

## Status for laksebestanden i Verdalsvassdraget

Vurderinger av produksjonspotensial basert  
på ungfiskundersøkelser og bonitering

Hans Mack Berger  
Gunnbjørn Bremset



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er en 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**

# **Status for laksebestanden i Verdalsvassdraget**

Vurderinger av produksjonspotensial basert  
på ungfiskundersøkelser og bonitering

Hans Mack Berger  
Gunnbjørn Bremset

Berger, H.M. & Bremset, G. 2011. Status for laksebestanden i Verdalselva. Vurderinger av produksjonspotensial basert på ungfiskundersøkelser og bonitering. - NINA Rapport 684, 32 sider.

Trondheim, april 2011

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2268-6

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Bjørn Ove Johnsen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Kjetil Hindar (sign.)

OPPDRAKSGIVERE

Direktoratet for naturforvaltning og Fylkesmannen i Nord-Trøndelag

KONTAKTPERSONER HOS OPPDRAGSGIVER

Anton Rikstad

FORSIDEBILDE

Midtre del av Verdalsvassdraget ved Granfossen.

Fotografi: Hans Mack Berger

NØKKEWORD

- Verdalselva
- Laks
- Statusundersøkelse
- Bonitering
- Ungfisktetthet
- Årsklassestyrke
- Fisketelling
- Produksjonspotensial

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**

Postboks 5685 Sluppen  
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**

Framsenteret  
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

Berger, H.M. & Bremset, G. 2011. Status for laksebestanden i Verdalselva. Vurderinger av produksjonspotensial basert på ungfiskundersøkelser og bonitering. – NINA Rapport 684, 32 sider.

I denne rapporten vurderes eksisterende lakseproduksjon opp mot teoretisk produksjonsevne for laks i Verdalselva. Vurderingene er gjort på bakgrunn av arealfordeling av ulike habitattyper egnet for produksjon av laks i ulike deler av vassdraget. Egnetheten er vurdert ut fra kartlegging av bunnsubstrat. Datamaterialet er sammenstilt med resultater fra undersøkelser i perioden 2007-2009.

I analysene er lakseførende av Verdalselva delt inn i tre soner; sone I er elvestrekningen fra flomål til Østnesfossen, sone II er strekningen fra Østnesfossen til Granfossen, og sone III er strekningen oppstrøms Granfossen. Det er gode gytemuligheter for laks i alle lakseførende deler oppstrøms Landfald, noe som utgjør en samlet elvestrekning på om lag 45 kilometer. Det største produksjonspotensialet for laksunger er oppstrøms Granfossen. Bakgrunnen for dette er at denne sonen har de største arealene med egnete oppvekstområder for eldre laksunger.

Habitatforholdene i Verdalselva har i historisk tid vært betydelig påvirket av rasepisoder og større flommer. I de siste årene er den viktigste årsaken til endring av habitatforholdene den store vinterflommen i 2006.

I de siste årene har det ikke vært tilstrekkelige mengder gytefisk for å fullrekruttere vassdraget med laks. Det er vurdert at det trengs i underkant av 1 000 hunnlaks for å oppnå et gytebestandsmål på om lag 2 egg per m<sup>2</sup>. Gytefisktellinger tilsier at mengden gytelaks har vært betydelig lavere.

Den teoretiske produksjonsevnen for laks er beregnet til å være om lag 164 000 laksesmolt (variasjonsbredde 114 000 - 214 000). Dagens smoltproduksjon er imidlertid anslått å være betydelig lavere. Basert på registrerte ungfisktettheter, samlet areal av lakseførende strekning og normal dødelighet i ungfiskstadiet er nåværende smoltproduksjon trolig i størrelsesorden 47 000 - 94 000 laksesmolt.

Den lave smoltproduksjonen sammenlignet med den teoretiske produksjonsevnen skyldes trolig flere forhold:

- a. Effekter av skadeflommen i 2006
- b. Effekter av tidligere flommer og ras
- c. Små gytebestander av laks
- d. Høy elvebeskatning
- e. Vandringsproblem i Granfossen

Det ligger et betydelig ubenyttet potensial for økt lakseproduksjon oppstrøms Granfossen. Området kan i full produksjon trolig produsere i overkant av 60 000 laksesmolt. Restaurering av habitat i enkelte deler av lakseførende strekning kan også øke smoltproduksjonen.

Hans Mack Berger, Sweco Norge AS, Professor Brochs gate 2, 7030 Trondheim;  
[hans.mack.berger@sweco.no](mailto:hans.mack.berger@sweco.no)

Gunnbjørn Bremset, Norsk institutt for naturforskning, Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim; [Gunnbjorn.Bremset@nina.no](mailto:Gunnbjorn.Bremset@nina.no)

## Abstract

Berger, H.M. & Bremset, G. 2011. Status for laksebestanden i Verdalselva. Vurderinger av produksjonspotensial basert på ungfiskundersøkelser og bonitering. – NINA Report 684, 32 pages.

This study focuses on the current salmon yield in view of the theoretical production potential of Atlantic salmon in River Verdalselva. The analyses are based on a field mapping of mesohabitats and an assessment of suitability as nursery habitat for juvenile salmon. The key factor in the suitability assessments is the coarseness of river bed substrata and the amount of in-stream cover for salmon juveniles. The habitat assessment is combined with electrofishing surveys at 30 locations in 2007-2009.

The anadromous parts of River Verdalselva are divided into three major zones; the lower zone is from the river mouth to the Østnesfossen waterfall (16 km), the middle zone is between the Østnesfossen and Granfossen waterfalls (16 km), and the upper zone is the areas upstream of Granfossen waterfall (20 km). There are suited spawning areas in the 45 km long river stretch upstream the Landfald area. The highest production potential for juvenile salmon is upstream Granfossen waterfall. This is mainly due to the largest river bed areas with coarse river bed substrata suited for older salmon parr and presmolt.

During recent years the number of spawning salmon has been too low to achieve the spawning target of approximately 1 000 females, which is assumed necessary to give an egg deposition of 2 salmon eggs per m<sup>2</sup>. Drift surveys during the spawning period for salmon have indicated that the number of spawning salmon has been considerable lower than the spawning target.

The theoretical production capacity for salmon in River Verdalselva is estimated to be approximately 164 000 salmon smolts (range in estimate: 114 000 – 214 000). Current smolt production is estimated to be considerably less. Based on electrofishing surveys, total area of nursery habitat and average mortality rates during the juvenile stage, current smolt production is probable in the range of 47 000 - 94 000 salmon smolts.

The low smolt yield compared to the theoretical maximum is most likely a combined result of a number of physical and biological factors:

- a. Impacts of a severe winter flood in 2006
- b. Impacts of previous floods and heavy sedimentation
- c. Low number of spawning adults
- d. High exploitation rates of adult salmon
- e. Migration problems in the Granfossen waterfall

There is a considerable potential for increased salmon production in the river areas upstream the Granfossen waterfall, in which the production potential is estimated to be at least 60 000 salmon smolts. Restoration of distorted habitats in parts of the middle and lower stretches of River Verdalselva would also increase the future smolt production.

Hans Mack Berger, Sweco Norge AS, Professor Brochs gate 2, 7030 Trondheim, Norway; [hans.mack.berger@sweco.no](mailto:hans.mack.berger@sweco.no)

Gunnbjørn Bremset, Norwegian Institute for Nature Research, PO Box 5685 Sluppen, 7485 Trondheim, Norway; [Gunnbjorn.Bremset@nina.no](mailto:Gunnbjorn.Bremset@nina.no)

# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>4</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>5</b>
<b>Forord</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Innledning</b> .....	<b>7</b>
1.1 Områdebeskrivelse.....	8
1.2 Fiskesamfunn .....	11
1.3 Etablering av fiskepassasje .....	12
<b>2. Metoder og materiale</b> .....	<b>13</b>
2.1 Bonitering.....	13
2.2 Ungfiskundersøkelser .....	14
2.3 Beregninger av produksjonsevne.....	15
2.4 Beregninger av nåværende smoltproduksjon .....	15
<b>3. Resultater og diskusjon</b> .....	<b>16</b>
3.1 Arealbetraktninger .....	16
3.2 Sammensetning av bunnssubstrat.....	17
3.3 Habitatendringer etter skadeflommer .....	21
3.4 Dagens teoretiske produksjonsevne .....	22
3.5 Ungfiskundersøkelser .....	24
3.6 Nåværende smoltproduksjon og gytebestandsmål .....	27
<b>4. Konklusjoner</b> .....	<b>28</b>
<b>5. Referanser</b> .....	<b>29</b>

## Forord

Dette prosjektet er finansiert med fiskefondsmidler administrert av Fylkesmannen i Nord-Trøndelag og Direktoratet for naturforvaltning. Feltarbeidet er gjennomført av Hans Mack Berger, Morten André Bergan, Lars Ove Lehn og Mari Berger Skjøstad. Ole Kristian Berggård har bearbeidet ungfiskmaterialet og Daniel Melkersen har deltatt i beregning av ulike arealer. Kristian Julien hos Fylkesmannen i Nord-Trøndelag har vært rådgiver ved digitalisering og grafisk utforming av kartene. Gunnbjørn Bremset har deltatt i analyser av fiskedata og skriving av samlerapporten.

