

LABORATORIUM FOR FERSKVANNSSØKOLOGI OG INNLANDSFISKE  
LFI-UNIFOB  
UNIVERSITETET I BERGEN  
Rapport nr 135

---

## Utlekking av gytegrus for laks i Nidelva - undersøkelse av gytegroper og ungfisk 2003-2006

av

Bjørn T. Barlaup, Helge Skoglund, Sven-Erik Gabrielsen, Tore Wiers,  
Einar Kleiven og Jarle Håvardstun



---

Etter oppdrag fra Agder-Energi Produksjon  
Bergen, juni 2006

**UNI** **FOB**  
UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN  
UNIFOB AS

LABORATORIUM FOR FERSKVANNØKOLOGI OG INNLANDSFISKE (LFI)  
UNIFOB AS  
UNIVERSITETET I BERGEN  
THORMØHLENSGATE 49  
5006 BERGEN

TELEFON: 55 582228  
TELEFAX: 55 589674

ISSN NR:  
ISSN-0801-9576

LFI-RAPPORT NR:  
135

TITTEL:  
Utlekking av gytegrus i Nidelva - undersøkelse av  
gytegroper og ungfisk i 2003 - 2006

DATO:  
Juni 2006

FORFATTERE:  
Bjørn T. Barlaup<sup>1</sup>, Helge Skoglund<sup>1</sup>, Sven-Erik  
Gabrielsen<sup>1</sup>, Tore Wiers<sup>1</sup>, Einar Kleiven<sup>2</sup> og Jarle  
Håvardstun<sup>2</sup>

GEOGRAFISK OMRÅDE:  
Aust-Agder

<sup>1</sup> LFI-UNIFOB, Universitetet i Bergen  
<sup>2</sup> NIVA, Sørlandsavdelingen

OPPDRAKSGIVER:  
Agder Energi Produksjon AS

ANTALL SIDER: 39

FORSIDEFOTO: Gytegrøp med lakserogn funnet i utlagt grus (venstre bilde) og område med utlagt grus (høyre bilde) i Nidelva. Foto: B.T. Barlaup

# Innhold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>4</b>
<b>1.0 Innledning .....</b>	<b>7</b>
1.1 Bakgrunn og hensikt.....	7
1.2 Beskrivelse av vassdraget.....	7
<b>2.0 Metoder .....</b>	<b>9</b>
2.1 Utlegging av grus .....	9
2.2 Undersøkelser av gyteområdene.....	9
2.3 Elektrisk fiske.....	10
2.4 Undersøkelse av smoltutgangen i 2004 og 2005 .....	12
<b>3.0 Resultater og diskusjon.....</b>	<b>13</b>
3.1 Undersøkelse av områdene med utlagt grus i perioden 2003-2006.....	13
3.2 Undersøkelse av gyteområdet på Helle våren 2003 .....	21
3.3 Tettheter av ungfisk i perioden 2003-2005 .....	22
3.4 Aure og andre arter.....	23
3.5 Kvalitativt fiske .....	24
3.6 Alders- og lengdefordeling.....	25
3.7 Undersøkelser av smoltutgangen 2004 og 2005.....	28
3.8 Vannkjemiske forhold .....	29
<b>4.0 Vurdering av tiltak for å fremme reetablering av laks i Nidelva .....</b>	<b>32</b>
4.1 Styrt reetablering .....	32
4.2 Oppvandring av laks.....	32
4.3 Gyte- og oppvekstforhold.....	33
4.4 Forslag til prioriterte tiltak .....	34
<b>5.0 Litteratur.....</b>	<b>35</b>

## Sammen drag

Registreringen av gytegroper på grusutleggingsområdene viser at laksen tok i bruk den utlagte gytegrusen allerede den første gytasesongen. Det øverste grusutlegget var utsatt for utspyling under en flom i gytetiden like etter at den ble lagt ut høsten 2002, men våren 2003-2005 ble det likevel funnet gytegroper i gjenværende grus og i grusfelter som hadde lagt seg opp i bak steiner like nedstrøms det opprinnelige utleggingsområdet. Våren 2006 var disse grusfeltene spylt vekk og det ble ikke funnet tegn til gyteaktivitet etter gytasesongen høsten 2005. Mesteparten av grusen har lagt seg opp i et dypere parti av terskelbassenget nedstrøms, men her er det ikke funnet noen gytegroper i løpet av prosjektperioden. De to andre grusutleggene var plassert i forbindelse med terskler, og var preget av relativt lav vannhastighet ved liten vannføring. På disse utleggingsområdene var det tydelig at laksen foretrakk partiene med høyest vannhastighet, da de fleste gytegroperne var konsentrert i nedre deler av den utlagte grusen, nærmest terskelen. Deler av disse to grusutleggene har i løpet av prosjektperioden blitt preget av sedimentering av mudder og tremasse, spesielt i de øvre delene av områdene der vannhastigheten er lavest. Over tid er det derfor sannsynlig at de mest strømsvake delene av disse to grusutleggene vil mudres igjen og bli uegnet for gyting. Områdene nederst mot tersklene, hvor gyteaktiviteten er høyest, vil være mindre utsatt for sedimentering.

Eggoverlevelsen fram til undersøkelsestidspunktet var henholdsvis 80,2%, 54,6% ,60,4% og 72,8% i 2003, 2004, 2005 og 2006. I tillegg kan det forekomme ytterligere dødelighet fram til klekking og på plommesekkstadiet. Det ble funnet stor variasjon i eggoverlevelse mellom de tre gyteområdene, men ingen systematisk variasjon mellom år. Eggoverlevelsen har til tider vært unormalt lav men årsaken til dette er ikke kjent. Mulige årsaker til lav overlevelse kan ha vært organisk materiale i form av tremasse funnet i gropene, lav vannhastighet og episoder med surt vann.

I tillegg ble det registrert gytegroper av både laks og sjøaure på Helle i nedre del av vassdraget. Dette gyteområdet ligger i tidevannssonen, men det ble ikke registrert påvirkning av brakk- eller saltvann i perioden 02.05-22.05.03 da saliniteten ble logget. I perioder med liten ferskvannstilførsel fra elva og kraftstasjonen like ovenfor, kan trolig brakkvannssonen trenge helt inn til gyteområdet. Resultatene tyder på at det ikke forekom episoder med salinitet som reduserte eggoverlevelsen fra gytetidspunktet høsten 2002 til den 22.05.2003 da loggingen av saliniteten opphørte.

Ungfiskundersøkelsene viste at det var svært lave tettheter av laks og aure på de undersøkte områdene i Nidelva. På stasjonene ved grusutleggene var de gjennomsnittlige tetthetene av laksunger 3,0, 2,7 og 4,3 ensomrige laks per 100 m<sup>2</sup> og 0, 0,7 og 0,7 eldre laks per 100 m<sup>2</sup> i henholdsvis 2003, 2004 og 2005. De lave tetthetene har også blitt bekreftet ved omfattende kvalitativt fiske på områder utenfor stasjonene. De lave tetthetene av ungfisk står i sterk kontrast til det relativt høye antallet registrerte gytegroper. Resultatet skyldes mest sannsynlig høy dødelighet på et eller flere av livsstadiene i løpet av den første våren og sommeren. Områdene med utlagt grus ligger nær store, relativt dype terskelbasseng, og laks som stammer fra tiltaksgrusen kan benytte disse som oppvekstområder. Dette kan redusere fangbarheten ved elektrisk fiske og dermed også bidra til de lave registrerte tetthetene. I terskelbassengene er det imidlertid sannsynlig at laksen blir utsatt for sterk konkurranse og predasjon fra gjedde og abbor.

På de to stasjonene ved Espeland ble det i årene 2003, 2004 og 2005 registrert gjennomsnittlige tettheter på henholdsvis 10,3, 2,6 og 4,3 ensomrige laks per 100 m<sup>2</sup> og 1,2, 1,1 og 4,1 eldre laks per 100m<sup>2</sup>. Dette er noe høyere enn på områdene ved grusutleggene, men må likevel karakteriseres som unormalt lave tettheter. Høsten 2005 ble det fisket kvantitativt på en stasjon ved Songeelva som renner ut i Nidelva like oppstrøms Blakstad. Her ble det funnet en tetthet på 2,0 ensomrige og 18,1 eldre lakseunger per 100 m<sup>2</sup>. Ungfiskproduksjonen i denne sideelva er imidlertid begrenset da en foss nær utløpet i Nidelva trolig fungerer som oppgangshinder.

Ved kvalitativt elektrisk fiske over et område på 230 m<sup>2</sup> på Helle høsten 2003 ble det kun fanget en ensomrig laks, og det ble heller ikke fanget ungfisk av laks eller aure ved garnfiske. Det er også her et klart misforhold mellom resultatene fra registreringene av gytegroper og ungfiskregistreringene. Ved det elektriske fiske ble det observert flere tosommige eller eldre lakseunger på Helle, noe som innebærer at ungfisken trolig er bedre representert på dette området enn hva resultatene fra ungfiskundersøkelsene antyder. Området ved Helle og videre nedover mot brakkvannssonen kan derfor vise seg å være et betydningsfullt oppvekstområde for lakseunger.

Resultatene fra gyte- og ungfiskundersøkelsene tyder på at sjøaurebestanden i Nidelva er svært fåtallig. Av totalt 214 artsbestemte gytegroper fra Nidelva i perioden 2003-2006 er det bare funnet tre groper gytt av aure (en grop ved Helle i 2003 og en på hhv. nederste og øverste grusutlegg i 2005). Ved elektrisk fiske på de fem faste stasjonene, ble det bare funnet fire ensomrig og tre eldre aure i løpet av hele prosjektperioden. Unntaket er stasjonen ved Songeelva der det høsten 2005 ble funnet 4 ensommige aure og hele 48,6 eldre aure per 100 m<sup>2</sup>.

Forsuringssituasjonen i vassdraget har tidligere vært vurdert som kritisk med tanke på opprettholdelse av laks og sjøaure. Dette underbygges av de svært lave tetthetene av ungfisk funnet for både laks og aure i perioden 2003-2005. Imidlertid viser prøvetaking ved Rygene en markert forbedring av de vannkjemiske forhold i løpet av de siste årene og noe ungfisk overlever til smoltstadiet. Lave fangster i smoltfellene i 2004 og 2005 tyder imidlertid på at også smoltproduksjonen er svært lav. I laksens livssyklus er det smoltstadiet som er mest sensitivt for surt, aluminiumsrikt vann. I Nidelva er det sannsynlig at slike sure episoder har medført en betydelig dødelighet for utvandrende smolt. Ved doseringskalkingen av Nidelva som ble iverksatt fra og med 2006, er de vannkjemiske forholdene bedret til et nivå hvor vannkvaliteten ikke lenger er en hindring for at laksen skal gjennomføre livssyklusen. Som følge av doseringskalkingen forventes derfor en målbar forbedring i rekrutteringen til laksebestanden. Det må imidlertid tas forbehold om at effekten av kalking kan hemmes av andre faktorer som kan være begrensende for rekrutteringen. Etter etableringen av gyteområdene på strekningen i 2002, har det vært gytt tre årsklasser på strekningen uten at dette har resultert i noen klar målbar økning i ungfiskproduksjonen på de områdene der det i dag finnes gunstig habitat for ungfisk. Likeledes er det i samme periode påvist lave tettheter på stasjonen ved Espeland. Selv om dette kan skyldes forsuringssituasjonene i vassdraget, kan en ikke utelukke at andre, ukjente faktorer også kan være begrensende for ungfiskproduksjonen i vassdraget. Det er derfor viktig å overvåke ungfiskbestandene for å vurdere om de responderer som forventet på kalkingen.

I 2001 ble det utarbeidet en detaljert og faglig godt begrunnet tiltaksplan for reetablering av laks i Nidelva (Ugedal et al. 2001). Basert på tiltaksplanen og egne erfaringer opparbeidet i prosjektet har vi utarbeidet et oppdatert forslag for prioritering av tiltak for å fremme reetablering av laks i Nidelva. I tråd med tiltaksplanen anbefaler vi en styrt reetablering ved bruk av rognplanting på områdene oppstrøms Rygene. Dette arbeidet ble påbegynt i 2006 da det i regi av reetableringsprosjektet ble plantet ut om lag 100 000 lakserogn av Storelvastammen på strekningen fra Eivindstad til Bøylefoss. Fortsatt rognplanting vil trolig medføre en raskere reetablering sammenliknet med en situasjon der tilfeldige feilvandrere danner utgangspunktet for reetableringen. Dette bl.a. fordi laksen som stammer fra rognplantingen med stor sannsynlighet vil ha en større motivasjon til å forsere vandringshinder i nedre del av vassdraget sammenliknet med feilvandret laks. Erfaringene med tiltak utført i Nidelva er så langt basert på en bestand som består av feilvandrere. Som følge av kalkingen vil innsiget av laks de kommende årene i større grad bestå av laks som er vokst opp i Nidelva.

Erfaringer fra reetablering av laks i andre kalkede Sørlandselver er generelt svært positive, men viser samtidig at forventet potensial for yngelproduksjon og gytebestand ikke er nådd selv 10 år etter kalking (Larsen & Hesthagen 2004). Dette viser at reetableringsprosessen går gradvis over mange år og det er derfor viktig å ha et langsiktig perspektiv med tanke på forventet effekt av gjennomførte tiltak. I det videre arbeidet foreslår vi en styrt reetablering ved bruk av rognplanting, kombinert med

undersøkelser og tiltak for å identifisere og redusere eventuelle flaskehalsar som hemmer reetableringsprosessen. Disse tiltakene har vi listet opp i følgende punkter:

- Styrkt reetablering ved videreføring av rognplanting.
- Sikre overlevelse for smolt som vandrer ut fra vassdraget. Eventuelle tiltak må baseres på undersøkelser av hvor stor del av smolten som vandrer ut gjennom kraftstasjonene i Rygene og Eivindstad, og hvordan dette påvirker overlevelsen til smolten.
- Lokalisere og utbedre eventuelle oppgangshinder på strekningen Helle-Rygene som i betydelig grad reduserer antallet laks som når fram til gyteområdene.
- Fjerne terskler for å gjenskape større vannhastighet og kulp-stryk variasjon på elvestrekningen Helle-Rygene. Etablere nye gyteområder på strekningen. Vurdere vannføringsregimet på strekningen i forhold til produksjon av ungfisk, utvandring av smolt og oppvandring av laks.
- Vurdering av behov for tiltak for å bedre gyte- og oppvekstområdene på strekningen Blakstad-Eivindstad.
- Overvåke utviklingen i ungfiskbestandene for å vurdere om de responderer som forventet på kalkingen.

Etablering av fisketrapp/sluse for å få laksen forbi Eivindstad dam er et supplerende tiltak som vi mener bør vurderes først etter at en har reetablert laksen på strekningen nedstrøms Eivindstad.

## 1.0 Innledning

### 1.1 Bakgrunn og hensikt

Høsten 2002 ble LFI kontaktet av fiskeforvalter Dag Matzow med forespørsel om gjennomføring av plan for å reetablere gyteområder for laks i Nidelva. Bakgrunnen for forslaget var at undersøkelser utført av NINA viste at det var mangel på gyteområder for laks på restfeltstrekningen i den nederste delen av vassdraget (Ugedal et al. 2001). Tiltakene for å etablere gyteområdene ble gjennomført høsten 2002 og besto i å legge ut egnet gytegrus på tre ulike områder på elvestrekningen nedstrøms Rygene. Etterundersøkelsene i perioden 2003-2006 omfattet både undersøkelse av gytegroper, registrering av ungfisk og undersøkelser av utvandrende smolt. Hensikten med denne rapporten er å sammenstille resultatene som er opparbeidet i denne perioden, og å gi en anbefaling om videre tiltak for å fremme laksebestanden i vassdraget.

