



Utlekking av gytegrus i tilknytning til terskler som habitatforbedrende tiltak for aure og laks

Bjørn T. Barlaup, LFI-Unifob, UiB
Sven Erik Gabrielsen, LFI-Unifob, UiB
Helge Skoglund, LFI-Unifob, UiB
Tore Wiers, LFI-Unifob, UiB

6
2006



RAPPORT MILJØBASERT VANNFØRING

FoU-programmet Miljøbasert vannføring

Programmet Miljøbasert vannføring har som mål å skaffe økt kunnskap om virkninger av sterkt redusert vannføring i vassdrag, slik at forvaltningen får et bedre faglig grunnlag for å fastsette vannføringen ved inngrep i vassdrag. Dette er aktuelt i forbindelse med nye vassdragskonsesjoner, revisjon av vilkår i gamle konsesjoner og som følge av den nye vannressursloven og EUs rammedirektiv for vann. Programmet finansieres av Olje- og energidepartementet og er forankret i Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE).

Programmets fase I har en tidsramme på fem år (2001-2005). Programmet er organisert med en styringsgruppe, bestående av representanter fra NVE med lederansvar, energibransjen, naturforvaltningen og interesseorganisasjoner, og et fagutvalg der ulike fagområder er representert. Den daglige ledelse og administrasjon av programmet er knyttet til Vannressursavdelingen i NVE.

Utlekking av gytegrus i tilknytning til terskler som habitatforbedrende tiltak for aure og laks

Rapport nr. 6 - 2006

Utlegging av gytegrus i tilknytning til terskler som habitatforbedrende tiltak for aure og laks

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfattere: Bjørn T. Barlaup, Sven Erik Gabrielsen, Helge Skoglund og Tore Wiers. LFI-Unifob, Universitetet i Bergen

Trykk: NVEs hustrykkeri

Forsidefoto: Aurerogn gytt i utlagt grus i Bjornesfjorden.
Foto: Bjørn T. Barlaup

ISSN: 1502-234X

ISBN: 82-410-0581-4

Sammendrag: Målsettingen for prosjektet har vært å vurdere utlegging av grus som et tiltak for å etablere nye gyteområder for aure og laks i tilknytning til terskler. Prosjektet er basert på erfaringer fra forsøk med utlegging av grus på sju lokaliteter fordelt på fem regulerte vassdrag. Resultatene viste at fisken gytt på samtlige grusflater og at gytesuksess, målt som overlevelse av egg i gyte-gropene om våren, var generelt god (> 80%). I vassdrag hvor tilgangen på gyteområder er lav, vil dette derfor være et viktig tiltak for å styrke den naturlige rekrutteringen. Imidlertid viser resultatene at utspyling av grus forekommer i løpet av få år på en relativt stor andel av områdene (3 av 7). Utspyling er derfor en betydelig utfordring som raskt kan gjøre tiltaket mislykket. Det er derfor et behov for kriterier for å bestemme stabiliteten av utlagt grus ved de gitte topografiske og hydrologiske forhold. Rapporten gir generelle anbefalinger for hvilke vannhastigheter, vanddyp og grussammensetninger en bør benytte ved tillaging av gyteplasser. Det er lagt særlig vekt på å tilpasse tiltaket til størrelsen på den aktuelle gytefisken.

Emneord: Resident aure, sjøaure, laks, rekruttering, gyteplasser.

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Februar 2006

Innhold

Forord	7
Sammendrag	9
1 INNLEDNING OG MÅLSETTING	11
2 METODER	13
3 RESULTATER OG DISKUSJON	15
3.1 Bruk og stabilitet	15
3.2 Gytesuksess for fisk som gyter i utlagt grus.....	17
3.3 Viktige kriterier for å lykkes med utlagt grus.....	20
4 KONKLUSJON	27
4.1 Vurdering av behov og muligheter	27
4.2 Valg av gytegrus	27
4.3 Tidspunkt for utlegging	27
4.4 Valg av utleggingssted	27
4.5 Areal og tykkelse av grusdekke	28
4.6 Vurdering av måloppnåelse	28
5 LITTERATUR	29

Forord

I forbindelse med vassdragsreguleringer og andre inngrep i vassdrag er det gitt pålegg om habitatjusterende tiltak for å redusere ulemper ved sterkt redusert vannføring. Tilgang på gyteområder kan være begrensende for bestander av laksefisk. Prosjektet "Utlekking av gytegrus i tilknytning til terskler som habitatforbedrende tiltak for aure og laks" har hatt som mål å vurdere utlegging av grus som et tiltak for å etablere nye gyteområder for laksefisk. I tillegg til at fisken tar i bruk utlagt gytegrus, er det vesentlig å undersøke om hvilken kornstørrelse som passer de ulike fiskeartene og om grusen holder seg stabil over tid.

Resultater fra dette prosjektet vil bidra til å øke praktisk viten om utlegging av gytegrus som habitatjusterende tiltak for laksefisk, slik at forvaltningen kan basere sine avgjørelser på kunnskap og erfaringer.

Oslo, februar 2006



Haavard Østhagen
leder styringsgruppe



John Brittain
programleder

Sammendrag

Tilgangen på gode gyteområder er viktig for rekrutteringen til bestander av laks og aure. I regulerte vassdrag vil ofte arealet og kvaliteten på gyteområdene bli redusert som følge av fysiske inngrep og redusert vannføring. Et mulig mottiltak er å etablere nye gyteområder ved å legge ut egnet grus. Målsettingen for dette prosjektet har vært å vurdere utlegging av grus som et tiltak for å etablere nye gyteområder. Det er lagt vekt på områder i tilknytning til terskler fordi en her finner vannhastigheter som fisken finner egent for gyting. Prosjektet er basert på erfaringer fra forsøk med utlegging av grus på sju lokaliteter fordelt på fem regulerte vassdrag. Tiltakene har vært rettet mot laks, sjøaure, og ferskvannsstasjonær aure. Resultatene viste at fisken gyte på samtlige grusflater allerede den første gytesesongen grusen var tilgjengelig. Dette gjenspeiler trolig at tiltakene er gjort i vassdrag hvor tilgangen på egnede gyteområder i utgangspunktet er lav. Gytesuksess, målt som overlevelse av egg i gytegroppene om våren, var generelt god (> 80%). I vassdrag hvor tilgangen på gyteområder er lav vil dette derfor være et viktig tiltak for å styrke den naturlige rekrutteringen.

Imidlertid viser resultatene at utspyling av grus forekommer i løpet av få år på en relativt stor andel av områdene (3 av 7). Utspyling er derfor en betydelig utfordring som raskt kan gjøre tiltaket mislykket. I slike tilfeller kan tiltaket også virke mot sin hensikt ved at fisken blir "lurt" til å gyte på området uten at dette resulterer i avkom. Det er derfor et behov for kriterier for å bestemme stabiliteten av utlagt grus ved de gitte topografiske og hydrologiske forhold.

Basert på resultatene fra undersøkelsene og beskrivelse av gytebiologi i litteraturen, er det gitt en generell anbefaling for hvilke vannhastigheter, vanddyp og grussammensetning en bør benytte ved tillaging av gyteplasser. Det er lagt særlig vekt på å tilpasse tiltaket til størrelsen på den aktuelle gytefisken. Det anbefales at tiltaket evalueres ved registrering av gyteaktivitet og eventuell utspyling av grus. Kunnskap om hvilke deler av det opprinnelige tiltaksområdet som blir liggende og hvilke deler fisken benytter for gyting vil da være essensielt for å justere tiltaket med tilførsel av ny grus. Resultatene fra områdene med grus lagt ut oppstrøms tersklene tilsier at fisken vil gyte på suboptimale forhold med tanke på vannhastighet og vanddyp dersom den ikke har tilgang på mer egnede gyteplasser. Dette kan tyde på at nye gyteområder kan plasseres lenger inn i terskelbasseng og høler hvor risikoen for utspyling er lav. Det er imidlertid et behov for flere undersøkelser av bruk og gytesuksess på slike suboptimale områder for å bestemme om dette er en egnet strategi.

1 INNLEDNING OG MÅLSETTING

I et uberørt elveleie vil en finne gyteplassene på steder med grusavsetninger. Lokaliseringen av avsetningene er bestemt av grustilførselen og vassdragets hydrologiske regime. Etter en regulering vil en del av avsetningene ikke lenger være tilgjengelige som gyteplasser grunnet fysiske inngrep, tørrlegging eller som følge av økt sedimentering eller begroing. Som følge av redusert vannføring vil det vanndekte arealet være redusert og konsentrert over den dypeste delen av den opprinnelige elveprofilen. Her vil bunnforholdene generelt være preget av grov stein og blokk, siden sorteringen av elvematerialet er bestemt av det hydrologiske regimet før regulering. Samlet kan dette resultere i at tilgangen på egnede gyteplasser blir begrenset som følge av regulering og redusert vannføring. I tillegg til en slik kvantitativ reduksjon av gyteområder er det også sannsynlig at effektene av regulering kan føre til kvalitative endringer av gyteforholdene. En uheldig kombinasjon er normal vannføring i gytetiden etterfulgt av lav vintervannføring som medfører tørrlegging av gytegroper og høy rognfødelighet. Redusert vannføring vil også kunne øke sedimentasjonsraten av finpartikulært materiale på gyteområdene og føre til oksygenmangel og eggfødelighet.

