

Notat

Sandvandringens indflydelse på fiskebestande i danske vandløb

Danmarks Sportsfiskerforbund har bedt Danmarks Fiskeriundersøgelser om at besvare nogle spørgsmål om sandvandring, sandfang og fiskebestande i vandløb. Disse emner berører flere videnskabelige fagområder, herunder hydrologi, geologi og vandløbskemi. Danmarks Fiskeriundersøgelser har i svarene fokuseret på forhold der alene berører fiskebestande. Der er især taget udgangspunkt i hvordan sandvandringen påvirker ørredbestande, da det er for denne art der foreligger mest videnskabelig dokumentation, og da fiskene har nogle basale krav til deres gyde- og opvækstområder som skal være opfyldt, gælder dette uanset om fiskene lever i små eller store vandløb.

Danmarks Fiskeriundersøgelser skal indledningsvis gøre opmærksom på, at vi betragter etablering af sandfang som symptombehandling, og det kan kun anbefales at man afsøger alle muligheder for at stoppe årsagen til sandvandring ved kilden. Det er dog vores vurdering at mange vandløb er påvirket af menneskelige aktiviteter i en sådan grad at sandvandringen ikke kan reduceres til et niveau hvor laksefisk kan gyde med succes, med mindre gyde- og opvækstarealerne bliver beskyttet af sandfang (foto 1.). Da sandet kan opsamles i sandfang vil det reducere behovet for at foretage hårdhændet opgravning på lange strækninger. Opgravning af vandløb vil ofte være til stor skade for både fisk, dyr og planter.

Indledning

De danske vandløb har igennem de sidste 100 år gennemgået store forandringer. Hvor vandløbene tidligere bugtede sig uberørt i landskabet, er ca. 98 % af de danske vandløb på et tidspunkt blevet reguleret og ofte uddybet på kortere eller længere strækninger. Denne fysiske behandling af vandløbene er foretaget med henblik på at sikre en hurtig afvanding fra landbrugsarealerne. For at fastholde vandløbenes evne til effektivt at aflede vand, har vedligeholdelse af vandløbene ofte været hårdhændet med maskinel oprensning og hyppig grødeslåning[1]. Foruden de fysiske forringelser har en stor del af vandløbene tidligere været forurenede med spildevand. Dårlige fysiske forhold og dårlig vandkvalitet har tilsammen betydet at dyre- og plantelivet blev påvirket negativt med få arter.

Det er ikke kun vandløbenes udformning der er blevet påvirket af den intensive landbrugsdrift, også dræning af de ånære arealer har påvirket vandløbene, så der bl.a. sker en hurtigere og mere punktvis afstrømning. De senere årtiers forøgelse af de befæstede arealer medfører også en hurtigere og mere punktvis afstrømning. Forløbet fra regnvandet rammer jorden, og til at det når frem til vandløbene er derfor ikke længere naturligt.

Når vandløbet ved udretning placeres med et løb gennem jordbund, hvor bundmaterialet ikke i samme omfang som den oprindelige vandløbsbund er modstandsdygtigt overfor erosion, vil vandet bortvaske finkornede partikler og dermed erodere vandløbsbunden og brinkerne i forhold til hvor modstandsdygtigt jordbunden er overfor erosion.

Ved udretningen er der i de fleste tilfælde endvidere anlagt forholdsvis stejlt skrånende brinker, der vil være følsomme overfor erosion, i særdeleshed ved store afstrømninger.

Samlet set betyder ovenstående, at størstedelen af de danske vandløb i dag befinder sig i en ubalance, hvor deres naturlige hydraulik (egenskaber) er sat delvis ud af kraft.

I et naturligt slynget vandløb, vil vandet erodere brinkerne og sedimentet blive aflejret nedstrøms i de næste sving, og denne proces skaber naturlige slyngninger på vandløbene. I vandløb der er reguleret og udrettet er den naturlige hydraulik sat ud af kraft, og mængden af sediment der transporteres vil ofte være forøget, sammenlignet med det uberørte vandløb. Dette sediment vil af strømmen blive transporteret ned igennem vandløbet. De regulerede vandløb er typisk dybtliggende i engene, ofte 1-3 meter under det omkringliggende terræn, hvilket betyder at strømmen kan erodere i unaturligt høje brinker. Nedbør føres hurtigt til vandløbet, dels fra befæstede arealer, dels gennem dræn og grøfter og vandføringen kan i løbet af kort tid stige til unaturlige størrelser med mulighed for forøget erosion i brinker og bund[2].