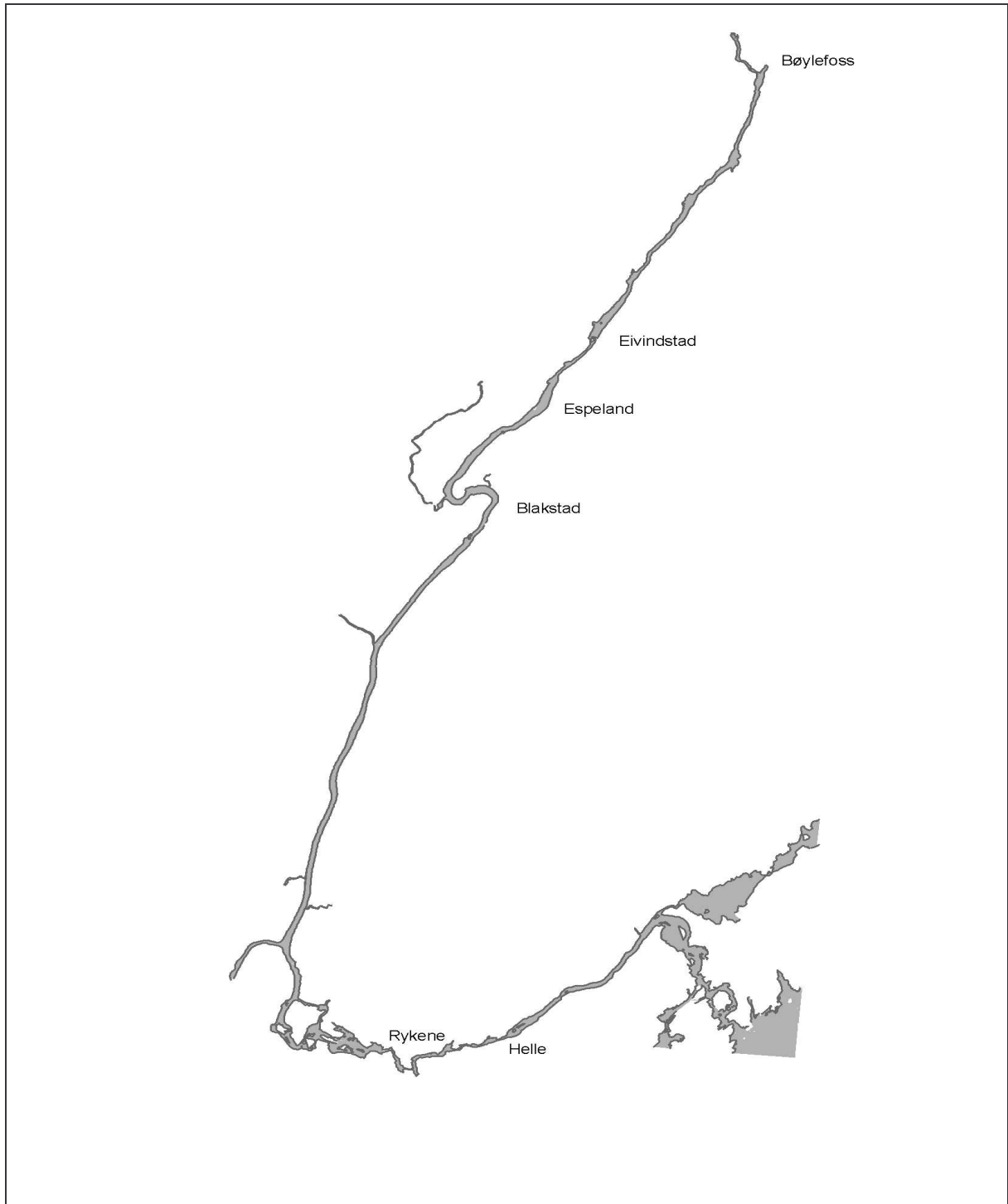
### 1.2 Beskrivelse av vassdraget

Arendalsvassdraget er med et areal på 4015 km<sup>2</sup> (NVE vassdragsnr. 0.19Z) det største vassdraget på Sørlandet. Med en årlig middelvannføring på 115 m<sup>3</sup>/s, er det bare Otra av Sørlandselvene som har høyere vannføring. Vassdraget er sterkt regulert og omfatter om lag 50 større og mindre magasiner (Ugedal et al. 2001). Fra utløpet av Nelaug er det et pålegg om minstevannføring på 40 m<sup>3</sup>/s. Vassdraget har vært sterkt belastet av sur nedbør (Kaste et al. 1995) og den opprinnelige laksebestanden ble trolig utryddet av forsuring på 1970-tallet (Ugedal et al. 2001).

Den opprinnelige lakseførende strekningen gikk fra Helle til Bøylefoss (**figur 1**), som er en strekning på 28 km (Simonsen 1995). Siden før krigen har Eivindstad kraftverk stengt for videre oppvandring av laks, noe som innebærer en forkorting av den opprinnelige lakseførende strekningen på 6 km. Av reguleringsinngrep er det Rygene kraftstasjon som i størst grad påvirker laksebestanden i vassdraget. Kraftstasjonen har inntaksdam ved Rygenefossen og utløp ved Helle hvor brakkvannssonen starter. Kraftutbygging har medført problemer både med gassovermetning og oppvandring, og flere forsøk er gjennomført for å rette på problemene (Matzow 1995; Thorstad m.fl. 1997, 1998, 1999). På den om lag 2,5 km lange elvestrekningen mellom Rygene og Helle er minstevassføringen 5 m<sup>3</sup>/s om sommeren og 1 m<sup>3</sup>/s om vinteren. Minstevassføringen om sommeren har vært opprettholdt ved å slippe 3 m<sup>3</sup>/s i tillegg til lokkeflommer. Det var strekningen Rygene – Helle som tidligere ble ansett som det viktigste gyte- og oppvekstområde for laks i vassdraget. Tre terskeldammer fører til at store deler av denne strekningen i dag er preget av nær stillestående basseng med svært lave vannhastigheter. Ved befaring i 2000 ble det påpekt at det var små arealer som kunne karakteriseres som gode oppvekst og gyteområder, men at det var et stort potensial for habitatforbedrende tiltak på strekningen (Ugedal et al. 2001).

Ovenfor Rygene og på strekningen opp til Blakstad kan Nidelva karakteriseres som en sakteflytende flod med finpartikulært bunnssubstrat. Disse områdene er tidligere vurdert som lite egnet som oppvekstområde for laksunger (Ugedal et al. 2001). Videre oppstrøms Blakstad øker vannhastigheten noe mer og har stedvis områder som ble karakterisert som egnet, men det er først ved Espeland at en finner det som kan karakteriseres som typisk ungfiskhabitat. Det er også på denne strekningen en trolig finner de viktigste gyte- og oppvekstområdene for laks i dagens situasjon. På strekningen videre oppstrøms fra Eivindsstad og opp mot Bøylefoss er det også flere parti som er vurdert som egnet ungfiskhabitat (Ugedal et al. 2001).

Fiskeartene registrert i den lakseførende delen av vassdraget er laks, aure, sik, abbor, gjedde, stingsild og ål (Simonsen 1995). Strekningen nedstrøms Helle kan tidvis være saltvannspåvirket og på denne strekningen er det også registrert suter, elveniøye, havniøye og skrubbe (Sættem 1985, Matzow og Simonsen 1997).



**Figur 1.** Oversikt over hovedløpet av Nidelva fra vandringshinderet ved Bøylesfoss og ned til sjøen.

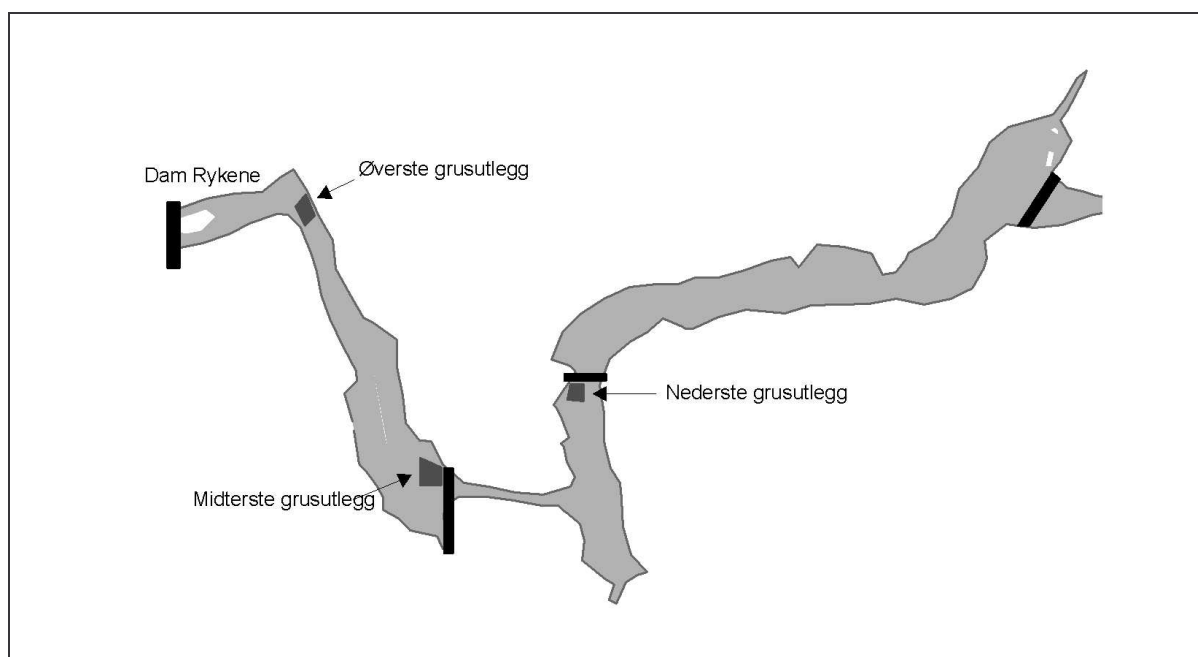


## 2.0 Metoder

### 2.1 Utlegging av grus

I september 2002 ble tre nye gyteområdene etablert ved tilførsel av grus. Gyteområdene ble etablert på strekningen nedstrøms Rygene; et område ved utløpet av kulpen under Rygenefossen (Fabrikkhølen), et område rett oppstrøms terskelen ved Strubru og et område rett oppstrøms terskelen i Kalvehagefossen (**figur 2** og **tabell 1**). I den videre teksten refereres disse tre områdene som øverste, midterste og nederste grusutlegg.

Det ble benyttet avrundet grus fra elveavsetninger som på forhånd var siktet slik at kornfordelingen var dominert av grus i størrelsesintervallet 32-64 mm. Grusen ble lagt ut med gravemaskin i et 30-40 cm tykt lag.



**Figur 2.** Oversikt over de tre områdene med utlagt grus på strkningen nedstrøms Rygene i Nidelva.

**Tabell 1.** Oversikt over plassering og størrelse over de tre grusutleggene. Arealene er målt opp våren 2003. Utspyling av grus kan medføre at arealet avvike noe fra arealet som opprinnelig ble lagt ut.

Lokalitet	Plassering	Areal
Øverste grusutlegg	Utløp Fabrikkhølen nedstr. Rygenefossen	$24 \times 4\text{m} + 8 \times 5\text{ m} = 136\text{ m}^2$
Midterste grusutlegg	Ved utløp terskeldam, Strubru	$19 \times 10\text{m} = 190\text{ m}^2$
Nederste grusutlegg	Ved utløp terskeldam, Kalvehagefossen	$11 \times 10\text{ m} = 110\text{ m}^2$

### 2.2 Undersøkelser av gyteområdene

Før det blir gitt en beskrivelse av metoden for undersøkelsene av gyteområdene, er det naturlig å forklare noen sentrale begrep angående laksens gytebiologi. Laksen gyter ved å grave eggene porsjonsvis ned i elvegrusen i såkalte gytegroper. Disse lages ved at hofisken 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 hofisken 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 ("egglokker") kan ligge på rekke i

en og samme gytegrup (Ottaway et al. 1981; Crisp and Carling 1989), men det forekommer også ofte at fisken sprer egglommene i flere gytegrupper på ulike plasser i elva (Barlaup et al. 1994). Begrepet "gytegrup" blir derfor ofte brukt både for å beskrive et gytegrupkompleks med flere egglommes og en gytegrup som bare har en enkelt egglovme. Det kan imidlertid være vanskelig å skille hvilke egglommes som er gytt av ulike hofisk, da gytegrupene ofte kan ligge tett. I den videre teksten blir gytegrup brukt synonymt med egglovme, siden dette er resultatet av en gyteakt.

For å undersøke omfanget av gyting på områdene med utlagt gytegrus ble det dykket med snorkel og gytegrupene ble lokalisert ved å grave forsiktig i grusen med en spiss spade. Når en gytegrup (egglovme) ble funnet, ble vanddypet over gytegrupa registrert, og et utvalg rognkorn ble tatt opp med en hov. Rognoverlevelsen ble estimert ved å telle antall levende og døde egg. Det er viktig å bemerke at rognoverlevelsen kan bli noe overestimert her da det kan inntreffe dødelighet i perioden fra undersøkelsestidspunktet og fram til klekking. Et par rognkorn fra hver gytegrup ble frosset ned og senere artsbestemt på laboratoriet ved hjelp av isoelektrisk fokusering av enzymer (Mork & Heggberget 1984; Vuorinen & Piironen 1984). Resterende rogn ble forsiktig gravd ned igjen i grusen. Undersøkelsene av gytegrupene ble utført den 27-28.03.2003, 02-03.05.2004, 26-27.04.2005 og 24-25.04.2006.

Våren 2004 ble det gjennomført en utvidet undersøkelse av det midterste grusutlegget i forbindelse med prosjektet "utlegging av gytegrus i tilknytning til terskler som habitatforbedrende tiltak for aure og laks" i regi av NVE-programmet Miljøbasert vannføring. Det ble da foretatt målinger av vannhastighet og vanddyp i transekter over hele grusutlegget og gytegrupene på området. Formålet med disse undersøkelsene er å prøve å finne hvilke kriterier som er viktigst i laksens valg av gyteplass. Dette for å kunne utarbeide retningslinjer for tillaging av gyteområder i forbindelser med terskelbassenger. Disse resultatene er også rapportert i Barlaup et al. (2006).

I tillegg ble det gjort undersøkelser i 2003 for å finne eventuelle gytegrupper ved Helle som ligger i nedre del av vassdraget og som tidvis kan bli påvirket av brakkvann (se **figur 1** og **vedlegg 1**). Etter funn av gytegrupper ved Helle ble det lagt ut en salinitetslogger på området i perioden 2.05.-22.05.2003. Hensikten med dette var å undersøke om gyteområdet var påvirket av sjøvann. Salinitetsloggeren var av type Mini STD/CTD SD 204 og logget saliniteten hvert 10. minutt.

### 2.3 Elektrisk fiske

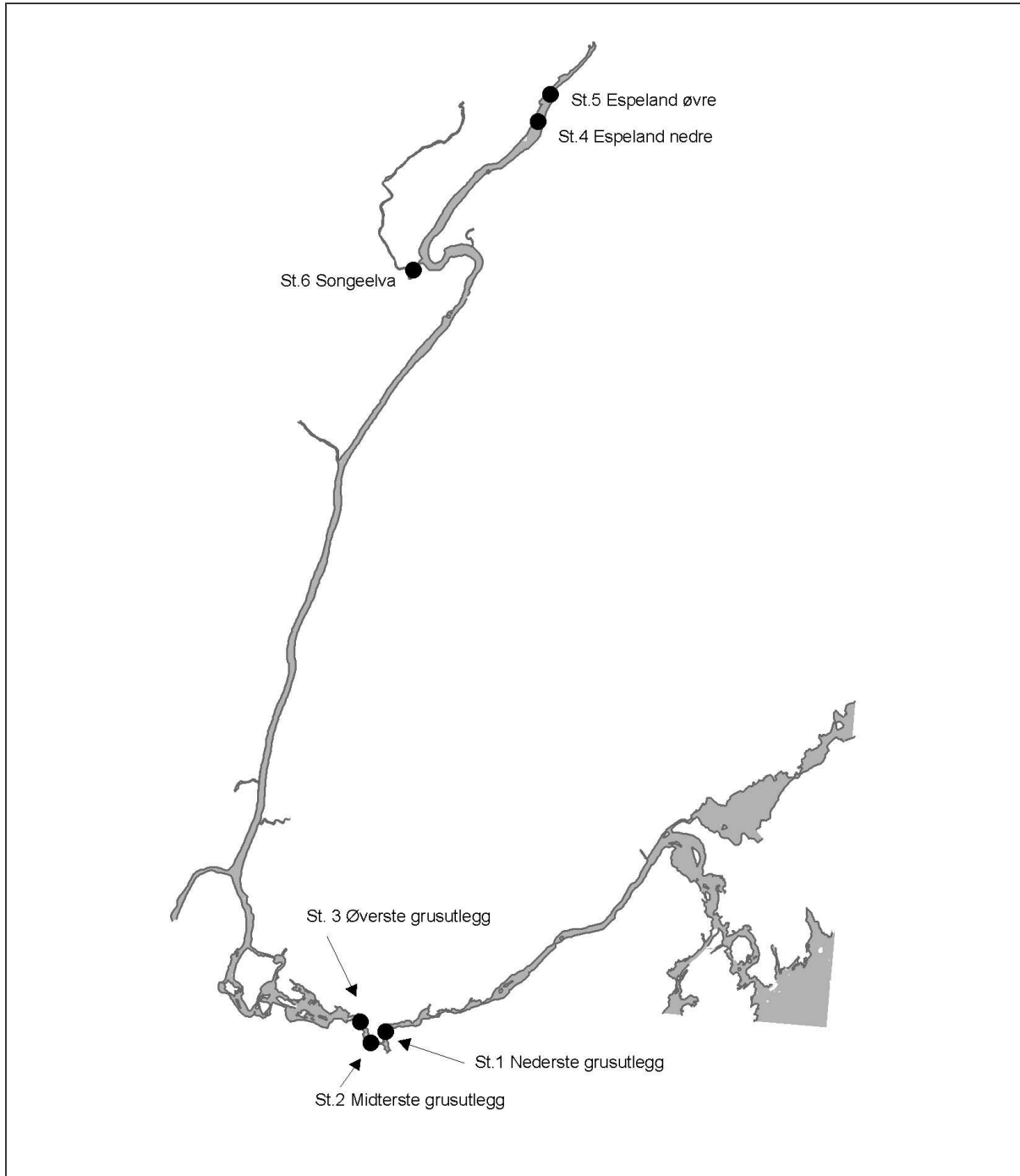
For å undersøke tettheten av ungfisk i Nidelva ble det i perioden 2003-2005 gjennomført kvantitativt elektrisk fiske med tre gangers overfiske på hver stasjon i henhold til standard metode beskrevet av Bohlin et al. (1989). Stasjonene ble plassert i tilknytning til de tre grusutleggene. I tillegg ble det fisket to stasjoner på Espeland, dvs. oppstrøms Rygene i september (**tabell 1** og **figur 3**). Høsten 2005 ble det fisket kvantitativt på en stasjon i Songeelva som er en sideelva til Nidelva. Elektrisk fiske ble gjennomført datoene 01-02.09.2003, 27-28.09.2004, og 19-20.09.2005.