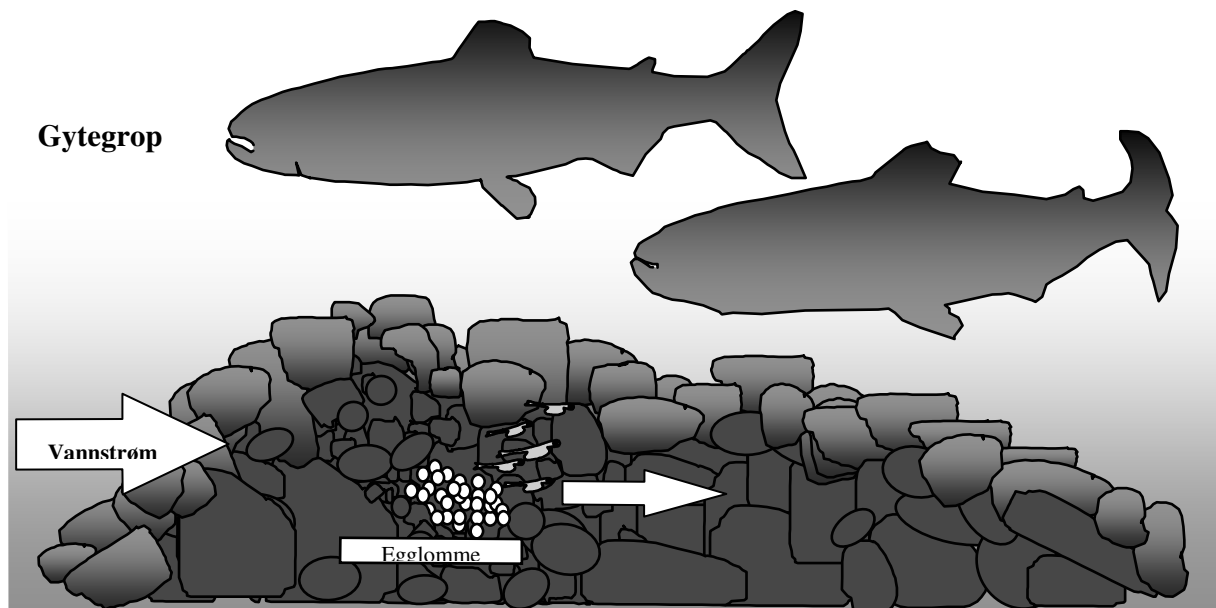
Ulike former for terskelbygging er ofte benyttet som avbøtende tiltak i regulerte vassdrag (Eie & Brittain 1990, Faugli et al. 1993, Sæterbø mfl., 1998). Hensikten med tersklene er som regel å bedre biologiske og/eller estetiske forhold i vassdraget. Tersklene skaper ofte endringer i strømforhold med lav strømhastighet i selve terskelbassenget, og økt vannhastighet på utløpet eller rett nedstrøms selve terskelen. Denne økte vannhastigheten kan utnyttes til å skape et nytt gyteområde. Bunnforholdene rundt terskelen vil imidlertid ofte bestå av grovt materiale som stein og blokk, og det er derfor nødvendig å tilføre riktig masse for å legge forholdene til rette for gyting.

Hovedmålet med dette prosjektet er å utarbeide anbefalinger for hvordan en kan etablere nye gyteområder for aure og laks ved å legge ut grus i tilknytning til terskler. Dette vurderes som et viktig tiltak i regulerte vassdrag hvor opprinnelige gyteområder er gått tapt og hvor rekrutteringen kan være begrenset av tilgangen på gyteområder. Prosjektet er basert på erfaringer med tillaging av gyteområder, særlig i forbindelse med terskler og generell kunnskap om gytebiologien hos laksefisk.

Generell gytebiologi

Gyteklare laks og aure søker seg om høsten fram til gyteområdene i rennende vann, der eggene graves ned i gytegroper i elvegrusen. Disse lages ved at hunnfisken legger kroppssiden ned mot elvebunnen og slår kraftig med sporen. Eggene slippes så ned i gropa og befruktes av en eller flere hannfisk. Deretter graver hunnfisken en ny grop like ovenfor og fyller samtidig grus over eggene i den første gropa. Fisken kan så gyte en ny porsjon med egg i den nye gropa. Resultatet kan ofte sees som et ovalt parti med omrørt grus på elvebunnen. Porsjonene med egg ("eggglommer") kan ligge på rekke i en og samme gytegrop (Ottaway et al. 1981; Crisp & Carling 1989), men som regel sprer hunnfisken egglommene i flere gytegroper på ulike plasser i elva (Barlaup et al. 1994, Garant et al. 2001, Taggart et al. 2001). Begrepet "gytegrop" blir brukt for å beskrive både et gytegropkompleks med flere eggglommer og hver enkel egglomme (**figur 1**). Det kan imidlertid være vanskelig å skille hvilke eggglommer som er gytt av ulike hunnfisk, da gytegroperne ofte kan ligge tett. I dette arbeidet blir gytegrop brukt synonymt med egglomme, siden dette er resultatet av en gyteakt.

Hunnfisken er selektiv ved valg av gyteplass, der de viktigste kriteriene synes å være en kombinasjon av bunnsstrat, vanddyb og vannhastighet (Crisp & Carling 1989). Typiske gyteplasser ligger ofte på utløp av kulper der en finner bunnsstratet av grus og stein og god vannstrøm. Tilbudet av potensielle gyteplasser vil naturlig variere innad i det enkelte vassdrag og mellom vassdrag. Videre vil tilbudet være avhengig av biologiske karakterer som gytefiskens størrelse.



Figur 1. Skjematisk framstilling av en gytegrøp hvor eggene ligger konsentrert i en eggelomme. Vannstrømmen gjennom grusen sikrer tilførsel av oksygenrikt vann. Etter at eggene er klekt vil plommesekkyngelen bli værende i grusen til plommesekken er nesten brukt opp. Da søker yngelen seg opp gjennom porene i grusen, forlater gytegrøpa og starter sitt liv som frittlevende yngel.

2 METODER

Data er samlet inn fra sju lokaliteter i fem ulike vassdrag hvor det er lagt ut grus for å etablere nye gyteområder. På fire av lokalitetene ble grusen lagt ut i forbindelse med terskler, mens de øvrige tre lokaliteter representerer områder som i stor grad er overførbare til terskelområder. Størrelse og utstrekning på grusutleggene er vist i **tabell 1**.

I Nidelva i Aust-Agder ble det høsten 2002 lagt ut gytegrus på tre lokaliteter på elvestrekningen nedstrøms Rygenefossen som er en strekning med minstevassføring. Bakgrunnen var at tidligere undersøkelser hadde vist at det var mangel på gyteområder for laks i denne delen av vassdraget (Ugedal et al. 2001). Den opprinnelige laksebestanden har gått tapt som følge av forsuring, men det vandrer likevel en betydelig mengde laks opp i vassdraget for å gyte. Reproduksjon av sjøaure synes hovedsakelig å foregå i sidevassdrag. På den ene lokaliteten ble grusen lagt ut på utløpet av en høl like nedstrøms Rygenefossen. På de to andre lokalitetene i dette vassdraget var grusen lagt like i forkant av to betongterskler ved utløpet av to store terskelbassenger.

På lokaliteten i Modalsvassdraget i Hordaland var det lagt ut grus på en terskelkrone i forbindelse med bygging av terskler på en elvestrekning med minstevannsføring oppstrøms en fisketrapp. Vassdraget har en levedyktig bestand av sjøaure, mens reproduksjon hos laks bare forekommer sporadisk, da den opprinnelige laksebestanden er utryddet som følge av forsuring.

Lokaliteten i Matreelva i Hordaland ligger på utløpet av Matrevatnet, som er en liten innsjø midt i den anadrome delen av vassdraget. Denne lokaliteten var tidligere det viktigste gyteområdet for sjøaure i vassdraget, men var i ferd med å bli ødelagt av sedimentering og begroing. Gyteområdet ble restaurert ved å bygge en ledebune for å konsentrere strømmen over området, og ved å legge ut gytegrus. Vassdraget har en livskraftig sjøaurebestand, men vannføring er betydelig redusert som følge av regulering. Også i dette vassdraget har den opprinnelige laksebestanden blitt utryddet av forsuring. Sporadisk reproduksjon av laks har imidlertid forekommet i vassdraget de senere årene.

Lokaliteten i Daleelva i Hordaland ligger på en strekning med minstevassføring, der gytegrus ble lagt ut like nedstrøms en terskel. Vassdraget har levedyktige bestander av både sjøaure og laks, men på strekningen der det ble lagt ut grus er det hovedsakelig sjøaure som gyter.

Den siste lokaliteten ligger på utløpet av Bjornesfjorden på Hardangervidda, hvor det ble lagt ut grus for å restaurere et gyteområde for innlandsaure vinteren 2002. Bakgrunnen for restaureringen var at det opprinnelige gyteområdet ble ødelagt i forbindelse med en midlertidig senking av innsjøen i 1959 (Barlaup et al. 2000).

Tabell 1. Oversikt over forsøkslokaliteter hvor det er lagt ut grus i tilknytning til terskler, ledebune (Matreelva) eller utløpsos av innsjø (Bjornesfjorden).

Vassdrag og lokalitet	År for etablering av gyteområde	Målgruppe	Areal av grusutlegg (ca.)
Nidelva v/ utløp fabrikkhøl nedstrøms Rygenefossen	Høsten 2002	Laks (sjøaure)	24×4 m + 8×5 m = 136 m ²
Nidelva v/ utløp Strubru terskel	Høsten 2002	Laks (sjøaure)	21×10 m = 210 m ²
Nidelva v/ utløp Kalvehagefossen terskel	Høsten 2002	Laks (sjøaure)	11×10 m = 110 m ²
Modalselva v/ utløp terskel Almeli	Høsten 1999	Sjøaure (laks)	30×10 m = 300 m ²
Matreelva v/ledebune utløp Matrevatn*	Høsten 2001*	Sjøaure (laks)	40×6 m = 240 m ²
Daleelva nedstrøms terskel	Høsten 2002**	Laks og sjøaure	10×8 m = 80m ²
Bjornesfjorden i utløpsos	Vinteren 2002	Innlandsaure	29×17 m = 493 m ² ***

*Supplerende grus lagt ut høsten 2002

**Supplerende grus lagt ut høsten 2003

*** Grusen ble lagt i striper og ikke over hele området

På samtlige områder ble gytegrøpene lokalisert ved dykking eller vading. Den enkelte gytegrøp ble bekreftet etter funn av eggglomme ved å grave forsiktig ved bruk av en spesiellaget spade. Fra hver grøp ble et utvalg rognkorn innsamlet ved bruk av hov. For et utvalg av gytegrøpene ble det målt vanddyb (avstand fra grusoverflaten til vannoverflaten), vannhastighet (gjennomsnittlig vannhastighet i vannsøylen), antall levende og døde rogn eller plommeseekkyngel, og gravedyb (avstand fra grusoverflate ned til eggglommen). På lokalitetene med anadrome bestander ble rogn i den enkelte gytegrøp artsbestemt ved bruk av genetisk analyse (Mork & Heggberget 1984; Vuorinen & Piironen 1984). Andelen levende egg av totalt antall egg innsamlet er brukt som mål på eggoverlevelse. I tillegg ble det tatt grusprøver fra et utvalg av gytegrøpene.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Bruk og stabilitet

På samtlige grusutlegg ble det funnet gytegroper allerede den første gytesesongen fisken hadde tilgang på områdene (**tabell 2**). Disse resultatene viser at gytefisken er rask til å ta i bruk områdene og at områdene fungerer som nye gyteområder. Liknende resultat, hvor fisken tar i bruk kunstig tillaget gyteområde den første gytesesongen er tidligere rapportert fra studier med laks (White 1942; Berger et al. 2001), sjøaure (Berger et al. 2001; Rubin et al. 2004) og innlandsaure (Rubin et al. 2004). I tilfeller hvor tilgangen på gyteområder i utgangspunktet er lav er det sannsynlig at denne typen tiltak vil styrke den naturlige rekrutteringen til bestanden. Dette forutsetter imidlertid at gytegroper gytt på de nyetablerte områdene har normal rognoverlevelse (se **punkt 3.2**).

