

## Effekter av ekstremflom på kunstig etablerte gyteområder og fisketett- het i Gråelva, Nord-Trøndelag

Sigurd Einum, Hans Mack Berger & Hans-Petter Fjeldstad



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er en ny, elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

### **NINA Temahefte**

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

**Norsk institutt for naturforskning**

# Effekter av ekstremflom på kunstig etablerte gyteområder og fisketett- het i Gråelva, Nord-Trøndelag

Sigurd Einum<sup>1</sup>, Hans Mack Berger<sup>2</sup> & Hans-Petter Fjelstad<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Norsk institutt for naturforskning (NINA), Tungasletta 2, 7485 Trondheim

<sup>2</sup>Berger feltBIO, Flygata 6, 7500 Stjørdal

<sup>3</sup>SINTEF Energiforskning, Sem Sælandsvei 11, 7465 Trondheim

NINA Rapport 220. 30 s.

Trondheim, desember 2006

ISSN: 1504-3312

ISBN 10: 82-426-1780-5

ISBN 13: 978-82-426-1780-4

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

KVALITETSSIKRET

Ola Ugedal

ANSVARLIG SIGNATUR

Odd Terje Sandlund (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

NVE Region Midt-Norge, Norges Forskningsråd

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Mads Johnsen (NVE)

FORSIDEBILDE

En av stasjonene i Gråelva, av Sigurd Einum

NØKKEWORD

Norge - Nord-Trøndelag – Stjørdal – Gråelva – laks – ørret –  
etterundersøkelse

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**

7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

**NINA Oslo**

Gaustadalléen 21

0349 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

**NINA Tromsø**

Polarmiljøsentret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

**NINA Lillehammer**

Fakkeltgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## Sammendrag

Einum S., Berger, H. M. & Fjeldstad, H.- P. 2006. Effekter av ekstremflom på kunstig etablerte gyteområder og fisketetthet i Gråelva, Nord-Trøndelag. NINA Rapport 220, 30 s.

I Gråelva har man siden 1992 gjennomført tiltak for å forhindre leirras i de nedre deler ved hjelp av plastring av elveleiet med sprengmasse, og i 1999 gjennomførte man en grusutlegging på 9 utvalgte lokaliteter på elvas nedre strekning for å forbedre mulighetene for gyting. Resultater fra 2005 tyder på at mens man tidligere (1991-1995) hadde høyere tetthet av laksefisk i de øvre delene av Gråelva enn i de nedre, er denne situasjonen nå forandret, slik at høyere tettheter finnes i de områdene som er steinsatt og hvor gytegrus ble lagt ut. Dette kombinert med direkte observasjoner av gyteaktivitet og registreringer av 0+ tyder på at utleggingen av gytegrus har hatt positive effekter. Etter grusutleggingen har man hatt flere store flommer, med den mest ekstreme ( $60 \text{ m}^3/\text{s}$ ) observert i januar 2006. For Gråelva er en slik flom blant de kraftigste man kan forvente, og eventuelle effekter av slike ekstreme hendelser på varighet av fysiske tiltak samt fisketettheter ble derfor evaluert. For hele vassdraget sett under ett var tettheten av 0+ noe lavere i 2006 enn i 2005, men disse forskjellene var ikke ekstreme i forhold til de svingninger man normalt kan forvente. Tettheten av eldre fisk var ikke merkbart ulik de to årene. Det er derfor lite som tyder på at ekstreme vinterflommer som den observert i januar 2006 har store effekter på fiskeproduksjonen. Dette kan imidlertid være avhengig av lokale forhold, og elver med et mer løst substrat kan oppleve en større massetransport med negative konsekvenser for fiskeproduksjonen. Gjentatte nøyaktige oppmålinger av fysisk habitat på en av stasjonene med grusutlegging (stasjon VIII) viste at mye av grusen var spylt bort i løpet av perioden 1999-2006. Subjektive vurderinger av forholdene ved alle stasjoner viste imidlertid at det var stor variasjon i hvor mye av grusen som var forsvunnet, og at stasjon VIII var en av de stasjonene hvor de største endringene hadde skjedd. Videre studier vil kunne fastslå hvilke fysiske egenskaper et kunstig gytehabitat bør ha for å minimalisere vedlikehold som følge av erosjon og sedimentasjon. Sett under ett viser våre resultater at opparbeiding av kunstige gyteområder kan føre til økt produksjon av laksefisk i små vassdrag som sikres mot flomskader med grove steinmasser, men at verdien på lengre sikt av slike tiltak i mange tilfeller vil være avhengig av et oppfølgingsprogram koblet opp mot en vedlikeholdsplan.

Sigurd Einum, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Tungasletta 2, 7485 Trondheim  
Hans Mack Berger, Berger feltBIO, Flygata 6, 7500 Stjørdal  
Hans-Petter Fjeldstad, SINTEF Energiforskning, Sem Sælandsvei 11, 7465 Trondheim

# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>4</b>
<b>Forord</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Metode</b> .....	<b>8</b>
<b>3 Resultater</b> .....	<b>12</b>
<b>4 Diskusjon</b> .....	<b>22</b>
<b>5 Konklusjon</b> .....	<b>25</b>
<b>6 Referanser</b> .....	<b>26</b>
<b>7 Vedlegg</b> .....	<b>28</b>

## Forord

Evaluering av effekter av habitatforbedrende tiltak for fiskeproduksjon er i mange tilfeller mangelfull til tross for at dette bør være et hovedkriterium for å bedømme om slike tiltak er suksessfulle. Gråelva i Nord-Trøndelag har som en av veldig få elver i Norge gjennomgått tiltak for å forbedre tilgang til egnet gytehabitat, og det er derfor viktig å få dokumentert eventuelle effekter for å vurdere om lignende tiltak kan være aktuelle i andre vassdrag. Det er nå syv år siden disse tiltakene ble gjennomført, og et første oppfølgingsstudium ble gjennomført i 2005. Som et ledd i en videre vurdering gjennomførte vi et oppfølgingsstudium sommeren 2006. En annen motivasjon for dette studiet var at man vinteren 2005/2006 opplevde en ekstremflom i Gråelva. Vi var derfor også interessert i å undersøke i hvor stor grad denne situasjonen kan ha påvirket tettheten av laksefisk. I tillegg gjennomførte vi en kartlegging av gytesubstrat på de lokalitetene som ble modifisert i 1999 for å undersøke hvor varig slike tiltak er i situasjoner med høye fluktusjoner i vannføring.

Vi takker NVE Region Midt-Norge for finansiell støtte, samt Morten A. Bergan, Mari Berger Skjøstad og Brynjulf Berger for assistanse i felt.

21 desember 2006, Sigurd Einum

# 1 Innledning

I løpet av sommeren 2006 ble det gjennomført registreringer av ungfisktetthet langs Gråelva i Stjørdal kommune som en oppfølging til tidligere prosjekter gjennomført i dette vassdraget (for biologiske og fysiske beskrivelser av vassdraget og området, se Berger m.fl. 1994, 1997, 2001, Jonsson & Jonsson 1997). Gråelva er et sidevassdrag til Stjørdalselva, og har siden 1992 hatt diverse inngrep hvor målet har vært å stabilisere elvebunnen og bredden slik at elva ikke graver seg ned i ustabile leirmasser. Elvebunnen har derfor blitt steinsatt med sprengstein, men grunnet problemer med rekruttering av laks og sjøaure ble det utlagt to forskjellige grustyper, sortert og samfengt, på 9 utvalgte stasjoner i 1999 som skulle bedre forholdene for gyting (Berger m.fl. 2001).

Undersøkelser av gyteaktivitet og tetthet av ungfisk i 1999 og 2000 dokumenterte at utlegging av grus i steinsatte deler kan øke tilbudet av attraktive gyteplasser i vassdraget med påfølgende økt produksjon av yngel. Sortert grus viste seg å ha bedre effekt enn samfengt grus. Allerede en måned etter utlegging av grus var mye av finmassene i den samfengte grusen spylt bort, mens den sorterte grusen ble liggende. Både ørret og laks prefererte å gyte i den sorterte grusen allerede samme høst og året etter at grusen ble lagt ut. Langtidseffekten av utlegging av grus på gyting og produksjon av laks og ørret i Gråelva ble fulgt opp i et første studie i 2005 (Einum m.fl. 2005). Årets prosjekt er derfor en oppfølging til dette studiet.