**Tabell 1.** Oversikt over stasjoner for elektrisk fiske utført i Nidelva i perioden 2003-2005.

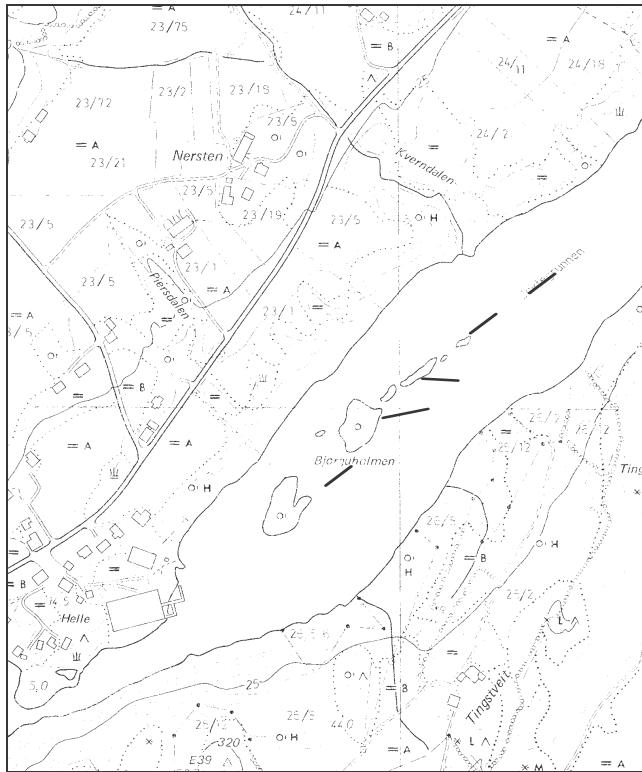
Stasjon nr.	Lokalitet/stasjon	Areal (m <sup>2</sup> )		
		2003	2004	2005
1	Nedre grusutlegg	100	100	100
2	Midterste grusutlegg	75	91	100
3	Øverste grusutlegg	80	100	100
4	Espeland nedre	120	100	100
5	Espeland øvre	170	100	100
6	Songeelva	-	-	100

For å få et bedre inntrykk av ungfiskbestanden av laks og aure i Nidelva, og for å fange inn fisk til prøvetaking av gjeller for analyse av aluminium, har det også blitt fisket kvalitativt (dvs. en gangs

overfiske) utenfor stasjonene og på andre områder i vassdraget. I 2003 ble det også gjennomført et begrenset garnfiske for å få mer informasjon om situasjonen til ungfiskbestanden i området ved Helle. Det ble satt fem garn med maskevidder 10-12 mm i området nedenfor Helle natta mellom 21.-22.10.2003. Garnene ble plassert fra Jektegrunden og oppover langs øyene. De ble satt på skrå ut i elva på egnede plasser der strømmen ikke var for stri. Det var moderat og synkende vannføring ved undersøkelsestidspunktet. Garnene ble satt på dyp fra ca 0,5 til 3 m. Bunnen var synlig over store deler av garnets lengde. Garnene ble forsøkt satt mellom vegetasjonen (krypsiv), men dette var vanskelig pga. den tette krypsivbestanden.



**Figur 3.** Oversikt over stasjoner for elektrisk fiske i Nidelva.

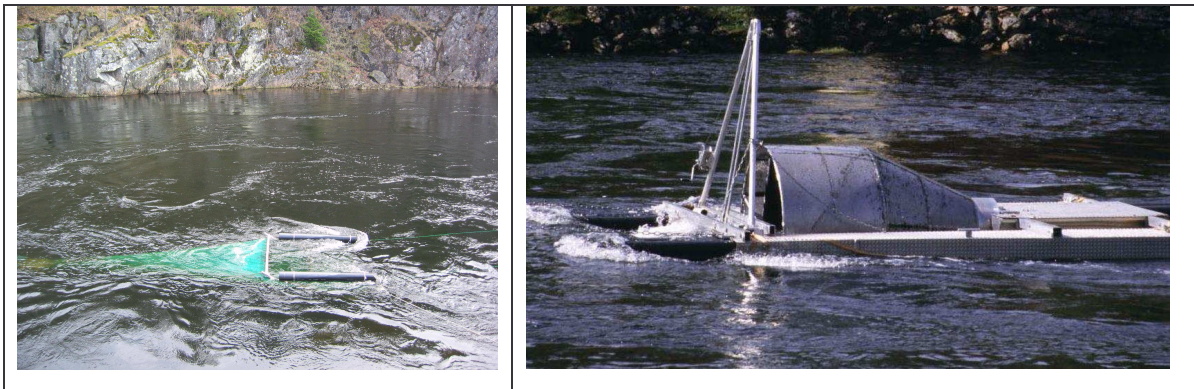


**Figur 4.** Oversikt over plassering av garn under garnfiske ved Helle 21.-22.10.2003.

## 2.4 Undersøkelse av smoltutgangen i 2004 og 2005

Våren og forsommeren 2004 ble det gjort undersøkelser av smoltutgangen. Det ble benyttet en såkalt River-fishlift for å fange utvandrende smolt. River-fishlift er en fangstinnretning som er utviklet av Havforskningsinstituttet (Holst & McDonald 2000). River-fishliften fungerer som en trål som settes ut i strømmen, med et fangstrom bakerst for levende oppbevaring av fisk. Smoltfella ble satt ut ved Helle, rett nedstrøms samløpet mellom minstevannsføringsløpet og utløpstunnelen fra kraftverket. Smoltfella var operativ i perioden 30.04-04.06.2004.

Våren og forsommeren 2005 ble det benyttet en smoltskrue for å fange utvandrende smolt. Denne fangstinnretningen fungerer slik at utvandrende smolt går inn en åpning med et roterende hjul som løfter smolten bak i et fangstrom. Smoltskruen sto ute i perioden 26.04-10.06.2005.

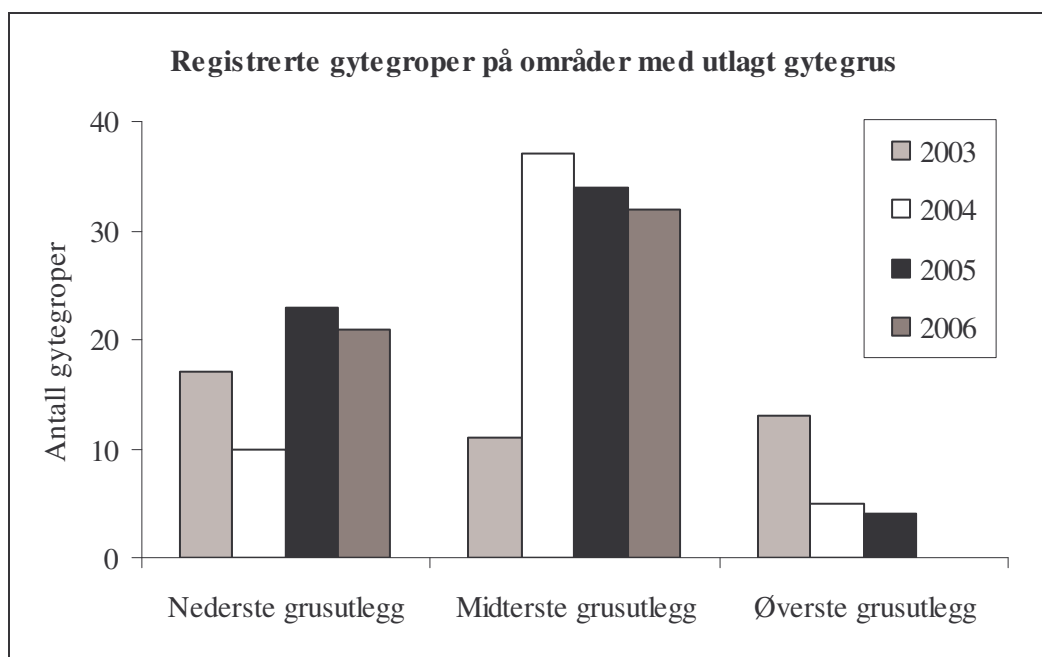


Bilde av River fishlift (venstre) og smoltskrue (høyre) benyttet for å fange utvandrende smolt i Nidelva.

## 3.0 Resultater og diskusjon

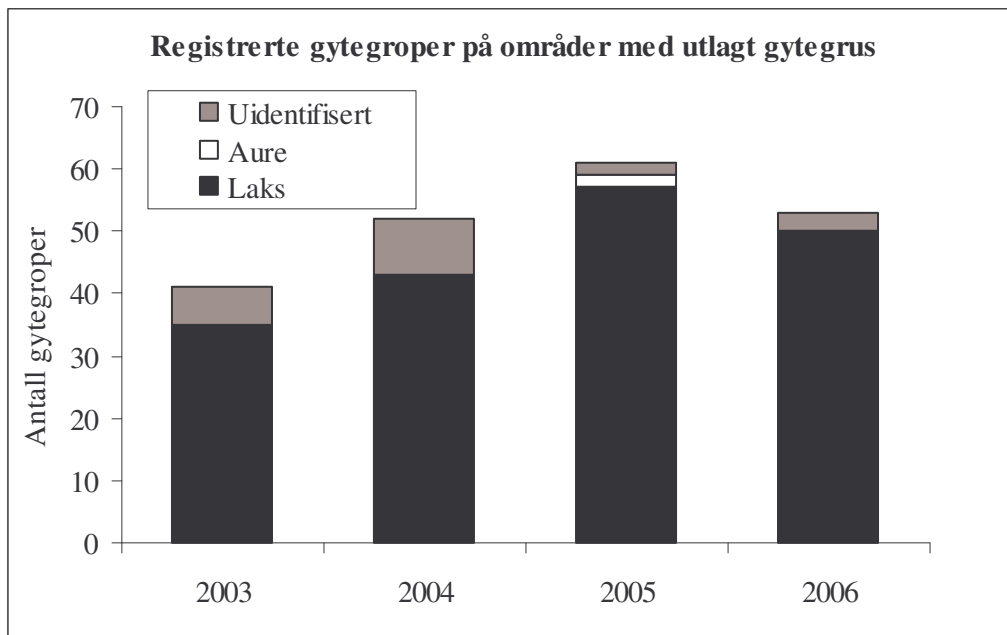
### 3.1 Undersøkelse av områdene med utlagt grus i perioden 2003-2006

Det ble funnet gytegroper på alle de tre områdene med utlagt grus allerede våren 2003, dvs. etter den første gytessesongen fisken hadde tilgang på områdene. Antall registrerte gytegroper funnet på områdene i årene 2003 - 2006 er gitt i **figur 5**. Antallet groper registrert må sees på som et minimumsestimat siden bare et utvalg av gytegroperne på hvert område blir funnet og undersøkt. Likevel er det rimelig å anta at det ulike antallet groper funnet på de ulike områdene gjenspeiler relative forskjeller i gyteaktivitet mellom de tre områdene og mellom år. På det øverste grusutlegget ble store deler av grusen spylt ut ved en flomepisode høsten 2002. De registrerte groperne funnet i 2003, 2004 og 2005 ble funnet i rester av grus som lå igjen på det opprinnelige utleggingsområdet, og i flekker med grus som hadde lagt seg på den ca 50 m lange elvestrekningen rett nedstrøms utleggingsområdet. Våren 2006 var også mesteparten av disse grusflekkene spylt ut, og det ble derfor ikke registrert noen gytegroper på området dette året. Mesteparten av den utspylte grusen har lagt seg opp i innløpet til terskelbassenget lenger nedstrøms, men her har det så langt ikke blitt funnet noen gytegroper. På de to øvrige grusutleggene har grusen blitt liggende stabilt i hele undersøkelsesperioden. Dett fordi grusen her ble lagt like i forkant av terskler hvor vannhastigheten er relativt lav.



**Figur 5.** Oversikt over registrerte gytegroper på de tre undersøkte områdene med utlagt grus i Nidelva på våren i perioden 2003-2006. I 2006 ble det ikke funnet noen gytegroper på det øverste grusutlegget.

Artsbestemmelse ved isoelektrisk fokusering av rogn fra gytegroperne viser at det hovedsaklig er laks som har benyttet gyteområdene (**figur 6**). I hele perioden har det kun blitt registrert to gytegroper av aure, en gytegrop på det øverste området og en på det nederste området våren 2005 (dvs. gytt høsten 2004).

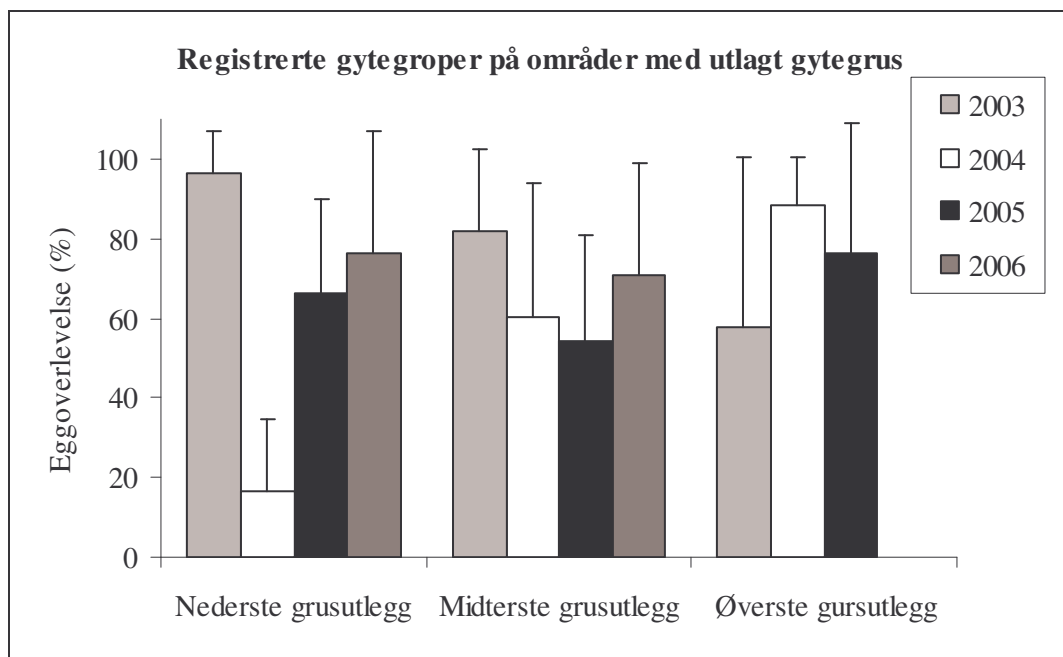


**Figur 6.** Artsfordeling av de registrerte gytegrøperne i perioden 2003-2006 basert på isoelektrisk fokusering av rogn. Uidentifiserte gytegrøper skyldes at døde og delvis nedbrutte egg ikke gir utslag ved elektroforese.

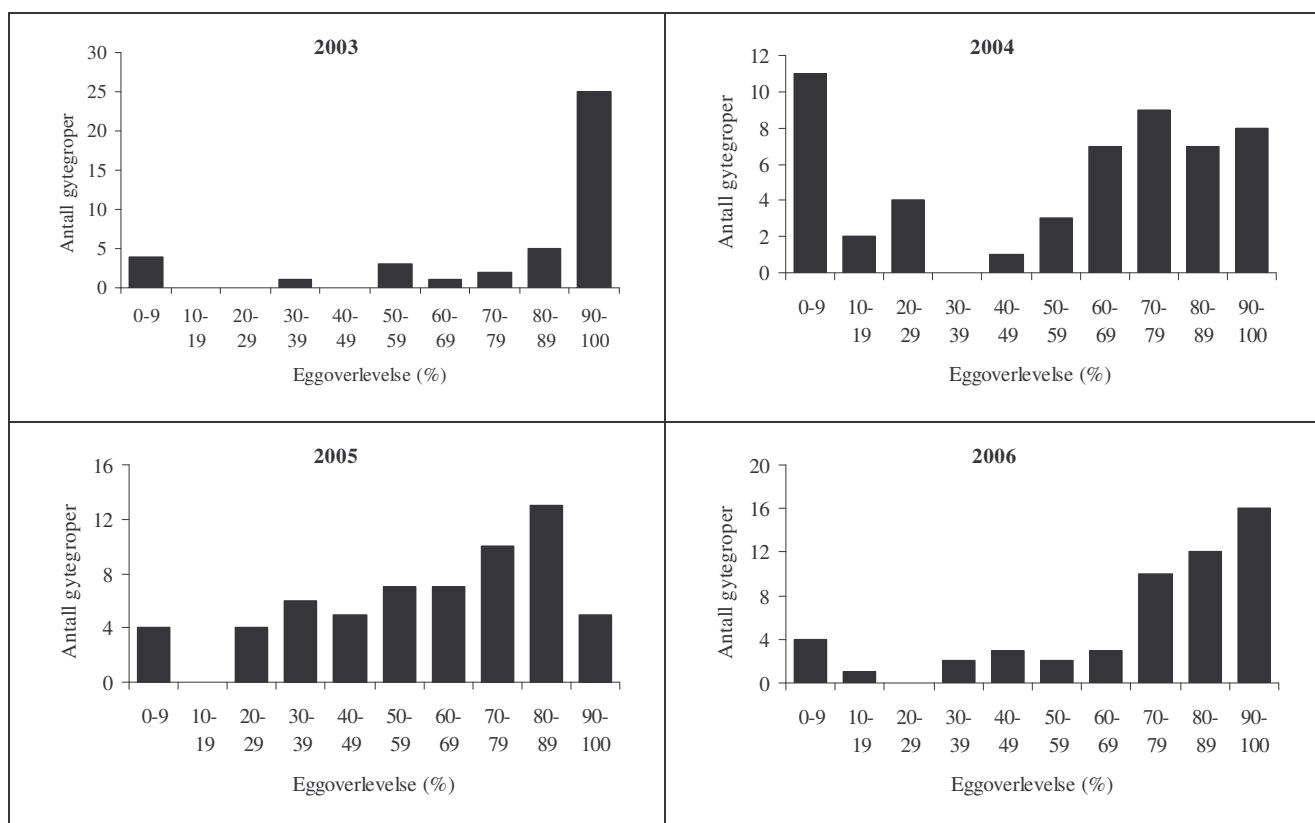
Den gjennomsnittlige eggoverlevelsen på alle tre områdene var henholdsvis 80,2%, 54,6%, 60,4% og 72,8% i årene 2003-2006. Eggoverlevelsen varierte noe mellom de tre områdene, men det ble ikke funnet noen systematisk forskjell mellom områdene i løpet av de tre årene (**figur 7**). Den registrerte overlevelsen kan betegnes som unormalt lav. Det skal også bemerkes at det kan forekomme ytterligere dødelighet på egg og plommeseckkyngel i tiden fra undersøkelsestidspunktet til yngelen kommer opp av grusen for å ta til seg næring.