Den menneskelige påvirkning af både vandløb og de ånære arealer har øget omfanget af sandvandring i vandløbene[3] og udgør en grundlæggende og udbredt problemstilling i vore vandløb [3-7].

Problemet er også internationalt anerkendt som et stort problem [8-13]. I USA, hvor man har haft mere fokus på disse problemstillinger end tilfældet har været herhjemme, anføres finkornet sediment som værende den største kilde til vandløbsforurening [14].

Kilderne

Finkornet sediment (sand) i de danske vandløb stammer fra en række kilder, hvor nogle er mere diffuse eller udbredte og andre er punktformigt forekommende:

1. Erosion fra brinker og vandløbsbund.
2. Udvaskning fra dyrkede marker.
3. Sandtransport gennem drænledninger.
4. Udvaskning fra byområder.

Erosion fra især brinkerne synes generelt at være den mest betydende i danske vandløb [15-17].

Transport gennem dræn synes lokalt at kunne bidrage med betydelige mængder sand [18].

Erosionen fra vandløbsbrinkerne er vist at være større i sandede områder, sammenlignet med områder med lerjord, ligesom den er afhængig af hvor stejl brinken er.

Erosionen fra brinkerne kan endvidere forøges ved manglende hegning for kreaturer, ved nedtrædning og ved dyrkning (kørsel) nær ved brinken.

Erosionen fra dyrket mark kan bestå i udvaskning ved kraftig nedbør og ved vinderosion. Erosion ved udvaskning vil afhænge af typen af jordbehandlingen (f.eks. pløjeretning i forhold til markernes hældning) og hældningsforholdene i området.

Udvaskning fra dyrket mark kan effektivt imødegås ved udlægning af udyrkede bræmmer langs vandløbene [19].

Udvaskningen fra byområder kan være betydelig, og betydningen af befæstede arealer meget stor idet afstrømningen herfra foregår hurtigt, hvilket forøger vandløbenes eroderende kraft.

Geografisk variation

Der er geografisk stor forskel på størrelsen af sandvandring i vandløbene. I områder, hvor undergrunden har et stort indhold af sten- og grusmateriale, er vandløbene kun påvirket i begrænset omfang, hvorimod vandløb der løber på hedesletter med et stort indhold af sand i undergrunden er påvirkede i betydeligt omfang. Der kan også lokalt være store variationer indenfor kort geografisk afstand i erosionen [15]. Generelt har sandvandringen et stort omfang i Nordjylland og vandløbene vest for den jyske højderyg, men også på både Fyn og Sjælland kan der forekomme en betydelig sandvandring.

Sandvandringens betydning for ørredbestandene

I mange vandløb har sandvandring på baggrund af den menneskelige påvirkning et unaturlig stort omfang der betyder en forringelse af levesteder for både fisk og smådyr, som påvirker fiskebestandene i en grad, så de i mange vandløb ikke kan opretholde selvreproducerende bestande.

I nogle områder har vandløbsmyndighederne vurderet, at op til 80 % af vandløbene ikke opfylder målsætningen pga. dårlige eller forringede fysiske forhold. Her er sandvandringen ofte den væsentligste årsag til manglende opfyldelse af målsætningen.

Danmarks Fiskeriundersøgelser undersøger hvert år ca. 1.000 lokaliteter i forskellige vandløb fordelt over hele Danmark. Formålet med undersøgelserne er at belyse om vandløbene er i stand til at opretholde en naturlig ørredbestand. De samme lokaliteter bliver undersøgt med ca. 7 års mellemrum, og undersøgelsen omfatter såvel besigtigelser alene som besigtigelser i forbindelse med kvalitative og kvantitative bestandsanalyser udført ved elektrofiskeri på udvalgte stationer i vandsystemet. Tilsanding af gydeområder er i mange tilfælde den primære årsag til at ørredbestandene ikke er selvreproducerende, og den største fremgang i ørredbestande er konstateret i de vandløb, hvor der er fjernet spærringer og hvor omfanget af sandvandring er lille.

En undersøgelse af både naturlige og kunstige gydebanker i vandløb, hvor der er sandvandring, har vist at grusområderne pga. sandvandring enten var helt uegnet til gydning eller kun producerede ganske lidt ørredyngel. I nogle vandløb var gydebankerne helt dækket af sand [20]. Disse undersøgelser blev foretaget i vandløb hvor der ikke var sandfang.