Tabell 2. Antall gytegroper funnet på områdene de påfølgende årene etter at grusen ble lagt ut. Totalt antall gytegroper står oppført uten benevnelse mens antallet artsbestemte groper er merket med (L) for laks og (A) for aure. Alle gytegroper i Bjornesfjorden er fra innlandsaure.

Vassdrag og lokalitet	Gytesesong etter utlegging av gytegrus				
	1	2	3	4	5
Nidelva v/ utløp fabrikkhøl nedstrøms Rygenefossen	13 (9 L)	5 (5 L)	4 (3 L) (1 A)	Ikke undersøkt	Ikke undersøkt
Nidelva v/ utløp Strubru terskel	11 (9 L)	37 (29 L)	34 (32 L)	Ikke undersøkt	Ikke undersøkt
Nidelva v/ utløp Kalvehagefossen terskel	17 (17 L)	10 (9 L)	23 (22 L) (1 A)	Ikke undersøkt	Ikke undersøkt
Modalselva v/ utløp terskel Almeli	7	Ikke undersøkt	13	10 (9 A)	15 (11 A)
Matreelva v/ledebune utløp Matrevatn	5 (5 A)	26 (26 A)	Ikke undersøkt	49 (15 A)	Ikke undersøkt
Daleelva nedstrøms terskel	43 (42 A)	30	Ikke undersøkt	Ikke undersøkt	Ikke undersøkt
Bjornesfjorden i utløpsos	9 (A)	7 (A)	31 (A)	Ikke undersøkt	Ikke undersøkt

Av resultatene framgår det at det ble funnet gytegroper på samtlige områder og samtlige år undersøkt etter at grusen ble lagt ut (**tabell 2**). Antall registrerte gytegroper gjenspeiler ikke totalt antall gytegroper på hvert område, da ikke alle gytegroperne på hvert område blir

registrert. Vårt inntrykk er imidlertid at det varierende antallet gytegroper registrert mellom år gjenspeiler en reell mellomårsvariasjon i gyteaktivitet.

I flere tilfeller sammenfaller endringen i gyteaktivitet på de undersøkte gyteområdene med fysiske endringer på gyteområdet. På utløpet av Matrevatnet skyldes økningen i antall groper at grusen som først ble lagt ut var for grov. Den var dominert av masse med en kornfordeling fra 64 -128 mm. Supplering av mer egnet grus, med en kornfordeling dominert av grus i størrelsen 16 - 64 mm etter den første gytesesongen, forklarer den markerte økningen (fra 5 til 26 groper) i gyteaktivitet på dette området. På utløpet av Bjornesfjorden ble de fleste gropene i utlagt grus funnet på området lengst nedstrøms mot utløpsosen. Ved å flytte noe av den utlagte grusen og dermed øke arealet tilgjengelig i dette området, ble det registrert en markert økning i gyteaktiviteten (fra 7 til 31 groper).

På området i Nidelva v/Rygene ble det observert en tydelig reduksjon i antallet gytegroper funnet over treårsperioden etter utleggingen. Dette skyldes at mesteparten av grusen ble spylt ut under en flom allerede i løpet av den første gytesesongen. Her ble det også funnet enkelte gytegroper i grus som ble liggende i lommer like nedstrøms det opprinnelige utleggingsområdet. Mesteparten av grusen hadde imidlertid lagt seg opp i innløpet til terskelbassenget lenger nedstrøms. Her ble det ikke funnet tegn til gyteaktivitet, trolig som følge av at grusen ble liggende for dypt og i stillestående vann. Tilsvarende skjedde også i Daleelva hvor mye av den utlagte grusen ble spylt ut i løpet av det første året etter utleggingen i 2002. Ny grus ble deretter supplert påfølgende høst. All denne grusen ble imidlertid spylt ut i forbindelse med en flom våren 2005. Områdene som ble valgt ut i Daleelva og ved Rygene i Nidelva var derfor ikke egnet for å etablere et nytt gyteområde. Utspyling har også medført et betydelig redusert areal av den utlagte grusen på terskelen i Modalselva.

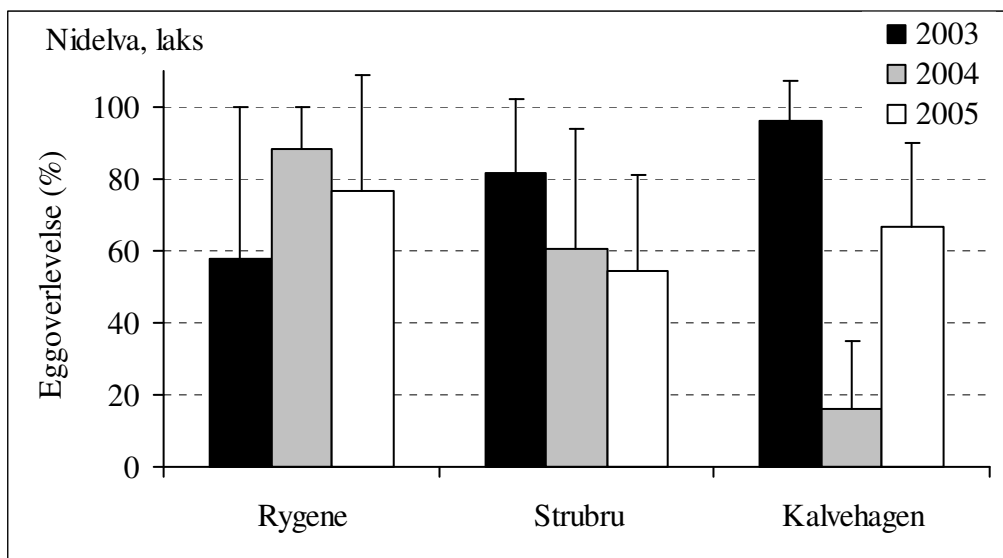
Samlet viser resultatene at nær total ødeleggelse av gyteområdet som følge av utspyling av grus så langt har forekommet på tre av de sju undersøkte lokalitetene (dvs. 43%). Over lengre tid vil grusutleggene bli eksponert for flere flomepisoder, og utspyling er med stor sannsynlighet et generelt problem for denne type tiltak. Det er derfor viktig å følge med tiltaksområdet, og å vurdere endringene som i stor grad skyldes mellomårsvariasjon i vannføring. Negative endringer vil i hovedsak skyldes utspyling, men nedslamming av grusen kan også være et problem selv om dette ikke ble registrert i dette studiet. For å opprettholde et godt gyteområde over tid, er det derfor avgjørende å følge opp tiltaket med registrering av gyteaktivitet og eventuell utspyling av grus. Kunnskap om hvilke deler av det opprinnelige tiltaksområdet som blir liggende, og hvilke deler fisken benytter for gyting, vil være et godt grunnlag for å bestemme hvor ny grus bør tilføres. Om det valgte området viser seg å være utsatt for utspyling bør det forkastes.

For å redusere problemet med utspyling er det et behov for kriterier for å bestemme stabiliteten av utlagt grus ved de gitte topografiske og hydrologiske forhold. Da vil forkunnskap om vannføringsregime og topografi forhindre at grusen blir lagt ut på steder hvor tiltaket er dømt til å mislykkes.

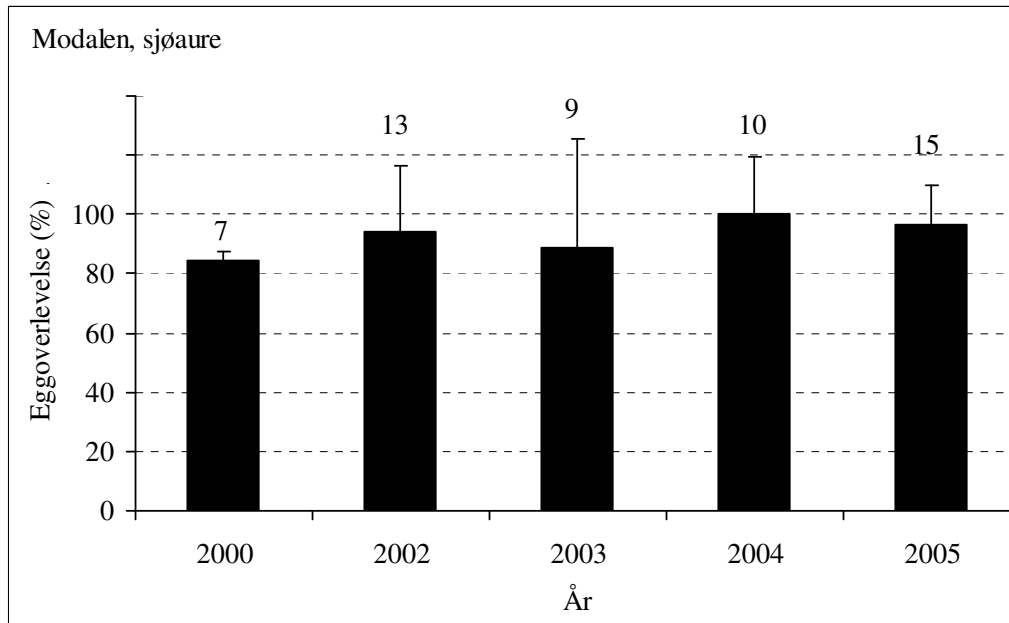
3.2 Gytesuksess for fisk som gyter i utlagt grus

Eggoverlevelsen som ble funnet på de ulike områdene med grusutlegg var gjennomgående høy (>80%) og gjenspeiler normale betingelser for eggoverlevelse når fisken har benyttet utlagt grus (**figur 2-6**). Mest avvikende var resultatene fra Nidelva hvor eggoverlevelsen på enkelte områder var unormalt lav, dvs. laveste registrerte eggoverlevelse var 18% (**figur 2**). Årsaken til denne lave eggoverlevelsen er ikke kjent, men kan skyldes uheldige vannkjemiske forhold grunnet forsurening eller organisk forurensning.

