducere effekter af ekstreme nedbørshændelser og udtørring af vandløb i nedbørsfattige og varme perioder samt at mindske risikoen for høje ekstremtemperaturer i vandløbene. Oversvømmelser, udtørringer samt perioder med kritisk høje ekstremtemperaturer kan alle have negative økologiske og samfundsøkonomiske konsekvenser. I det omfang det er muligt, vurderes det ligeledes, hvilken effekt virkemidlet forventes at have på en eventuel tilbageholdelse eller frigivelse af klimagasser (drivhusgasser).

3.1 Etablering af brede stryg

Etablering af brede stryg kan fungere som et effektivt klimatilpasnings- og restaureringstiltag i danske lavlandsvandløb. I takt med klimaforandringernes øgende intensitet forventes højere sommertemperaturer og længere varmeperioder, hvilket kan medføre opvarmning af vandløbene og dermed øget risiko for iltfattige forhold. Den øgede overfladekontakt mellem vand og atmosfære på strygene forbedrer gasudvekslingen og dermed iltningen, hvilket er særlig relevant, fordi højere vandtemperaturer reducerer vandets iltmætningspotentiale. De brede stryg øger vandløbets hydrauliske tværsnitsareal, hvilket sænker vandstandsstigningen ved høj afstrømning og dermed øges systemets kapacitet til at håndtere ekstreme regnhændelser. Dette kan reducere risikoen for hurtige peak-flows og dermed mindske sandsynligheden for nedstrøms oversvømmelser, forudsat at restaureringen er korrekt dimensioneret i forhold til det overordnede vandsystem.

Brede stryg sikrer forbedret iltningsforhold, hvilket kan reducere udledningen af drivhusgasser som metan. Samlet set forventes det dog, at virkemidlets mulige påvirkning af drivhusgasemissioner er marginal.

3.2 Bearbejdning af stejle brinker

Dette virkemiddel medfører en udgravning af vandløbsprofilen, hvor transektbredden i bundkoten er flere gange større end behovet under basisvandføring. Dette sikrer tilstrækkelig plads til at vandløbets hydrodynamiske processer kan genskabe et mæandrerende forløb som svarer til de eksisterende hydrauliske kræfter. Tillige øges den samlede vandføringskapacitet på strækningen, hvor virkemidlet er anvendt, hvorved der opstår mulighed for midlertidig magasinering af store vandmængder efter kraftige nedbørshændelser. Omvendt kan virkemidlet også medføre øget oversvømmelsesrisiko ned-

strøms for den strækning, hvor virkemidlet er anvendt, grundet stuvningseffekter. Netop derfor anbefales det, at overgangen mellem strækningen, hvor virkemidlet er anvendt, til den nærmeste nedstrømsbeliggende strækning, gennemføres med en gradvis indsnævring af tværsnitsprofilet samt at der overvejes muligheder for at anvende dele af brinkzonen som midlertidigt opmagasineringsareal til vand, hvis der opstår oversvømmelse pga. stuvningseffekten.

Effekten af virkemidlet på drivhusgasemissionen forventes at være ubetydelig.

4 Samlet anbefaling

På baggrund af den faglige gennemgang og vurdering konkluderes det, at begge de undersøgte virkemidler – etablering af brede stryg og bearbejdning af stejle brinker – er egnede til at indgå i et opdateret virkemiddelkatalog på linje med de eksisterende virkemidler.

For begge virkemidler gælder, at den økologiske effekt er betinget af korrekt dimensionering, hensyntagen til lokale hydrologiske og geomorfologiske forhold samt reduktion af øvrige presfaktorer, herunder fysisk vedligeholdelse, spærringer og høj næringsstofbelastning. Det anbefales, at virkemidlerne i videst muligt omfang kombineres med supplerende tiltag såsom træplantning, udlægning af dødt ved, etablering af øer og begrænsning/ophør af grødeskæring.