Undersøgelser har vist at sedimenttransporten øges når vandføringen stiger. I Danmark er der størst vandføring i perioden november-april. Det betyder at sandvandringen er størst i de måneder hvor blandt andet laks- og ørredæg er begravet i gydebankerne. Det er også påvist, at stor sandvandring betyder tilsanding af de gydebanker hvor laksefiskene har nedgravet deres befrugtede æg [2, 5, 11, 21, 22].

Indlejring af sand i gydebanker med ørred- og lakseæg medfører forringet overlevelse og i nogle tilfælde slet ingen overlevelse. Årsagen til den ringe overlevelse er mangel på ilt som kvæler æg og larver. For overlevelsen af æggene viser det sig at indlejringen af sand betyder at der med en given andel af sand i sedimentet findes en bestemt overlevelsesdybde [7, 11, 21]. I vandløb med stor sandvandring vil det oftest kun være de æg der er begravet få cm nede i vandløbsbunden, som har en reel chance for at overleve, da de æg som er begravet dybest ikke overlever. Indlejringen af sand i gydesubstratet kan ske meget hurtigt, idet alle hulrum kan være fyldt op på blot 1 uge [11]. Fiskelarverne der befinder sig i gruset kan også blive fysisk forhindret i at vandre op igennem gydegruset og op til vandfasen, når de har opbrugt deres blommesæk og skal op fra hulrummene i gruset.

Mange fiskearter er ikke kun påvirket af sandvandring i æg og larvestadiet. Da en del af vandløbets organismer er territoriehævdende, herunder ørred og laks, er det velkendt at størrelsen af territorierne bl.a. afhænger af om fiskene er visuelt isolerede [23]. Antallet af fisk der kan eksistere indenfor et givet areal er dermed direkte bestemt af vandløbsbundens fysiske struktur. Dette er også observeret i en undersøgelse af DFU og Danmarks Miljøundersøgelser (egne observationer) hvor det konstateres, at ørred meget sjældent findes på sandbund, hvor sandbunden ikke indgår i et mosaiklandskab med andre, grovere, former for substrat, eller hvor der er et passende skjul og strømlæ tilstede.

I udrettede vandløb har man fjernet den oprindelige variation ved stryg og høl og derved er der skabt ens vanddybde på lange strækninger. Dette forstærkes hvis der aflejres fint sediment, der kan fylde høllerne op. Ofte er der mangel på dybe partier hvor de større fisk kan skjule sig. For ørred

synes de vigtigste parametre hos ældre fisk at være en kombination af tilstrækkeligt lav strømhastighed, tilstrækkelig dybde og tilstedeværelsen af skjul.

Sedimentet som transporteres med strømmen har direkte indflydelse på indholdet og udformningen af levesteder for organismer i vandløbet og i selve vandløbsbunden. I vandløb hvor der findes mange grove strukturer i bunden vil der være en større variation i de tilgængelige habitater. Består vandløbsbunden derimod overvejende af finkornet materiale, vil strømforholdene være mere homogene og udbuddet af habitater være mere snævert.

For invertebraterne i vandløbene gælder generelt at jo mere groft og dermed komplekst sedimentet er, jo mere varieret og talrig er invertebratfaunaen. Sandet substrat indeholder forholdsvis få arter og individer [24-26], og sandvandring kan påvirke bl.a. invertebraternes drift [2] Invertebrater er essentielle fødeemner for fiskene, herunder laksefiskene, og derfor påvirker sandvandringen indirekte fiskebestanden gennem udbuddet og mængden af fødeemner for fiskene.

Sandfangenes betydning for vandløbene.

Erosion og transport af sediment er en naturligt forekommende proces i alle vandløb. I de danske vandløb, der generelt løbet i et landskab med en geologi der er let at erodere, og hvor vandløbene med ganske få undtagelser ikke kan betegnes som uforstyrrede er denne erosion ved menneskelig aktivitet stærkt forøget. Så vidt det er muligt bør det forhindres at unaturligt store sandmængder når frem til vandløbene, og det må anbefales at man lokalt søger at kortlægge kilderne til sandet nærmere (brinker, vandløbsbund, dræn, dyrkede arealer).

På grund af den diffuse karakter af sedimentets oprindelse (brinker) kan dette dog være uhyre vanskeligt. Sandfang anlagt i selve vandløbet kan derfor være en udvej til at sikre at særligt værdifulde strækninger friholdes for unaturligt store sandmængder.