Under gunstige forhold vil en hos laksefisk som regel finne en høy befruktningsprosent og påfølgende høy overlevelse så lenge eggene og yngelen ligger i gytegrøpene. Faktorer som medfører dødelighet på eggstadiet, som for eksempel dårlige oksygenforhold, fører ofte til at en høy andel av eggene i gytegrøpen dør. Dette fører til at en i mange vassdrag finner et mønster med høy eggoverlevelse (80-100%) i de fleste gytegrøpene og noen få med svært lav overlevelse (<20%). På de tre utleggingsområdene i Nidelva har en spesielt i perioden 2004-2006 sett et mønster der eggoverlevelsen ligger mellom 20-80% i en relativt stor andel av gytegrøpene (**figur 8**).

Årsaken til den tildels lave og varierende eggoverlevelsen er ikke kjent, men kan skyldes variasjon i vannkjemiske og fysiske forhold. I 2004-2006 har det blitt funnet et høyt innslag av organisk materiale bestående av mudder og tremasse i gytegrusen, særlig fremtredende er dette på det nederste grusutlegget. Kombinert med en relativt lav vannhastighet i terskelbassengene kan tilførsel av slikt organisk materiale medføre redusert oksygentilførselen i gytegrøpene og dette kan igjen resultere i økt dødelighet. En kan heller ikke utelukke at uheldige episoder med surt vann kan ha påvirket eggoverlevelsen negativt. I flere gytegrøper ble det også registrert en høy andel ubefruktede egg uten at årsaken til dette er kjent.



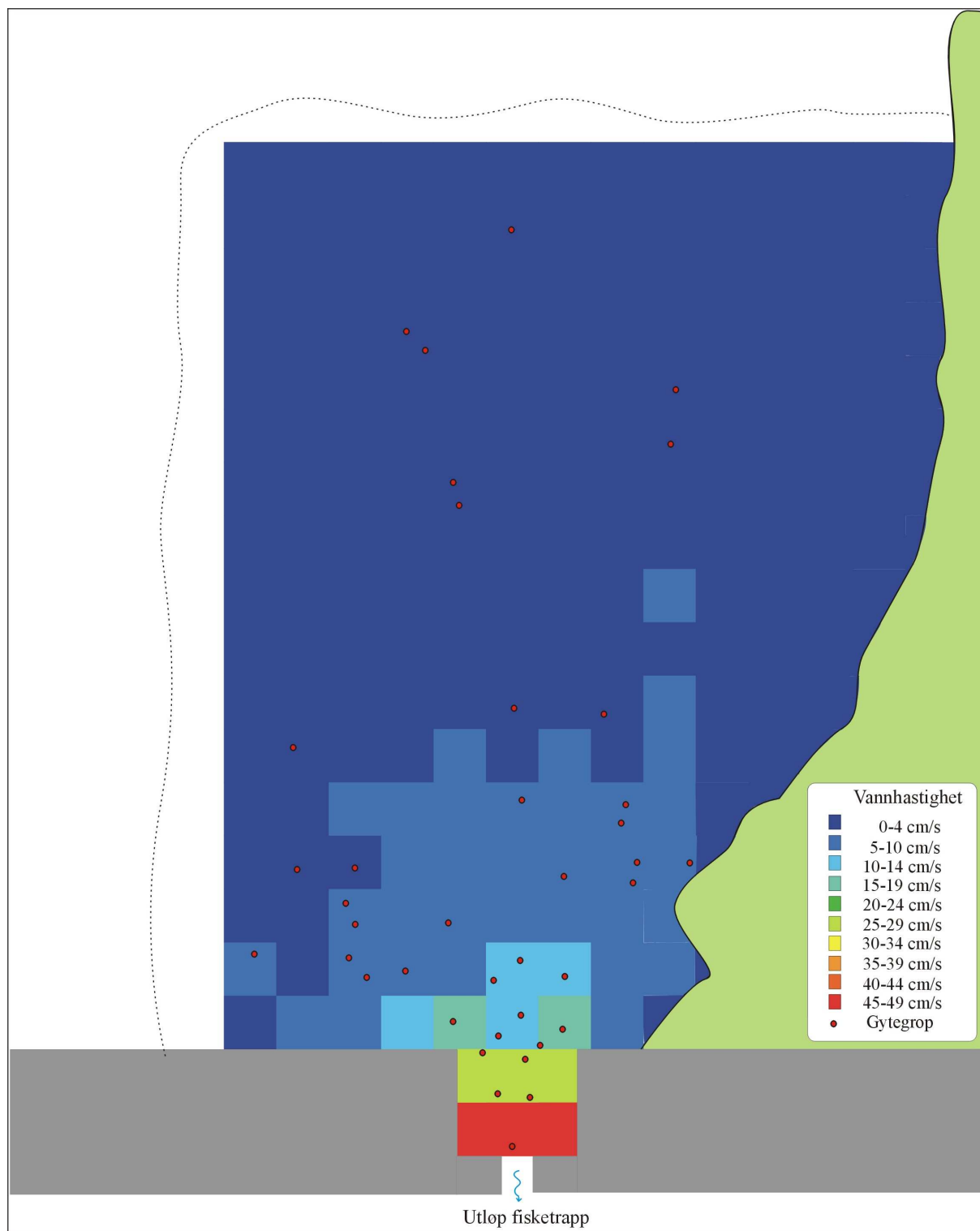
**Figur 7.** Gjennomsnittlig eggoverlevelse med standard avvik i de registrerte gytegrøpene på de tre grusutleggsområdene i perioden 2003-2005.



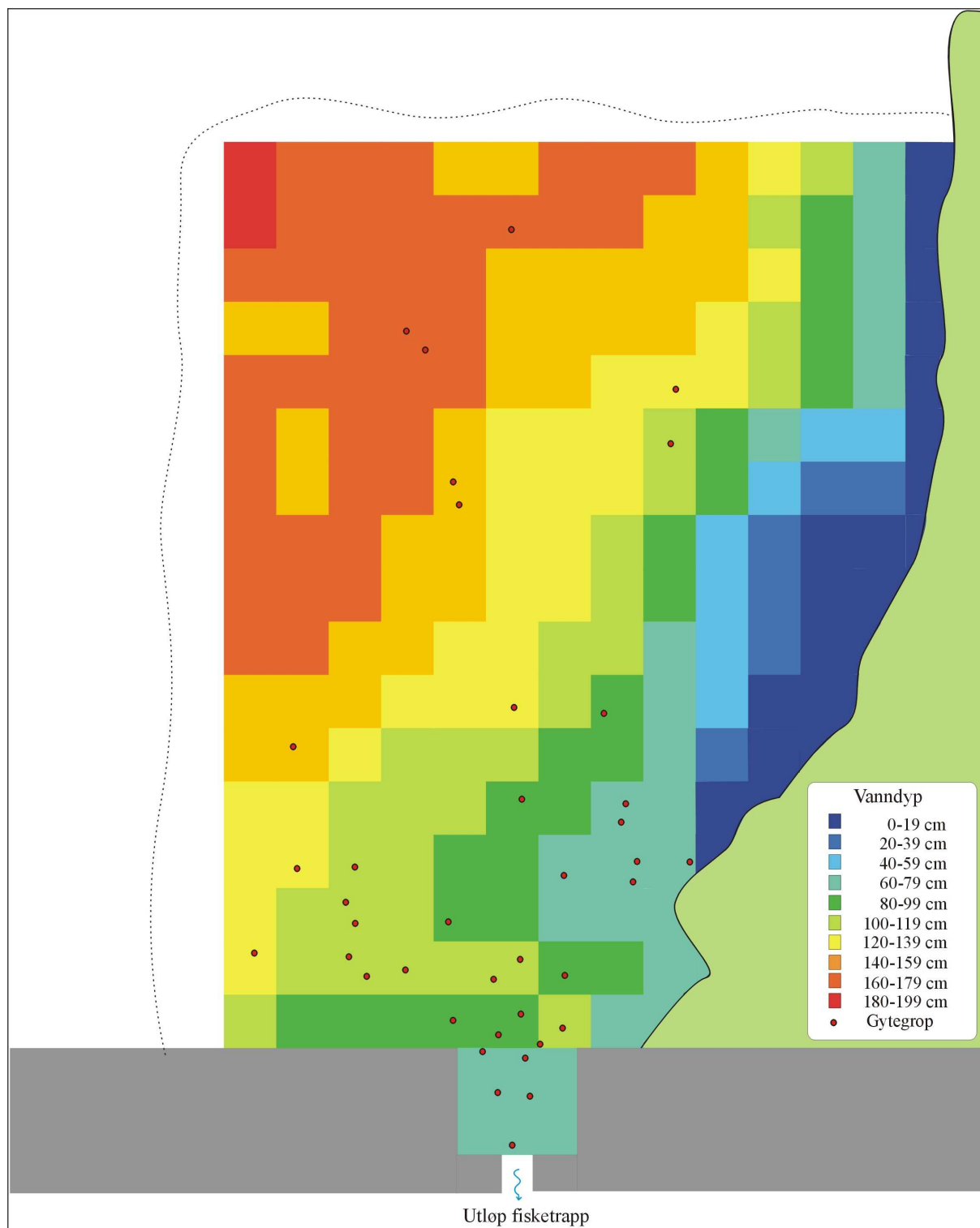
**Figur 8.** Samlet eggoverlevelse i gytegrøper på de tre grusutleggene i årene 2003-2006.

På det midterste grusutlegget ble grusen lagt ut på et om lag 8 – 12 m bredt område som strakte seg fra betongdammen/terskelen og ca. 19 m oppover i terskelbassenget. Selv om det ble funnet gytegroper spredt over nesten hele området, var gytegroperne i hovedsak konsentrert til nederste del av området like ovenfor terskeldammen. Dette henger trolig sammen at vannhastigheten øker (**figur 9**) og området blir grunnere ned mot terskeldammen (**figur 10**). I utløpet av terskelen og ned til fisketrappa, hvor det meste av vannet renner ved minstevannføring, ble det målt vannhastigheter opp til 46 cm/s, og det var også i dette området at gytegroperne lå tettest. Vannhastigheten på gyteområdet litt lenger opp fra terskeldammen, målt ved vinterminstevassføring (ca. 1 m<sup>3</sup>/s), var hovedsaklig mellom 2,5 – 10 cm/s.





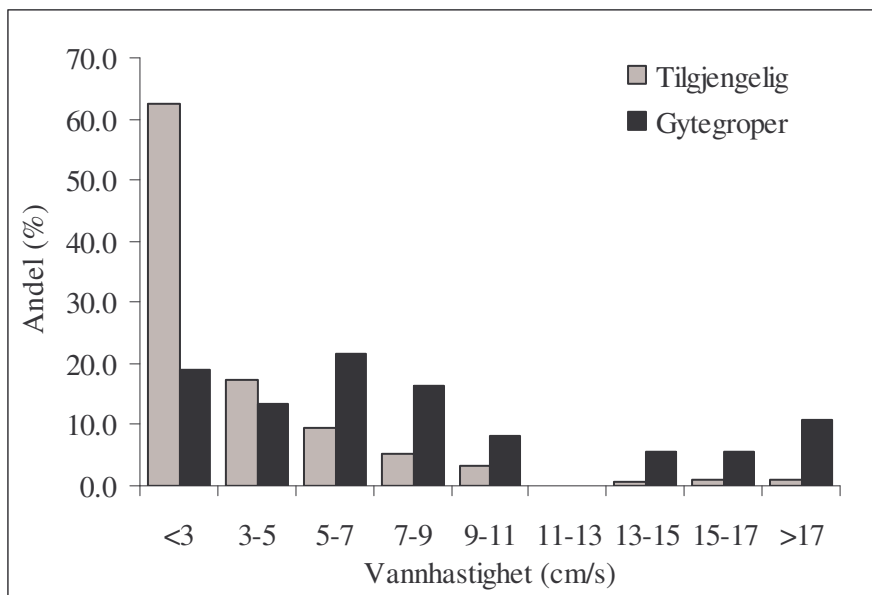
**Figur 9.** Skisse over laksens plassering av gytegroper i forhold til tilgjengelig vannhastighet på det midterste området med utlagt grus i Nidelva våren 2004. Den stiplede linjen viser grensen for området hvor det ble lagt ut gytegrus, mens betongdammen med utløp til fisketrappen er vist nederst på skissen (etter Barlaup et al. 2006).



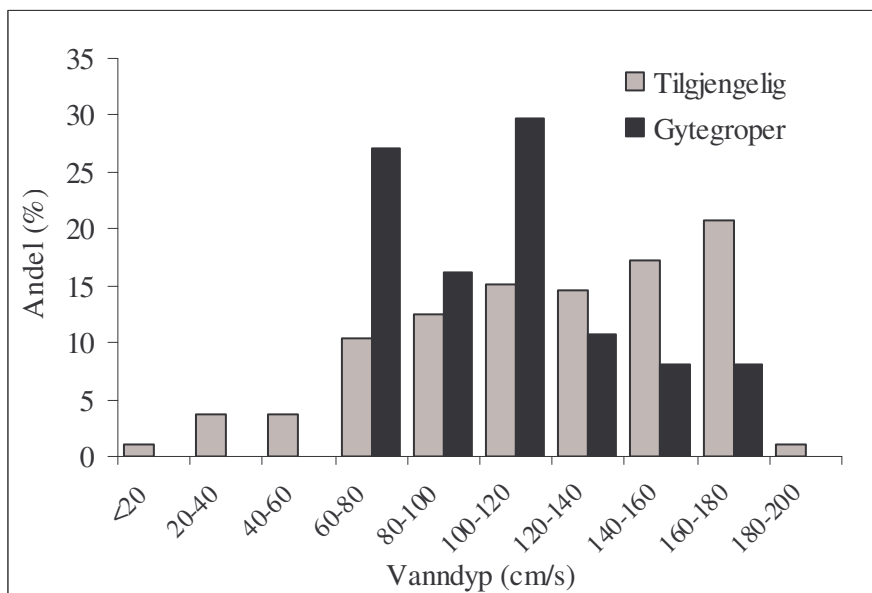
**Figur 10.** Skisse over laksens plassering av gytegrøper i forhold til tilgjengelig vannedyp på det midterste området med utlagt grus i Nidelva våren 2004. Den stiplede linjen viser grensen for området hvor det ble lagt ut gytegrus, mens betongdammen med utløp til fisketrappen er vist nederst på skissen (etter Barlaup et al. 2006).

Det kommer også frem av **figur 11** at laksen foretrekker å gyte på de delene av området med høyest vannhastighet, og på vannedyp mellom om lag 60 – 120 cm (**figur 12**). Det samme mønsteret ble også funnet på det nederste grusutlegget, der de fleste gytegrøpene ble funnet like i forkant av overløpet til

terskelen eller foran utløpet til fisketrappa, mens det ble funnet langt færre gytegroper lenger opp i terskebassenget i de mer stillestående delene av grusutlegget.

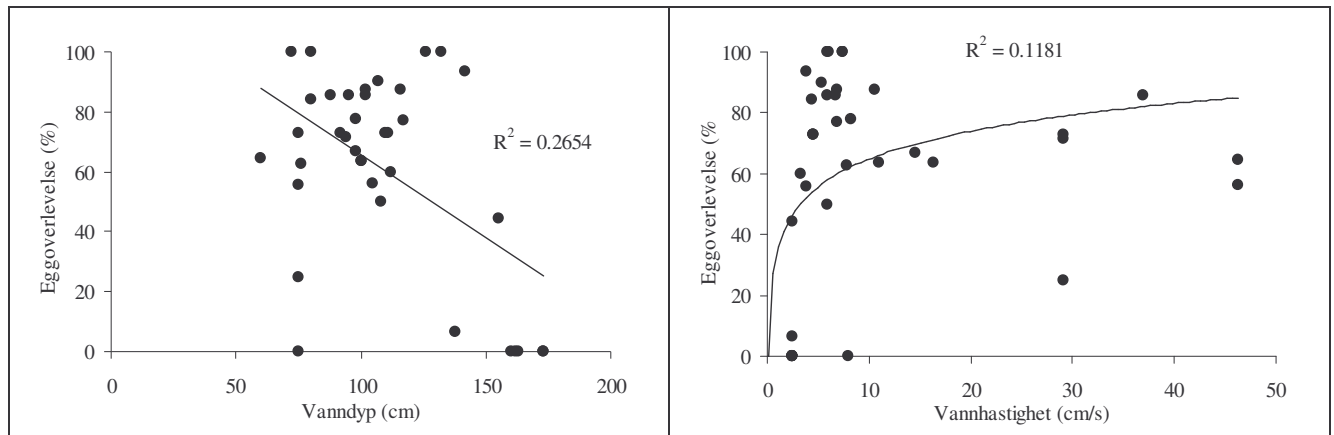


**Figur 11.** Fordeling av vannhastigheter målt i transekter over hele området med utlagt grus sammenliknet med vannhastigheter funnet over laksens gytegroper på det samme området. Data fra undersøkelser utført våren 2004 på det midterste området med utlagt grus i Nidelva.