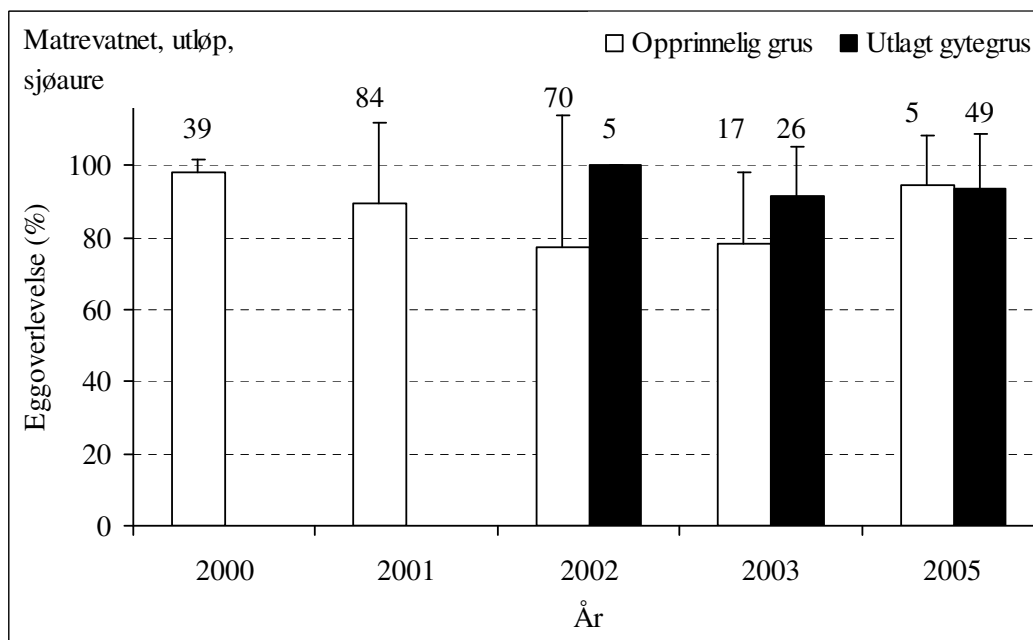
En faktor som kan medføre høy dødelighet er at grusen ligger ustabil eller spyles ut. Dette var tilfelle i Daleelva våren 2005 da både grusen og gytegroperne ble tatt av flom. I slike tilfeller vil tiltaket virke mot sin hensikt siden fisken blir "lurt" til å gyte på området uten at dette resulterer i avkom.



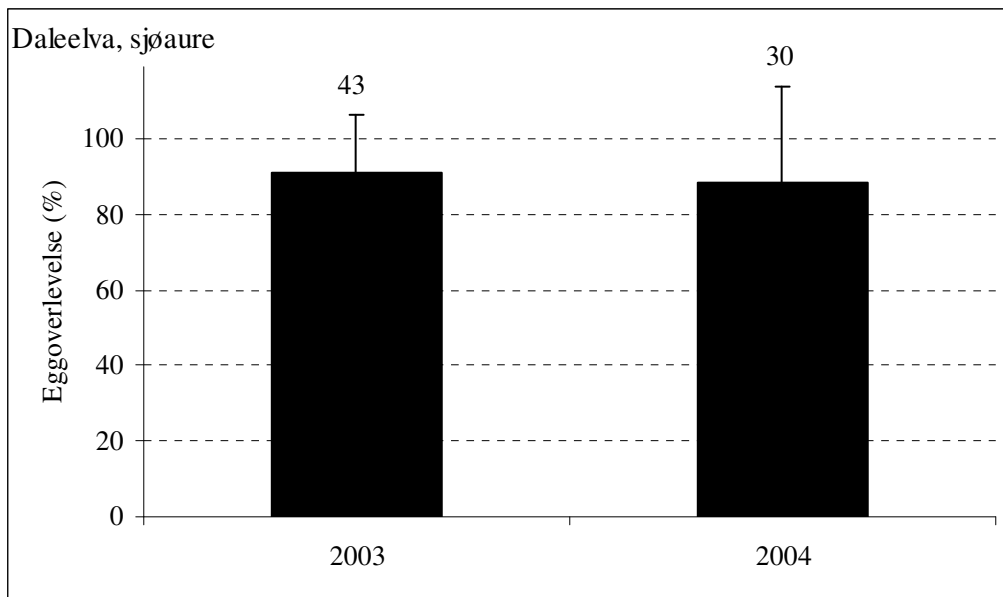
Figur 2. Gjennomsnittlig eggoverlevelse med standard avvik funnet for gytegroper på de tre områdene med utlagt grus i Nidelva i årene 2003-2005. For antall groper undersøkt henvises det til **tabell 2**.



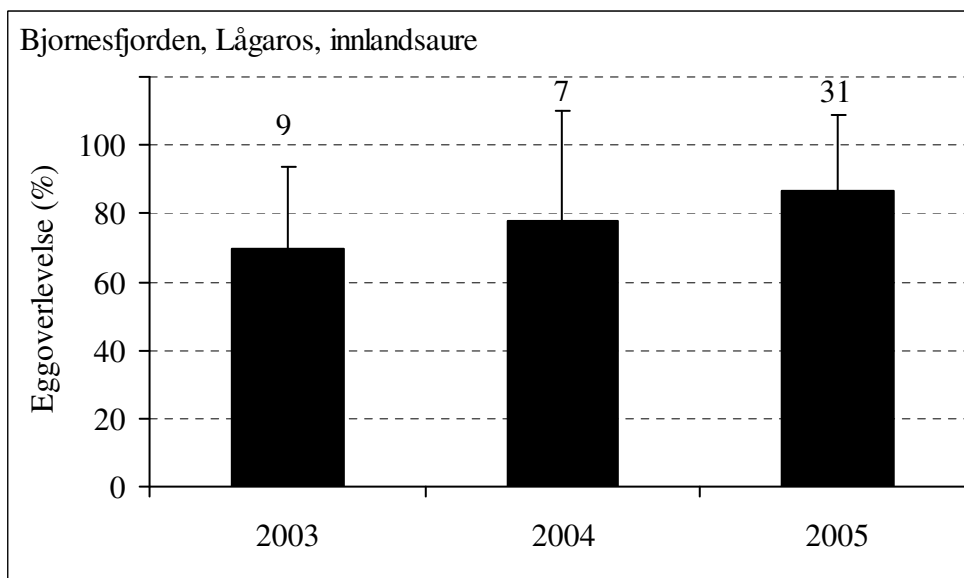
Figur 3. Gjennomsnittlig eggoverlevelse med standard avvik funnet for gytegrøper på området med utlagt grus i Modalselva. Grusen ble lagt ut høsten 1999. Antall grøper funnet og undersøkt er gitt over hver kolonne.



Figur 4. Gjennomsnittlig eggoverlevelse med standard avvik funnet for gytegrøper på naturlig gyteområde (opprinnelig grus) og på området med utlagt grus i Matreelva i årene 2000-2003 og 2005. Grusen ble lagt ut høsten 2001. Antall grøper funnet og undersøkt er gitt over hver kolonne.



Figur 5. Gjennomsnittlig eggoverlevelse med standard avvik funnet for gytegroper på området med utlagt grus i Daleelva. Grusen ble lagt ut høsten 2002. Antall groper funnet og undersøkt er gitt over hver kolonne.

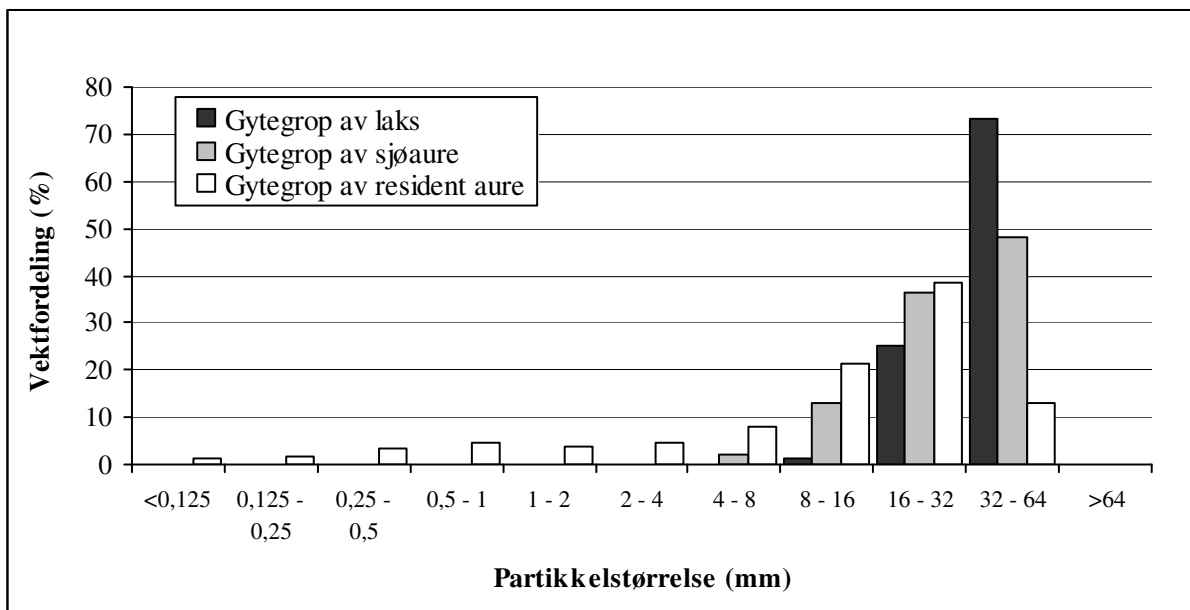


Figur 6. Gjennomsnittlig eggoverlevelse med standard avvik funnet for gytegroper på området med utlagt grus i Bjornesfjorden i utløpsosen ved Lågaros. Grusen ble lagt ut vinteren 2002. Antall groper funnet og undersøkt er gitt over hver kolonne.