Alternativet til at anlægge egentlige sandfang vil mange steder være tilbagevendende oprensninger af lange strækninger af vandløbet med maskine, og eventuelt hyppig grødeslåning for at sikre at vandløbets evne til at aflede vand. Dette er meget kraftige indgreb, der generelt må formodes at have langt større negative virkninger i vandløbet end sandfang anlagt korrekt.

Anlægges sandfang vil dette erfaringsmæssigt have en række effekter på vandløbet. Selve sandfanget, der generelt anlægges med en længde på ca. 10 x vandløbsbredden og med en bredde på 2 – 3 x vandløbsbredden har i sig selv en forholdsvis begrænset biologisk effekt.

Betydningen af, at sedimentet fjernes kan være mere vidtrækkende, idet det strømmende vand, når det ikke længere transporterer sediment får en forøget eroderende evne.

Dersom sandfang (eller for den sags skyld dæmninger) anlægges hvor der ikke er stabile bundforhold og brinkforhold nedstrøms (forstået som modstandsdygtige overfor erosion, dvs. bestående af enten sten, grus eller fast ler), kan det forventes at vandløbet vil erodere vandløbsbund og brinker indtil der er balance mellem sedimenttransporten og vandets kraft. På samme måde kan en ikke-sikret opstrøms kant ind i sandfanget betyde at der eroderes opstrøms i vandløbet [15, 27-29].

Anlægges der sandfang, bør det derfor sikres at der er stabile bundforhold nedstrøms og at det opstrøms indløb sikres mod erosion, idet erosionen ellers vil øges. Det er derfor gavnligt på flere måder at der oftest bliver udlagt gydegrus umiddelbart nedstrøms sandfang.

En sådan proces må formodes at indtræffe uanset oprindelsen af opstemningen – således ved broer, dambrugsoptemninger, vandkraftværker og bæverdæmninger, hvor de sidste må formodes at være af mere ustabil natur. Pludselig udskylning af det opsamlede sediment vil yderligere have en række negative biologiske effekter [30].

Konklusion

Sammenfattende kan det konkluderes, at i de vandløb hvor man ikke i tilstrækkeligt omfang kan reducere sandvandringen ved at stoppe tilførslen af sand ved kilden, vil det være gavnligt at anvende sandfang som en foranstaltning der kan reducere sandvandringen. Man kan på denne måde, hvis bundforholdene nedstrøms sandfanget er stabile, sikre forbedrede leveforhold for vandløbets dyreliv nedstrøms sandfanget. Overlevelsen af nedgravede æg fra ørred og laks kan forbedres, en mere varieret habitat for fiskefaunaen kan sikres og det samme er tilfældet for invertebrater

Specifikke spørgsmål stillet af Danmarks Sportsfiskerforbund.

1. Sandvandringens betydning for fiskepopulationen i vandløb

Vandkvaliteten har sammen med de fysiske forhold en stor indflydelse på fiskebestanden i de danske vandløb. Sandvandringen er en vigtig faktor i forbindelse med kvaliteten af de fysiske forhold, jo større sandvandring, jo dårligere fysiske forhold og deraf negative påvirkninger af fiskebestandene og deres fødegrundlag [8, 14, 21]. Det vurderes at sandvandring i høj grad påvirker gydesuccesen for bl.a. ørreder og laks [7, 11, 21, 22, 31, 32].

2. Sandfangenes betydning for fiskepopulationen i vandløb

Det er DFU's vurdering, at det for mange vandløb gælder, at etablering af en selvreproducerende ørredbestand, forudsætter at sandvandringen bliver reduceret betydeligt. Såfremt man ikke i tilstrækkelig omfang kan reducere sandvandringen bl.a. ved at stoppe tilførslen af sand ved kilden, vil det være gavnligt at anvende sandfang som en foranstaltning til at reducere sandvandringen over gydebankerne [21] og dermed sikre en stærkt forbedret gydesucces.

I udrettede vandløb har man fjernet den oprindelige variation ved stryg og høl og derved er der skabt ensartet vanddybde på lange strækninger. Ofte er der mangel på dybe partier hvor de større fisk kan skjule sig. For ørred synes de vigtigste parametre hos ældre fisk at være en kombination af tilstrækkeligt lav strømhastighed, tilstrækkelig dybde og tilstedeværelsen af skjul [33]. En reduktion af sandvandringen vurderes derfor at have en positiv effekt overfor fiskepopulationen [8].