Fiskeforvalter Anton Rikstad har vært kontaktperson hos Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, Trond Rian hos Innherred samkommune, Anders Børstad for Verdalsbruket AS, Jon Olav Oldren for Verdalselvans elveeierlag og Kjell Norum for Helgåa Grunneierlag. Jon Olav Oldren og Ivar Lerfald har bistått med lokalkunnskap. Alle involverte takkes for et godt samarbeid og innspill ved gjennomføring av prosjektet.

Trondheim april 2011

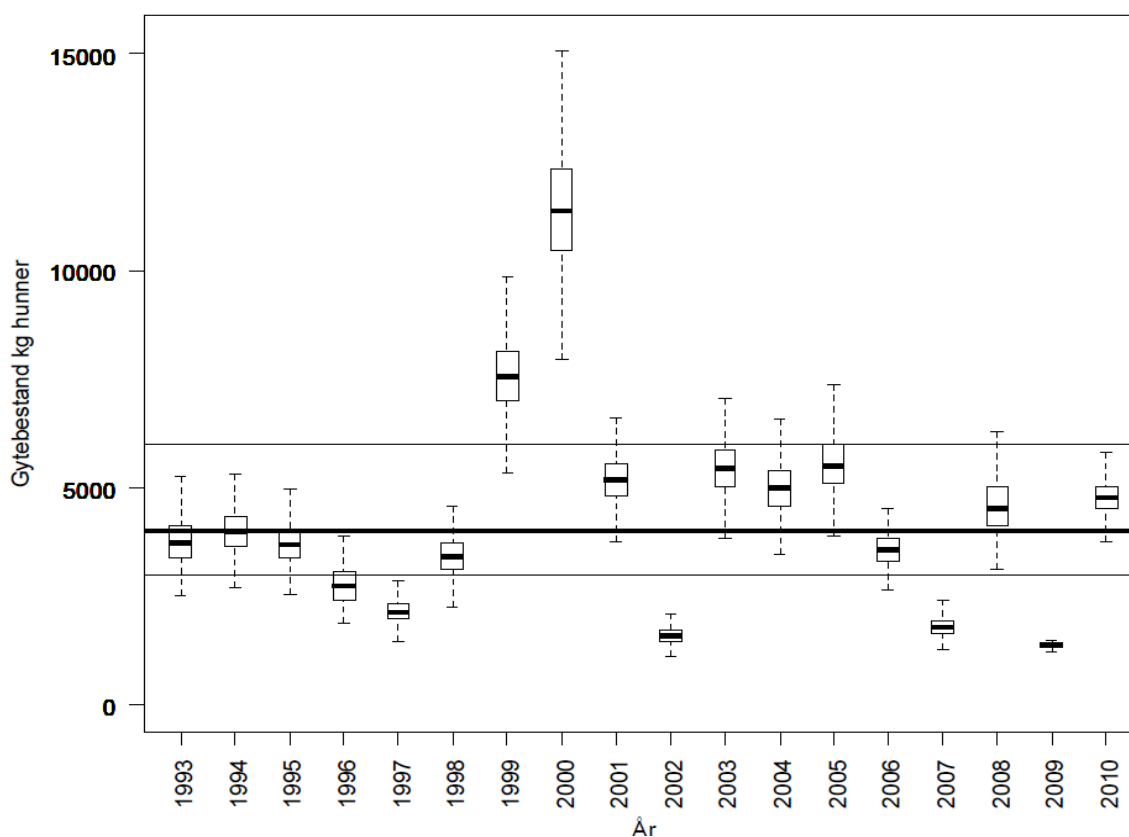
Hans Mack Berger, prosjektleder



# 1. Innledning

De siste årene har elvefangsten av laks i Verdalselva gått kraftig tilbake. Noe av nedgangen skyldes trolig innskrenkninger i regelverket, samt at ugunstige vannføringsforhold har redusert fangbarheten. Gytefisktellinger har vist at det har vært små gytebestander av laks de siste årene, slik at det foreslåtte gytebestandsmålet for laks ikke har blitt oppnådd. I februar 2006 ble det grunnet kraftig nedbør med tilhørende is- og snøsmelting en kraftig vinterflom i Verdalselva. Erfaringsmessig kan slike vinterflommer medføre en betydelig dødelighet på yngel og eldre ungfisk av laks og aure. I etterkant av skadeflommen er det gjennomført en grundig habitatkartlegging (bonitering) samt omfattende ungfiskundersøkelser i Verdalselva. Dette gir mulighet for å vurdere både produksjonspotensial og realisert produksjon av laks og sjøaure i vassdraget. I tillegg er det mulig å vurdere i hvilken grad skadeflommen i 2006 har påvirket fiskeproduksjonen negativt. På basis av slike vurderinger vil miljømyndighetene få et bedre grunnlag for å iverksette de riktige forvaltningsmessige tiltak.

Gytebestandsmål er nylig innført som et verktøy i norsk lakseforvaltning. For Verdalselva er det foreslått et gytebestandsmål tilsvarende 1,5-3 egg per m<sup>2</sup>, noe som tilsvarer en samlet årlig deponering av 5 823 915 lakseegg (Hindar med flere 2007). For å nå dette gytebestandsmålet er det beregnet at det trengs i størrelsesorden 956 hunnlaks med en samlet vekt på 4 016 kg. Arealet som er lagt til grunn for disse beregningene er vanddekt areal ved boniteringen 2 911 958 m<sup>2</sup> (Berger med flere 2007, Hindar med flere 2007). Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL) har gjort vurderinger omkring oppnåelse av gytebestandsmål for laks i til sammen 429 norske laksevassdrag (Anonym 2010). VRL har vurdert at gjennomsnittlig prosentvis oppnåelse siste fire år har vært 63 % (**figur 1**), mens det kreves 75 % oppnåelse for å tilfredsstillende forvaltningsmålet. Følgelig vurderer VRL at gytebestandsmålet for Verdalselva ikke er oppnådd, samt at nåværende beskatning ikke er bærekraftig (Anonym 2010).



**Figur 1.** Beregnet oppnåelse av gytebestandsmål for laksebestanden i Verdalselva i perioden 1993-2010. Figuren er gjengitt med tillatelse av Vitenskapelig råd for lakseforvaltning.

## 1.1 Områdebeskrivelse

Verdalsvassdraget (vassdragsnummer 127.Z) ligger i Nord-Trøndelag fylke, og har et totalt nedbørfelt på 1464 km<sup>2</sup>. Vassdraget har sine kilder i grensetraktene mot Sverige, og har utløp i Trondheimsfjorden ved Verdalsøra (**figur 2**). Hovedelva kalles Helgåa på den om lag 45 kilometer lange strekningen fra Veressjøen ned til samløp med Inna, og kalles Verdalselva på den om lag 20 kilometer lange strekningen ned til utløpet ved Verdalsøra. I de øvre deler av vassdraget kommer sidefeltet Juldøla inn fra sør og Skjækra inn fra nordøst. Ovenfor Vuku drenerer sidevassdraget Inna grenseområdene mellom Sverige og Meråker.



**Figur 2.** Oversiktskart over lakseførende strekning i Verdalselva med sidevassdragene Juldøla, Helgåa, Skjækra og Inna. Den røde ruten innfelt øverst til venstre angir området som omhandles i rapporten. De 30 stasjonene for elektrisk fiske er inntegnet i kartet.