3.3 Viktige kriterier for å lykkes med utlagt grus

For å utarbeide en metodebeskrivelse for tillaging av gyteplasser er det nødvendig med kunnskap om fiskens valg av gyteplass i forhold til vannhastighet, vanddyb og bunnforhold (dvs. kornfordelingen av grus). I tillegg er det behov for data om nødvendig dybde på laget av tilført grus, og størrelse på grusflaten.

Generelt velger fisken å gyte i en grustype tilpasset størrelsen på fisken, og stor fisk gyter normalt i grovere grus enn mindre fisk. Ved utlegging av grus må en derfor velge en kornfordeling som er tilpasset størrelsen på fisken en forventer skal gyte på området. I **figur 7** er dette illustrert ved å sammenlikne kornfordelingen funnet i gytegrøp gytt av laks, sjøaure og resident aure. Som det fremgår av figuren har laksen og sjøauren i dette tilfellet gytt i en kornfordeling som domineres av grov grus og stein, fra 32 til 64 mm. Den mindre, residente auren har gytt i en kornfordeling dominert av mindre grus, fra 16 til 32 mm. Som en tommelfingerregel kan en si at fisken kan gyte i en grusavsetning som har en median diameter opp til om lag 10% av fiskens kroppslengde (Kondolf & Wolman 1993). En vanlig bekkeare med en størrelse på 20-30 cm vil normalt bruke en grus med en dominerende kornstørrelse på om lag 16-32 mm. En mye større sjøaure eller laks, med en størrelse på om lag 40-80 cm, typisk vil velge en grovere kornfordeling ofte dominert av grus og stein i størrelsesintervallet 32-64 mm. Det er viktig at grusen som legges ut tas fra et grustak basert på morene eller elveavsetning hvor grus og stein har avrundede kanter. Det bør ikke benyttes sprengstein eller svært skifrig stein som avviker mye fra normal elvegrus.



Figur 7. Kornfordeling funnet i en gytegrøp i utlagt grus i hhv. Nidelva (laks) og Daleelva (sjøaure). For sammenlikning er det også tatt med en kornfordeling funnet i en gytegrøp laget av resident aure.

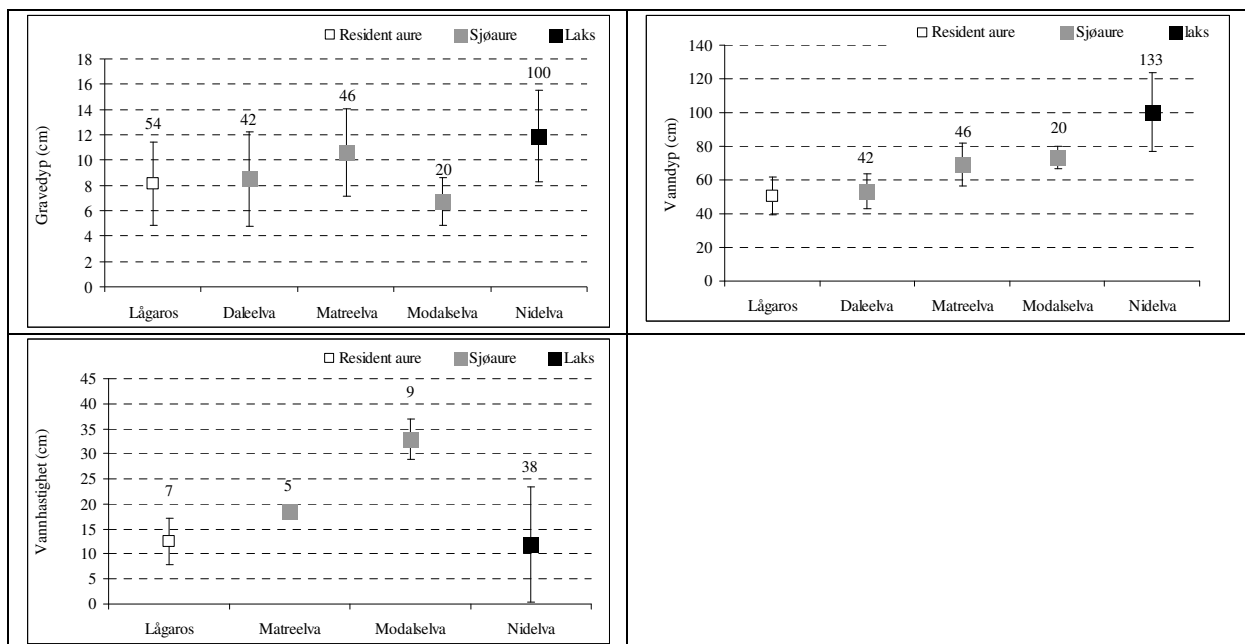
Arealet av utlagt grus må tilpasses størrelse og utforming av det aktuelle området. Hvor stor flate med sammenhengende grus fisken må ha tilgjengelig for å gyte er igjen avhengig av fiskens størrelse.

En gytegropp vil typisk ha en oval form og ha lengst utstrekning i stømretningen. Lengden på gytegroppa vil normalt være ca 3,5 ganger lengden på hunnfisken, og bredden ca. 0,3-0,6 ganger lengden på hunnfisken (Crisp & Carling 1989; Crisp 1996). En innlandsaure (< 30 cm) vil grovt sett trenge om lag 0,5 m² flate med grus, mens en større sjøaure eller laks vil trenge fra 1 til 5 m², eller mer, for å lage en gytegropp.

Fordelen med å legge ut større flater, for eksempel 100 m², er at vannhastighet og vandndyp over grusen da vil variere. Dette øker muligheten for at fisken finner egnede forhold. På den annen side anbefales det å unngå store flater med homogene vannhastigheter og vandndyp. Et bedre alternativ er da å bryte opp flaten med å spre grusen på mindre flater innenfor tiltaksområdet. Det kan også være en fordel at området inneholder noen større stein siden dette både bidrar til å gi fisken skjul og mer varierende strømførhold. Det er også en fordel at grusen er lagt over bunnforhold med grus og stein fordi dette vil bidra til økt vanngjennomstrømning og permeabilitet i grusen, enn om grusen legges ut på et mer kompakt dekke som sandbunn.

Tykkelsen på gruslaget bør ikke være for dypt, siden dette gir ustabile forhold som fisken ikke finner egnet. Laks og sjøaure vil grave eggene ned til ca. 15-35 cm dyp, avhengig av fiskestørrelse (DeVries 1997). Ved tiltak rettet mot laks og sjøaure bør derfor gruslaget ha en tykkelse på ca. 30-40 cm. Mindre innlandsaure (< 30 cm) vil normalt grave eggene ned til ca. 5-15 cm dyp og gruslaget bør derfor være ca. 20 cm dypt.

Det gjennomsnittlige gravedypet funnet på de undersøkte områdene med utlagt grus varierte fra 7 til 11 cm for aure og var 12 cm for laks (**figur 8**). Disse verdiene tilsier et noe grunnere gravedyp enn hva som er rapportert ovenfor. Dette skyldes at våre målinger viser avstanden fra grusoverflaten til toppen av eggglomma. Hovedmengden av eggene vil derfor ligge noe dypere.

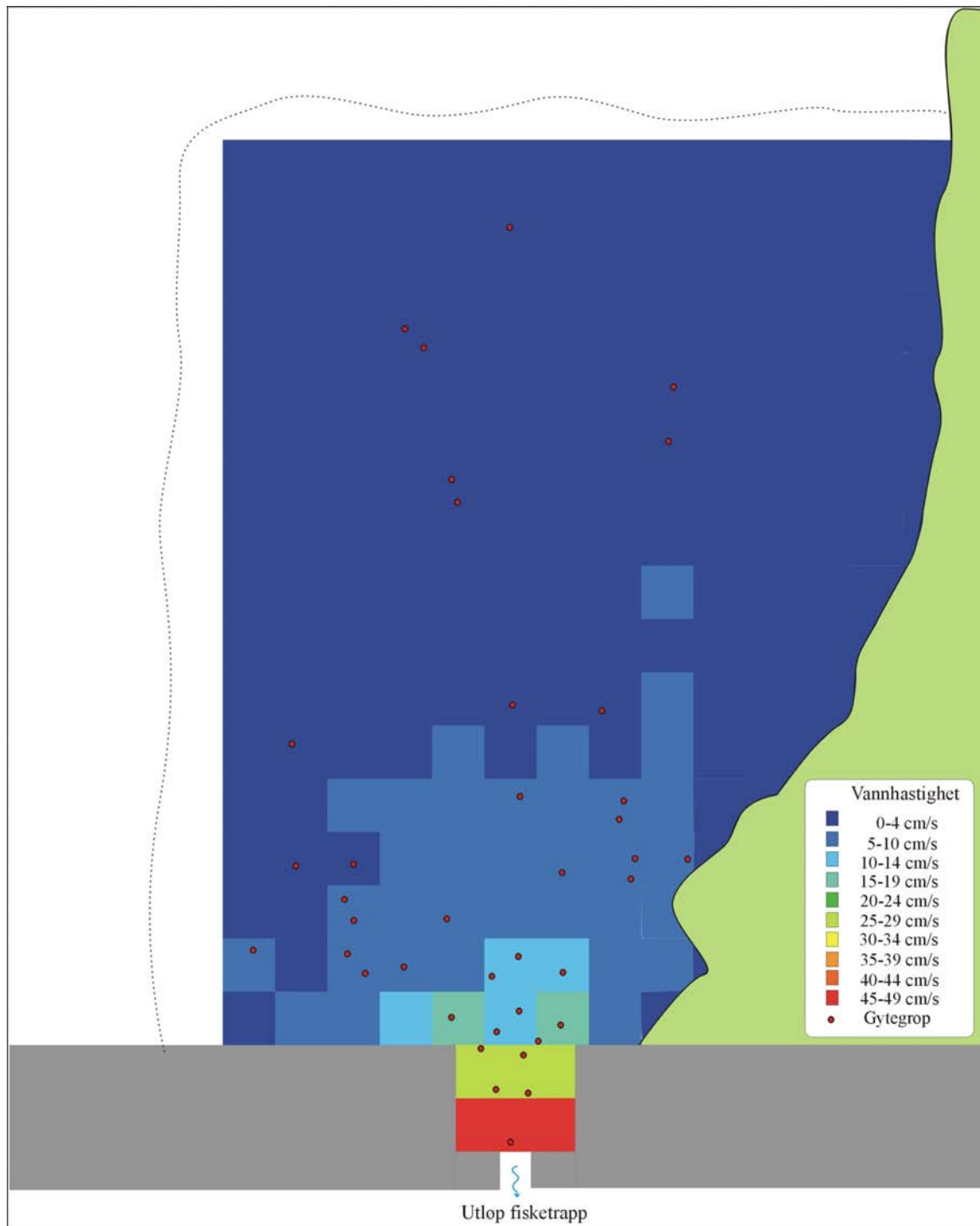


Figur 8. Registreringer av gjennomsnittsverdier med standard avvik for gravedyp (avstand fra grusoverflate til eggglomme), vandndyp og vannhastighet for et utvalg av gytegroppene funnet på de undersøkte områdene. Antallet undersøkte groper er gitt over hvert punkt.