3. Konsekvenserne for fiskepopulationen i vandløb med sandvandring af et eventuelt ophør med etablering af sandfang

I forlængelse af DFU's revisioner af udsætningsplanerne for de danske vandsystemer, kan det konstateres, at der i forhold til kvaliteten af de enkelte biotoper kun findes tilfredsstillende tætheder af ørreder i et forholdsvis begrænset antal af de danske vandløb, hvor sandvandring er et problem.

I hovedparten af vandløbene hvor der er fri passage og hvor der ikke er tilfredsstillende ørredbestande, vurderes det, at sandvandring og hårdhændet vedligeholdelse er den betydeligste årsag til at bestandene ikke er optimale. I et mindre antal af de pågældende vandløb vil en håndhævelse af den gældende lovgivning (afhegning og bræmmebredde) sammen med en mere skånsom udført vandløbsvedligeholdelse, mindske omfanget af sandvandringen i tilstrækkelig grad.

I størstedelen af vandløbene er det muligvis ikke tilstrækkeligt at håndhæve loven om dyrkningsfrie bræmmer langs vandløbene. Her skal der foretages egentlige gennemgribende indgreb, fx ved at formindske erosionen fra brinkerne (dette kan være ved sikring af brinkerne med stabilt materiale som sten eller ved at etablere mindre stejle brinker, med en stabil beplantning), stoppe drænen eller anlægge lokale sandfang ved drænudløb der transporterer sand, hæve bunden eller ved at genslynge vandløbene, hvis sandvandringen skal begrænses i tilstrækkelig omfang, så der kan opnås stabile tilstande, så bl.a. tilfredsstillende ørredbestande kan opnås. I disse vandløb vil et ophør af muligheden for at etablere sandfang, medføre at man ikke kan sikre udvalgte strækninger forhold

der gør gydning og overlevelse af ørredæg mulige. Der vil derfor ikke kunne opnås bestande af ørred med tætheder, der svarer til biotopen, før der gennemføres indgreb, som skitseret ovenfor.

4. Konsekvenserne for opnåelse af gunstig bevaringsstatus for habitatarterne laks, snæbel og lampretter i vest- og sydvestjyske vandløb samt lampretter i andre vandløb på kort og lang sigt ved fravær af sandfang.

For at en art kan opnå gunstig bevaringsstatus er det en forudsætning at den selv kan opretholde en bestand uden bidrag fra udsætninger, hvilket i dag ikke er tilfældet for snæbel- og laksebestandene. For bestandene af lampretter foreligger der begrænset biologisk viden. De nævnte arter gyder alle i groft materiale såsom sten og grus - dog anvender snæblen også vandplanter.

Laks og snæbel gyder primært i de større vandløb altså især i vandløbenes hovedløb. For begge arter gælder, at der mangler tilstrækkelig velegnede gyde- og opvækstområder.

I de kommende år skal der som beskrevet i forvaltningsplanerne for snæbel og laks, etableres mange nye gyde- og opvækstområder i de vestjyske vandløb. Såfremt man ikke samtidig sætter ind for at begrænse mængden af sand, der kommer fra de strækninger der er beliggende opstrøms områderne, herunder via udledninger fra tilløbene (foto 3), er der begrundet bekymring for at en stor del af de nyetablerede arealer sander til indenfor blot nogle få år, hvilket er observeret i flere af de ådalsprojekter, der er gennemført indenfor de sidste 5-10 år [20]. For snæbel synes sandfang sammen med andre tiltag lokalt at have haft betydning for bestandens overlevelse [34].

Den bedste løsning til at beskytte gydeområder mod tilsanding er at genslynge en stor del af ikke alene hovedløbene, men også tilløbene, således at man samtidig med etablering af nye gyde- og opvækstarealer, løser de miljømæssige problemer en gang for alle, i både tilløb og hovedløb. En sådan løsning vil kræve meget store investeringer og er dermed umiddelbart ikke realistisk indenfor de nærmeste år.

Den billigste og hurtigste løsning er imidlertid at gennemføre projekterne med etablering af nye gyde- og opvækstarealer, og samtidig etablere sandfang i en del af tilløbene, således at man reducerer udledningen af sand fra tilløbene (foto 3) og derved i nogen grad beskytter de nye grusarealer i hovedløbene mod tilsanding. En undersøgelse har vist, at velfungerende sandfang kan reducere indlejring af sediment i ørredens gydebanke med op til 75 %. Samtidig viste undersøgelsen at fem af otte sandfang var i stand til at tilbageholde sediment i et sådant omfang, at overlevelsen for ørredæg og -yngel var signifikant forbedret [21]. Ved anvendelse af denne løsning, kan man formentlig relativt hurtigt etablere det nødvendige antal gyde- og opvækstområder og samtidig forvente at reproducerende bestande kan være en realitet få år efter at projekterne er gennemført.