En annen motivasjon for årets studie var at man vinteren 2005/2006 opplevde en ekstremflom i Gråelva. Det er fortsatt knyttet en liten usikkerhet til vassføringstallene under denne flommen som inntraff med en topp den 31. januar 2006. Foreløpige beregninger tilsier at vassføringen nådde en topp på ca  $60 \text{ m}^3/\text{s}$  i Gråelva. Til sammenlikning er en normalflom, dvs. en vassføring med stokastisk gjentaksintervall på ett år, ca  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ , og en femårsflom er på ca  $19 \text{ m}^3/\text{s}$ . Vi snakker altså om en svært sjelden flomsituasjon, og den desidert største siden utlegging av gytegrus i 1999 (**Tabell 1.1**). Foranledningen var et vedvarende kraftig regnvær i kombinasjon med høye temperaturer, noe som ga ekstremt høy avrenning over frossen mark. Flommen strakk seg over 3-4 dager. I tillegg til høy vassføring fikk man også isgang i Gråelva. Etter isgangen kunne vi observere skurestriper på vegetasjon og elvesider, og brua over Gråelva i dette området ble ødelagt av is- og vannmassene. Store isblokker ble liggende langs breddene av elva etter flommen. Det er lett å forestille seg at de fysiske påkjenningene på elvebunnen var kolossale.



Man har derfor i løpet av perioden fra den opprinnelige grusutleggingen frem til i dag hatt en flom som er blant de kraftigste man kan forvente i et slikt system, og som inkluderte kraftig isgang. Hvis slike hendelser i stor grad skyller vekk utlagt grus og dermed påvirker varigheten av slike tiltak bør dette derfor kunne synliggjøres ved å sammenligne det fysiske habitatet rett etter utlegging med det man observerer i dag. Man vet også forholdsvis lite om i hvor stor grad slike flomhendelser påvirker fiskeoverlevelsen, noe som vi også kan undersøke ved å sammenligne dataene fra årets undersøkelse med de fra 2005.

**Tabell 1.1.** Oversikt over de største registrerte flommene i Gråelva i perioden 1999-2005. Målingene er gjort nedenfor alle habitatstasjonene, hvor vassføringen kan være noe høyere enn på stasjonene. Samtidig er målingene gjort kun en gang i døgnet. I et lite vassdrag som Gråelva innebærer dette at maksimalflommene ikke blir korrekt registrert, men de viser uansett at flommen i januar 2006 var svært stor. Legg spesielt merke til at de store flommene ofte har kommet om vinteren.

År	Dato	Vannføring
2000	16. Januar	14.2 m <sup>3</sup> /s
2001	2. April	18.7 m <sup>3</sup> /s
2002	19. Desember	22.1 m <sup>3</sup> /s
2003	18. Desember	35.8 m <sup>3</sup> /s
2004	8. Desember	17.5 m <sup>3</sup> /s
2005	30. Januar	21.8 m <sup>3</sup> /s

## 2 Metode

### 2.1 Fysisk habitat

NVE har drevet sikring av Gråelva siden 1992. Dette arbeidet har medført at lengre strekninger av elva er plastret med sprengmasse for å hindre leirras. Det var forventet at det fysiske habitatet i etterkant ville være godt egnet som leveområder for ungfisk av laks og ørret. For å oppnå suksessfull gyting ønsket NVE å legge ut gytegrus på utvalgte stasjoner, blant annet som et forskningsprosjekt med NINA og SINTEF som utførende.

I alt ble det lagt ut gytegrus på ni lokaliteter (stasjon I-IX, **Figur 2.1**) sommeren 1999 (Berger m.fl. 2001). Lokalitetene ble valgt med mål om at de ville representere gode gyteområder, dvs. at det ble lagt grus i nedkanten av kulper som var tillaget i forbindelse med at elveleiet ble plastret med grov masse som flomsikring. På hver lokalitet ble det lagt ut to grustyper, hvor den ene grustypen konsekvent ble lagt på venstre side av elva, mens den andre ble lagt tilsvarende på høyre, uavhengig av lokalitetens beskaffenhet. I forkant var det ikke gjort teoretiske analyser av grusens forventede stabilitet, men i forkant og etterkant ble tiltakene målt opp og fotografert ved gjentatte anledninger.

Det ble raskt avdekket at den ene grustypen ble foretrukket som gytesubstrat av voksen ørret og laks (Berger m.fl. 2001). De ulike grustypene viste seg også å ha noe forskjellig stabilitet, og generelt kunne det observeres at underliggende grov masse har hatt en evne til å beholde grusmassene under fysiske påkjenninger, slik som flom og isgang.

Av de ni stasjonene er det gjort nøyaktige oppmålinger med landmålingsutstyr av stasjon VIII. Nøyaktige målinger er tidlige gjort i juni og november 1999, oktober 2000, november 2002 og i dette prosjektet i mai 2006. I mai 2006 ble det også gjennomført en subjektiv beskrivelse av grusforekomster på alle ni stasjonene. I forbindelse med alle oppmålinger er det gjennomført utstrakt fotografering av tiltakene.

### 2.2 Registrering av 0+ på opparbeide gyteområder

For å undersøke om de 9 stasjonene i Gråelva, hvor grus hadde blitt utlagt, fremdeles fungerte som gyteområder ble det ved elfiske gjennomført registreringer av 0+ yngel på disse 23. mai 2006. I tillegg ble en stasjon nederst i Hofstadelva (stasjon 11), som var refe-

ransestasjon i 1999, elfisket. I mai 1999, før grusutleggingen, ble det ikke registrert 0+ på noen av lokalitetene hvor grus skulle legges ut. Allerede første vår etter grusutleggingen (i mai 2000) ble det dokumentert 0+ på alle de utlagte grusflatene (Berger m.fl. 2001).

Etttersom det ofte er vanskelig å påvise 0+ så tidlig som i mai ble det foretatt et nytt elfiske på de samme stasjonene ca. 3 uker senere (19. juni 2006). Tidligere erfaringer tilsier at yngelen i Gråelva kommer opp av grusen i månedskiftet mai-juni, og på grunn av begrenset spredning i den tidlige fasen etter dette (Johnsen & Hvidsten 2002, Einum & Nislow 2005) vil fangst av 0+ i juni i stor grad være begrenset til områder i umiddelbar nærhet til gyteområdene. I juni ble det samtidig søkt etter 0+ på to stasjoner i Hofstadelva, på tre stasjoner i Gråelva ovenfor samløp med Hofstadelva, samt på to stasjoner nederst i Gråelva. Arealene av stasjonene ble oppmålt og det ble fisket en omgang på hver stasjon. Antall 0+ per 100 m<sup>2</sup> ble beregnet ved å anta en fangbarhet (p) på 0,5. All 0+ ble artsbestemt før den ble sluppet tilbake i elva.