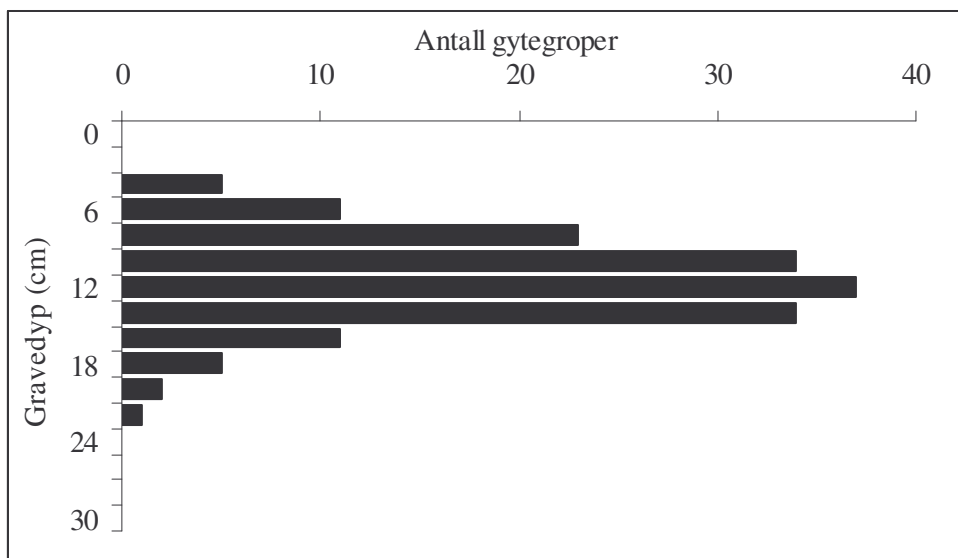
**Figur 12** Fordeling av vandndyp målt i transekter over hele området med utlagt grus sammenliknet med vandndyp funnet over laksens gytegroper på det samme området. Data fra undersøkelser utført våren 2004 på det midterste området med utlagt grus i Nidelva.

Det ble ikke funnet noen klar sammenheng mellom eggoverlevelse og vanddyb eller vannhastighet (**figur 13**), men det syntes å være en overrepresentasjon av gytegrøper med svært høy dødelighet på områder med lav vannhastighet (<4 cm/s) og dypt vann (>150 cm).

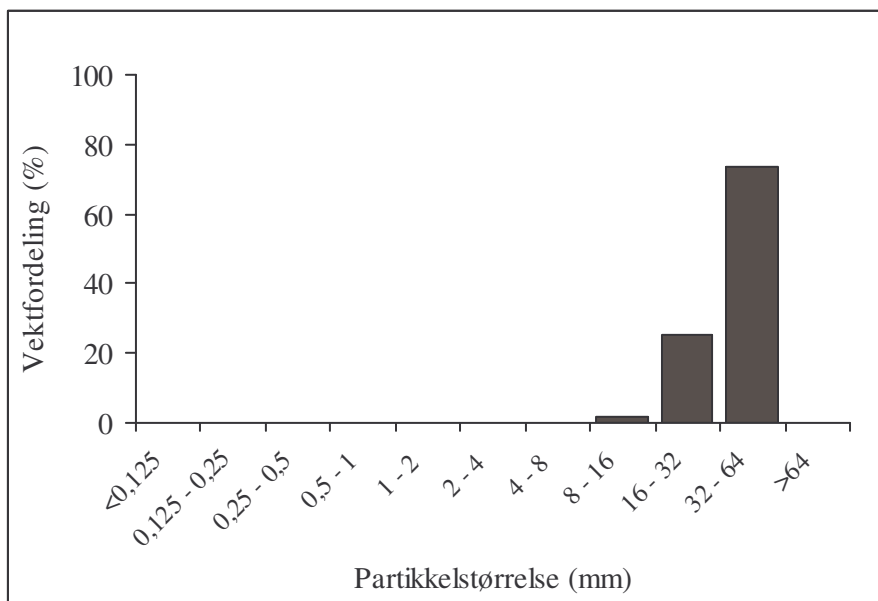


**Figur 13.** Sammenheng mellom eggoverlevelse funnet i gytegrøper av laks i forhold til vanddyb (venstre) og vannhastighet (høyre) på det midterste området med utlagt grus i Nidelva våren 2004.

Eggene ble funnet i et sjikt fra 4-22 cm nede i grusen, gjennomsnittlig avstand fra grusoverflaten og ned til toppen av egglommen var 11,9 cm (**figur 14**). Partikkelstørrelsen på bunnssubstratet som ble funnet i gytegrøpene var dominert av grov grus og stein fra 32 til 64 mm, sammen med en mindre mengde av grus i fraksjonene 8-16 mm og 16-32 mm (**figur 15**). En slik partikkelstørrelse vil normalt gi god vanngjennomstrømming og tilførsel av oksygen. I løpet av prosjektperioden er det som tidligere nevnt registrert en økt sedimentering av organisk materiale bestående av mudder og tremasse på det midterste og nederste grusutleggene. Ved undersøkelsene av gyteområdene våren 2006, syntes det som om gyteaktiviteten i enda større grad enn tidligere år var konsentrert til områdene nærmest terskelen. En fortsatt akkumulering av organisk materiale vil trolig føre til at større deler av de utlagte grusflatene over tid dvs. flere år, blir lite egnet for gyting.



**Figur 14.** Gravedyp, dvs. avstand fra grusoverflaten og ned til toppen av egglommen, for gytegrøper funnet på områdene med utlagt grus i perioden 2004-2006.



**Figur 15.** Vektfordeling av ulike partikkelstørrelser funnet i en gytegrøp av laks tatt våren 2003 på det midterste grusutleggingsområdet i Nidelva.

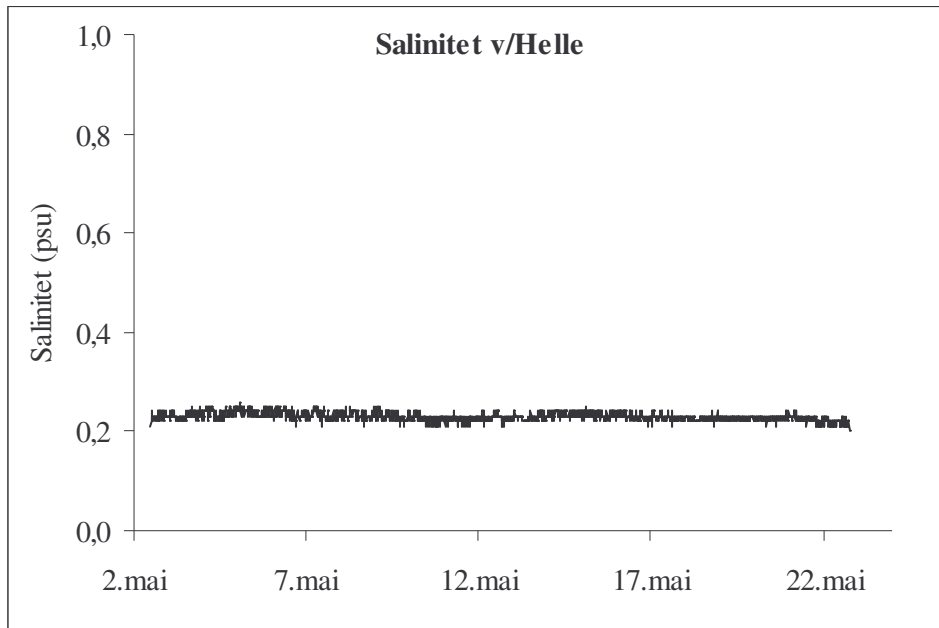
### 3.2 Undersøkelse av gyteområdet på Helle våren 2003

I tillegg til undersøkelsene av de tre områdene med utlagt grus, ble det våren 2003 foretatt undersøkelser av et naturlig gyteområde på Helle like nedstrøms utløpet av Rygene kraftstasjon. Det ble her registrert totalt 28 gytegrøper, hvorav en var gytt av aure og de øvrige gytt av laks. Gjennomsnittlig eggoverlevelse i gytegrøpene var 83,6% (std 23,9).

Gyteområdet på Helle ligger innerst i den tidevannspåvirkede delen av Nidelva. Tilførselen av ferskvann fra elva og kraftstasjonen som munner ut like ovenfor Helle bidrar til at område i hovedsak er et ferskvannsmiljø. I perioder med lite ferskvanntilførsel og høy flo kan det imidlertid bli presset saltvann innover, men det er usikkert hvorvidt slike episoder medfører så høy saltholdighet at det fører til dødelighet på egg og plommeseckyngel i gytegrøpene. Den høye registrerte eggoverlevelsen viser at det ikke hadde forekommet slike skadelige episoder i perioden fra gytingen høsten 2002 og undersøkelsestidspunktet sent i mars 2003. Også vannkjemiske prøver tatt både i overflatevannet og nede i bunnsstratet i gytegrøpene den 02.05.2003 tyder ikke på at forholdene på gyteområdet var nevneverdig påvirket av saltvann (**tabell 3**). I perioden 02.05.-22.05.2003 ble det plassert en logger som registrerte salinitet hvert tiende minutt. Denne registreringen viste heller ikke påvirkning av salt- eller brakkvann på gyteområdet (**figur 16**). Det er derfor grunn til å tro at overlevelsen fram til klekking og yngelens første næringsopptak ikke ble negativt påvirket av sjøvann.

**Tabell 3.** Vannprøver tatt i overflatevann og nede i gytegrusen ved Helle den 02.05.2003.

Prøve	Konduktivitet (µS/cm)	pH	Alkalitet (µekv/l)	Ca (mg/l)
Overflatevann	17,5	5,61	11	1,10
Vann fra gytegrusen, prøve nr.1	20,5	5,68	35	1,27
Vann fra gytegrusen, prøve nr.2	21,8	5,59	37	1,30
Vann fra gytegrusen, prøve nr.3	22,6	5,65	47	1,29
Vann fra gytegrusen, prøve nr.4	20,3	5,60	30	1,16
Vann fra gytegrusen, prøve nr.5	20,3	5,61	35	1,37



**Figur 16.** Salinitet logget på gyteområdet ved Helle i perioden 02.05-22.05.03.

### 3.3 Tettheter av ungfisk i perioden 2003-2005

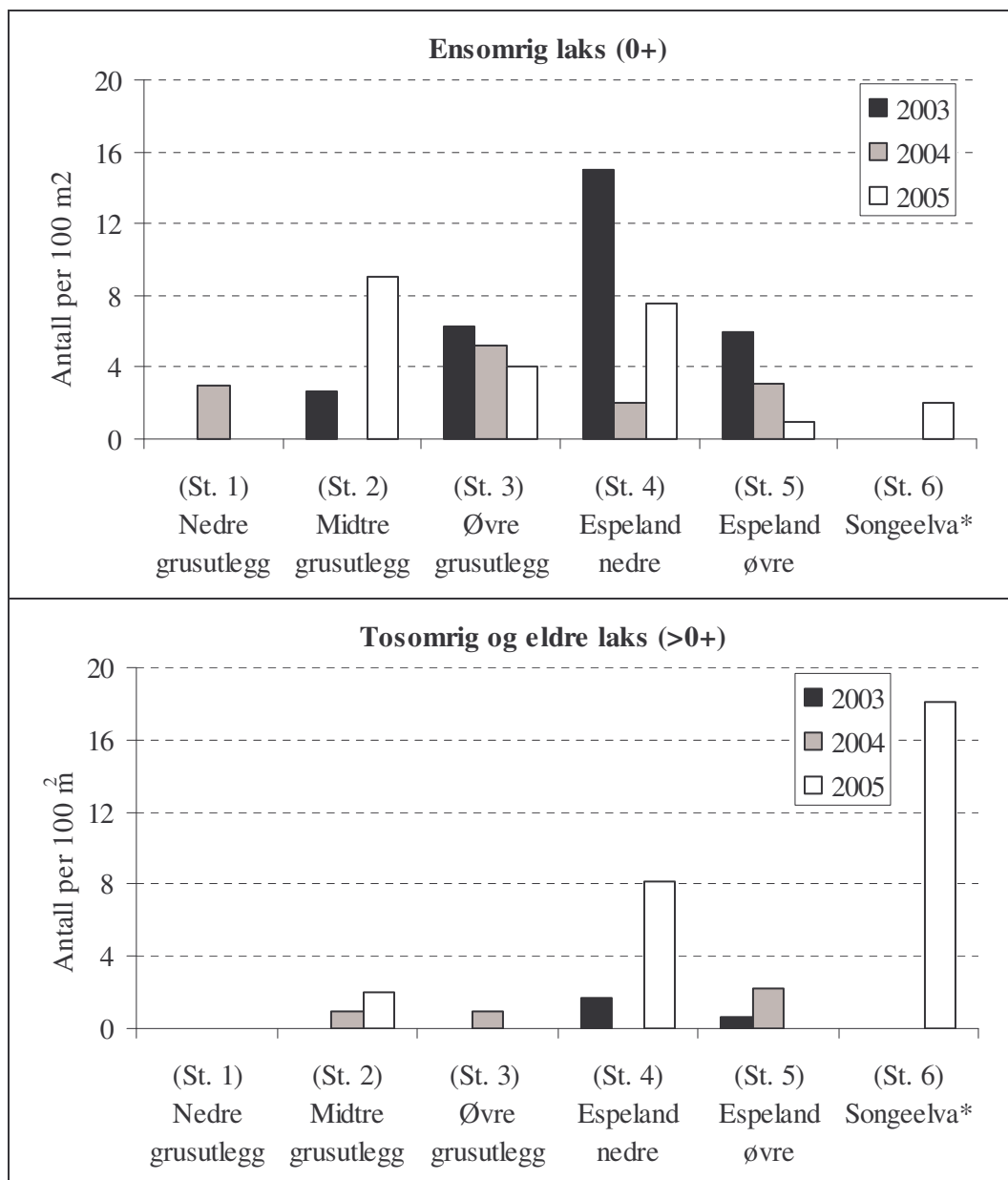
#### Laks

Det har i løpet av perioden 2003-2005 blitt registrert ungfisk av laks på alle stasjonene hvor det har vært gjennomført kvantitative undersøkelser (**figur 17**). Gjennomsnittlige tettheter av ensomrig laks for alle de fem stasjonene i årene 2003-2005 var henholdsvis 6,0, 2,7, og 4,3 per 100 m<sup>2</sup>. Tilsvarende tettheter for tosomrige og eldre lakseunger var 0,5, 0,8 og 2,0 fisk per 100 m<sup>2</sup>.

Av de tre stasjonene tilknyttet grusutleggene nedstrøms Rygene var det bare på stasjonen ved det øverste grusutlegget at det ble registrert ensomrig laks alle de tre årene. I 2003 ble det ikke registrert tosomrig og eldre lakseunger på noen av disse tre stasjonene, mens det ved det midterste grusutlegget ble registrert eldre lakseunger i 2004 og 2005, og ved det øverste grusutlegget kun i 2004. Tettheten av lakseunger har også vært svært lave på disse tre stasjonene med gjennomsnittlige tettheter på 3,0, 2,7 og 4,3 ensomrige laks per 100 m<sup>2</sup> og 0, 0,7 og 0,7 eldre laks per 100 m<sup>2</sup> i henholdsvis 2003, 2004 og 2005.

På begge stasjonene ved Espeland har det alle de tre årene med undersøkelser vært registrert ensomrig laks, mens det har vært registrert eldre lakseunger i to av årene. Gjennomsnittlig tettheter på de to stasjonene var henholdsvis 10,3, 2,6 og 4,3 ensomrige laks per 100 m<sup>2</sup> og tilsvarende 1,2, 1,1 og 4,1 eldre laks per 100m<sup>2</sup> i årene 2003, 2004 og 2005. Dette er noe høyere enn det har vært registrert på stasjonene på strekningen nedstrøms Rygene, men tetthetene må fortsatt karakteriseres som unormalt lave.

Høsten 2005 ble det i tillegg til de overnevnte stasjonene også fisket kvantitativt på en stasjon i Songeelva like oppstrøms samløpet med Nidelva. Her ble det registrert en tetthet på 2,0 ensomrige og 18,1 eldre lakseunger per 100 m<sup>2</sup> (**figur 17**). Det er imidlertid usikkert om anadrom fisk klarer å komme opp fossen like ovenfor den undersøkte stasjonene (Simonsen 1995), og dermed i hvor stor grad sideelva fungerer som rekrutteringsområde for lakseunger. Det ble gjennomført et kvalitativt elektrisk fiske oppstrøms fossen, men det ble ikke registrert lakseunger på denne strekningen.

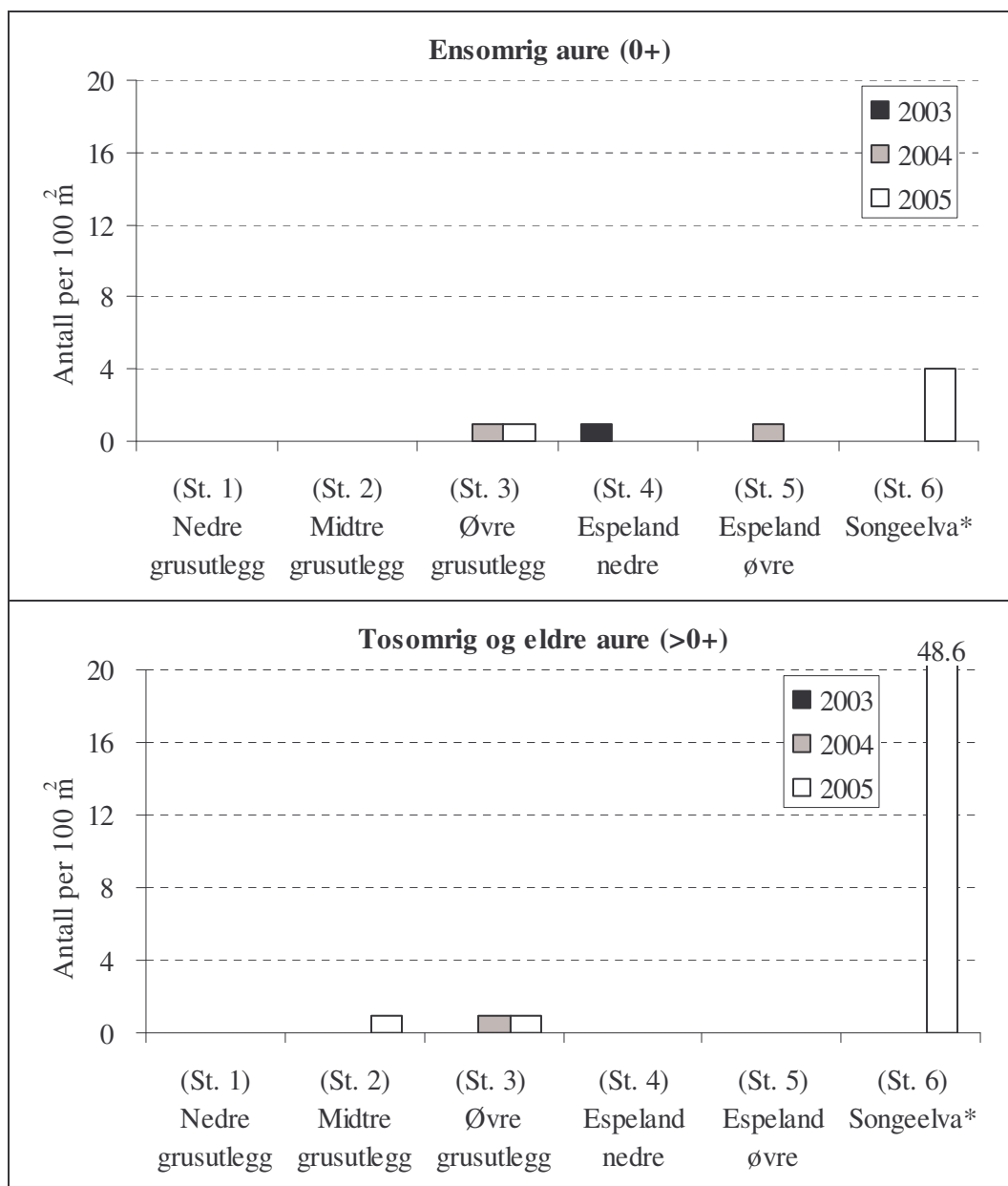


**Figur 17.** Estimert tetthet av ensomrig laks (øvre panel) og tosomrig og eldre laks (nedre panel) på de stasjonene som ble undersøkt ved kvantitativt elektrisk fiske høsten 2003-2005. Stasjonen i Songeelva ble undersøkt første gang høsten 2005.