5 Økonomi

Projektet omfatter en vurdering af et niveau for de forventede økonomiske udgifter, der vil være i forbindelse med anvendelse af de to nye virkemidler. Denne information er oparbejdet baseret på erfaringer fra vandløbsrestaureringsprojekter udført i fire kommuner samt fra Limfjordsrådets erfaringer på prissætning af restaureringsprojekter. Prisen er sat som minimums- til maksimumspris på de rapporterede projekter pr. enhed, så prisen afhænger selvfølgelig af størrelsen på projektet. Der gives eksempler på m³-priser for grus- og stenudlægning, gravearbejde og bortkørsel af jord samt priser på træplantning. Der gøres opmærksom på, at det er estimerede priser, med forbehold for store variationer. Prisen afhænger af blandt andet kørefasthed, adgangsforhold, mængder, entreprenør, brændstofpriser og generelle prisstigninger.

Tabel 1. Eksempler på enhedspriser for restaureringstiltag, udtrykt som m³- eller stykpriser.

Tiltag	Enhed	Enhedspris (kr.)
Grus (leveret og udlagt)	m ³	300-700
Sten (leveret og udlagt)	m ³	500-1000
Gravearbejde - planeres vandløbsnært	m ³	80-150
Gravearbejde - køres bort	m ³	275-400
Træer til plantning (150-200 cm høje) leveret og plantet	Stk.	500

6 Projekteksempler

Tabel 2 præsenterer eksempler på restaureringsprojekter, hvor virkemidlet brede stryg er anvendt. Tabellen angiver projekternes omfang med hensyn til strygenes størrelse, substratsammensætning og faldforhold. Eksemplerne er til inspiration og til visualisering af, at virkemidlerne kan variere rigtig meget i forhold til lokale forhold for de enkelte projekter.

Der foreligger ikke eksempler på projekter med virkemidlet bearbejdning af stejle brinker, herunder størrelsesforhold for jordafgravninger. Det vurderes imidlertid, at dette virkemiddel vil variere tilsvarende de eksempler, der er angivet i Tabel 1, afhængigt af de lokale projektforhold. For sammenlignelige størrelsesestimer vedrørende jordafgravning henvises til projekter under virkemidlet "Etablering af miniådale med genslyngning" i det eksisterende virkemiddelkatalog (DCE, Technical Report No. 341, 2019).

Tabel 2. Eksempler på omfang af restaureringsprojekter med anvendelse af virkemidlet brede stryg. Projekternes sediment størrelser, strygenes størrelse, tidligere vandløbsbredde samt faldforhold er angivet.

Projekt	Virkemiddel	Sediment m ³				Stryg længde (m)	Stryg bredde (m)	Tidligere vandløbsbredde (m)	Fald (‰)
		Grus	Skjulsten	Stensikring/ opfyldning	Afgravet jord				
Grønå	Brede stryg	175	7		350	35	10	4,5	3,1
Grønå	Brede stryg	1285	10		1550	100	15	6	2
Nørreå	Brede stryg	235	2	199	300	30	15-20	4-10	2

7 Taksigelse

Tak til Torben Hansen fra Sportsfiskerforbundet og tidligere Aabenraa Kommune for levering af erfaringer og data, tak til Limfjordsrådet for erfaringsdeling og eksempler på prissætning, tak til Frederikshavn, Hjørring, Varde, Viborg og Ringkøbing-Skjern Kommune for projekter til inspiration.

8 Referencer

Andersen, D. K., Larsen, S. E., Johansson, L. S., Alnøe, A. B., & Baattrup-Pedersen, A. (2018). Udvikling af biologisk indeks for benthiske alger (fyto-benthos) i danske vandløb. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Videnskabelig rapport nr. 296, 42 s.

<http://dce2.au.dk/pub/SR296.pdf>

Baattrup-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. Videnskabelig rapport nr. 60, 32 s.