Årsnedbøren i området er i størrelsesorden 1000-1250 mm, beregnet spesifikk avrenning er 38,52 l/s/km<sup>2</sup> og middeltilsiget er 52,43 m<sup>3</sup>/s (Anonym 2002). Årlig middelvannføring for Helgåa for perioden 1930-1960 er 40 m<sup>3</sup>/s (Anonym 1987a). Verdalsvassdraget har et avrenningsregime med innlandskarakter, som for naturlige og uregulerte vassdrag betyr dominerende vårflom i april-juni og lavvann om vinteren, samt en periode om høsten (september-november) med høyere avrenning (Anonym 1987b).

Geologisk tilhører mesteparten av vassdraget Trondheimsfeltet fra kambrosilur, med bergarter som gneis, grønnstein, glimmerskifer, fyllitt, gråvakke og kalkspatholdig sandstein (Sigmond med flere 1984). Kwartærgeologien kjennetegnes ved store løsmasse-avsetninger, som i fjeldalene i øvre deler av nedbørfeltet er dannet i forbindelse med isavsmeltingen, og lenger nede som marine og fluviale avsetninger dannet under siste istid og blitt til landarealer ved den etterfølgende landhevingen (Sollid og Sørbel 1983, Øvstedal 1995). Marin grense i området er 185 meter over havet. I overgangen mellom de marint avsatte leirområdene og ovenforliggen-

de morene er det områder med glasifluvialt materiale. Dette er spesielt i nedre del av Inna ved Steine og ved Lein (mellom Leksdalsvatnet og Verdalsøra).

Øverst i nedbørfeltet er landskapet relativt flatt, åpent og har viddepreg. I øvre deler av Helgåa er dalen kraftig V-formet med svært steile dalsider. Det er store landskapsmessige skiftninger mellom fjell, vann og fosser som utgjør markerte landskapselementer. De mest markante fossene i vassdraget er Kløftåsfossen, Skjækerfossen (Skjækra), Granfossen, Grunnfossen, Dillfossan (Inna) og Østnesfossen. Ved Røsgrenda i Helgådalen har utvasking i leiravsetningene dannet et erosjonslandskap som er nasjonalt særegent. Det har gått mange store leirras i denne delen av vassdraget, hvorav det såkalte Verdalsraset i 1893 er det mest kjente.

Et sammenbrudd i leirmassene i mai 1893 (Verdalsraset) førte til at Helgåa endret løp fra Hærfossen og til dagens vannløp. Verdalsraset har formet landskapet og elveleiet fra Granfossen til Vuku. Det siste store leirraset var i 1995 og den siste store flommen var i månedsskiftet januar-februar 2006. Alle disse hendelsene har hatt betydelig innvirkning på elveleiet og dyre- og plantesamfunn i og langs elveleiet. I nedre del av vassdraget er det betydelige avsetninger av leire og silt. Hovedstrengen nedstrøms Inna renner gjennom vide, flate jordbruksbygder. Størrelsen på vassdraget bidrar til stor diversitet knyttet til både geologisk og biologisk mangfold.

Verdalselva har tilgjengelige gyte- og oppvekstområde for sjøvandrende laksefisk opp til det absolutte vandringshinderet i Kløftåsfossen, hvilket utgjør en samlet strekning på om lag 53 kilometer. I tillegg er sideelva Inna lakseførende om lag 2 km opp til Dillfossan, Skjækerelva om lag 500 meter opp til Skjækerfossen og Juldøla om lag 2,5 km opp til Storfossen. Samlet sett er følgelig om lag 58 kilometer av Verdalsvassdraget tilgjengelig for laks og sjøaure.



Stasjon 23 i nedre del av Verdalselva. Fotografi: Hans Mack Berger.



*Stasjon 17 i midtre del av Verdalselva. Fotografi: Hans Mack Berger.*



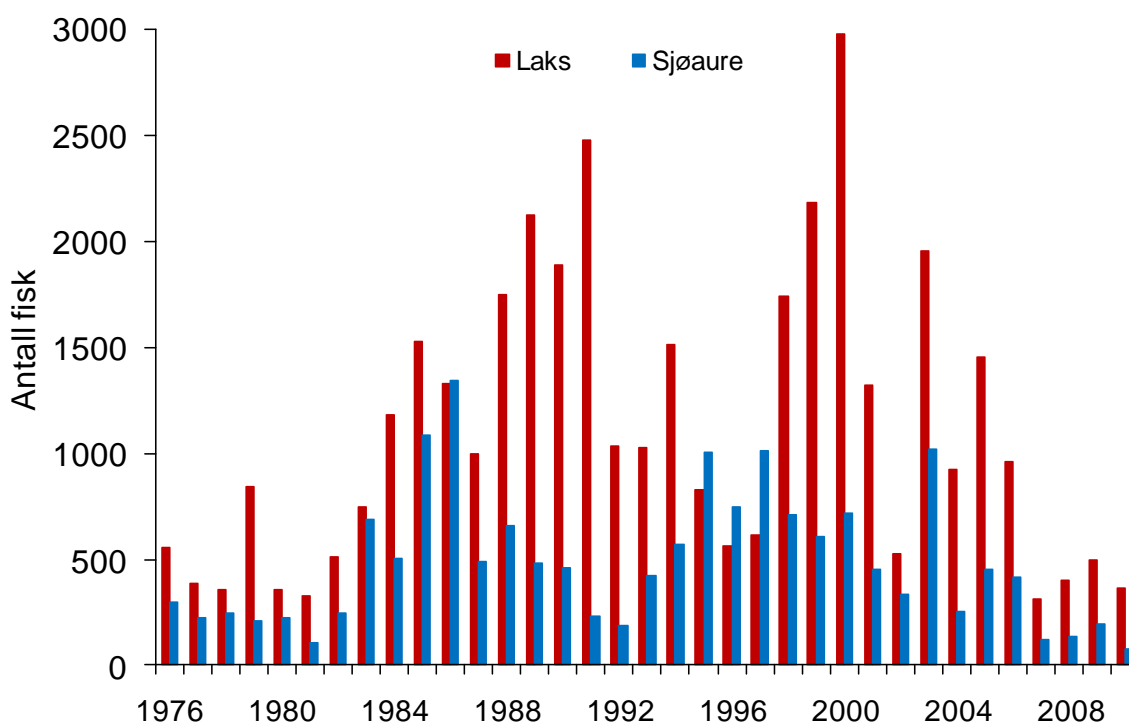
*Stasjon 2 i øvre del av Verdalselva. Fotografi: Hans Mack Berger.*

## 1.2 Fiskesamfunn

Laks dominerer fiskesamfunnet på den lakseførende strekningen i hovedvassdraget. Naturlig utbredelse av laks og sjøaure er opp til vandringshindrene Granfossen i Helgåa og Dillfossen i Inna. Etter bygging av trapp i Granfossen i 1990 er lakseførende strekning utvidet opp til Kløftåsfossen i Helgåa, Skjækerfossen i Skjækra og Storfossen i Juldøla.. I nedre del av vassdraget finnes også trepigget stingsild, skrubbe og ål.

Ovenfor anadrom strekning finnes naturlige bestander av stasjonær aure, og lake. Kanadisk bekkerøye ble påvist i Garptjønna ved Innsvatnet 2004 (Rikstad 2007). Ørekyt ble innført fra Sverige til Veresvatnet i Inna i 1935 og er senere satt ut i Risvatnet lenger vest i Innvassdraget. Arten er tidligere påvist under elektrisk fisk ved Østnes i 1997 (Anton Rikstad, personlig meddelelse), og nyere undersøkelser) dokumenterer at det er relativt høy tetthet av ørekyt ved flomål i Verdalsvassdraget (Berger med flere 2007b).

Årlig laksefangst i perioden 1976-2010 har variert betydelig (1,6-11,1 tonn), og antallet har variert fra 316 lakser i 2007 til 2981 lakser i 2000 (**figur 3**). Gjennomsnittsstørrelsen på laks i perioden var  $3,3 \pm 0,7$  kg og varierte mellom 2,2 (1979) og 4,8 kg (2004). Etter 1996 er innrapportering av fangst bedret slik at det er differensiert mellom smålaks (< 3 kg), mellomlaks (3-7 kg) og storlaks (> 7 kg). Fangstfordelingen i perioden 1996-2010 var 64 % smålaks, 28 % mellomlaks og 8 % storlaks. Laksungene står 2-4 år i vassdraget før de vandrer ut i sjøen som smolt (Berger med flere 2007a). Voksen laks returnerer tilbake til elva i hovedsak etter 1-3 år i sjøen. Hovedoppgangen av laks er fra midten av juni til midten av august.