### 3.4 Aure og andre arter

På de fem stasjonene i Nidelva har det i undersøkelsesperioden bare blitt registrert totalt 4 ensomrige og 3 eldre aurer (**figur 18**). Dette tilsvarer en total gjennomsnittlig tettheter for alle stasjonene på 0,2, 0,4 og 0,2 ensomrige aure per 100 m<sup>2</sup>, og 0, 0,2 og 0,4 eldre aure per 100 m<sup>2</sup> i årene 2003, 2004 og 2005. For de tre stasjonene ved grusutleggene i restfeltet utgjør dette en tetthet på 0,0, 0,3 og 0,3 ensomrige aure per 100 m<sup>2</sup>, og 0,0, 0,3 og 0,7 eldre aure per 100 m<sup>2</sup> i de tre årene. Tilsvarende gjennomsnittlige tettheter for de to stasjonene på Espeland er 0,5, 0,5 og 0 ensomrige aurer i de tre årene, mens det ikke har blitt registrert eldre aure på disse stasjonene.

På stasjonen i Songeelva ble det høsten 2005 registrert en tetthet på 4 ensomrige aure per 100 m<sup>2</sup> og hele 48,6 eldre aure per 100 m<sup>2</sup>.



**Figur 18.** Estimert tetthet av ensomrig aure (øvre panel) og tosomrig og eldre aure (nedre panel) på de stasjonene som ble undersøkt ved kvantitativt elektrisk fiske høsten 2003-2005. Stasjonen i Songeelva ble undersøkt første gang høsten 2005.

På strekningen nedstrøms Rygene ble det under det elektrisk fiske av stasjonene i 2003 i tillegg fanget en ål, i 2004 ble det fanget 8 abbor (fra 6,6-13,6 cm), en gjedde (18 cm) og en ål (ca. 40 cm). I 2005 ble fanget tre abbor og to gjedder. På stasjonene på Espeland ble det i tillegg til laks og aure i 2003 fanget en gjedde (10,6 cm), og i 2005 to abbor (5,3 cm og 7,1 cm) og en gjedde (9,2 cm).

### 3.5 Kvalitativt fiske

Høsten 2003 ble det gjennomført et kvalitativt elektrisk fiske over et område på 230 m<sup>2</sup> i tilknytning til gyteområdet ved Helle. Det ble kun fanget en ensomrig laks, men det ble observert fire eldre



lakseunger som ikke ble fanget. Ved garnfiske senere den samme høsten ble det heller ikke fanget fisk på noen av de fem garn, men fangsteffektiviteten til garn var redusert fordi garn ble fulle av organisk materiale. Samlet viser funnet av gytegroper ved Helle og observasjoner av ungfisk at området ved Helle fungerer som oppvekstområde for laks. Basert på resultatene fra det elektriske fiske synes imidlertid produksjonen av ungfisk på området å være lav.

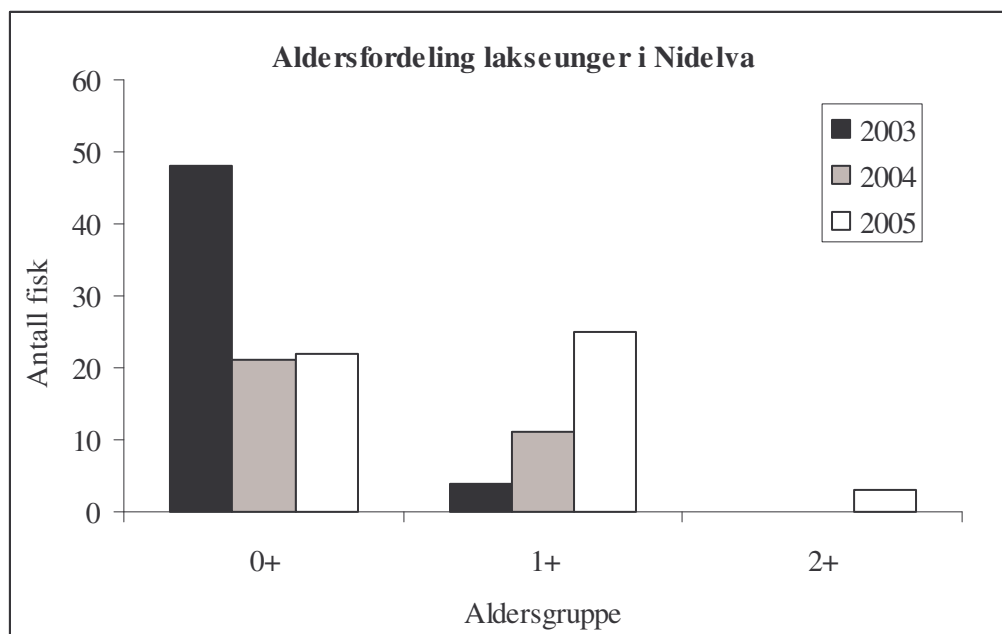
I tilknytning til de tre grusutleggene ble det i 2003 etter omfattende kvalitativt elektrisk fiske utenfor de etablerte stasjonene bare fanget 10 ensomrige laks nedstrøms terskelen ved det midterste grusutlegget, fire ensomrige laks nedstrøms grusutlegget ved Rygene og i tillegg observert en eldre lakseunge ved det nederste grusutlegget. Høsten 2004 ble det fanget til sammen 7 ensomrige laks og 2 eldre lakseunger ved tilsvarende metode på de samme områdene (totalt omfattet fisket ca. 600 m<sup>2</sup> elvebunn). Det ble da i tillegg fanget 3 ensomrige og 1 eldre aure, 5 abbor, 3 gjedder og 1 ål.

Samlet sett er resultatene fra det kvalitative fiske med på å bekrefte inntrykket fra det kvantitative elektriske fiske om at det finnes ungfisk av både laks og aure i de delene av elven hvor det finnes egnede oppvekstområder. Svært lave tettheter på områdene tyder imidlertid på at ungfiskproduksjonen er svært begrenset.

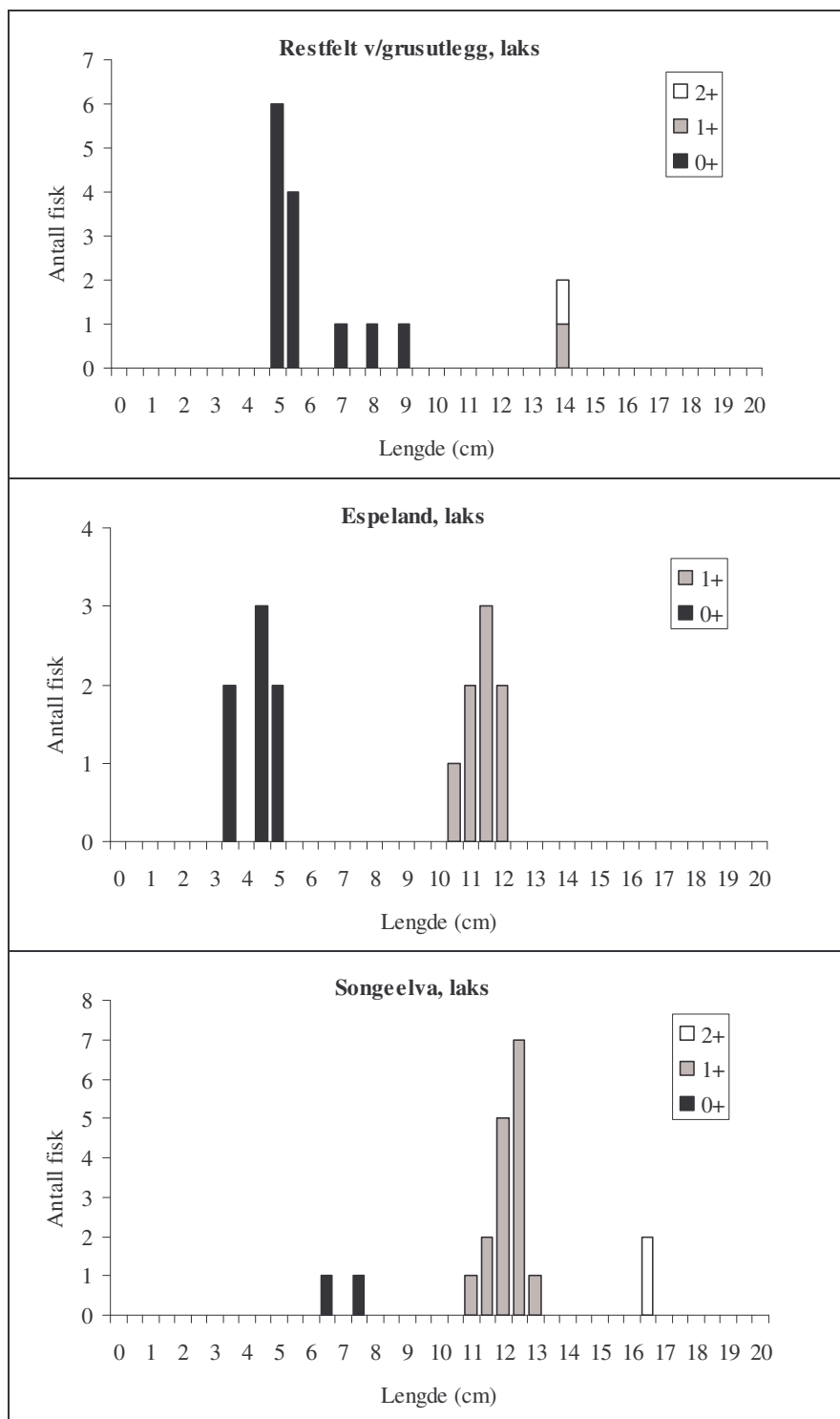
### 3.6 Alders- og lengdefordeling

Aldersfordelingen blant lakseungene som er fanget inn ved elektrisk fiske i prosjektperioden (**figur 19**) viser at det i hovedsak er ensomrige og tosomrig laks som er representert i materialet. Av totalt 43 eldre lakseunger fanget inn de tre årene, er det kun 3 tresomrige laks. Gjennomsnittlig lengde blant den tosomrige laksen er rundt 12 cm (**figur 20** og **tabell 4**), noe som tyder på at mesteparten av laksen smoltifiserer og vandrer ut etter to vekstsesonger på elva. Lengdefordeling for aure fanget høsten 2005 er vist i **figur 21**.

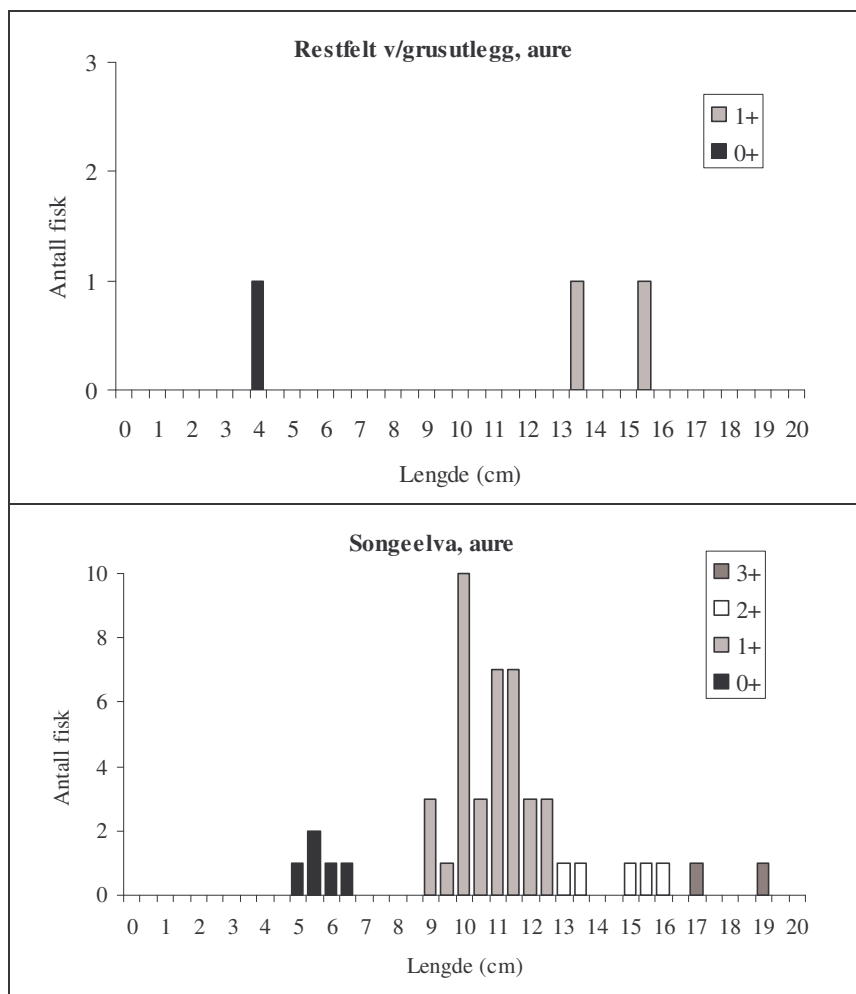
Som det kommer frem av **figur 20** og **tabell 4**, synes lakseungene å vokse bedre på strekningen nedstrøms Rygene enn på Espeland. Årsaken til dette er ikke kjent, men en mulighet er at temperaturforholdene i restfeltet er gunstigere enn i hovedløpet lenger oppe. Temperaturkurve fra restfeltet er vist i **figur 22**.



**Figur 19.** Aldersfordeling for alle lakseunger samlet inn ved elektrisk fiske i Nidelva i perioden 2003-2005.



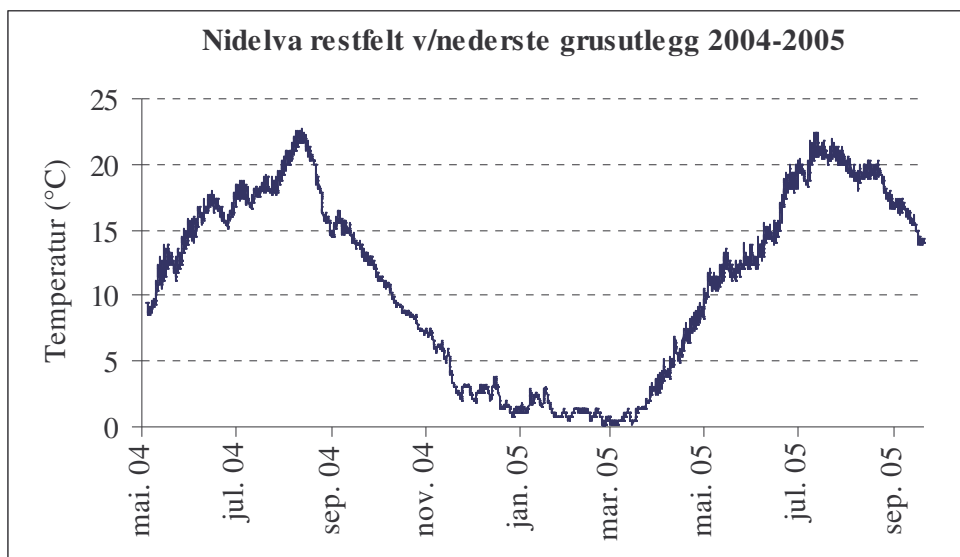
**Figur 20.** Lengdefordeling for ulike årsklasser av lakseunger fanget ved elektrisk fiske høsten 2005 ved grusutleggene i restfeltet (øverste panel), ved Espeland (midterste panel) og ved Songeelva (nederste panel).



**Figur 21.** Lengdefordeling for ulike årsklasser av aure fanget ved elektrisk fiske høsten 2005 ved grusutleggene i restfeltet (øverste panel) og ved Songeelva (nederste panel). Ved Espeland ble det ikke fanget aure høsten 2005.

**Tabell 4.** Gjennomsnittlig lengde  $\pm$  standard avvik for ulike aldersgrupper av laks samlet inn ved elektrisk fiske på stasjonene i restfeltet og ved Espeland i perioden 2003-2005. Antall fisk er gitt i parentes.