## 2.3 Kvantitativ estimering av fisketettheter

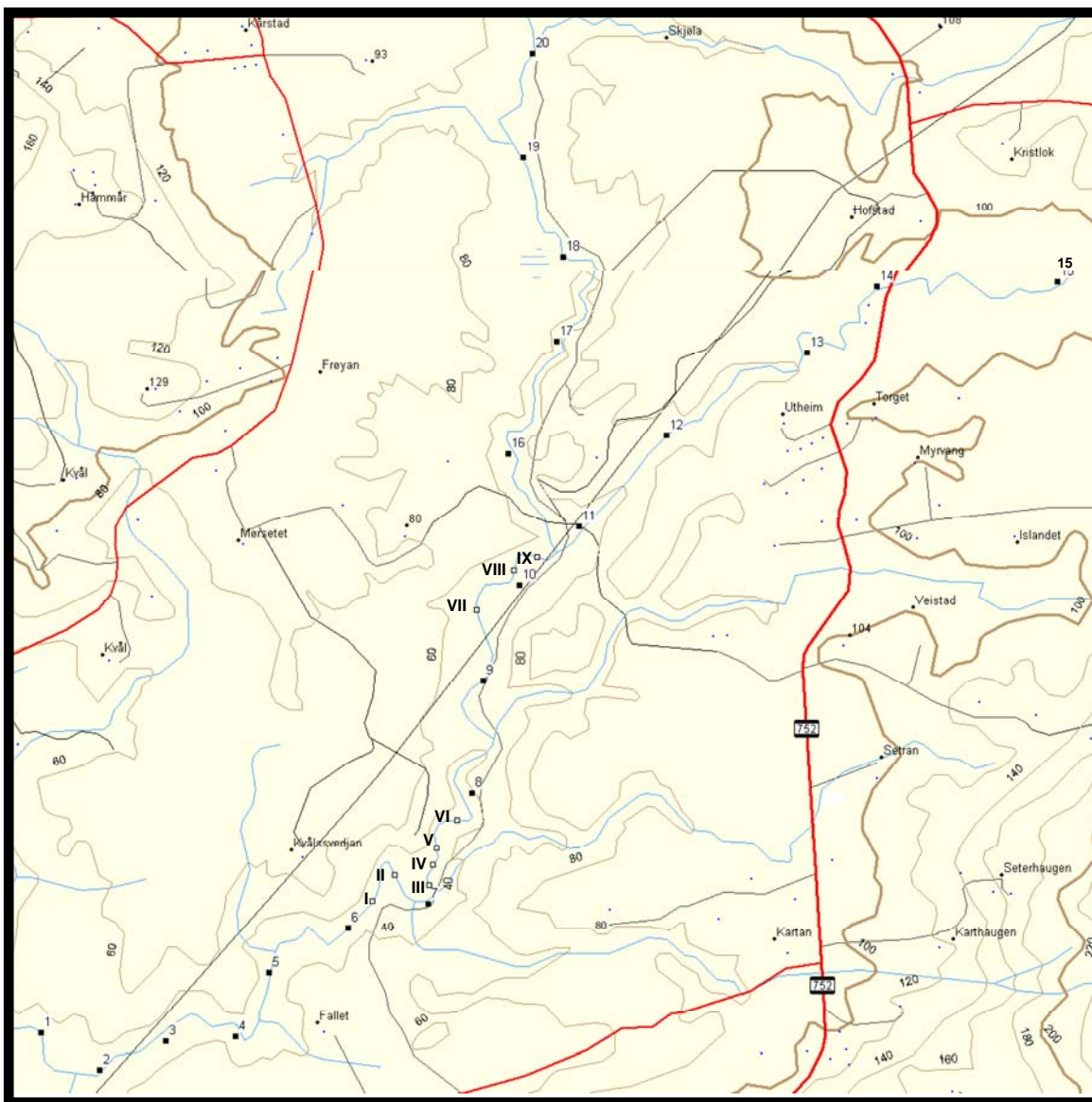
Fjorten stasjoner som kunne karakteriseres som stryk og med substrat passende for ung-fisk ble valgt ut for kvantitativ estimering av fisketetthet (**Figur 2.1, Tabell 2.1**). Ni av disse låg i hovedstrengen opp til samløpet med Hofstadelva (Gråelva). Dette er den strekningen av vassdraget hvor utlegging av gytesubstrat ble gjennomført i 1999, og hvor man kan forvente en økt fiskeproduksjon sammenlignet med førsituasjonen. I tillegg ble fem stasjoner valgt ut i Hofstadelva. Alle disse stasjonene ble også undersøkt i perioden 25.-29. juni 2005 (Einum m.fl. 2005), noe som muliggjør en evaluering av eventuelle endringer i fisketetthet og aldersstruktur som følge av vinterflommen.

Fem stasjoner (tre i Gråelva og to i Hofstadelva) var identiske med stasjoner undersøkt i perioden 1991 – 1995. Disse ble derfor brukt til sammenligning av tettheter før og etter grusutlegging. Et metodisk problem i denne sammenheng er at man har to påvirkningsfaktorer som virker samtidig; fysiske tiltak og ekstremflom i januar 2006. Hvis flommen har hatt en stor negativ effekt på fisketettheten i 2006 vil dette maskere eventuell positive effekter av de fysiske tiltakene. I og med at man bare har data fra to år etter de fysiske tiltakene vil det også være vanskelig å teste direkte om man har hatt en signifikant effekt av disse. I våre vurderinger ser vi derfor på hvorvidt gjennomsnittlig tetthet i de to siste årene ligger over konfidensintervallene estimert fra perioden 1991-1995.

Ungfiskregistrering med elektrisk fiskeapparat ble gjennomført i perioden 2.-4. august 2006. Arealet ble oppmålt for hver stasjon og det ble fisket tre omganger på hver stasjon, med om lag 30 minutters opphold mellom hver omgang. Tettheten av de ulike aldersklassene ble beregnet etter Zippins metode (Bohlin m.fl. 1989). All fisk ble sluppet tilbake til sine stasjoner etter endt fiske.

**Tabell 2.1.** Stasjoner undersøkt i både 2005 og 2006 samt stasjoner undersøkt i perioden 1991-1995 som disse ble sammenlignet med.

Område	Stasjoner 2005/2006	Koordinater	Korresponderende stasjon 1991-1995	
Nedre Gråelva	1	N63 28.903 E11 04.262	4	
	2	N63 28.851 E11 04.449		
	3	N63 28.892 E11 04.656		
	4	N63 28.898 E11 04.879		
	5	N63 28.989 E11 04.983	4.2	
	6	N63 29.052 E11 05.234		
	7	N63 29.086 E11 05.488		
	8	N63 29.242 E11 05.625		
	10	N63 29.537 E11 05.777		5
	Hofstadelva	11		N63 29.620 E11 05.966
12		N63 29.748 E11 06.241		
13		N63 29.865 E11 06.685		
14		N63 29.959 E11 06.906	15	
15		N63 29.965 E11 07.478		



**Figur 2.1.** Studieområdet i Gravelva med elfiskestasjoner 1-20 fisket i 2005 og 1-8 og 10-15 fisket i 2006, samt grusutleggingslokaliteter I-IX.