**Figur 3.** Fangst av laks og sjøaure (antall) i Verdalsvassdraget i perioden 1976-2010. Tallgrunnlaget er hentet fra lakseregisteret ([www.laksereg.no](http://www.laksereg.no)).

### 1.3 Etablering av fiskepassasje

I Granfossen (om lag 32 km fra sjøen) ble det i 1990 bygd en fisketrapp. Fisketrappa som delvis er bygd i tunnel er Europas lengste (Anonym 2002). Antall oppvandrende laks forbi trappa har i perioden 1990-2010 variert fra 44 (1990) til 381 (2000) individer (**tabell 1**). Det har vært noen problemer med telleapparat de fleste årene, så det kan være en del usikkerhet knyttet til tallene (Anders Børstad, personlig meddelelse). Fisketrappa ble i 2009 utbedret for å forbedre oppgangsmulighetene for sjøvandrende laksefisk.

**Tabell 1.** Registrert oppgang av laks og sjøaure i fisketrappa i Granfossen i perioden 1990-2010. Fisketellingene differensierer ikke mellom laks og sjøaure. Opplysningene for perioden 1991-2003 er fra Rikstad og Golding (2004), mens opplysninger for perioden 2004-2010 er innhentet fra John Olav Oldren (personlig meddelelse).

År	Antall fisk	Kilde
1990	44	Rikstad og Golding 2004
1991	111	Rikstad og Golding 2004
1992	160	Rikstad og Golding 2004
1993	68	Rikstad og Golding 2004
1994	104	Rikstad og Golding 2004
1995	72	Rikstad og Golding 2004
1996	28	Rikstad og Golding 2004
1997	85	Rikstad og Golding 2004
1998	152	Rikstad og Golding 2004
1999	600	Rikstad og Golding 2004
2000	381	Rikstad og Golding 2004
2001	346	Rikstad og Golding 2004
2002	71	Rikstad og Golding 2004
2003	289	Rikstad og Golding 2004
2004	90	John Olav Oldren
2005	216	John Olav Oldren
2006	137	John Olav Oldren
2007	113	John Olav Oldren
2008	215	John Olav Oldren
2009	173	John Olav Oldren
2010	364	John Olav Oldren

## 2. Metoder og materiale

### 2.1 Bonitering

Bonitering av Verdalselva er gjennomført ved kartlegging av fysiske forhold med spesiell vekt på fallgradient, vannhastighet, bunnssubstrat og vanndybde (Berger med flere 2007a). I tillegg er potensielle gyteområder registrert (Berger med flere 2007b). I boniteringsrapporten er det benyttet en inndeling i fem soner. I denne samlerapporten er det valgt å dele vassdraget inn i tre hovedsoner, for å kunne gjøre direkte sammenligninger mellom habitatkartlegging og ungfiskundersøkelser:

- Hovedsone 1 - Jernbanebro – Østnes (sone 1 og 2 i boniteringen),
- Hovedsone 2 - Østnes – Granfossen (sone 3 og 4 i boniteringen),
- Hovedsone 3 - Oppstrøms Granfossen (sone 5 i boniteringen).

### Bunnssubstrat og vanndybde

Dominerende bunnssubstrat ble klassifisert etter en femdelt skala. Det er viktig å merke seg at betegnelsene grus og stein er definert ut fra størrelseskriterier (Berger med flere 2007b) som kan være forskjellig fra hva som er benyttet i andre studier:

1) <b>Finsubstrat</b>	Sand, silt og leire (partikler < 2 cm)
2) <b>Grus og småstein</b>	Stein (partikler fra 2-16 cm)
3) <b>Stein</b>	Steiner (partikler fra 16-35 cm)
4) <b>Storstein og blokk</b>	Steiner (partikler > 35 cm)
5) <b>Fjell</b>	Fast fjellgrunn

Subdominant substrat er kartlagt ved å kombinere substratkategoriene ovenfor. Eksempelvis vil kombinasjonen 2/3 bety at grus og småstein (kategori 2) dominerer bunnssubstratet, samtidig som det er et betydelig innslag av stein (kategori 3) i området. En slik kombinasjon av substratkategoriene gir større mulighet for å vurdere egnethet som leveområde for fisk av ulike størrelser. Områder med grovt substrat som er gjenfiltret av finsubstrat gir færre hulrom og er mindre egnet som oppvekstområde for ungfisk (Finstad med flere 2011) enn tilsvarende område uten innslag av finsubstrat.

Det er kartlagt substrat innenfor hele elvesenga, det vil si fra elvebredd til elvebredd. Elveører, flomløp og mindre øyer som ikke er med i det økonomiske kartverket er markert med lysegrå felter på kartene. I kulper og andre dypområder er substrat klassifisert på bakgrunn av det substratet som er mulig å observere under vading. Sikten under kartleggingen var rimelig god og en kunne under gunstige forhold se bunnen ned til 3-4 meters dybde. Nederst i vassdraget var sikten noe dårligere på grunn av blakking fra leirpåvirkning.

Vanndybden ble målt på tilfeldig utvalgte punkter etter hvert som en forflyttet seg nedover vassdraget under boniteringen. Av tidsmessige årsaker er ikke vanndybden systematisk registrert langs tverrprofiler. Punktverdiene er angitt med verdier i meter.

## 2.2 Ungfiskundersøkelser

Det er gjennomført elektrisk fiske på 30 stasjoner på den lakseførende strekningen i Verdalselva. Strekningen er delt i tre soner med 10 stasjoner innenfor hver sone (se **tabell 2**):

- Sone 1 - strekningen fra flomål ved Ekle til Vuku,
- Sone 2 - strekningen fra Vuku til Granfossen,
- Sone 3 - strekningen fra Granfossen til Brattåslunet.

Elektrisk fiske etter ungfisk av laks og aure er gjennomført etter standardisert metode (Anonym 2003), det vil si tre gjentatte overfiskinger med minimum 30 minutter mellom hver påbegynte fiskeomgang (Bohlin med flere 1989). Arealet på prøveflatene varierte mellom 51 og 237 m<sup>2</sup> (**tabell 2**). Det elektriske fisket ble gjennomført i områder med moderat vannhastighet og vanddybde < 80 cm. All fisk ble artsbestemt og lengdemålt før fiskene ble sluppet tilbake til elva. Aldersfordeling er basert på lengdefrekvensfordeling i materialet. Der det i felt var tvil om aldersgruppe ble fisk samlet inn og aldersbestemt, og skillett mellom årsklasser justert i henhold til aldersbestemmelsen. På stasjoner med laksefisk ble det beregnet tetthet av yngel og ungfisk som antall individ per 100 m<sup>2</sup> elveareal (Bohlin 1982, Bohlin med flere 1989).

**Tabell 2.** Oversikt over stasjoner i Verdalselva som ble undersøkt i perioden 2007-2009.

Lokalitet	Sone	Stasjon	UTM-referanse			Areal m <sup>2</sup>	Temperatur °C
			Sb	Øst	Nord		
Brattåslunet	3	1	33V	655840	7078947	105	7,7
Granlund	3	2	33V	655057	7080054	115	8,3
Juldøla/Julnes	3	3	33V	654467	7079295	117	6,0
Ovenfor Juldøla	3	4	33V	654205	7079874	100	8,9
Helgåsen	3	5	33V	651793	7080749	127	6,9
Vang	3	6	33V	650645	7080979	108	6,9
Skåkneset	3	7	33V	649467	7082020	108	7,7
Skjækerfossen	3	8	33V	648714	7082446	123	7,1
Bjartan	3	9	32V	647159	7081186	108	7,3
Ørtugen	3	10	32V	646296	7080089	108	7,1
Granfosshølen	2	11	32V	644394	7078867	100	7,4
Sørheim	2	12	32V	643565	7079512	112	6,1
Bjørkhaug	2	13	32V	642177	7079795	105	6,2
Purkdalen	2	14	32V	641012	7078284	105	6,5
Selnes	2	15	32V	640416	7077788	116	6,5
Aune	2	16	32V	638434	7076301	113	7,1
Holmen bru	2	17	32V	636286	7075487	119	6,5
Inna- Littlenget	2	18	32V	636391	7073833	100	7,2
Inna- Holmberg	2	19	32V	636296	7074639	102	7,2
Storvuku	2	20	32V	635007	7074179	113	8,3
Slappgården	1	21	32V	634295	7074894	108	8,4
Auskin	1	22	32V	633428	7074887	104	4,2
Tingvoll	1	23	32V	632384	7074572	108	4,1
Volen	1	24	32V	631766	7074283	51	5,7
Eklo	1	25	32V	629845	7074136	105	6,1
Haga	1	26	32V	627925	7073938	120	6,0
Idr. plass	1	27	32V	626758	7074249	125	6,1
Lyng	1	28	32V	626711	7074904	113	5,9
Heggstad	1	29	32V	626759	7075245	110	6,4
Ekle	1	30	32V	625671	7075771	237	5,9