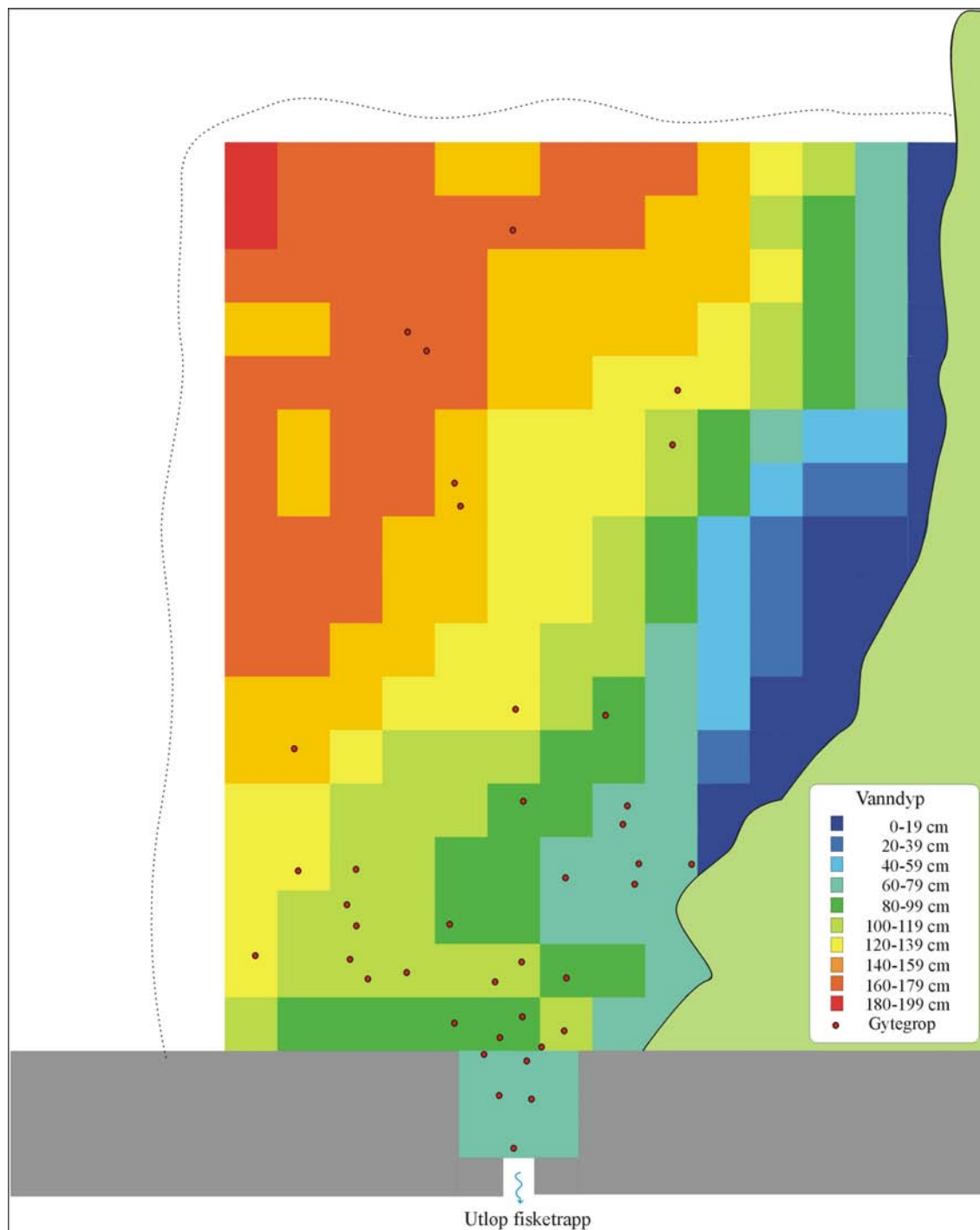
Ved utlegging av gytegrus må det tas hensyn til fiskens preferanser i forhold til vannhastighet og vanddyp. Laks og sjøaure vil normalt gyte på områder som har en gjennomsnittlig vannhastighet i vannsøylen fra 20 og 80 cm/sek. (Heggberget et al. 1988; Crisp & Carling 1989). Innlandsaure med en størrelse < 30 cm vil tilsvarende gyte ved vannhastigheter fra 10 til 40 cm/sek. (Smith 1973; Grost et al. 1990). Laks og sjøaure vil også normalt gyte på noe dypere vann (20-80 cm vanddyp) enn mindre innlandsaure (10-50 cm vanddyp). Faller vannhastighet og vanddyp utenfor disse rammene reduseres sannsynligheten for at fisken vil ta området i bruk.

Imidlertid vil fiskens valg være avhengig av det totale tilbudet av tilgjengelige gyteområder. Om det ikke finnes gyteplasser med vannhastighet og vanddyp som fisken normalt vil foretrekke, er det trolig at den tar i bruk mindre egnede forhold. Kravene til grusstørrelsen er derimot mer absolutte, fordi gyting i for fin grus eller sand vil være fatalt for overlevelsen av eggene (Witzel & MacCrimmon 1983; Chapman 1988).

Flere av målingene gjort på de undersøkte områdene viser at fisken gyter selv om vannhastigheten er relativt lav (**figur 9**). Økes oppløsningen av målingene fra et av områdene i Nidelva viser dette at laksen har hatt en preferanse for de mer hurtigrennende delene av området (dvs. vannhastigheter > 5 cm/s), men det ble også funnet gytegrøper i områder med vannhastigheter under 5 cm/s (**figur 11**). Dette kan trolig forklares med at det i Nidelva var stor konkurranse om svært få gyteområder, og at en del fisk derfor gyte på områder med unormalt lav vannhastighet. Likeledes finner en at laksen i hovedsak gyte på de delene av området som var fra 60 til 150 cm dypt (**figur 10 og 11**). Vannføringen på den aktuelle elvestrekningen i Nidelva har en stabil minstevassføring på 1 m³/s gjennom hele gytetiden og vinteren, slik at de målte verdiene for vanddyp og vannhastighet er representative for forholdene under gytetiden.

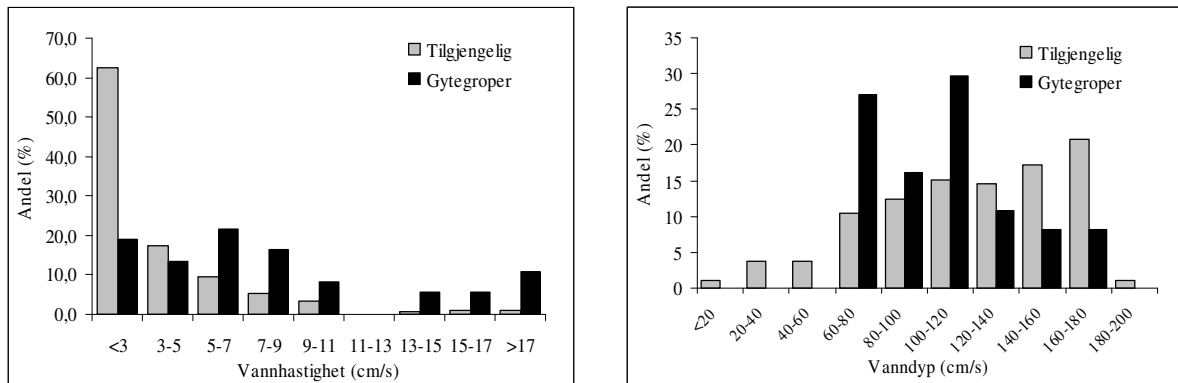


Figur 9. Skisse over laksens plassering av gytegrøper i forhold til tilgjengelig vannhastighet på området med utlagt grus oppstrøms terskelen v/Strubru i Nidelva, Aust-Agder. Den stiplede linjen viser grensen for området hvor det ble lagt ut gytegrus, og den grå linjen nederst på skissen er betongterskelen. Registreringene ble foretatt våren 2004.

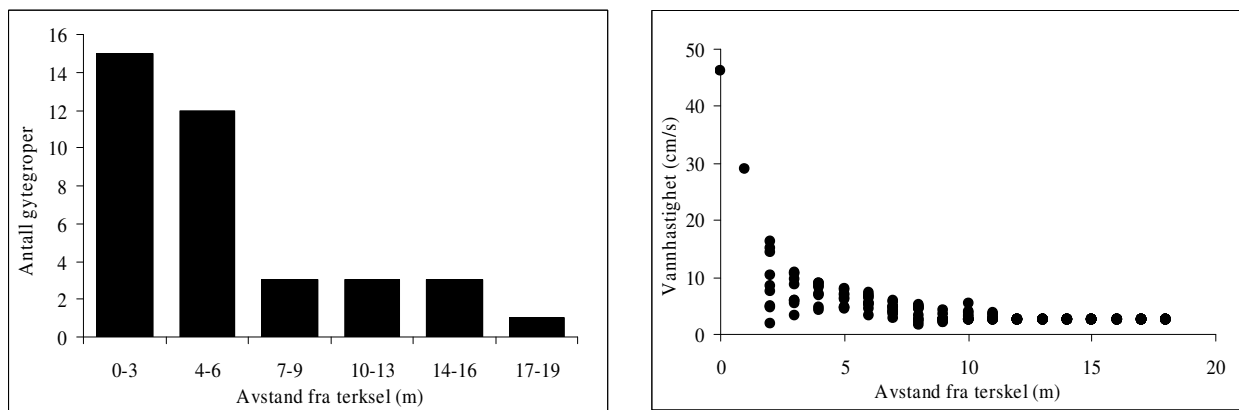


Figur 10. Skisse over laksens plassering av gytegrøper i forhold til tilgjengelig vanndyp på området med utlagt grus oppstrøms terskelen v/Strubru i Nidelva, Aust-Agder. Den stiplede linjen viser grensen for området hvor det ble lagt ut gytegrus, og den grå linjen nederst på skissen er betongterskelen. Registreringene ble foretatt våren 2004.