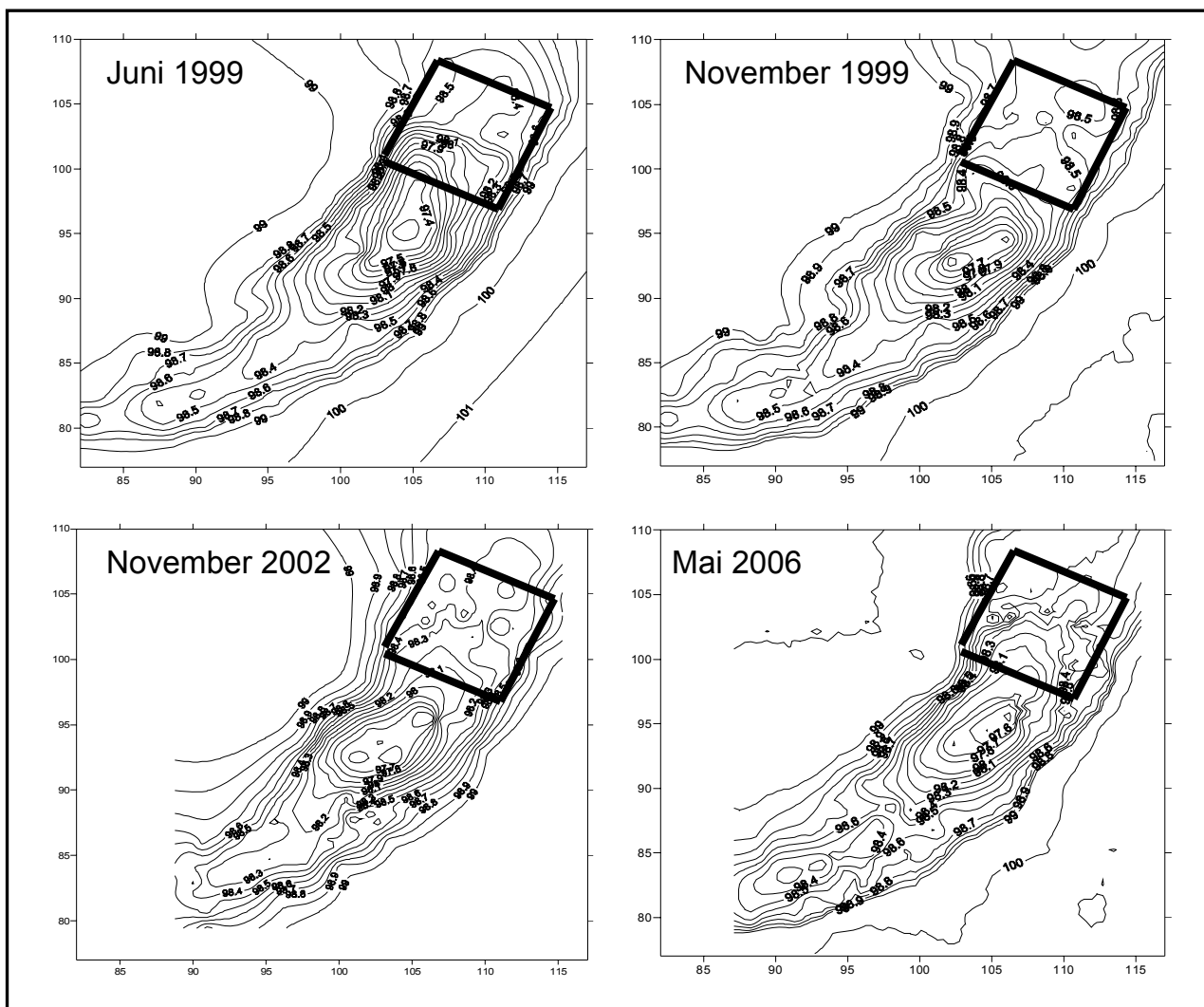
## 3 Resultater

### 3.1 Fysisk habitat

Stasjon VIII har vært overvåket og nøyaktig oppmålt flere ganger siden grusutlegging sommeren 1999. Det ble tidlig påvist endringer av substratsammensetning og -distribusjon (Berger m.fl. 2001). Innledningsvis var det tydelig at substratet på elvas høyre side (sett nedover) ble utsatt for utspyling i forbindelse med flommer. Det foregikk gyting på stasjonen allerede første høst og dette har fortsatt påfølgende sesonger. Kotekart av stasjon VIII henholdsvis juni 1999 (før grusutlegging), høsten 1999 (etter grusutlegg), høsten 2002 og mai 2006 viser endringene i bunnforhold over tid (**Figur 3.1**).

I januar 2006 inntraff den tidligere omtalte storflommen. Ved oppmåling i mai 2006 kunne vi tydelig observere at mye av grusen på stasjon VIII var forsvunnet, men fortsatt var det grus innimellom større stein, samt inn mot selve dypområdet, hvor det også var deponert noe sand. Dette er åpenbart områder hvor de fysiske påkjenningene har vært mindre. Dessuten lå det betydelige grusmasser oppå land i innersving, som må antas å være masser fra stasjon IX ovenfor. Dette minner oss om at tilførsel av grus etter hvert vil deponeres der elva tillater det, og at omdistribueringen i enkelte tilfeller vil skape nye gytehabitat. Dette blir mer aktuelt når mengden tilført grus øker. Ved sammenligning av figurene for november 2002 og mai 2006 ser vi hvordan området med utlagt gytegrus er blitt ytterligere utgravd i denne siste perioden. Vi kan ikke si med sikkerhet at alle endringer skyldes flommen vinteren 2006, men denne flommen ville nok uansett skapt de endringene vi ser på stasjon VIII.

De subjektive vurderingene av gytelokalitetene i mai 2006 indikerer en stor variasjon i varigheten av tiltakene (**Tabell 3.1**). Stasjon VIII ser fra disse vurderingene ut til å være en av de stasjonene hvor utvaskingen har vært størst. Samfengt grus var også i stor grad forsvunnet fra stasjonene I, II, III, V, VII og IX, men disse hadde i større grad enn stasjon VIII beholdt den sorterte grusen. Stasjon IV og VI er muligens de stasjoner som har gjennomgått de minste endringene siden grusutleggingen.



**Figur 3.1.** Bunntopografi på stasjon VIII i juni 1999, november 1999, november 2002 og mai 2006. Vannets strømretning er oppover mot høyre. Midt i bildet sees den dype kulpen, mens den utlagte grusen finnes på det grunne utløpet øverst til høyre (innrammet).

**Tabell 3.1.** Subjektiv vurdering av stasjonene med utlagt gytegrus i Gråelva, 8. mai 2006.

Stasjon	Kommentar
I	Terskelkrona ligger stabilt. Noe graving på sidene. Samfengt grus vasket bort Sortert grus ligger relativt stabilt, men mulig noe av det øvre laget er forsvunnet. Tydelige preg av flommen med nedbrukket oreskog langs land.
II	Terskelkrona ligger intakt. Samfengt grus vasket bort. Også en del av den sorte grusen. Mye av grusen ligger på det grunne strykpartiet fra terskelkrona og 10-15m nedstrøms eksperimentkulpen. Potensielt gyteområde også her.
III	Samfengt grus spylt bort, også vasket bort noe av jorddekket og steindekket på land på høyre bredd. Sortert grus ligger til dels intakt, men vasket bort sentralt i elva. Det har lagt seg opp en del leire oppå den sorte grusen på vestsida av elva (i innersving) ( <b>Figur 3.2</b> ).
IV	Stabil terskelkrona. Liten mulighet for overløp på høyre side sett nedstrøms gjør at mye av samfengt grus ligger intakt. Mye gravd ut av samfengt og av sortert grus mot midten av elva.
V	Mesteparten av samfengt grus spylt ut og ligger i kulpen 30-50m nedenfor. Sortert grus ligger relativt intakt, men det kan synes å være vasket ut noe grus fra den store rundsteinen sentralt i kulpen og mot venstre bredd ( <b>Figur 3.3</b> ).
VI	Terskelen står godt, men er høy og bastant. Flate store steinheller på terskelkrona. Burde hatt flere høl mellom steinene. Samfengt grus ligger, mens mye grov grus er vaska ut.
VII	Mye av samfengtgrusen var forsvunnet. Bare stein og veldig grov grus igjen på samfengt side. På siden med sortert grus lå det mye igjen.
VIII	Noe utvasking av steinmuren og noe nedrasing av stein på høyre bredd. Ser ut til at mye av grusen er spylt ut både av samfengt og sortert. Grus fra ovenforliggende eksperimentkulp utvasket og deponert på land på venstre bredd ( <b>Figur 3.4</b> ).
IX	Grusen lå opprinnelig litt dypt her. Det ser likevel ut til at mesteparten er spylt ut av den samfengte.





**Figur 3.2.** Leiredeponering i utlagt gytegrus på stasjon III (foto: Hans M. Berger).



**Figur 3.3.** En av lokalitetene som ble brukt til grusutlegging (stasjon V, foto: Hans M. Berger).



**Figur 3.4.** Oppmåling av stasjon VIII i forbindelse med registrering av 0+, juni 2006. Spor etter ekstremflommen i januar 2006 er synlig i form av nedbrutt kantvegetasjon på bortre bredd (foto: Hans M. Berger).

### 3.2 Registrering av 0+ på opparbeide gyteområder

Det ble påvist 0+ ørret på bare to av de ni utlagte gytegrusområdene (st III og st VI) og på referansestasjonen (stasjon 11) i Hofstadelva i mai 2006, og det ble ikke påvist 0+ laks. Ved gjentatt registrering i juni ble det påvist 0+ ørret, men ikke laks, på alle de ni utlagte gytegrusstasjonene (**Vedlegg 1**). Dette indikerer at områdene med grusutlegging fremdeles brukes til gyting. Imidlertid var tetthetene lave på disse stasjonene i forhold til i Hofstadelva, og ikke vesentlig forskjellig fra de som ble observert i de andre delene av Gråelva (øvre og nedre, **Vedlegg 1**).