## 2.3 Beregninger av produksjonsevne

Ungfiskproduksjonen i et vassdrag er i stor grad bestemt av fysiske habitatkarakterer som bunnsubstrat, vanndybde, vannhastighet og tilgang på skjul (Heggenes med flere 1999, Bremset 1999, Bremset & Heggenes 2001). Det er vanskelig å isolere effekten av en enkelt parameter, i og med at parameterne i stor grad er interkorrelert (Greenberg med flere 1996). En rekke studier har vist at tilgang på skjul har en overordnet betydning for ungfisk av laks og aure (Chapman 1966, Finstad med flere 2007, Finstad med flere 2011). I vassdrag som Verdalselva vil potensielle skjulesteder for laksunger i all hovedsak være i form av hulrom i bunnsubstratet. Utforming og sammensetning av bunnsubstrat vil følgelig ha stor betydning for hvilken produksjonsevne de ulike delene av Verdalselva har for laksunger og laksesmolt.

I et sammenlignbart studium i Kvina på Sørlandet ble det utviklet en skjulbasert modell for beregning av produksjonsevne for laksunger og laksesmolt (Bremset med flere 2008). Ut fra tilgangen på skjul for eldre laksunger ble de enkelte vassdragsområdene tilordnet en teoretisk produksjonsevne for laksesmolt i fire kategorier:

Kategori 0 (nesten intet skjul)	0,1-0,5 smolt per 100 m <sup>2</sup>
Kategori 1 (få skjuleplasser)	2-4 smolt per 100 m <sup>2</sup>
Kategori 2 (middels skjultilgang)	5-9 smolt per 100 m <sup>2</sup>
Kategori 3 (mange skjuleplasser)	7-13 smolt per 100 m <sup>2</sup>

Basert på kartlegging av bunnsubstrat, arealberegninger og potensiell tetthet av smolt er den teoretiske produksjonsevnen for laksesmolt beregnet for ulike deler av Verdalselva samt for hele lakseførende strekning. På grunn av usikkerheter knyttet til forutsetninger og beregninger blir det operert med intervaller som skal fange opp mesteparten av usikkerhetene. Holdbarheten til beregningene er testet med å sammenligne med registrerte tettheter av ungfisk og mengden tilbakevandrende laks.

## 2.4 Beregninger av nåværende smoltproduksjon

Nåværende smoltproduksjon er beregnet på grunnlag av samlet areal i lakseførende strekning og oppskaleringer av beregnet fisketetthet i de ulike vassdragsavsnittene. Oppskaleringene av fisketetthet er basert på tetthetsundersøkelser på 30 ungfiskstasjoner i perioden 2007-2009. Alle de 30 stasjonene ble undersøkt i 2007 og 2008, mens et utvalg på 10 stasjoner ble undersøkt i 2009. For å beregne årlig smoltproduksjon er det antatt at overlevelsen i de ulike ungfisksstadiene tilsvarer det som er funnet i andre studier i norske vassdrag (Forseth med flere 2005);

- 30 % overlevelse fra første til andre leveår i ferskvann,
- 40 % årlig overlevelse fra andre leveår i ferskvann,
- 80 % overlevelse siste leveår i ferskvann.

Den antatte overlevelsen hos laksunger i Verdalselva kan illustreres med et regneeksempel. Dersom utgangspunktet er 100 000 årsyngel (0+) på slutten av en gitt vekstsesong (år 1), vil 30 % overlevelse gi 30 000 ettårs laksunger (1+) neste høst (år 2), og 40 % overlevelse fra 1+ til 2+ vil gi 12 000 toårs laksunger i påfølgende høst (år 3). Dersom det utelukkende produseres treårs smolt, vil sluttproduktet fra 100 000 laksyngel bli 9 600 laksesmolt (9,6 % samlet dødelighet). Dersom det alternativt utelukkende produseres fireårs smolt, vil sluttproduktet fra 100 000 laksyngel bli 3 840 laksesmolt (3,84 % samlet dødelighet).

## 3. Resultater og diskusjon

### 3.1 Arealbetraktninger

Bunnssubstratet i hele elvesenga ble kartlagt og klassifisert ved boniteringen i 2006 (Berger med flere 2007a). Samtidig ble alle tørre områder i elveleiet (andel tørrfall) kartlagt. Vanddekt areal er det gjenværende arealet av elvesenga når andelen tørrfall er fratrukket.

Totalarealet av elvesenga på den 52 km lange strekningen Kløftåsfossen og ned til jernbanebrua i Verdal sentrum er beregnet til 3 777 178 m<sup>2</sup> (**tabell 3**). Det vanddekte arealet på tidspunktet for bonitering er beregnet til 2 916 438 m<sup>2</sup>. Det betyr at 869 176 m<sup>2</sup> eller 23 % av den undersøkte strekningen var tørrlagt på boniteringstidspunkt. Strekningen fra Kløftåsfossen og ned til Granfossen har et areal på 1 139 510 m<sup>2</sup>. Denne sonen utgjør det største arealet i undersøkelsen. Strekningen fra Granfossen til Østnesfossen har et samlet areal på 1 069 114 m<sup>2</sup>. Strekningen fra Østnesfossen og ned til Landfald har et samlet areal på 341 125 m<sup>2</sup>. Strekningen fra Landfald og ned til flomål ved Ekle har et samlet areal på 519 878 m<sup>2</sup>. Den nederste strekningen fra flomål og ned til jernbanebrua i Verdal sentrum har et samlet areal på 707 551 m<sup>2</sup>. Det er ikke gjort noen undersøkelser i den om lag 1,7 km lange elvestrekningen nedstrøms jernbanebrua i Verdal sentrum (Berger med flere 2007a)

I boniteringsrapporten er det benyttet en inndeling i fem soner (Berger med flere 2007a). I denne samlerapporten er det valgt å dele vassdraget inn i tre hovedsoner, for å kunne gjøre direkte sammenligninger mellom habitatkartlegging og ungfiskundersøkelser:

- I Jernbanebro – Østnes (sone 1 og 2 i boniteringen),
- II Østnes – Granfossen (sone 3 og 4 i boniteringen)
- III Oppstrøms Granfossen (sone 5 i boniteringen).

Det var store forskjeller i vanddekt areal mellom sonene ved boniteringen. Dette gjelder forskjellen mellom hovedsonene (jf. **tabell 3**). I nedre del av vassdraget (hovedsone 1) utgjorde andelen tørrfall over 50 %, mens den midtre del (hovedsone 2) var om lag 30 % og i øvre del av vassdraget (hovedsone 3) om lag 20 %.

**Tabell 3.** Oversikt over de enkelte hovedsonene i Verdalselva med vanddekt og tørrlagt areal på befaringstidspunktet. Venstre kolonne gir areal i kvadratmeter mens høyre kolonne gir andel i prosent. Grunnlagsdata er hentet fra Berger med flere 2007a.

Sone	Elvestrekning	Lengde	Vanddekt areal		Tørrlagt areal		Samlet areal	
1	Jernbanebru - Østnes	16 312	1 199 198	41,1	375 152	50,4	1 568 554	41,5
2	Østnes - Granfossen	16 335	752 583	25,8	316 936	29,5	1 069 114	28,3
3	Oppstrøms Granfossen	19 605	964 656	33,1	177 088	20,2	1 139 510	30,2
1-3	Jernbanebru - Kløftåsfossen	52 303	2 916 437		869 176		3 777 178	

### 3.2 Sammensetning av bunnsubstrat

Grus og småstein (kategori 3) og stein (kategori 4) var de klart dominerende substratkategoriene i elva (**tabell 4**). Grus og småstein har partikkelstørrelser som både laks og sjøaure foretrekker som gytesubstrat (Heggenes med flere 2011, **tabell 5**), og områder med innslag av stein kan også være egnete gyteområder for storlaks. Andelen større partikler i gytesubstratet øker med fiskestørrelsen. De største grusforekomstene og høyest andel potensielle gyteområder basert er i nedre del av vassdraget (sone 1). Imidlertid har denne sonen betydelig mer tørrlagt areal enn i øvrige deler av vassdraget. Dette tilsier at den største forekomsten av egnete gyteområder trolig er i midtre del (sone 2).