Man kan alternativt vælge alene at gennemføre selve vandløbsrestaureringprojekterne uden etablering af sandfang og se tiden an, hvilket kan betyde at man nogle år senere bliver nødt til enten at foretage indgreb der begrænser sandvandringen eller etablere væsentlig flere gydearealer, for at sikre reproduktion i tilstrækkeligt omfang. Det er næppe muligt på forhånd at beregne hvor stor en andel af gydeområderne der vil sander til. I nogle tilfælde kan det være en mindre andel og i andre tilfælde være størstedelen. Ved anvendelse af denne løsning, er den fremtidige gydesucces behæftet med en stor usikkerhed og det er derfor næppe muligt at vurdere, hvornår man kan forvente gunstig bevaringsstatus for de nævnte arter.

5. Betydningen for fiskepopulationen af sandfang i mindre gyde- og opvækstvandløb og tilsvarende for hovedløb.

Der henvises til de foregående besvarelser, herunder specielt spørgsmål 3 og 4.

6. Konsekvenserne for Fødevareministeriets bestræbelser på bestandsophjælpning i vandløb ved hjælp af vandløbsrestaurering, herunder udlægning af gydegrus ved ophør med etablering af sandfang.

Midler fra fisketegnet bliver i større omfang end tidligere anvendt til vandløbsrestaurering, herunder udlægning af gydegrus. Formålet med at udlægge gydegrus er naturligvis at laksefiskene skal kunne gyde med succes. Såfremt man i vandløb med stor sandvandring ikke kan stoppe sandet ved kilden eller i et sandfang, vil det udlagte grus ofte sande til i løbet af nogle få år, og funktionen som gydeområde vil ophøre.

7. Konkrete erfaringer med udlægning af gydegrus i vandløb uden sandfang.

I vandløb hvor der er en begrænset sandvandring kan der godt være tilfredsstillende ørredtætheder og dermed ikke behov for sandfang. Danmarks Fiskeriundersøgelser har erfaret at udlægning af gydegrus har været uden positivt resultat og ofte har sandindlejringen været årsagen [20]. Tidligere har man fokuseret på, at tilstrækkelig hældning på gydearealerne og deraf stor vandhastighed forhindrede at gydebankerne tilsandede. Denne opfattelse er imidlertid ikke korrekt, idet det i vandløb med stor sandvandring ikke kan undgås at gydebanker tilsander uanset strømhastigheden (foto 1, 2, 4 og 7). Ved stor vandføring indlejres sandet dybere i gruset, hvor sandet finder strømlæ i gydegrusets hulrum. Uanset om sandet dækker fortrinsvis det øverste lag grus i gydebanken eller ligger længere nede i gruset lukkes gydebankerne for gennemstrømmende vand med det resultat, at ørredæg bliver kvalt. Hvis sandet fortrinsvis ligger øverst i gydebanken kan sanddækket have det resultat at overlevende fiskelarver ikke er i stand til fysisk at gennembryde sandlaget, når de er færdigudviklede og skal forlade gydegruset [2]. Vejle Amt har udgivet en rapport omkring sandvandring [7], og her var en af konklusionerne, at de gydebanker som havde den største indlejring af sand faktisk var der, hvor vandhastigheden var højest. Etablering af sandfang har vist sig at være en effektiv løsning (foto 5 og 6) som hindrer, at sandet når frem til grusbankerne [35].

8. Om muligt en vurdering af, hvilke fiskearter der påvirkes negativt af sandtransport.

En forudsætning for at flere fiskearter (især laksefisk) kan formere sig er at de kan gyde i groft materiale som grus og sten. For nogle arter kan dette i nogen grad erstattes af andre strukturer som f.eks. planter. Det gælder arter som strømskallen, elritse og grundlingen der under ét kan henregnes til gruppen af lithofile gydere, hvor æggene fortrinsvis deponeres oven på sten og grus, hvortil disse klæber indtil klækning. En forudsætning for at arter som ørred, laks, stalling og lampretter kan formere sig er, at de har adgang til sten og grus uden indlejring af sand. Utallige undersøgelser har vist at sandindlejring i gydegruset reducerer overlevelsen af befrugtede æg [35] i en grad som helt eller delvis forhindrer naturlige bestande.