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

Baattrup-Pedersen, A., Göthe, E., Riis, T., Andersen, D. K., & Larsen, S. E. (2017). A new paradigm for biomonitoring: An example building on the Danish Stream Plant Index. *Methods in Ecology and Evolution*, 8, 297–307.

Bowler, D. E., Mant, R., Orr, H., Hannah, D. M., & Pullin, A. S. (2012). What are the effects of wooded riparian zones on stream temperature? *Environmental Evidence*, 1, 3. <https://doi.org/10.1186/2047-2382-1-3>

de Jager, M., Kaphingst, B., Janse, E. L., Buisman, R., Rinzema, S. G. T., & Soons, M. B. (2019). Seed size regulates plant dispersal distances in flowing water. *Journal of Ecology*, 107, 307–317. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13054>

Fejerskov, M. L., Alnøe, A. B., Kristensen, E. A., & Jepsen, N. (2019). Virkemidler til forbedring af de fysiske forhold i vandløb (version 2). Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Videnskabelig rapport nr. 341. <http://dce2.au.dk/pub/SR341.pdf>

Forio, M. A. E., De Troyer, N., Lock, K., Witing, F., Baert, L., Saeyer, N. D., Rîșnoveanu, G., Popescu, C., Burdon, F. J., Kupilas, B., Friberg, N., Boets, P., Volk, M., McKie, B. G., & Goethals, P. (2020). Small patches of riparian woody vegetation enhance biodiversity of invertebrates. *Water*, 12(11), 3070. <https://doi.org/10.3390/w12113070>

Gurnell, A. M., & Petts, G. E. (2002). Island-dominated landscapes of large floodplain rivers: A European perspective. *Freshwater Biology*, 47, 581–600. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00923.x>

Hawley, R. J., MacMannis, K. R., Wooten, M. S., Fet, E. V., & Korth, N. L. (2020). Suburban stream erosion rates in northern Kentucky exceed reference channels by an order of magnitude and follow predictable trajectories of channel evolution. *Geomorphology*, 352, 106998. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.106998>

Kail, J., Brabec, K., Poppe, M., & Januschke, K. (2015). The effect of river restoration on fish, macroinvertebrates and aquatic macrophytes: A meta-analysis. *Ecological Indicators*, 58, 311–321.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.06.011>

Khan, S., Fryirs, K. A., & Ralph, T. J. (2021). Geomorphic controls on the diversity and patterns of fluvial forms along longitudinal profiles. *CATENA*, 203, 105329. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105329>

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. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet.

Kristensen, E. A., Jepsen, N., Nielsen, J., Pedersen, S., & Koed, A. (2014). Dansk fiskeindeks for vandløb (DFFV). Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Videnskabelig rapport nr. 95, 58 s. <http://dce2.au.dk/pub/SR95.pdf>

Mason, R. J., Johnson, M. F., Wohl, E., Russell, C. E., Olden, J. D., Polvi, L. E., Rice, S. P., Hemsworth, M. J., Sponseller, R. A., & Thorne, C. R. (2025). Rebalancing river lateral connectivity: An interdisciplinary focus for research and management. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 12, e1766.

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

Nielsen, J., & Sivebæk, F. (2016). Sådan laver man gydebanker for laksefisk: Genskab de naturlige stryg med et varieret dyre- og planteliv. DTU Aqua.

Pedersen, T. C. M., Baattrup-Pedersen, A., Madsen, T. V. (2006): Effects of stream restoration and management on plant communities in lowland streams. *Freshwater Biology* 51: 161-179.

Riis, T. (2008). Dispersal and colonisation of plants in lowland streams: Success rates and bottlenecks. *Hydrobiologia*, 596, 341-351. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9107-0>

Riis, T., Kelly-Quinn, M., Aguiar, F. C., Manolaki, P., Bruno, D., Bejarano, M. D., et al. (2020). Global overview of ecosystem services provided by riparian vegetation. *BioScience*, 70, 501-514.