**Tabell 4.** Areal tall for de ulike substratklassene i elvesenga i de tre hovedsonene i Verdalselva (sammenstilt etter data fra Berger med flere 2007a). Inndelingen av soner framgår av **tabell 3**.

Substrat	Sone 1	Sone 2	Sone 3	Hele elva
Fjell	9 401	35 398	31 639	76 438
Finsubstrat	508 553	86 799	100 757	696 109
Grus og småstein	693 263	444 735	322 373	1 460 371
Stein	258 382	387 503	572 343	1 218 228
Storstein og blokk	98 953	114 678	112 398	326 029
Alle substratklasser	1 468 554	1 069 114	1 139 510	3 777 178

Stein er partikler som er av en slik størrelse at det dannes mange hulrom i substratet. Jo flere hulrom, jo større bunnoverflate og jo større primærproduksjon og tilgjengelige habitat for bunn-dyrproduksjon. Jo flere hulrom, desto flere tilgjengelige skjulplasser for fiskunger og desto større produksjonspotensial for ungfisk, dersom også vannhastigheten i området er gunstig. De største arealene med steinsubstrat er ovenfor Granfossen (sone 3). De viktigste potensielle oppvekstområdene basert på forekomst av stein ligger øvre del av vassdraget.

Storstein og blokk kan i enkelte områder ligge lag på lag og gi gode skjulmuligheter for fisk. Slike områder er ofte egnet for større laks- og aureunger. Bunnoverflaten er større enn i områder med grus og småstein, men mindre enn i områder med stein. Dette betyr at arealet av bunnoverflaten og primærproduksjonen kan være lavere enn i steinområder. Andelen stein og storstein fordeler seg noenlunde jevnt i vassdraget, med 10-15 % høyere andel i midtre og øvre del.

Finsubstrat har høyest andel i nedre del av Verdalselva. Dette er partikler som er så små at de gir liten bunnoverflate og grunnlag for lav primærproduksjon. Områder med finsubstrat har også færre hulrom som gir mindre skjulmuligheter for fisk (Finstad med flere 2007).

Fjell som substrat gir som regel liten bunnoverflate og finnes ofte i strie partier og fosselandskap. Slike områder regnes som lavproduktive for fisk, med mindre fjellgrunnen er sterkt oppsprukket og med mange hulrom. Fjellsubstrat utgjør relativt små arealer i Verdalselva og forekommer hovedsakelig i fossepartiene i midtre og øvre del.

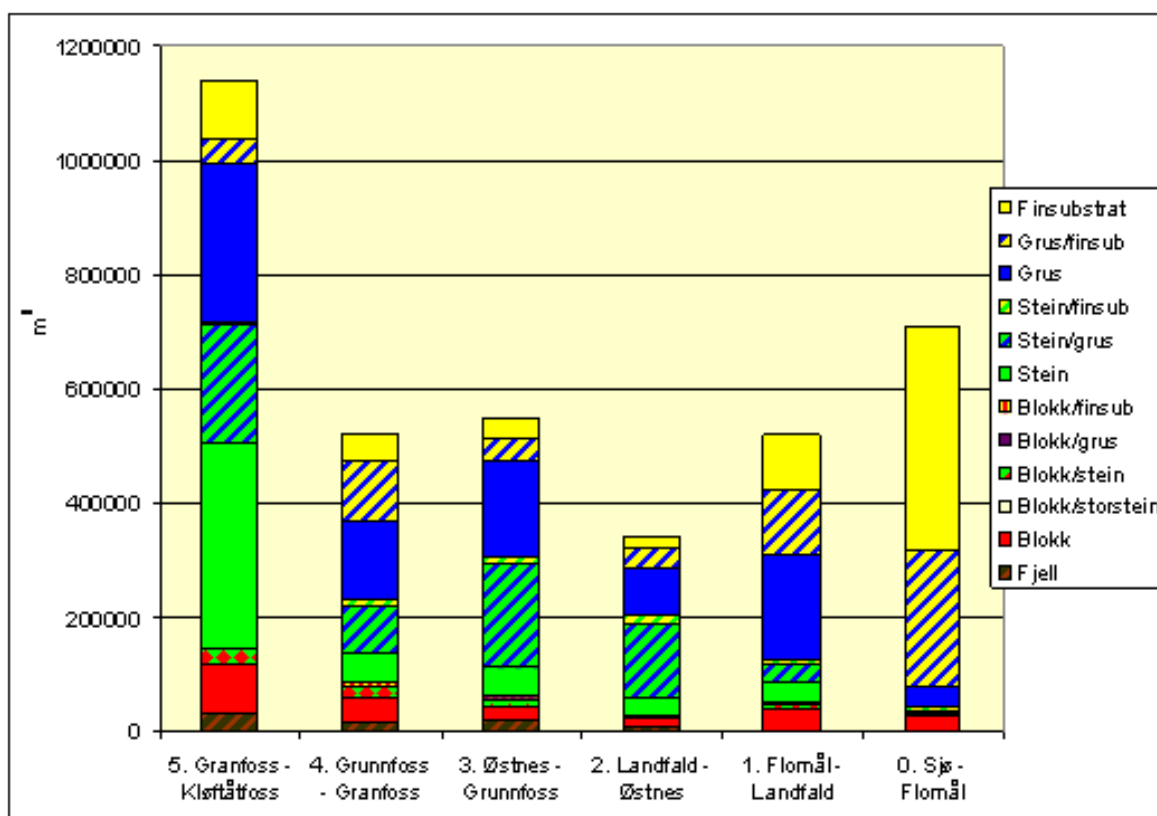
**Tabell 5. Elvehabitat brukt av aure og laks til gyting (etter Heggenes med flere 2011).**

<b>Aure</b>			
Dyp	Variasjon	15-45 cm	Louhi med flere 2008
	Variasjon	6-82 cm	Shirvell og Dungey 1983
	Variasjon	23-215 cm	Wollebæk med flere 2008
	Gjennomsnitt	25.5 cm	Witzel og MacCrimmon 1983
	Gjennomsnitt	31.7 cm	Shirvell og Dungey 1983
	Gjennomsnitt	20-49 cm	Heggberget med flere 1988
	Gjennomsnitt	27-52 cm	Zimmer og Power 2006
	Gjennomsnitt	103 cm	Wollebæk med flere 2008
Vannhastighet	Variasjon	20-55 cm/s	Louhi med flere 2008
	Variasjon	11-80 cm/s	Witzel og MacCrimmon 1983
	Variasjon	15-75 cm/s	Shirvell og Dungey 1983
	Variasjon	2-124 cm/s	Wollebæk med flere 2008
	Gjennomsnitt	46.7 cm/s	Witzel og MacCrimmon 1983
	Gjennomsnitt	39.4 cm/s	Shirvell og Dungey 1983
	Gjennomsnitt	27-55 cm/s	Heggberget med flere 1988
	Gjennomsnitt	23-50 cm/s	Zimmer og Power 2006
Substratstørrelse	Gjennomsnitt	47 cm/s	Wollebæk med flere 2008
	Variasjon	1.6-6.4 cm	Louhi med flere 2008
	Gjennomsnitt	0.69 cm	Witzel og MacCrimmon 1983
	Gjennomsnitt	5-8 cm	Heggberget med flere 1988
	Gjennomsnitt	7 cm	Wollebæk med flere 2008
Dyp for nedgravde egg	Kritisk andel finmateriale < ca. 2 mm	> 10 %*	Crisp og Carling 1989
			Louhi med flere 2008
	Gjennomsnitt	12 cm	Heggberget med flere 1988
	Minimum	14 cm	Witzel og MacCrimmon 1983
<b>Laks</b>			
Dyp	Variasjon	20-50 cm	Louhi med flere 2008
	Variasjon	15-40 cm	Moir med flere 1998
	Gjennomsnitt	38 cm	Beland med flere 1982
	Gjennomsnitt	40-51 cm	Heggberget med flere 1988
	Gjennomsnitt	24.8 cm	Moir med flere 1998
	Gjennomsnitt	23-43 cm	Moir med flere 2002
Vannhastighet	Variasjon	35-65 cm/s	Louhi med flere 2008
	Variasjon	35-80 cm/s	Moir med flere 1998
	Gjennomsnitt	53 cm/s	Beland med flere 1982
	Gjennomsnitt	39-80 cm/s	Heggberget med flere 1988
	Gjennomsnitt	53.6 cm/s	Moir med flere 1998
	Gjennomsnitt	54-74 cm/s	Moir med flere 2002
Substratstørrelse	Variasjon	1.6-6.4 cm	Louhi med flere 2008
	Variasjon	2-6.4 cm	Moir med flere 2002
	Gjennomsnitt	7,8-12,5 cm	Heggberget med flere 1988
	Median variasjon	2.1-3.5 cm	Moir med flere 2002
	Median	2.1 cm	Moir med flere 1998
	Gjennomsnittlig % finmateriale < ca. 1 mm	5.4	Moir med flere 1998
	Kritisk andel finmateriale < ca. 2 mm	4.1-8.3	Moir med flere 2002
		> 10 %*	Crisp og Carling 1989
Dyp for nedgravde egg			Louhi med flere 2008
	Gjennomsnitt	18 cm	Heggberget med flere 1988
	Gjennomsnitt	15-25 cm	Finstad med flere 2011