Når kombinasjonen av kornfordeling, vannhastighet og vandndyp er bestemmende for hvor fisken gyter, vil det i et område med utlagt gytegrus oppstå en mosaikk med tanke på egnethet for gyting. Ved utlegging av grus oppstrøms terskelen i Nidelva oppsto det en tydelig gradient med økende antall gytegroper ned mot terskelen. Mens det bare ble registrert 10 gytegroper i området fra 7 til 19 m oppstrøms terskelen, ble det registrert hele 27 groper fra terskelen og 6 m oppstrøms, dvs. 73% av gytegroperne lå på det begrensede området rett oppstrøms terskelen (**figur 12**). Hovedårsaken til dette var trolig at vannhastigheten ble markert redusert med avstand oppstrøms terskelen (se **figur 9** og **12**).

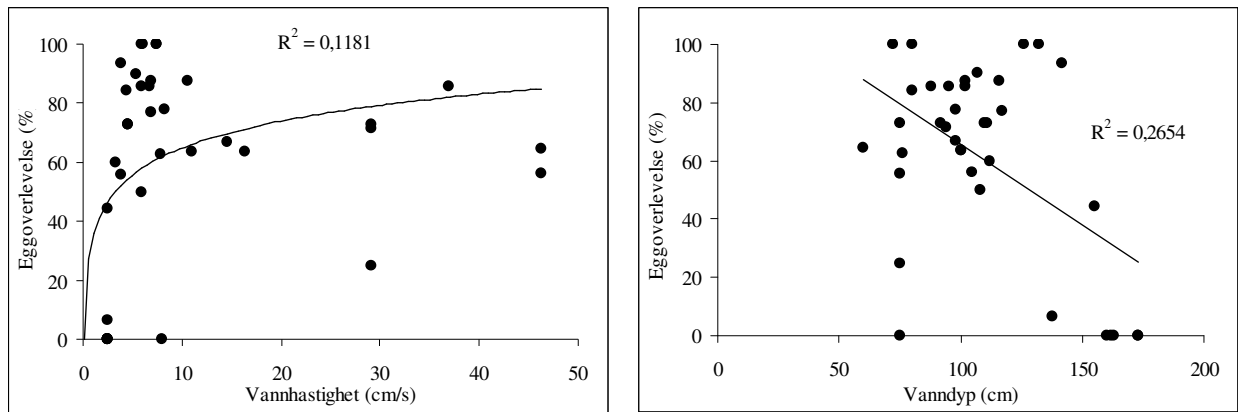


Figur 11. Laksens plassering av gytegroper i forhold til tilgjengelig vannhastighet (venstre) og vandndyp (høyre) på området med utlagt grus oppstrøms terskelen v/Strubru i Nidelva, Aust-Agder våren 2004.



Figur 12. Antall gytegroper (venstre) og målte vannhastigheter (høyre) i forhold til avstand oppstrøms terskeldemningen på området med utlagt grus oppstrøms terskelen v/Strubru i Nidelva, Aust-Agder, våren 2004.

Det ble ikke funnet noen klar sammenheng mellom eggoverlevelse og vannhastighet eller vandndyp for de registrerte gytegroperne i Nidelva (**figur 13**), men det syntes å være en overrepresentasjon av gytegroper med svært høy dødelighet på områder med lav vannhastighet (<4 cm/s) og dypt vann (>150 cm). En slik sammenheng kan bli overskygget av at eggoverlevelsen generelt var noe lav på alle de tre lokalitetene i dette vassdraget.



Figur 13. Eggoverlevelse funnet i gytegroper av laks i forhold til vannhastighet (venstre) og vannndyp (høyre) på området med utlagt grus oppstrøms terskelen v/Strubru i Nidelva, Aust-Agder, våren 2004.

Disse resultatene viser at en kan få laksen til å ta i bruk noe suboptimale forhold mht. vannhastighet og vannndyp så lenge substratsammensetningen er gunstig og tilgangen på egnede gyteområder er begrenset. Dette er en aktuell problemstilling i vassdrag der en ikke har tilgang på områder med egnet vannhastighet eller dyp, eller at slike områder er utsatt for utspyling. I slike tilfeller kan det være aktuelt å legge ut grus på roligere og dypere partier, for eksempel områder lenger inn i terskelbasseng eller høl. Det er imidlertid et klart behov for flere undersøkelser av bruk og gytesuksess på slike suboptimale områder for å bestemme om dette er en egnet strategi.

4 KONKLUSJON

- anbefalinger for etablering av nye gyteområder i tilknytning til terskler

4.1 Vurdering av behov og muligheter

Utlekking av gytegrus i tilknytning til terskler har som hensikt og styrke rekrutteringen til fiskebestanden ved å lage et nytt gyteområde. For at tiltaket skal være hensiktsmessig må 1) rekrutteringen til bestanden i utgangspunktet være begrenset av tilgang på gyteområder, 2) terskelen må ha en utforming som gjør at utlagt grus med stor sannsynlighet vil bli liggende stabilt i normale flomsituasjoner og ikke tørrlegges ved laveste vannføring, og 3) en må legge biologisk kunnskap til grunn for valg av grusens sammensetning og utleggingssted.

4.2 Valg av gytegrus

Gytegrusen bør tas fra et grustak basert på morene eller elveavsetning hvor grus og stein har avrundede kanter. Det bør ikke benyttes sprengstein eller svært skifrig stein. Størrelsen på grusen må tilpasses "målgruppen" dvs. resident aure, sjøaure eller laks. Som en tommelfingerregel kan en si at fisken kan gyte i en grusavsetning som har en median diameter opp til om lag 10% av fiskens kroppslengde. En vanlig bekkeare på om lag 20-30 cm vil typisk bruke en grus med en dominerende kornstørrelse på om lag 16-32 mm, mens en mye større sjøaure eller laks med en størrelse på om lag 40-80 cm typisk vil velge en grovere kornfordeling, 32-64 mm.

4.3 Tidspunkt for utlegging

Grusen bør legges ut i etterkant av gytetiden om høsten. Dette sikrer at den utlagte grusen blir stabilisert av en sesong med varierende vannføring før fisken tar i bruk området etterfølgende høst. Uten en slik stabilisering er det en klar risiko for at gytegroppene lagt første sesongen blir ødelagt av masseforflytning.

4.4 Valg av utleggingssted

Grusen bør i utgangspunktet plasseres oppstrøms kanten av terskelen der vannhastighet og vanddyp er egnet for gyting. Dette målområdet vil typisk likne utløpet av en naturlig høl hvor terskelkronen representerer strykområdet ut av hølen. Grus som blir liggende på den delen av terskelen som er grunnest og som har høyest vannhastighet (terskelkronen), vil være mest utsatt for utspyling ved høy vannføring. Det er derfor viktig at grusutlegget begynner et stykke inn i hølen og legges nedstrøms og opp mot terskelen.

Vannhastighet og vanddyp kan brukes som et mål på hvor godt egnet området er for gyting. Resident aure med en størrelse < 30 cm vil normalt gyte på områder som har en gjennomsnittlig vannhastighet i vannsøylen fra 10 til 40 cm/sek., mens større sjøaure og laks normalt vil gyte ved vannhastigheter mellom 20 og 80 cm/sek. Tilsvarende vil resident aure normalt

gyte på grunnere vann (10-50 cm vanddyb) enn laks og sjøaure (20-80 cm vanddyb). Faller vannhastighet og vanddyb utenfor disse rammene reduseres sannsynligheten for at fisken vil ta området i bruk.

4.5 Areal og tykkelse av grusdekke

Arealet av utlagt grus må tilpasses størrelse og utforming av den aktuelle terskelen. Hvor stor flate med sammenhengende grus fisken må ha tilgjengelig for å gyte er igjen avhengig av fiskens størrelse. For resident aure (< 30 cm) vil en fisk trenge om lag 0,5 m² flate med grus, mens en større sjøaure eller laks vil trenge fra 1 til 5 m² eller mer, for å lage en gytegropp. Fordelen med å legge ut større flater, for eksempel 100 m², er at vannhastighet og vanddyb over grusen da vil variere. Dette øker muligheten for at fisken finner egnede forhold. På den annen side anbefales det å unngå store flater med homogene vannhastigheter og vanddyb. Et bedre alternativ er da å bryte opp flaten med å spre grusen på mindre flater innenfor tiltaksområdet. Tykkelsen på gruslaget bør ikke være for dypt, siden dette gir ustabile forhold som fisken ikke finner egnet. Resident aure (< 30 cm) vil normalt grave eggene ned til ca. 5-15 cm dyp, og ved tiltak rettet mot aure bør en da legge ut et gruslag som er ca. 20 cm dypt. Større sjøaure og laks vil grave eggene ned til ca. 15-35 cm dyp avhengig av fiskestørrelse. Ved tiltak rettet mot sjøaure og laks bør derfor gruslaget ha en tykkelse på ca. 30 til 40 cm.

4.6 Vurdering av måloppnåelse

For å vurdere om tiltaket fungerer etter hensikten bør det gis et mål på om fisken benytter den utlagte grusen. Dette kan gjøres ved å observere/telle gytefisk/graveaktivitet under gytetiden, eller senere telling av gytegroper med prøvetaking av rogn og mål av eggoverlevelse. Tiltaket med utlegging av grus er tenkt å ha en varighet som går over mange år. Det er derfor viktig å følge med tiltaksområdet, og å vurdere endringene som i stor grad skyldes mellomårsvariasjon i vannføring. Negative endringer vil i hovedsak skyldes utspyling eller nedslamming av grus. Kunnskap om hvilke deler av det opprinnelige tiltaksområdet som blir liggende, og hvilke deler fisken benytter for gyting, vil da være et godt grunnlag for å justere tiltaket med tilførsel av ny grus.