Referencer:

1. Brookes, A., *Channelized Rivers. Perspectives for Environmental Management*. 1990: John Wiley & Sons.
2. Wood, P.J. and P.D. Armitage, *Biological effects of fine sediment in the lotic environment*. Environmental Management, 1997. **21**(2): p. 203-217.
3. Schultz, K.E., *Sandvandring i vandløbene*. Stads- og Havneingeniøren, 1980. **9**: p. 327-330.
4. Sivebæk, F. and A.R. Jensen, *Laksefiskene og fiskeriet i vadehavsområdet - Supplerende undersøgelser. Samarbejdsprojekt mellem Danmarks Fiskeriundersøgelser, Ribe Amt og Sønderjyllands Amt. DFU-rapport nr. 40b-97*. 1997.
5. Larsen, K.H. and P.W. Henriksen, *Sandvandring ødelægger ørredens yngel*. Vand og Miljø, 1992. **9**(6): p. 188-192.
6. Henriksen, P.W. and R. Frederiksborg, *Storstrøms og Vestsjællands amter, Ørreder på Sjælland og Lolland-Falster. Bestande og gydeforhold 1998-2002. Udbredelse og kvalitet af gydeegnet bund, gydningens omfang og lokalisering samt en sammenligning mellem havørredbestande i 1960*. 2002, Frederiksborg, Roskilde, Storstrøms og Vestsjællands amter. p. 107 pp.
7. Henriksen, P.W. and N. B., *Sedimentindlejring i gydebanker og overlevelse af ørredens æg/yngel Gudenå, Holtum Å, Vejle Å og Bygholm Å. Projekt udført for Vejle Amt af Limno Consult*. 2004.
8. Alexander, G.R. and E.A. Hansen, *Sand sediment in a Michigan trout stream Part 2. Effects of reducing sand bedload on a trout population*. North American Journal of Fisheries Management [N. AM. J. FISH. MANAGE.], 1983. **3**(4): p. 365-372.
9. Hansen, E.A., G.R. Alexander, and W.H. Dunn, *Sand sediment in a Michigan trout stream. Part 1. A technique for removing sand bedload from streams*. North American Journal of Fisheries Management [N. AM. J. FISH. MANAGE.], 1983. **3**(4): p. 355-364.
10. Prosser, I.P., et al., *Large-scale patterns of erosion and sediment transport in river networks, with examples from Australia*. Marine and Freshwater Research, 2001. **52**(1): p. 81-99.
11. Soulsby, C., et al., *Fine sediment influence on salmonid spawning habitat in a lowland agricultural stream: a preliminary assessment*. The Science of The Total Environment, 2001. **265**: p. 295-307.
12. Rubin, J.F., C. Glimsater, and T. Jarvi, *Characteristics and rehabilitation of the spawning habitats of the sea trout, Salmo trutta, in Gotland (Sweden)*. Fisheries Management and Ecology, 2004. **11**(1): p. 15-22.
13. Wood, P.J. and P.D. Armitage, *Sediment deposition in a small lowland stream - management implications*. REGULATED RIVERS: RESEARCH & MANAGEMENT, 1999. **15**: p. 199-210.
14. Waters, T.F., *Sediment in streams. Sources, biological effects, and control*. 1995, BETHESDA, MD (): AMERICAN FISHERIES SOCIETY. 251 pp.
15. Bartholdy, J., B. Hasholt, and M. Pejrup, *Sediment transport in the drainage area of Ribe Å*. Geografisk Tidsskrift, 1991. **91**: p. 1-10.
16. Rebsdorf, A., et al., *Ånære arealers samspil med vandløb. En sammenstilling af eksisterende viden*. Miljøprojekt nr 275. 1994, København: Miljøstyrelsen.
17. Laubel, A., et al., *Hydromorphological and biological factors influencing sediment and phosphorus loss via bank erosion in small lowland rural streams in Denmark*. Hydrological Processes, 2003. **17**(17): p. 3443-3463.
18. Jensen, K.E., *Give Kommune, personlig kommunikation*.
19. Kronvang, B., et al., *Buffer zones as a sink for sediment and phosphorus between the field and stream: Danish field experiences*. Water Science and Technology, 2005. **51**(3-4): p. 55-62.
20. Dieperink, C., et al., *Gydegrus i vandløb: Virker det efter 5 år ?* 2001: Seminar på DAVID Fagmøde d 12-13 august 2001, Skarrildhus. p. 10 pp.