## 3.3 Kvantitativ estimering av fisketettheter

### 3.3.1 Endringer fra 2005 til 2006

#### Laks

##### *Alle stasjoner*

Med unntak av de to nederste stasjonene var tettheten av 0+ laks lav i både 2005 og 2006, og det var ingen signifikant forskjell mellom de to årene (**Figur 3.5, Tabell 3.3**). For eldre laks var tettheten høyere i 2005 enn i 2006 (**Figur 3.5, Tabell 3.3**).

Tetthetene av laks var generelt for lave til å gi gode estimater av aldersstruktur, og disse analysene ble derfor forbeholdt ørretmaterialet.

##### *Nedre Gråelva (Stasjon 1-8, 10)*

Tettheten av 0+ laks var lav i både 2005 og 2006, og det var ingen signifikant forskjell mellom de to årene (**Figur 3.5, Tabell 3.3**). Det var heller ingen forskjell i tettheten av eldre laks mellom de to årene (**Figur 3.5, Tabell 3.3**).

##### *Hofstadelva (Stasjon 11-15)*

Tettheten av 0+ laks var lav i både 2005 og 2006, og det var ingen signifikant forskjell mellom de to årene (**Figur 3.5, Tabell 3.3**). Det var høyere tetthet av eldre laks i 2005 enn i 2006 (**Figur 3.5, Tabell 3.3**).

#### Ørret

##### *Alle stasjoner*

Tettheten av 0+ var signifikant høyere i 2005 enn i 2006 (**Figur 3.5, Tabell 3.3**). For eldre ørret var det ingen slik forskjell mellom de to årene.

Aldersstrukturen viste en høy overvekt av 0+ i 2005 (gjennomsnittlig aldersratio mellom tettheter av 0+ og eldre fisk: 6.6), mens aldersratioen var signifikant lavere i 2006 (1.4,  $Z = 2.9$ ,  $P = 0.004$ ).

##### *Nedre Gråelva (Stasjon 1-8, 10)*

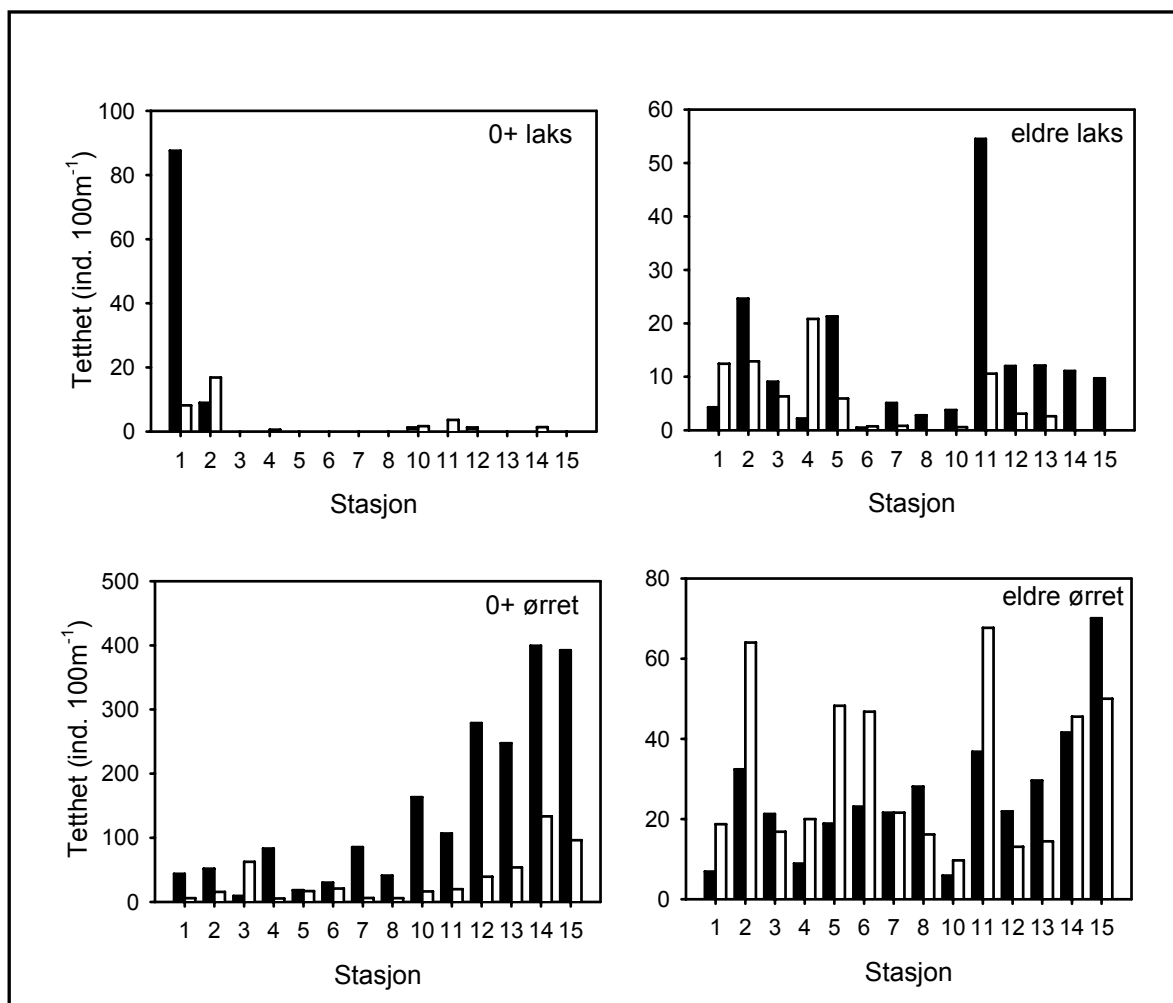
Tettheten av 0+ var marginalt høyere i 2005 enn i 2006 (**Figur 3.5, Tabell 3.3**). For eldre ørret var det ingen forskjell mellom de to årene.

*Hofstadelva (Stasjon 11-15)*

Tettheten av 0+ var signifikant høyere i 2005 enn i 2006, mens det ikke var noen forskjell mellom de to årene for eldre ørret (**Figur 3.5, Tabell 3.3**).

**Tabell 3.3.** Estimerte tettheter av laks og ørret (individer per 100 m<sup>2</sup>) i Gråelva i 2005 (25. – 29. juni) og 2006 (2. – 4. august), samt test for forskjeller mellom de to årene (Wilcoxon Signed Ranks Test).

Område	Art	Alder	Tetthet		Z	P
			2005	2006		
Alle stasjoner	Laks	0+	7,1	2,3	0,68	0,499
		≥ 1+	12,4	5,5	2,04	0,041
	Ørret	0+	139,4	35,6	2,92	0,004
		≥ 1+	26,2	32,3	0,97	0,331
Stasjon 1-8, 10 (Gråelva)	Laks	0+	10,9	3,0	0,37	0,715
		≥ 1+	8,2	6,7	0,77	0,441
	Ørret	0+	58,5	17,3	1,96	0,051
		≥ 1+	18,6	29,1	1,48	0,139
Stasjon 11-15 (Hofstadelva)	Laks	0+	0,3	1,0	1,07	0,285
		≥ 1+	19,9	3,3	2,02	0,043
	Ørret	0+	285,0	68,6	2,02	0,043
		≥ 1+	40,0	38,2	0,41	0,686



**Figur 3.5.** Tettheter av laks og ørret i Gråelva (stasjon 1-8, 10) og Hofstadelva (stasjon 11-15) i 2005 (svarte søyler) og i 2006 (hvite søyler).

### 3.3.2 Effekter av fysiske tiltak

#### Laks

##### Stasjon 1 (Gråelva)

Gjennomsnittlig tetthet av 0+ laks i 2005 og 2006 (**Vedlegg 2 og 3**, 47,9 per 100m<sup>2</sup>) låg godt over nivåene observert i 1991-1995 (1991-1995: 0,4 per 100m<sup>2</sup>, 95 % CI: 0 – 1,8).