5 LITTERATUR

- Barlaup, B.T., H. Lura, H. Sægrov, & R.C. Sundt. 1994. Inter- and intra-specific variability in female salmonid spawning behaviour. *Can. J. of Zool.* 72: 636-642.
- Barlaup, B.T., E. Kleiven, G. G. Raddum, S.E. Gabrielsen & A. Johannessen. 2000. Fiskebiologiske undersøkelser i Bjornesfjorden, august 1999. Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI), UiB, rapport nr. 111. 45 s.
- Berger, H.M., Lamberg, A., Fleming, I.A., Hindar, K. & Fjeldstad, H.P. 2001. Etablering av gyteområder for sjøaure og laks i Gråelva i Stjørdal i Nord-Trøndelag 1999-2000. NINA Oppdragsmelding 678: 1-27.
- Chapman, D. W. 1988. Critical review of variables used to define effects of fines in redds of large salmonids. *Trans. Am. Fish. Soc.* 117: 1-21.
- Crisp, D.T. 1996. Environmental requirements of common riverine European salmonid fish species in fresh water with particular reference to physical and chemical aspects. *Hydrobiologia* 323 (3): 201-221.
- Crisp, D.T & Carling, P.A. 1989. Observation on siting, dimensions and structure of salmonid redds. *J.Fish Biol.* 34; 119-134.
- DeVries P. 1997. Riverine salmonid egg burial depths: review of published data and implications for scour studies. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54:1685-1698.
- Eie, J.A. & Brittain, J.E. 1990. Biotopjusteringsprogrammet – Status 1988. NVE publikasjon nr. 28: 1-54.
- Faugli, P.E., Erlandsen, A.H. & Eikenæs, O. 1993. Inngrep i vassdrag; konsekvenser og tiltak – en kunnskapsoppsummering. NVE Publikasjon 13, 1-2: 1-639.
- Garant, D., Dodson, J.J. & Bernatchez, L. 2001. A genetic evaluation of mating system and determinants of individual reproductive success in Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.). *The Journal of Heredity* 92: 137-145.
- Grost R.T., Hubert, W.A. & Wesche, T.A. 1990. Redd site selection by brown trout in Douglas creek, Wyoming. *J. Fresh. Ecol.* 5, Vol 3.; 365-371.
- Heggberget, T. G., Haukebø, T., Mørk, J. & Ståhl, G. 1988. Temporal and spatial segregation of spawning in sympatric populations of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L. *J. Fish Biol.* 33: 347-356.
- Kondolf, G.M. & Wolman, M.G. 1993. The size of salmonid spawning gravels. *Water Resources Research.* 29; 2275-2285.

- Mork, J. & Heggberget, T. G. 1984. Eggs of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and trout (*S. trutta*); identification by phosphoglucoisomerase zymograms. *Fish. Manage.* 15: 59-65.
- Otaway, E.M., Carling, P.A., Clarke, A. & Reader, N.A. 1981. Observations on the structure of brown trout, *Salmo trutta* Linnaeus, redds. *J. Fish Biol.* 19 (5): 593-607.
- Rubin, J.F., Glimsäter, C., & Jarvi, T. 2004. Characteristics and rehabilitation of the spawning habitats of the sea trout, *Salmo trutta*, in Gotland (Sweden). *Fish. Management and Ecology.* 11: 15-22.
- Smith, A.K. 1973. Development and application of spawning velocity and depth criteria for Oregon Salmonids. *Trans. Am. Fish. Soc.* 3: 312-316.
- Sæterbø, E., Syvertsen, L. & Tesaker, E. (red.) 1998. Vassdragshåndboka: håndbok i forbygningsteknikk og vassdragsmiljø. Haugen Bok, Volda, 409 s.
- Taggart JB, McLaren IS, & Hay DW. 2001. Spawning success in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): a long-term DNA profiling-based study conducted in a natural stream. *Molecular ecology* 10 (4): 1047-1060.
- Ugedal, O., Lamberg, A., Thorstad, E.B., & Johnsen, B.O. 2001. Tiltaksplan for reetablering av laks i Nidelva (Arendalsvassdraget). NINA Oppdragsmelding 681: 1-34.
- Vuorinen, J. & Piironen, J. 1984. Electrophoretic identification of Atlantic salmon (*Salmo salar*), brown trout (*S. trutta*), and their hybrids. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41: 1834-1837.
- Witzel, L. D. & MacCrimmon, H. R. 1983. Redd-site selection by brook trout and brown trout in southwestern Ontario streams. *Trans. Am. Fish. Soc.* 112: 760-771.

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i rapportserien Miljøbasert vannføring:

- Nr. 1-02 Thomas Skaugen, Marit Astrup, Zelalem Mengistu, Bjarne Krokli: Lavvannføring - estimering og konsesjonsgrunnlag (28 s.)
- Nr. 1-03 Eva B. Thorstad, Finn Økland, Nils Arne Hvidsten, Peder Fiske, Kim Aarestrup: Oppvandring av laks i forhold til redusert vannføring og lokkeflommer i regulerte vassdrag (51 s.)
- Nr. 2-03 Per Ivar Bergan, Carsten S. Jensen, Finn R. Gravem, Jan Henning L'Abée-Lund, Anders Lamberg, Peder Fiske: Krav til vannføring og temperatur for oppvandring av laks og sjørret (63 s.)
- Nr. 1-04 Hervé Colleuille, Tor Simon Pedersen, Panagiotis Dimakis: Elv og grunnvann. Analyse av interaksjon mellom et grunnvannsmagasin og Glomma på Rena, Hedmark (002.Z) Rapport 1. Formål og metoder (67 s.)
- Nr. 2-04 Hervé Colleuille, Tor Simon Pedersen, Panagiotis Dimakis, Bjørn Frengstad: Elv og grunnvann. Analyse av interaksjon mellom et grunnvannsmagasin og Glomma på Rena, Hedmark (002.Z). Rapport 2. Materiale og feltmålinger (113 s.)
- Nr. 3-04 Hervé Colleuille, Wai Kwok Wong, Panagiotis Dimakis: Analyse av interaksjon mellom et grunnvannsmagasin og Glomma på Rena, Hedmark (002.Z). Rapport 3. Grunnvannsmodellering (114 s.)
- Nr. 4-04 Bjørn Ove Johnsen og Nils Arne Hvidsten: Krav til vannføring i sterkt regulerte smålaksvassdrag (68 s.)
- Nr. 5-04 Torulv Tjomsland: Abiotiske effekter i reguleringsmagasiner. Temperatur- og isforhold i Follsjøen og i vassdraget nedenfor (25 s.)
- Nr. 6-04 Svein Jakob Saltveit, Peder Fiske, Åge Brabrand, Harald Sægrov, Ola Ugedal: Bruk av fangststatistikk for å belyse effekt av endret vannføring på fisk (46 s.)
- Nr. 7-04 Peder Fiske, Arne Johan Jensen: Mot en modell for sammenhengen mellom vannføring og fiskeproduksjon. Fase 1 - Evaluering av presmoltsammenhenger (30 s.)
- Nr. 1-05 Hans-Petter Fjeldstad, Tharan Fergus, Nils Reidar Bøe Olsen: Habitatforbedrende tiltak - geomorfologiske prosesser, sedimenttransport, erosjon og simulering av optimale forhold for fisk (34 s.)
- Nr. 2-05 Åge Brabrand, Trond Bremnes, Svein Jakob Saltveit, Andreas G. Koestler, Jim Bogen: Økologisk betydning av grunnvann for bunndyr og fisk (64 s.)
- Nr. 3-05 Gunnar G. Raddum, Arne Fjellheim, Gaute Velle: Populasjonsstrukturen hos bunndyr i Aurlandselva i relasjon til endringer i vannføring og temperatur (48 s.)
- Nr. 4-05 Arve Misund, Hervé Colleuille, Oddmund Soldal: Elv og grunnvann. Analyse av interaksjon mellom grunnvann og elvevann i et typisk vestlandsdalføre: Osa, Hordaland (84 s.)
- Nr. 5-05 Wai Kwok Wong, Hervé Colleuille: Elv og grunnvann. Estimering av grunnvannsbidrag til det totale avløpet ved hydrogramseparering (62 s.)
- Nr. 6-05 Thomas Væringstad, Hege Hisdal: Estimering av alminnelig lavvannføring i umålte felt (40 s.)
- Nr. 7-05 Hege Hisdal: Regional metodikk for estimering av lavvannskaraktistika (53 s.)
- Nr. 8-05 Hervé Colleuille, Panagiotis Dimakis, Wai Kwok Wong: Elv og grunnvann. Sluttrapport - Oppsummering og anbefalinger (41 s.)

- Nr. 1-06 Knut Alfredsen, Morten Stickler, Tommi Linnansaari: Verknader av is på habitat for fisk i elver med habitattiltak og minstevassføring (43 s.)
- Nr. 2-06 Finn R. Gravem, Jan-Petter Magnell, Kjetil Sandsbråten: Tilsigsstyrt minstevannføring (42 s.)
- Nr. 3-06 Jo Vegar Arnekleiv, Gunnar G. Raddum, Tore Olav Sandnæs, Arne Fjellheim, Tharan Fergus: Evaluering av terskler som avbøtende tiltak i et utvalg vassdrag i Midt- og Vest-Norge (79 s.)
- Nr. 4-06 Sven Erik Gabrielsen, Torbjørn Kirkhorn, Bjørn T. Barlaup, Sigve Næss: Habitatprosjektet i Modalen. Bruk av datamodeller for å beskrive kvalitative og kvantitative endringer i leveområdene for aure før og etter terskelbygging i regulert vassdrag (63 s.)
- Nr. 5-06 Bror Jonsson, Nina Jonsson: Betydningen av miljøforhold for oppvandring hos kjønnsmoden laks (31 s.)
- Nr. 6-06 Bjørn T. Barlaup, Sven Erik Gabrielsen, Helge Skoglund, Tore Wiers: Utlegging av gytegrus i tilknytning til terskler som habitatforbedrende tiltak for aure og laks (30 s.)