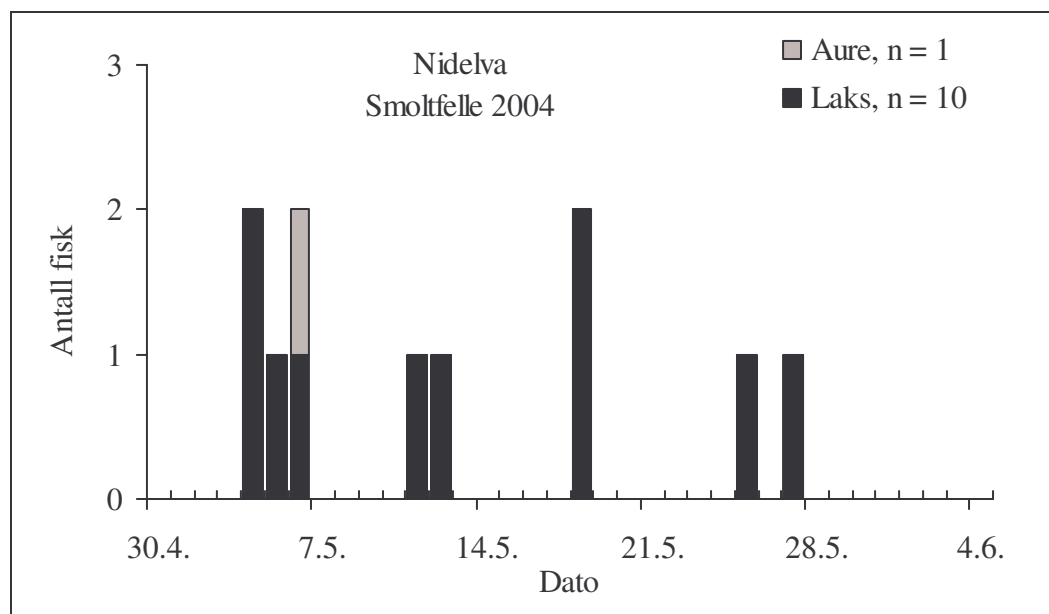
År	0+ laks		1+ laks		2+ laks	
	Restfelt	Espeland	Restfelt	Espeland	Restfelt	Espeland
2003	6,0 $\pm$ 0,7 (21)	4,7 $\pm$ 0,5 (27)	-	12,0 $\pm$ 0,7 (4)	-	-
2004	6,5 $\pm$ 1,1 (16)	6,0 $\pm$ 1,0 (5)	12,1 $\pm$ 1,9 (6)	11,9 $\pm$ 1,5 (5)	-	-
2005	6,1 $\pm$ 1,2 (13)	4,5 $\pm$ 0,6 (7)	14,3 (1)	11,5 $\pm$ 0,5 (8)	14,1 (1)	-



**Figur 22.** Temperaturkurve fra logger i restfeltet nedstrøms Rygene, ved det nederste grusutlegget for perioden mai 2004 til oktober 2005.

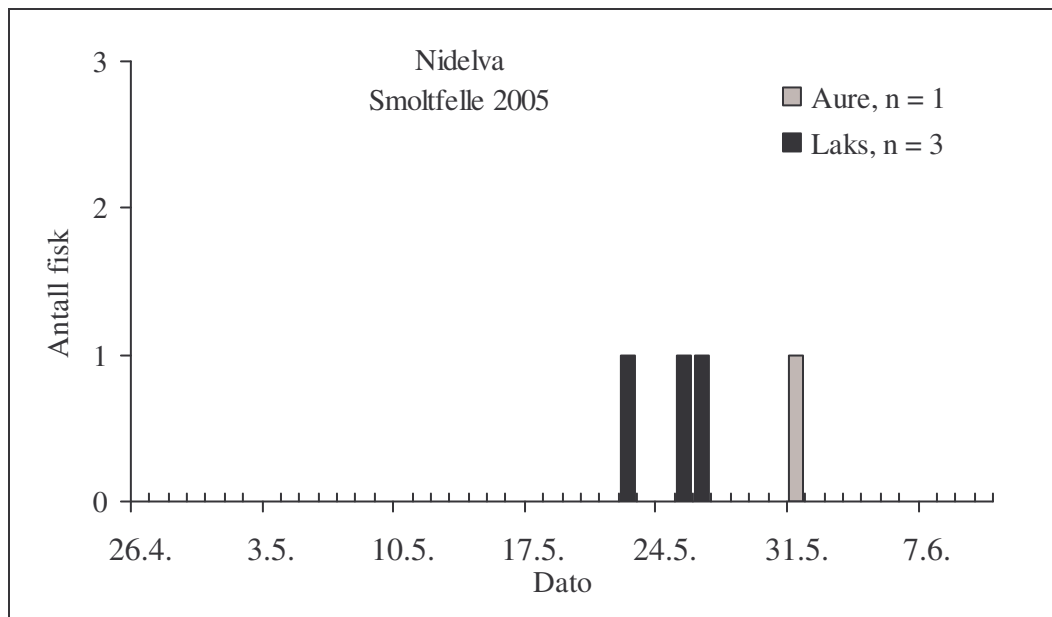
### 3.7 Undersøkelser av smoltutgangen 2004 og 2005

I 2004 ble smoltfella (River-fishlift) satt ut 30. april og tatt opp igjen 04. juni. Fella ble satt ut rett ved Helle, rett nedstrøms utløpstunnelen fra kraftverket. I denne perioden var fella ute av drift i fire døgn grunnet stor vannføring og tekniske problemer, slik at effektive fangstdøgn ble 34 dager. Det ble kun registrert 10 laksesmolt og en sjøauresmolt i denne perioden. I tillegg ble det fanget 12 abbor, fire gjedder, en sik og en sørv. Fangstene av laksesmolt er vist i **figur 23**. Aldersanalysen av laksesmoltene viste at alle var 2 år gamle med en snittlengde på 15,1 cm (std = 1,3 cm).



**Figur 23.** Fangst av utvandrende smolt ved bruk av River fishlift i Nidelva v/Helle i perioden 30.04 til 04.06.2004.

I 2005 ble det benyttet en smoltskrue for innsamling av smolt. Fella ble plassert ved Helle på samme sted som smoltfella var plassert i 2004. I perioden smoltskruen sto ute, fra 26. april til 10. juni, ble det bare fanget tre laksesmolt og en auresmolt (**figur 24**). I tillegg ble det fanget en gjedde. En medvirkende faktor til disse svært lave fangstene er at vannføringen i lange perioder var så lav at trommelen på smoltskruen gikk med lav fart og derfor ikke fanget effektivt. Svært lave fangster også i periodene med høyere vannføringen, sammen med antall smolt fanget i 2004 og resultatene fra det elektriske fisket i 2003 og 2004, tilsier imidlertid at smoltproduksjonen av både laks og sjøaure er svært lav.



**Figur 24.** Fangst av utvandrende smolt i smoltskrue plassert ved Helle i Nidelva i perioden 26.04 til 10.06.2005.

### 3.8 Vannkjemiske forhold

Forsuringssituasjonen i vassdraget har tidligere vært vurdert som kritisk med tanke på opprettholdelse av laks og sjøaure (Kaste et al. 1995, Kaste & Håvardstun 1999). Høsten 1989 ble det gjort forsøk med å legge ut lakserogn i ulike deler av vassdraget (Simonsen 1995). Resultatene fra disse viste svært høy dødelighet på plommesekkyngelen etter klekking, men det var vanskelig å skille effekten av vannkvalitet fra andre dødelighetsfaktorer som sopp og sedimentering.

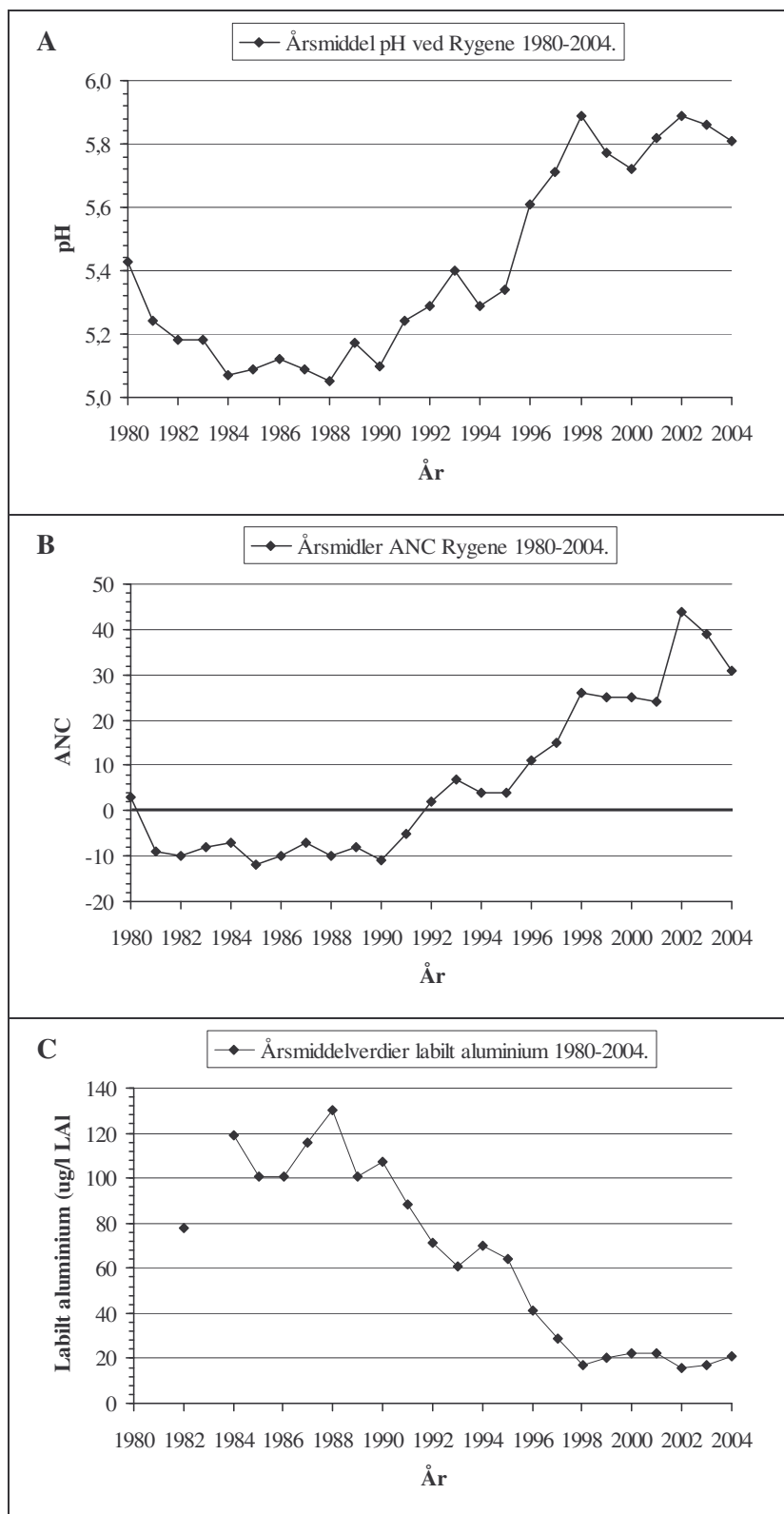
Et viktig spørsmål er om laksen i Nidelva har hatt mulighet til å gjennomføre livssyklusen gitt de vannkjemiske forholdene som har vært i elva de siste årene før doseringskalkingen kom i gang i 2006. Stikkprøvene av vannkvaliteten tatt i løpet av undersøkelsene i 2003 ga pH 5,6 ved Helle tidlig i mai. Tilsvarende målinger tatt ved Espeland i september 2003 viste pH 6,0 og en konsentrasjon av giftig, labilt aluminium på 9 µg/l. Ved Espeland viste da gjelleprøver tatt av tosomrig laks en gjennomsnittlig konsentrasjon på 45 µg Al/g tørrvekt gjelle (sd = 11,9, N = 4). Tilsvarende ble det høsten 2004 v/ Espeland målt 34 µg Al/g tørrvekt gjelle (sd = 15,0, N = 3 laks og 2 aure), og v/øverste grusutlegg målt 13 µg Al/g tørrvekt gjelle (sd = 13,5, N = 3 laks og 2 aure). Disse stikkprøvene er ikke egnet til å gi noen vannkjemisk vurdering av situasjonen, men tilsier likevel forhold som med stor sannsynlighet påvirker laksen negativt.

Resultatene fra den vannkjemiske overvåkingen som gjøres i regi av SFT viser at det har vært en markert bedring av de vannkjemiske forholdene i Nidelva de siste 10 årene (**figur 25**). Dette skyldes både økt kalking i vassdraget (bl.a. av innsjøene Nisser og Fyresvatn i 1996-97) og redusert sur nedbør. Det er interessant at årsmiddelverdien for pH i 2003 var pH 5,86, for ANC 39 µekv/l, og for

giftig, labilt aluminium 17 µg/l. Sammenholdes utviklingen med de vannkjemiske kriteriene gitt for levedyktige laksebestander (**tabell 5**) viser dette en tydelig forbedring av miljøforholdene for laks i Nidelva. Undersøkelsene i årene 2003-2005 viser at tetthetene av ungfisk er svært lave. Dette resultatet kan skyldes høy dødelighet som følge av forsurening. Likevel viser undersøkelsene at noe ungfisk overlever og klarer seg til smoltstadiet. Svært lave fangster i smoltfellene i 2004 og 2005 tyder imidlertid på at produksjonen av smolt i vassdraget er svært lav. I laksens livssyklus er smoltstadiet mest sensitivt for surt, aluminiumsrikt vann. I Nidelva er det sannsynlig at slik uheldig vannkemi har medført en betydelig dødelighet på utvandrende smolt og dermed redusert muligheten for en selvreproduserende bestand i vassdraget. Etter at doseringskalkingen av Nidelva kom i gang fra og med 2006 vil de vannkjemiske forholdene bedres til et nivå hvor vannkvaliteten ikke lenger vil være en hindring for at laksen skal gjennomføre livssyklusen.

**Tabell 5.** Vannkvalitetsgrenser (årlig gjennomsnitt) for laks basert på bestandsstatus og vannkvalitet (årlig gjennomsnitt) for 73 norske laksebestander. Bestandsstatus er kategorisert som upåvirket, mulig påvirket, påvirket eller utdødd (fra Kroglund m.fl. 2002).

	Utdødd	Påvirket	Mulig påvirket	Ikke påvirket
pH	<5.7	5.2 til 6.1	5.6 til 6.2	>6.0
LAl (µg L <sup>-1</sup> )	>20	5 til 50	3 til 25	<10
ANC (µekv L <sup>-1</sup> )	<8	-5 til 15	10 til 36	>20
Ca (mg L <sup>-1</sup> )	<2.6	0.4 til 2.2	0.6 til 1.9	>1.1



**Figur 25.** Vannkjemisk utvikling i pH, ANC og labilt aluminium målt ved dammen ved Rygene i Nideleva i perioden 1980-2004. Data gjengitt fra SFT (2005).

## 4.0 Vurdering av tiltak for å fremme reetablering av laks i Nidelva

Etter at kalkingen av Nidelva kom i gang fra og med 2006 er ikke lenger forsuring til hinder for reetablering av en laksebestanden i vassdraget. Imidlertid er den lakseførende delen kraftig regulert og det ble derfor i 2001 utarbeidet en detaljert og faglig godt begrunnet tiltaksplan for reetablering av laks i Nidelva (Ugedal et al. 2001). I planen ble det foreslått å gjennomføre følgende tiltak i prioritert rekkefølge:

1. Kontinuerlig evaluering og utbedring av laksetrappen i Rygenefossen
2. Prøve ut og evaluere lokkeflommer i restløpet
3. Konstruere gyteområder i restfeltet
4. Forbedre ungfiskhabitat på strekningen Blakstad – Froland
5. Vurdering av behov for utvandrende fisk ved Rygene dam
6. Tiltak for å lette oppgang av fisk forbi kraftutløp ved Helle og opp i restfeltet
7. Vurdere manøvrering av Eivindstad kraftverk i forbindelse med smoltutgang
8. Bygging av laksetrapp/laksesluse i Eivindstad dam

Siden tiltaksplanen ble utarbeidet i 2001 har det vært fokusert på problemstillingene angående oppvandring av laks (punkt 1 og punkt 6), forsøk med lokkeflommer i restfeltet (punkt 2) og tillaging av gyteområder i restfeltet som gjengitt i foreliggende rapport (punkt 3). Basert på tiltaksplanen og egne erfaringer opparbeidet i prosjektet vil vi her gi et oppdatert forslag for prioritering av tiltak for å fremme reetablering av laks i Nidelva.

### 4.1 Styrte reetablering

I tråd med tiltaksplanen vil vi anbefale en styrt reetablering på områdene oppstrøms Rygene. Dette begrunnes særlig utfra økologiske hensyn siden utsettinger av en kjent laksestamme vil motvirke uheldig genetisk påvirkning fra rømt oppdrettslaks. Utlegging av rogn er en metode for styrt reetablering som er godt utprøvd og har gitt gode resultat i bl.a. Mandalselva og Tovdalselva (Barlaup et al. 2005). I regi av reetableringsprosjektet (se Hesthagen 2006) ble det valgt å benytte samme metode i Nidelva i 2006. Om lag 100 000 lakserogn fra Storeelvastammen ble da plantet ut på strekningen oppstrøms Eivindstad. Et slikt tiltak vil trolig medføre en raskere reetablering sammenliknet med en situasjon der tilfeldige feilvandrere danner utgangspunktet for reetableringen. Dette bl.a. fordi laksen som stammer fra rognplantingen med stor sannsynlighet vil ha en større motivasjon til å forsere vandringshinder i nedre del av vassdraget sammenliknet med feilvandret laks. Flere undersøkelser har vist at reetableringen skjer raskere i kalkede vassdrag hvor det har vært benyttet utsettinger sammenliknet med vassdrag hvor reetableringen har skjedd uten utsettinger (Hesthagen & Larsen 2003; Johnsen et al., 2006).