21. Nielsen, B., *Sandfangs betydning for sedimentindlejring, iltforhold og overlevelse af ørredyngel (Salmo trutta L.) i gydegravninger*. Specialrapport, Biologisk Institut. 2003, Odense: Odense Universitet (SDU). 87.
22. Conallin, J., *The Negative Impacts of Sedimentation on Brown trout (Salmo trutta) Natural Recruitment, and the Management of Danish Streams*. The Journal of Transdisciplinary Environmental Studies, 2004. **3**(2): p. 12 pp.
23. Kalleberg, H., *Observations in a stream tank of territoriality and competition in juvenile salmon and trout (Salmo salar L. and S. trutta L.)*. Rep. Inst. Fresw. Res. Drottingholm, 1958. **39**: p. 55-98.
24. Olsen, H.-M., *Vandløbsorganismers habitatkrav - undersøgelser af betydningen af de fysiske forhold i vandløb. Del I. Sammenfatning, konklusion og perspektivering*. 1997, Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet.
25. Hynes, H.B.N., *The ecology of running waters*, Liverpool University Press, 555 pp. 1971.
26. Minshall, G.W., *Aquatic insect-substratum relationships*, in *The Ecology of aquatic insects*, V.H. Resh and D.M. Rosenberg, Editors. 1984. p. 625.
27. Kondolf, G.M., *Hungry water: Effects of dams and gravel mining on river channels*. Environmental Management, 1997. **21**(4): p. 533-551.
28. Grant, G.E., J.C. Schmidt, and S.L. Lewis, *A Geological Framework for Interpreting Downstream Effects of Dams on Rivers*. A Unique River Water Science and Application 7, 2003.
29. Donnelly, T.W., *Impoundment of Rivers - Sediment Regime and Its Effect on Benthos*. Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems, 1993. **3**(4): p. 331-342.
30. Doeg, T.J. and J.D. Koehn, *Effects of Draining and Desilting a Small Weir on Downstream Fish and Macroinvertebrates*. Regulated Rivers-Research & Management, 1994. **9**(4): p. 263-277.
31. Conallin, J., *The effect of sedimentation on the natural recruitment of brown trout (Salmo trutta) , in small danish streams*, in *Institut for Miljø, Teknologi og Samfund*. 2003, Roskilde Universitet. p. 90 pp.
32. Sivebæk, F., *Gydesucces hos laks (Salmo salar L.) og ørred (Salmo trutta L.) på kunstige og naturlige gydebanker*, in *Biologisk Institut*. 1995, Odense Universitet. p. 96.
33. Dunbar, M., et al., *Further validation of PHABSIM for the habitat requirements of salmonid fish*. 2001: Centre for Ecology and Hydrology Wallingford and Centre for Ecology and Hydrology Dorset. 218 pp.
34. Pihl, S. and K. Laursen, eds. *Kortlægning af arter omfattet af EF-Habitatdirektivet 1997-2000. Naturovervågning. Arbejdsrapport fra DMU nr 167*. 2002.
35. Frenz, C., H. Klinger, and H. Schuhmacher, *Interim report on the factors affecting grayling (Thymallus thymallus L.) and brown trout (Salmo trutta L.) populations in the River Lenne (North Rhine-Westphalia): Habitat, cormorants and angling*. Natur und Landschaft. Stuttgart [Nat. Landschaft], 1997. **72**(9): p. 401-407.

Fotos



Foto 1. Udlagt gydegrus som ikke er beskyttet af sandfang. Sandet triller ind over gruset og tildækker det så det ikke er anvendeligt til gydning.



Foto 2. Efter blot en måned var det udlagte gydegrus tildækket af sand.



Foto 3. Bliver sandvandringen i tilløbene ikke stoppet vil sandet trille ud i hovedløbene.



Foto 4. Gydegravning lavet af ørred i et mindre tilløb. Grusbunden ser umiddelbart ud til at være fri for sand men ved at fjerne den øverste centimeter grus ser man tydeligt at grusets hulrum er lukket af sand. Der blev ikke fundet levende æg i gydegravningen.

Sandvandring

Billederne er fra samme vandløb og taget med få meters mellemrum hhv. opstrøms og nedstrøms sandfanget. Foto af sandfanget er vist på næste side. Bemærk at træet på brinken kan ses på begge billeder.



Foto 5. Opstrøms sandfanget er bunden sandet.



Foto 6. Nedstrøms sandfanget er det udlagte gydegrus helt fri for sandindlejring.



Foto 7. Sandet triller ind i sandfanget hvor det tydeligvis aflejres. Det udlagte gydegrus umiddelbart nedstrøms er derved beskyttet mod tilsanding.