For eldre laks var dette mønsteret svakere, men gjennomsnittet for de to siste årene låg fremdeles over før-situasjonen (1991-1995: 4,2 per 100m<sup>2</sup>, 95 % CI: 0,2 – 8,2; 2005-2006: 8,4 per 100m<sup>2</sup>).

### *Stasjon 7 (Gråelva)*

Ingen 0+ laks ble funnet i 2005 og 2006, og nivåene observert i 1992-1995 var også lave (0,9 per 100m<sup>2</sup>, 95 % CI: 0 – 2,1). Det var heller ingen endring i tetthet av eldre laks (1992-1995: 3,2 per 100m<sup>2</sup>, 95 % CI: 0,0 – 11,0; 2005-2006: 3,0 per 100m<sup>2</sup>).

### *Stasjon 10 (Gråelva)*

Stasjon 10 hadde ingen 0+ laks i de to årene 1991-1992 det finnes data fra. I 2005-2006 var det en tetthet på 1,5 individer per 100m<sup>2</sup>. Tetthet av 1+ laks var på samme nivå i de to periodene (1991: 8,2 per 100m<sup>2</sup>; 1992: 1,3 per 100m<sup>2</sup>; 2005-2006: 2,2 per 100m<sup>2</sup>).

### *Stasjon 11 (Hofstadelva)*

På stasjon 11 var tettheten av 0+ laks lav i 2005-2006 (1,8 per 100m<sup>2</sup>), og lave tettheter ble også registrert i tidligere år (1,6 per 100m<sup>2</sup>, 95 % CI: 0 – 4,3). Det ble funnet mer 1+ laks i 2005-2006 (32,6 per 100m<sup>2</sup>) enn i de tidligere år (12,7 per 100m<sup>2</sup>, 95 % CI: 3,5 – 21,9).

### *Stasjon 14 (Hofstadelva)*

På stasjon 14 var tettheten av 0+ laks lav i 2005-2006 (0,7 per 100m<sup>2</sup>), og lave tettheter ble også registrert i tidligere år (0,2 per 100m<sup>2</sup>, 95 % CI: 0–0,9). Det ble funnet noe mer eldre laks i 2005-2006 (5,6 per 100m<sup>2</sup>) enn i de tidligere år (0,2 per 100m<sup>2</sup>, 95 % CI: 0–0,9).

## **Ørret**

### *Stasjon 1 (Gråelva)*

For 0+ ørret var det en høyere tetthet i 2005-2006 (24,9 per 100m<sup>2</sup>) enn i 1991-1995 (1991-1995: 11,5 per 100m<sup>2</sup>, 95 % CI: 3,8 – 19,3). For eldre ørret var det ingen forskjell (1991-1995: 9,9 per 100m<sup>2</sup>, 95 % CI: 4,6 – 15,1; 2005-2006: 12,8 per 100m<sup>2</sup>).

### *Stasjon 7 (Gråelva)*

For 0+ ørret lå tettheten i 2005-2006 (45,9 per 100m<sup>2</sup>) innen konfidensintervallet for perioden 1992-1995 (109,4 per 100m<sup>2</sup>, 95 % CI: 0 – 320,0). Det var heller ingen klar endring i tetthet av eldre ørret (1992-1995: 13,5 per 100m<sup>2</sup>, 95 % CI: 0 – 29,0; 2005-2006: 21,6 per 100m<sup>2</sup>).

### *Stasjon 10 (Gråelva)*

Gjennomsnittlig tetthet av 0+ ørret i 2005-2006 (90,0 per 100m<sup>2</sup>) var noe høyere enn i 1991 og 1992 (1991: 65,6 per 100m<sup>2</sup>, 1992: 34,7 per 100m<sup>2</sup>). For eldre ørret var imidlertid



situasjonen omvendt, med en noe lavere tetthet i 2005-2006 (1991: 10,6 per 100m<sup>2</sup>, 1992: 15,7 per 100m<sup>2</sup>, 2005-2006: 7,8 per 100m<sup>2</sup>).

#### *Stasjon 11 (Hofstadelva)*

For 0+ ørret var det ingen forskjell i tetthet mellom de to periodene (1991-1995: 100,6 per 100m<sup>2</sup>, 95 % CI: 21,8 – 179,4; 2005-2006: 63,4 per 100m<sup>2</sup>). Det var en liten økning i tettheten av eldre ørret (1991-1995: 29,8 per 100m<sup>2</sup>, 95 % CI: 14,9 – 44,6; 2005-2006: 52,3 per 100m<sup>2</sup>).

#### *Stasjon 14 (Hofstadelva)*

Det var en større tetthet av 0+ ørret i 2005-2006 (266,4 per 100m<sup>2</sup>) enn i 1991-1995 (115,5 per 100m<sup>2</sup>, 95 % CI: 35,1–196,0). Det var ingen forskjell i tetthet av eldre ørret (1991-1995: 37,9 per 100m<sup>2</sup>, 95 % CI: 3,3–72,5; 2005-2006: 43,6 per 100m<sup>2</sup>).

## 4 Diskusjon

### *Fiskeproduksjon og effekter av flom*

Flomhendelser kan ha mange ulike påvirkninger på fiskesamfunn. På den ene siden er flommer ansett som viktige for å opprettholde langsiktig produktivitet, da de kan redusere nedsilting av substratet. Nedsilting reduserer kvaliteten på gytesubstrat (Kondolf & Wilcock 1996, Wilcock m.fl. 1996, Milhous 1998) og mengden bentiske insekter som er viktige som føde for ungfisk (Waters 1995). På den andre siden kan ekstreme flommer ofte sette substrat i bevegelse, og dette kan påvirke fiskeproduksjonen ved økt eggdødelighet på grunn av mekanisk påvirkning (Seegrist & Gard 1972, Holtby & Healy 1986, Lisle 1989), ved reduksjoner i mengden bunnfauna tilgjengelig som fiskeføde (Elwood & Waters 1969, Milner m.fl. 1981), eller ved direkte å forhindre fødeinntak på grunn av høye vannhastigheter (Nislow m.fl. 2000). Negative effekter av flom på fiskeproduksjon er spesielt synlige i tilfeller der store mengder løsmasser vaskes ut i elva (for eksempel i forbindelse med jordskred), med en dokumentert reduksjon i fisketetthet på 98% i ett tilfelle (Sato 2006).

Store flommer har derfor et høyt potensiale for ekstreme påvirkninger på fisketetthet. Sett i lys av dette virker effektene av flommen i januar 2006 i verste fall moderate, og i beste fall fraværende. Den mest markante endringen i fisketetthet fra 2005 til 2006 var synlig for 0+ ørret, hvor gjennomsnittlig tetthet i 2006 var ca. 25% av tettheten i 2005. Ekstremflommen i januar 2006 kan derfor ha hatt en viss effekt på overlevelsen av ørretrogn. Dette kan skyldes en kombinasjon av isgang og høy vannføring som kan ha ført til oppgraving/ødeleggelse av reir. Imidlertid må det påpekes at andre faktorer kan bidra til slik variasjon i tetthet. For det første ble elfiske i 2005 gjennomført ca. 1 måned før fisket i 2006. Eventuell dødelighet i løpet av denne perioden vil gjøre at estimert tetthet i 2006 blir noe lavere enn i 2005. Videre vet vi ikke hvorvidt eggdeponeringen var ulik i de to årene, noe som selvsagt kan påvirke tettheten av 0+ det påfølgende år. Forholdene for yngelen når den kommer opp av grusen kan også ha markante effekter på overlevelsen, og høy vannføring i denne perioden er generelt ugunstig for yngeloverlevelsen (Jensen og Johnsen 1999, Einum og Nislow 2005). Data fra andre elver tyder også på at variasjon i 0+ tetthet fra ett år til et annet kan være like stor eller større enn det som ble observert. Dette observeres også i fravær av store vinterflommer (for eksempel i regulerte elver som Børselva og Vigda i Trondheimsfjorden, hvor vannføringsfluktuasjoner i større grad bufres på grunn av reguleringsmagasin, Johnsen og Hvidsten 2005). Det er derfor ingen tegn på at eggoverlevelsen var ekstrem i samme grad som vannføringen.