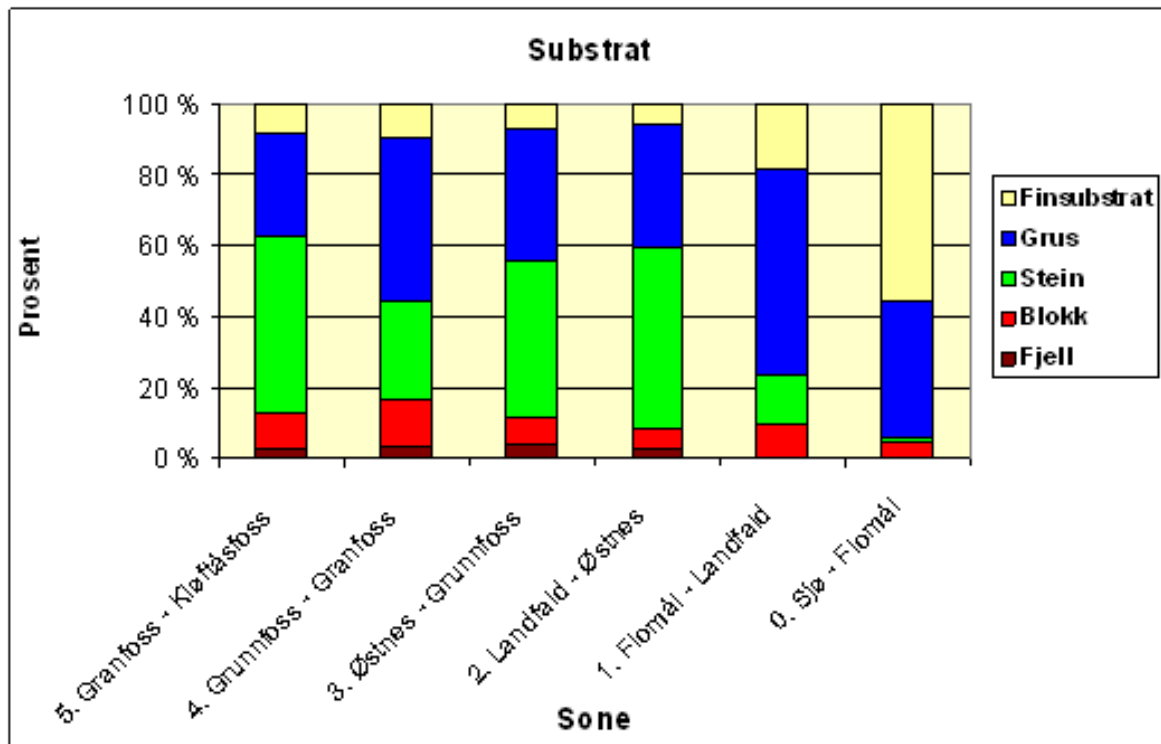
## Egnethet som oppvekstområde for ungfisk

Ungfisk av laks og aure er avhengig av tilgang på skjul for å overleve (Orpwood med flere 2003). Ut fra sammensetning av bunnsubstrat synes mesteparten av arealene oppstrøms flomålet å være egnet for ungfiskproduksjon. Substratkategorien grus og småstein (2-16 cm) er vanlig forekommende i alle deler av Verdalselva oppstrøms flomålet (**figur 4**). Denne kategorien er godt egnet som oppvekstområde for ungfisk eldre enn årsyngel. Substratfordelingen varierer i elvestrekningene mellom de ulike fossepartiene i Verdalselva (**figur 5**). Området oppstrøms Granfossen har store arealer med grovt bunnsubstrat som i første rekke stein, men også storstein og blokk, som gir god skjultilgang for de største laksungene og aureungene.

I alle deler av lakseførende strekning er det et til dels betydelig innslag av finere substratklasser som leire, silt og sand (**figur 5**). Spesielt nedstrøms Landfald utgjør områder med finsubstrat betydelige arealer. Gyting i områder med finsand og silt gir sterkt redusert klekking (Levasseur med flere 2006), og mangel på skjul er ugunstig for både laksyngel og eldre laksunger. Det er grunn til å anta at forekomsten av finsubstrat har økt i forbindelse med erosjon som følge av flommer og rasepisoder (se **avsnitt 3.3**).



**Figur 4.** Fordeling av dominerende og subdominerende bunnsubstrat i Verdalselva fordelt på de fem sonene ved boniteringen. Arealene (m<sup>2</sup>) er beregnet på grunnlag av totalarealet. Kartgrunnlag: Økonomisk N5-raster.



**Figur 5.** Substratfordeling i prosent innenfor de fem sonene ved boniteringen i Verdalselva (etter Berger med flere 2007a). Prosentfordelingen av arealene ( $m^2$ ) er beregnet på grunnlag av totalarealet. Kartgrunnlag: Økonomisk N5-raster.

### 3.3 Habitatendringer etter skadeflommer

Det har gått mange store leirras i nedre deler av vassdraget, og mest kjent er Verdalsraset i mai 1893. Sammenbruddet i leirmassene førte til at Helgåa endret løp fra Hærfossen og til dagens vannløp, og har formet landskapet og elveleiet fra Granfossen til Vuku. Siste store ras var i 1995, og siste store flom var i månedsskiftet januar-februar 2006. Alle disse hendelsene har hatt betydelig innvirkning på elveleiet og tilstanden for akvatisk liv i elva og plante- og dyreliv langs vassdraget. Leire og siltavsetningene i nedre del av vassdraget er betydelige. Etter flommen 2006 er det gjennomført omfattende restaureringsarbeid ved steinsetting og forflytning av masse flere steder i vassdraget. Det er tatt ut store mengder grus fra vassdraget gjennom årene, noe som preger deler av elva.

Habitatdegradering vil i denne forbindelse bety at elveområder som følge av fysiske endringer blir dårligere egnet som leveområder for fisk, og at de fysiske endringene har en negativ effekt på fiskenes vekst og overlevelse. Vanligvis er habitatdegradering en følge av menneskelige inngrep, men kan i enkelte tilfeller være en følge av naturlige prosesser som jordras og ekstremlommer.

Over tid vil dypere elveområder som dannes og opprettholdes ved dimensjonerende flommer (Brussock med flere 1985), gradvis sedimenteres med finere substratklasser som småstein, sand og silt (Lisle og Hilton 1999). Dypområder med grovere bunnsubstrat kan ofte ha svært høy biomasse med ungfisk av laks og aure (Bremset og Berg 1997), og dypområder kan også være et refugium for laksefisk i spesielt kritiske perioder av året (Peterson 1982).

Lakseproduksjonen i nedre del av lakseførende strekning er i stor grad begrenset av tilgangen på skjul for laksunger. Substratkartlegging viser at mengden av potensielle skjulesteder avtar betydelig nedover dagens lakseførende strekning. Arealberegninger viser at om lag 770 000 m<sup>2</sup> av elvebunnen i er så godt som uten skjul, og 1 460 000 m<sup>2</sup> elvebunnen har lite skjul for eldre laksunger. Dersom habitattiltak øker hulromkapasiteten vil produksjonspotensialet kunne økes betydelig.