Laksen som de senere årene har vandret opp i Nidelva har i stor grad vært feilvandrere og noe rømt oppdrettslaks. Derfor er erfaringene med tiltak så langt basert på en bestand som består av feilvandrere. Som følge av kalkingen vil innsiget av laks de kommende årene i større grad bestå av laks som er vokst opp i Nidelva. Erfaringer fra reetablering av laks i andre kalkede Sørlandselver er generelt svært positive, men viser samtidig at forventet potensial for yngelproduksjon og gytebestand ikke er nådd selv 10 år etter kalking (Larsen & Hesthagen 2004). Dette viser at reetableringsprosessen går gradvis over mange år og det er derfor viktig å ha et langsiktig perspektiv med tanke på forventet effekt av gjennomførte tiltak. Underveis i reetableringsprosessen bør det etter vårt syn legges vekt på å identifisere eventuelle flaskehalser som hemmer prosessen.

### 4.2 Oppvandring av laks

Siden de viktigste gyte- og oppvekstområdene nå trolig ligger på øvre del av lakseførende strekning (oppstrøms Rygene) er det svært viktig at gytefisken kan vandre opp til disse områdene. Som det ble fremhevet av Ugedal et al. (2001) bør det derfor gis høy prioritet til arbeidet med å lette



oppvandringen av fisk forbi utløpet av kraftstasjonene ved Helle og opp i minstevannsføringsløpet, og deretter videre opp og forbi Rygene dam. Registrering av et betydelig antall laks som har passert gjennom trappa (> 400), og registrering av naturlig rekruttering ved Eivindstad, viser at laksen har tatt i bruk disse områdene. Andelen tilbakevandret laks som stammer fra Nidelva vil øke de kommende årene. Som nevnt vil denne laksen trolig ha en større motivasjon for å ta seg forbi hindringene sammenliknet med feilvandret laks. Dette, sammen med en økt smoltproduksjon, gir en klar forventning om økt oppgang av laks de kommende årene. I denne prosessen er det svært viktig å identifisere eventuelle oppgangshinder som i betydelig grad reduserer antallet laks som når fram til gyteområdene.

#### **4.3 Gyte- og oppvekstforhold**

Tiltak med tanke på gyte- og oppvekstforhold vurderes her summarisk og separat for de fem følgende vassdragsavsnittene; nedstrøms Helle, Helle-Rygene, Rygene-Blakstad, Blakstad-Eivindstad og Eivindstad-Bøylefoss.

På strekningen nedstrøms Helle ble det funnet gytegroper av både laks og sjøaure. Høy overlevelse i gytegroperne, sammen med observasjoner av ungfisk, tilsier at området ved Helle og videre nedover mot brakkvannssonen kan være et betydningsfullt oppvekstområde for lakseunger. Viktigheten av denne strekningen for produksjon av ungfisk bør undersøkes nærmere.

Elvestrekningen mellom Helle og Rygene er karakterisert ved flere stillestående terskelbasseng, og den er trolig lite produktiv som oppvekstområde for laksunger. Planer som innebærer fjerning eller senking av tersklene for å skape et elvemiljø med høyere vannhastighet og kulp-stryk variasjon er utarbeidet av Fjeldstad et al. (2004). I forbindelse med dette tiltaket er det også naturlig å vurdere vannføringsregimet på strekningen i forhold til produksjon av ungfisk, utvandring av smolt og oppvandring av laks. En gjennomføring av planene for fjerning av terskler vil gi en betydelig økning i potensialet for ungfiskproduksjon på strekningen. Økt vannhastighet vil også være gunstig for laksungene grunnet redusert konkurranse og predasjon fra gjedde og abbor. Den økte vannhastigheten gir mulighet for å etablere nye gyteområder hvor laksens krav til vannhastighet er ivaretatt. Det er da viktig at grusflatene spres siden dette trolig demper den tetthetsavhengige dødeligheten på yngelstadiet. Videre er det viktig at grusen legges på steder hvor den blir liggende stabilt selv ved flomvannføringer (se Barlaup et al. 2006a). Den samlede effekten av disse habitatforbedringene vil trolig være en betydelig økning i den naturlige rekrutteringen på strekningen. Smolt som er produsert på denne nedre del av lakseførende strekning vil ikke møte problemet med utvandring gjennom kraftstasjonen. Dette, sammen med det betydelige potensialet for ungfiskproduksjon, gjør at de planlagte habitattiltakene vurderes som et viktig virkemiddel for å reetablere laksen i Nidelva.

Strekningen oppstrøms, fra Rygene til Blakstad, er stilleflytende og med mye finpartikulært bunnssubstrat som gir lite skjulmuligheter for laks, og ble av Ugedal et al. (2001) vurdert som lite egnet og med begrensede muligheter for habitatforbedrende tiltak. På strekningen oppstrøms Blakstad og opp mot Eivindstad, og spesielt ved Espeland, finnes det derimot flere partier med brukbare oppvekstområder for laksunger. Ved Espeland er det også egnede gyteområder for laksen, og flere undersøkelser har påvist naturlig rekruttering av laks på strekningen. Deler av strekningen bærer imidlertid preg av sedimentering av sand, og det er derfor et behov for å undersøke kvaliteten av gyteområdene basert på registrering av eggoverlevelse i gytegroperne. Et aktuelt habitattiltak på strekningen er å legge ut steingrupper for å bedre skjulmulighetene for ungfisk (Ugedal et al. 2001).

Strekningen fra Eivindstad til Bøylefoss var opprinnelig lakseførende, men laksen stopper i dag ved Eivindstad dam. Strekningen har i følge Ugedal et al. (2001) flere partier som er egnet med hensyn til gyting og oppvekstområder for laksunger. På sikt kan strekningen gjøres tilgjengelige ved bygging av laksetrapp/fiskeluse. Området benyttes nå som oppvekstområde ved at det plantes ut rogn på strekningen. I 2006 ble det plantet ut totalt 100 000 lakserogn av Storelvastammen på strekningen. Det meste av denne rogn ble lagt ut på den ca 1 km lange strekningen nedstrøms Bøylestad bro. Utlegging av rogn er et anbefalt tiltak fordi metoden er godt utprøvd og gir som nevnt innledningsvis,

mulighet for en styrt reetableringsprosess. I denne sammenheng er det imidlertid viktig å vurdere utvandringmuligheter og overlevelsen til smolten som må passere gjennom Eivindstad dam.

Generelt ble det funnet uventet lave ungfisktettheter av laks og aure i årene 2003-2005. Dette resultatet samsvarer også med det lave antallet smolt fanget i smoltfella ved Helle i 2004 og 2005. De lave tetthetene ble funnet både på stasjonene ved grusutleggene og på strekningen ved Espeland. Det er lite sannsynlig at resultatet skyldes lave tettheter av gytefisk. Mest sannsynlig er det at resultatet skyldes høy dødelighet på et eller flere av livsstadiene i løpet av den første våren og sommeren. Selv om denne dødeligheten kan skyldes forurensingssituasjonene i vassdraget, kan en ikke utelukke at andre, ukjente faktorer også kan være begrensende for ungfiskproduksjonen. Det er derfor viktig å overvåke ungfiskbestandene for å vurdere om de responderer som forventet på kalkingen.

#### **4.4 Forslag til prioriterte tiltak**

På bakgrunn av denne gjennomgangen foreslår vi en styrt reetablering ved bruk av rognplanting, kombinert med undersøkelser og tiltak for å identifisere og redusere eventuelle flaskehalsar som hemmer reetableringsprosessen. Disse tiltakene har vi listet opp i følgende punkter:

- Styrt reetablering ved videreføring av rognplanting.
- Sikre overlevelse for smolt som vandrer ut fra vassdraget. Eventuelle tiltak må baseres på undersøkelser av hvor stor del av smolten som vandrer ut gjennom kraftstasjonene i Rygene og Eivindstad, og hvordan dette påvirker overlevelsen til smolten.
- Lokalisere og utbedre eventuelle oppgangshinder på strekningen Helle-Rygene som i betydelig grad reduserer antallet laks som når fram til gyteområdene.
- Fjerne terskler for å gjenskape større vannhastighet og kulp-stryk variasjon på elvestrekningen Helle-Rygene. Etablere nye gyteområder på strekningen. Vurdere vannføringsregimet på strekningen i forhold til produksjon av ungfisk, utvandring av smolt og oppvandring av laks.
- Vurdering av behov for tiltak for å bedre gyte- og oppvekstområdene på strekningen Blakstad-Eivindstad.
- Overvåke utviklingen i ungfiskbestandene for å vurdere om de responderer som forventet på kalkingen.

Etablering av fisketrapp/sluse for å få laksen forbi Eivindstad dam er et supplerende tiltak som vi mener bør vurderes først etter at en har reetablert laksen på strekningen nedstrøms Eivindstad.

## 5.0 Litteratur

- Barlaup, B.T., S.E. Gabrielsen, H. Skoglund & T. Wiers. 2006 a. Utlegging av gytegrus i tilknytning til terskler som habitatforbedrende tiltak for aure og laks. NVE – Miljøbasert vannføring. Rapport nr. 6-2006.
- Barlaup, B.T. H. Skoglund, S.E. Gabrielsen, T. Wiers & V. Moen. 2006 b. Utlegging av øyerogn som kultiveringsstrategi for reetablering av laks. I: Hesthagen T. (red.). Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2005. DN-utredning 2006-4.
- Barlaup, B. T., H. Lura, H. Sægrov, & R. C. Sundt. 1994. Inter- and intra-specific variability in female salmonid spawning behaviour. *Canadian Journal of Zoology* 72:636-642.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & S.J. Saltveit. 1989. Electrofishing - theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- Crisp, D. T., & P. A. Carling. 1989. Observations on siting, dimensions and structure of salmonid redds. *Journal of Fish Biology* 34:119-134.
- Dannevig, A. 1914. Undersøkelser over ørret og laks i Nidelvens nedre løp 1911-1913. S.173-214 + illustrasjoner i: Wille, N. (h.red.): *Nyt Magasin for Naturvidenskapene*, bind 52. A.W. Brøggers boktrykkeri A/S, Kristiania.
- Fjeldstad, H.P., M. Stickler & E. Thorstad. 2004. Modellering av habitatforbedrende tiltak i Nidelva i Agder. Sintef. Rapport nr. 2004-06-07.
- Hesthagen T. (red.). Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2005. DN-utredning 2006-4.
- Hesthagen, T. & B.M. Larsen. 2003. Recovery and reestablishment of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in limed Norwegian rivers. *Fish. Manage. And Ecol.* 10: 87-95.
- Hindar, A., F. Kroglund, & R.Høgberget. 1989. Konsekvenser av redusert minstevannføring fra Nelaug i Arendalsvassdraget. NIVA-notat O-89177. 24 s. + primærtabeller
- Holst, J.C. & A. McDonald. 2000. Fish-lift: A device for sampling live fish with trawls. *Fisheries Research* 48: 87-91.
- Johnsen, B.O. 2006. Bestander av voksen laks og sjøaure. I: Hesthagen T. (red.). Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2005. DN-utredning 2006-4.
- Kaste, Ø., A. Henriksen, & A. Hindar. 1995. Forsuringssituasjonen i Arendalsvassdraget 1993-1994. Forslag til kalkingsstrategi basert på tålegrenseoverskridelser fram mot år 2010. NIVA – rapport nr. 3213. 54 s.
- Kaste, Ø. & J. Håvardstun. 1999. Vannkvalitetsundersøkelse i Nidelva, Aust-Agder 1998. NIVA-rapport nr. 4029. 25 s.
- Kroglund, F., R.F. Wright & C. Burchart. 2002. Acidification and Atlantic salmon: critical limits for Norwegian rivers. NIVA-rapport nr. 4501-2002.
- Larsen, B.M. & T. Hesthagen. 2004. Laks i kalkede vassdrag i Norge. Status og forventninger.. NINA fagrapport 81. 25 pp.
- Matzow, D. 1995. Rygene kraftverk i Nidelva, Aust-Agder. Vurdering av gassovermetning, minstevannføring og fisketrapp. Fylkesmannen i Aust-Agder, Notat nr. 1-1995. 16 s.
- Matzow, D. & J.H. Simonsen. 1997. Kultiveringsplan for innlandsfisk, laks og sjøaure i Aust-Agder. Høringsutgave 1997. Fylkesmannen i Aust-Agder, miljøvernavdelingen. 58 s. + vedlegg
- Matzow, D. 2002. Befaringsrapport – lokaliteter for utlegging av gytegrus, 05.07.2002. Fylkesmannen i Aust-Agder.
- Mork, J., & T. G. Heggberget. 1984. Eggs of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.); identification by phosphoglucoisomerase zymograms. *Fisheries Management* 15:59-65.
- Ottaway, E. M., P. A. Carling, A. Clarke, & N. A. Reader. 1981. Observations on the structure of brown trout, *Salmo trutta* Linnaeus, redds. *Journal of Fish Biology* 19:593-607.
- SFT 2003. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 2002. Statlig program for forurensningsovervåking Rapport 886/2003. Statens forurensningstilsyn, Oslo. 145s. + vedlegg.
- Simonsen, J.H. 1995. Nidelva – fiskebiologiske undersøkelser 1993-1994 og 1989-1990. Rapport. 60 s.

- Sættem, L.M. 1984. Tilslamming av Nidelva og Rore på grunn av kanaliseringsarbeider ved utvidelse av Evenstad kraftstasjon 1983. Rapport nr. 1 fysiske, kjemiske og bakteriologiske forhold i tidsrommet 10. juli til 5. desember. Fylkesmannen i Aust-Agder, miljøvern avdelingen våren 1984. 61 s. + vedlegg.
- Sættem, L.M. og Boman, E. 1985. Tilslamming av Nidelva og Rore på grunn av Kanaliseringsarbeider ved utvidelse av Evenstad kraftstasjon 1983. Rapport nr. 3 fiskeri biologiske studier i nedre del av Nidelvassdraget i tidsrommet 18. august 1983 til 11. mai 1984. Oppfølgende undersøkelser av fysiske, kjemiske og bakteriologiske forhold. Fylkesmannen i Aust-Agder, miljøvern avdelingen vinteren 1985. 74 s.
- Thorstad, E.B., F. Økland, & F. Kroglund. 1998. Vandring hos laks og sjørørret ved Rygene kraftverk i Nidelva, Aust-Agder - telemetriundersøkelser 1997. NINA Oppdragsmelding 545: 1-25.
- Thorstad, E.B., F. Kroglund, F. Økland, & T.G. Heggberget. 1997. Vurdering av luftovermetning, trefiberutslipp og oppvandring av laks ved Rygene kraftverk i Nidelva, Aust-Agder. NINA Oppdragsmelding 494: 1-36.
- Ugedal, O., A. Lamberg, E.B. Thorstad, & B.O. Johnsen. 2001. Tiltaksplan for reetablering av laks i Nidelva (Arendalsvassdraget). NINA Oppdragsmelding 681: 1-34.
- Vuorinen, J., & J. Piironen. 1984. Electrophoretic identification of Atlantic Salmon (*Salmo salar*), brown trout (*S. trutta*), and their hybrids. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 41:1834-1837.

## Vedlegg



Bilder tatt ved undersøkelsene av utlagt gytegrus i kulpen nedstrøms Rygene.

## Vedlegg

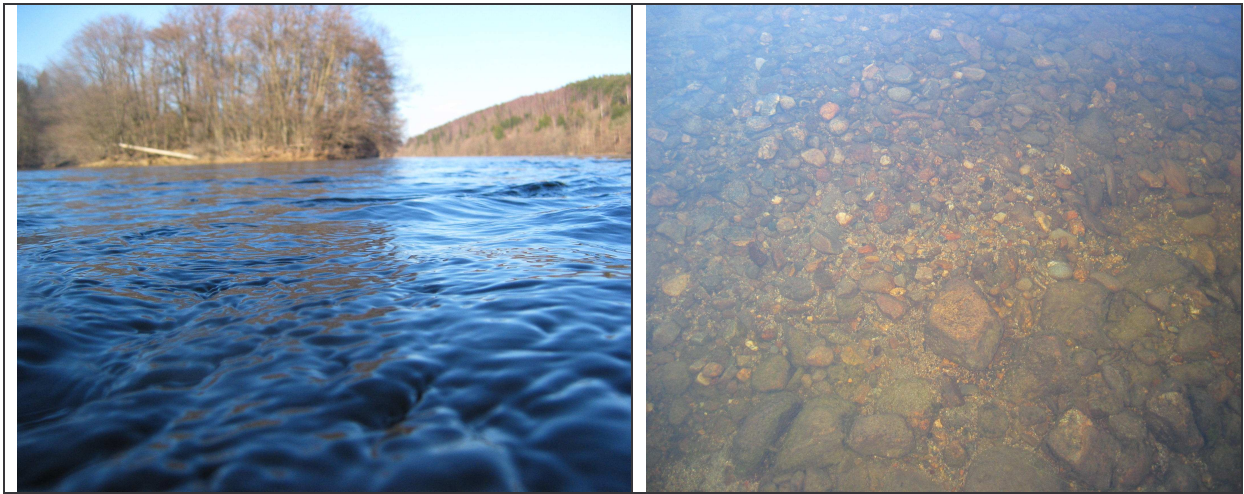


Midterste grusutlegg oppstrøms terskel ved Strubru. Bilde oppe til høyre viser flate med utlagt grus og bilde nederst til venstre viser lakserogn gytt i den utlagte grusen.



Nederste grusutlegg v/Kalvehagefossen .

## Vedlegg



Gyteområde ved Helle (venstre) og gytegrøp gytt av laks ved Helle (høyre).



Stasjon for elektrisk fiske ved Espeland.