Tettheten av eldre ørret var ikke merkbart ulik de to årene. Tettheten av laks var generelt lav begge årene, og det vil derfor for denne arten være vanskelig å se effekter av ugunstige miljømessige faktorer. Det er derfor ikke noe som tilsier at overlevelsen av ungfisk ble påvirket i sterk grad av flommen. Basert på disse resultatene er det lite som tyder på at store vinterflommer som den observert i 2006 har ekstreme effekter på fiskeproduksjon i forhold til mer normale miljøvariasjoner. Dette kan imidlertid være avhengig av lokale forhold. Elver med et mer løst substrat kan oppleve en større massetransport, noe som kan ha negative effekter vinterstid når fisken til en stor grad oppholder seg i skjul nede i substratet. Tilførselen av sprengmasse av stor diameter har også trolig gjort at substratet i Gråelva er mer robust mot flompåvirkning, og denne tilførselen representerer trolig stabile skjul for ungfisken ved høy vannføring. Det kan heller ikke utelukkes at transport av masse fra land og ut i elva var relativt liten på grunn av at marka var frosset, og at en lignende flom i en sommersituasjon kunne ført til en større utvasking eller utvasking av en annen fraksjon og dermed mer synlige negative effekter på fiskebestanden (jfr. Sato 2006).

#### *Fiskeproduksjon og effekter av fysiske tiltak*

Som i tidligere undersøkelser var ørret den dominerende fiskeart, og lave tettheter av laks tyder på at Gråelva fremdeles primært fungerer som en rekrutteringselv for ørret. De fysiske tiltakene har derfor i liten grad ført til en endring i artssammensetningen. Einum m.fl. (2005) konkluderte med at mens man før inngrepene hadde en større produksjon i de øvre delene av Gråelva enn i de nedre, var denne situasjonen reversert i 2005. Årets undersøkelse inkluderte ikke stasjonene i de øvre deler av Gråelva, men en svak økning i tetthet av eldre fiskeunger fra 2005 til 2006 i de nedre deler (samlet tetthet av eldre ørret og laks i 2005 og 2006 var på henholdsvis 26.8 og 35.8 per 100m<sup>2</sup> i stasjon 1-10, **Vedlegg 2 og 3**) indikerer en relativt stabilt høy produksjon i dette området. Tilsvarende tettheter i perioden 2002-2004 i to andre småvassdrag i Trondheimsfjorden, Børselva og Vigda, var på henholdsvis 35,4 og 67,6 ind. per 100m<sup>2</sup> (Johnsen og Hvidsten 2005). De nedre områder av Gråelva ligger derfor ikke så langt fra andre elver det er naturlig å sammenligne med mhp. total produksjon av laksefisk, noe som kan tyde på at utleggingen av gytesubstrat har hatt en gunstig effekt på fiskeproduksjonen.

De nedre delene av Gråelva, på strekningen hvor det er lagt ut kunstig gytegrus, får kun tilført begrensede mengder naturlig gytegrus fra sidebekker. Samtidig har strekningen et naturlig vassføringsregime, typisk for lavlandsvassdrag i Midt-Norge. Dette innebærer større flommer i forhold til middelvassføring, og tidvis flomavrenning om vinteren, kombinert

med isgang. I Gråelva forekommer også lengre perioder med lav vassføring. På grunn av nedslagsfeltets innhold av fine løsmasser, som leire og silt, innebærer lavvannsperioder at finmasser sedimenterer på strekningen med utlagt gytegrus. Vassføringsforholdene og Gråelvas tilgang på sedimenter tilsier at kunstige gyteområder må vedlikeholdes. Framtidige tiltak av samme type bør derfor innlemme en vedlikeholdsplan og et oppfølgingsprogram. Erfaringene med de kunstige gyteområdene fra 1999 tyder på at det har foregått gyting på de fleste stasjonene i alle årene siden utlegging, men at flere stasjoner har fått redusert kvalitet som gyteområde. Tiltakene har derfor vist at det finnes et stort potensiale for økt produksjon av laksefisk i små vassdrag som sikres mot flomskader med grove steinmasser. I Gråelva har de enkelte stasjonene hatt store individuelle forskjeller med tanke på degradering av utlagt gytesubstrat over tid. Videre studier kan i stor grad påpeke hvilke fysiske egenskaper et kunstig gytehabitat bør ha for å minimalisere vedlikehold som følge av erosjon og sedimentasjon.

## 5 Konklusjon

Resultatene fra 2005 tyder på at mens man tidligere (1991-1995) hadde høyere tetthet av laksefisk i de øvre delene av Gråelva enn i de nedre, er denne situasjonen nå reversert slik at høyere tettheter finnes i de områdene som er steinsatt og hvor gytegrus ble lagt ut. Dette kombinert med direkte observasjoner av gyteaktivitet og registreringer av 0+ tyder på at utleggingen av gytegrus har hatt positive effekter. For hele vassdraget sett under ett var tettheten av 0+ noe lavere i 2006 enn i 2005, men disse forskjellene var ikke ekstreme i forhold til de svingninger man normalt kan forvente. Tettheten av eldre fisk var ikke merkbart ulik de to årene. Basert på disse resultatene er det lite som tyder på at ekstreme vinterflommer som den observert i januar 2006 har store effekter på fiskeproduksjon i forhold til mer normale miljøvariasjoner. Dette kan imidlertid være avhengig av lokale forhold, og elver med et mer løst substrat og mindre substrat diameter kan oppleve en større massetransport, noe som kan ha negative effekter vinterstid når fisken til en stor grad oppholder seg i skjul nede i substratet. Gjentatte nøyaktige oppmålinger av en av stasjonene med grusutlegging (stasjon VIII) viste at mye av grusen var spylt bort i løpet av perioden 1999-2006. Subjektive vurderinger av forholdene ved alle stasjoner viste imidlertid at det var stor variasjon i hvor mye av grusen som var forsvunnet, og at stasjon VIII var en av de stasjonene hvor de største endringene hadde skjedd. Videre studier vil kunne fastslå hvilke fysiske egenskaper et kunstig gytehabitat bør ha for å minimalisere vedlikehold som følge av erosjon og sedimentasjon. Sett under ett viser våre resultater at bearbeiding av kunstige gyteområder kan føre til økt produksjon av laksefisk i små vassdrag som sikres mot flomskader med grove steinmasser, men at verdien på lengre sikt av slike tiltak i mange tilfeller vil være avhengig av et oppfølgingsprogram koblet opp mot en vedlikeholdsplan.

## 6 Referanser

- Berger, H.M., Breistein, J.B., Nøst, T.H. & Larsen, B.M. 1994. Effekter av redusert slamtilførsel på vannkvalitet, bunn- og fiskefauna i Gråelva. Forundersøkelser 1990-1992. - NINA Oppdragsmelding 291: 1-35.
- Berger, H.M., Breistein, J.B., Larsen, B.M. & Nøst, T.H. 1997. Gråelva – Mindre leirslam gir mer bunndyr og fisk. Sluttrapport 1991-95. - NINA Oppdragsmelding 468: 1-42.
- 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.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G., & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - theory and practice with special emphasis on salmonids. - *Hydrobiologia* 173, 9-43.
- Einum, S. & Nislow, K.H. 2005. Local-scale density-dependent survival of mobile organisms in continuous habitats: an experimental test using Atlantic salmon. - *Oecologia* 143: 203-210.
- Einum, S., Berger, H.M. & Kvingedal, E. 2005. Etablering av gyteområder for sjøørret og laks i Gråelva i Stjørdal, Nord-Trøndelag – Effekter på fisketetthet seks år etter. - NINA Minirapport 139: 1-17.
- Elwood, J.W. & Waters, T.F. 1969. Effects of floods on food consumption and production rates of a stream brook trout population. - *Transactions of the American Fisheries Society* 98: 253-262.
- Holtby, L.B. & Healey, M.C. 1986. Selection for adult size in female coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). - *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 43: 1946-1959.
- Jensen, A. J., and B. O. Johnsen. 1999. The functional relationship between peak spring floods and survival and growth of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*). - *Functional Ecology* 13:778-785.
- Johnsen, B.O. & Hvidsten, N.A. 2002. Use of radio telemetry and electrofishing to assess spawning by transplanted Atlantic salmon. - *Hydrobiologia* 483: 13-21.
- Johnsen, B.O. & Hvidsten, N.A. 2005. Vassdragsregulering og sikringstiltak mot kvikkleireskred i Vigda og Børselva. Effekter på laks og laksefiske. - NINA Rapport 35: 1-36.
- Jonsson, N. & Jonsson, B. 1997. Effekter av strømhastighet og steinstørrelse i bunnsubstratet på fordelingen av ørretunger i Gråelvdvassdraget, Nord-Trøndelag. - NINA Oppdragsmelding 473: 1-13.

- 
- Kondolf, G.M. & Wilcock, P.R. 1996. The flushing flow problem: defining and evaluating objectives. - *Water Resources Research* 32: 2589-2599.
- Lisle, T.E. 1989. Sediment transport and resulting deposition in spawning gravels, North Coastal California. - *Water Resources Research* 25: 1303-1319.
- Milhous, R.T. 1998. Modelling of instream flow needs: the link between sediment and aquatic habitat. - *Regulated Rivers-Research & Management* 14: 79-94.
- Milner, N.J., Scullion, J., Carling, P.A. & Crisp, T. 1981. The effects of discharge on sediment dynamics and consequent effects on invertebrates and salmonids in upland rivers. - *Advanced Applied Biology* 6: 152-220.
- Nislow, K.H., Folt, C.L. & Parrish, D.L. 2000. Spatially explicit bioenergetic analysis of habitat quality for age-0 Atlantic salmon. - *Transactions of the American Fisheries Society* 129: 1067-1081.
- Sato, T. 2006. Dramatic decline in population abundance of *Salvelinus leucomaenis* after a severe flood and debris flow in a high gradient stream. - *Journal of Fish Biology* 69: 1849-1854.
- Seegrist, D.W. & Gard, R. 1972. Effects of floods on trout in Sagehen Creek, California. - *Transactions of the American Fisheries Society* 101: 478-482.
- Waters, T.F. 1995. Sediment in streams: sources, biological effects and control. American Fisheries Society, Bethesda, Md.
- Wilcock, P.R., Kondolf, G.M., Matthews, W.V.G., & Barta, A.F. 1996. Specification of sediment maintenance flows for a large gravel-bed river. - *Water Resources Research* 32: 2911-2921.

## 7 Vedlegg

**Vedlegg 1.** Estimerte tettheter av 0+ ørret og laks (individer per 100 m<sup>2</sup>) i Gråelva, juni 2006. Stasjonsnummer i parentes refererer til tidligere stasjoner i Gråelva (Berger m.fl. 1997).

Elvedel	Stasjon	Areal (m <sup>2</sup> )	Laks	Ørret
<b>Gråelva, gyttegruslokaliteter</b>	I	84	0	11,9
	II	110	0	1,8
	III	56	0	50,0
	IV	40	0	15,0
	V	60	0	3,3
	VI	71,5	0	11,2
	VII	87,5	0	4,6
	VIII	95	0	4,2
	IX	51	0	11,8
<b>Gjennomsnitt</b>			<b>0</b>	<b>12,6</b>
SD			0	14,8
<b>Hofstadelva</b>	11 (14)	37,5	0	48,0
	12 (14.1)	31,5	0	107,9
	14 (15)	35	5,7	57,1
	15 (16)	31,5	0	107,9
<b>Gjennomsnitt</b>			<b>1,4</b>	<b>80,3</b>
SD			2,9	32,2
<b>Gråelva, øvre</b>	(8)	30	0	0
	(7)	27	0	29,6
	(6)	36	0	11,1
<b>Gjennomsnitt</b>			<b>0</b>	<b>13,6</b>
SD			0	15,0
<b>Gråelva, nederst</b>	1 (4)	80	0	12,0
	(1)	50	0	0
<b>Gjennomsnitt</b>			<b>0</b>	<b>6,0</b>
SD			0	8,5
<b>Total gjennomsnitt</b>			<b>0,3</b>	<b>27,1</b>
SD			1,3	34,3

**Vedlegg 2.** Estimerte tettheter av laks og ørret (individer per 100 m<sup>2</sup>) i Gråelva juni 2005.

SD = Standard avvik.

Elvedel	Stasjon	Areal	Laks		Ørret	
			0+	1+ og eldre	0+	1+ og eldre
<b>Gråelva, nedre</b>	1	234	87,6	4,3	43,8	6,9
	2	130.5	9,0	24,6	51,8	32,4
	3	116.5	0,0	9,1	9,4	21,3
	4	108.5	0,0	2,2	83,3	8,9
	5	126.5	0,0	21,3	18,3	18,9
	6	210	0,0	0,5	30,1	23,1
	7	185	0,0	5,1	85,5	21,6
	8	266	0,0	2,8	41,1	28,1
	9	250	1,2	4,1	61,2	24,3
	10	244.5	1,3	3,8	163,5	5,9
<b>Gjennomsnitt</b>			<b>9,9</b>	<b>7,8</b>	<b>58,8</b>	<b>19,1</b>
SD			27,4	8,3	44,4	9,1
<b>Hofstadelva</b>	11	60.5	0,0	54,5	106,8	36,8
	12	101	1,3	12,0	278,9	21,9
	13	76.5	0,0	12,1	247,6	29,6
	14	73	0,0	11,1	399,2	41,6
	15	63.5	0,0	9,7	392,3	70,1
<b>Gjennomsnitt</b>			<b>0,3</b>	<b>19,9</b>	<b>285,0</b>	<b>40,0</b>
SD			0,6	19,4	120,2	18,4
<b>Gråelva øvre</b>	16	122.5	0,0	0,0	0,7	12,0
	17	128	0,0	0,9	39,5	20,3
	18	66	0,0	0,0	12,2	6,3
	19	99	2,2	1,0	50,6	1,0
	20	94	2,3	0,0	23,4	2,2
<b>Gjennomsnitt</b>			<b>0,9</b>	<b>0,4</b>	<b>25,3</b>	<b>8,4</b>
SD			1,2	0,5	20,1	7,9
<b>Total gjsn.</b>			<b>5,2</b>	<b>9,0</b>	<b>107,0</b>	<b>21,7</b>
SD			19,5	12,8	124,0	16,2

**Vedlegg 3.** Estimerte tettheter av laks og ørret (individer per 100 m<sup>2</sup>) i Gråelva august 2006. SD = Standard avvik.

Elvedel	Stasjon	Areal	Laks		Ørret	
			0+	1+ og eldre	0+	1+ og eldre
<b>Gråelva, nedre</b>	1	168	8,2	12,4	6,1	18,7
	2	126	16,8	12,9	15,5	64,0
	3	159,5	0,0	6,3	62,6	16,8
	4	174	0,6	20,8	5,4	20,0
	5	154	0,0	5,9	16,7	48,3
	6	136,5	0,0	0,7	20,8	46,8
	7	240,6	0,0	0,8	6,3	21,6
	8	253	0,0	0,0	6,1	16,1
	10	175	1,7	0,6	16,5	9,7
	<b>Gjennomsnitt</b>			<b>3,0</b>	<b>6,7</b>	<b>17,3</b>
SD			5,8	7,3	18,0	18,8
<b>Hofstadelva</b>	11	60,5	3,6	10,6	19,9	67,7
	12	101	0,0	3,1	39,3	13,1
	13	76,5	0,0	2,6	53,8	14,5
	14	73	1,4	0,0	133,5	45,5
	15	60	0,0	0,0	96,2	50,0
<b>Gjennomsnitt</b>			<b>1,0</b>	<b>3,3</b>	<b>68,6</b>	<b>38,2</b>
SD			1,6	4,3	45,9	23,8
<b>Total gjsn.</b>			<b>2,3</b>	<b>5,5</b>	<b>35,6</b>	<b>32,3</b>
SD			4,8	6,4	38,7	20,3





# NINA Rapport 220

ISSN:1504-3312

ISBN10:82-426-1780-5

ISBN13: 978-82-426-1780-4



## Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

[www.nina.no](http://www.nina.no)