Det er forsøkt utlegging av stein i flere norske vassdrag, for å øke hulromkapasiteten og dermed fiskeproduksjonen (Hvidsten og Johnsen 1992, Brittain med flere 1993, Bremset med flere 1993, Harby og Arnekleiv 1994, Berger med flere 2001). Fysiske tiltak som steinsettinger vil bidra til større variasjon i vannhastighet og hydraulisk variasjon (Harby og Arnekleiv 1994). Dersom man lykkes med å øke hydraulisk variasjon i en elv, vil gjerne tettheten av ungfisk av laks gå opp. Ofte er det også nødvendig å øke vannhastigheten noe for at tiltakene skal være stabile over tid, for eksempel for å hindre at hulrom mellom utlagte steiner tettes med finkornet materiale. For at tiltak skal ha en langvarig eller permanent karakter, må biotiltakene gjennomføres på en slik måte at steinsettingene er mest mulig selvrensende.

Etablering av steinsettinger for å øke hulromkapasiteten er forsøkt i mindre skala i Søya i Møre og Romsdal, i Gaula i Sør-Trøndelag og i Dalåa i Nord-Trøndelag. På en kanalisert strekning i Søya ble det på 1980-tallet etablert ni steinsettinger. Tettheten av laksunger økte betraktelig, og det ble funnet mer enn 100 eldre laksunger per 100 m<sup>2</sup> på en av disse steinsettingene (Hvidsten og Johnsen 1992). I et grusgravingsområde i Gaula ble det på 1990-tallet prøvd ut ulike former for steinsettinger (Bremset med flere 1993). Tettheten av ungfisk ble i løpet av få uker 10-20 ganger høyere enn før tiltakene ble gjennomført. Spesielt gode resultater var det for eldre laksunger (to- og treåringer), som var så godt som fraværende i området før steinsettingene ble etablert. Selv om tettheten avtok en god del over tid som følge av gjenauring, ble den lokale ungfiskproduksjonen betydelig høyere også på lenger sikt.

### 3.4 Dagens teoretiske produksjonsevne

Med begrepet dagens teoretiske produksjonsevne mener vi den produksjonen som vi tror det er mulig å oppnå ut fra dagens substratforhold. Selv områder som på en større skala er vurdert til å være uten skjul (sand og mudderområder) har enkeltstrukturer som kan gi skjul for fisk (steiner, vegetasjon, røtter og lignende). Vi tilordnet derfor lave smolttettheter også til områder uten registrert skjul i bunnsubstrat (skjulklasse 0).

Dagens teoretiske produksjonsevne anslås til å være i størrelsesorden 114 000-214 000 laksesmolt, med en snittverdi på om lag 164 000 laksesmolt (**tabell 6**). Dersom man legger til grunn det samlede arealet på om lag 3 800 000 m<sup>2</sup> tilsvarer dette en produksjon på 4,3 laksesmolt pr. 100 m<sup>2</sup> elvebunn. Dersom man alternativt legger til grunn et vanddekt areal på om lag 2 900 000 m<sup>2</sup>, tilsvarer dette en produksjon på 5,7 laksesmolt pr. 100 m<sup>2</sup> vanddekt elvebunn. Slike smolttettheter er i samsvar med det som tidligere er påvist i norske vassdrag (se nedenfor).

**Tabell 6.** Beregnet teoretisk produksjonsevne for laksesmolt i Verdalselva ut fra substratforholdene. Usikkerheten i beregningene framgår av spennet i minimums- og maksimumsverdier for produksjonsoverslagene. Alle tall er avrundet til nærmeste hundre eller tusen. Tallgrunnlaget for smolttettheter er hentet fra Bremset med flere (2008).

Egnethet	Areal (m <sup>2</sup> )	Tetthet (smolt / 100 m <sup>2</sup> )	Estimert teoretisk smoltproduksjon		
			Minimum	Maksimum	Middel
0	772 547	0,1 - 0,5	773	3 863	2 318
1	1 460 371	2 - 4	29 207	58 415	43 811
2	1 218 228	5 - 9	60 911	109 641	85 276
3	326 029	7 - 13	22 822	42 384	32 603
Totalt	3 777 178	-	113 713	214 302	164 008

I flere regulerte norske elver har smoltproduksjonen blitt estimert ved merking-gjefangst. I Suldalslågen i Rogaland varierte produksjonen i perioden 1999-2002 mellom 2,1 og 3,3 laksesmolt pr. 100 m<sup>2</sup> (Saltveit og Bremnes 2003). I Eira i Møre og Romsdal har produksjonen i perioden 2001-2006 variert mellom 2,8 og 4,1 laksesmolt pr. 100 m<sup>2</sup> (Jensen med flere 2007). I Orkla i Sør-Trøndelag har produksjonen av laksesmolt i perioden 1983-2002 variert mellom 4,0 og 10,8 smolt pr. 100 m<sup>2</sup>, med et gjennomsnitt på 6,5 (Hvidsten med flere 2004). Det beregnede gjennomsnittstallet for teoretisk smoltproduksjon ut fra substratforhold (skjul) framstår derfor som rimelig.



Produksjonspotensialet for laksesmolt er forholdsvis jevnt fordelt i de tre sonene (**tabell 7**). Det høyeste potensialet for smoltproduksjon er i den øverste sonen (sone III). Dette skyldes i første rekke at denne sonen har store arealer som antas å ha høy (5-9) eller svært høy tetthet (7-13 smolt per 100 m<sup>2</sup>) av smolt (**tabell 13**).

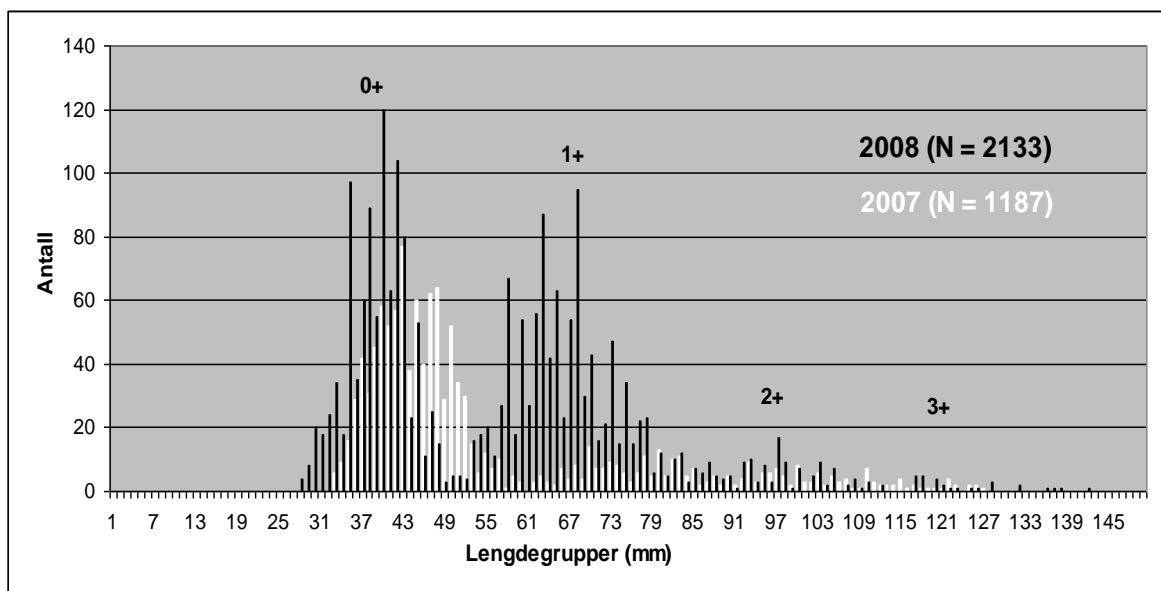
**Tabell 7.** Estimert produksjonspotensial for laksesmolt i tre soner i Verdalselva. Inndelingen av soner framgår av **tabell 3**.

Egnethet	Smolttetthet	Sone I	Sone II	Sone III
0	0,1 – 0,5	1 554	367	397
1	2-4	20 798	13 342	9 671
2	5-9	18 087	27 125	40 064
3	7-13	9 895	11 468	11 240
Samlet		50 334	52 302	61 372

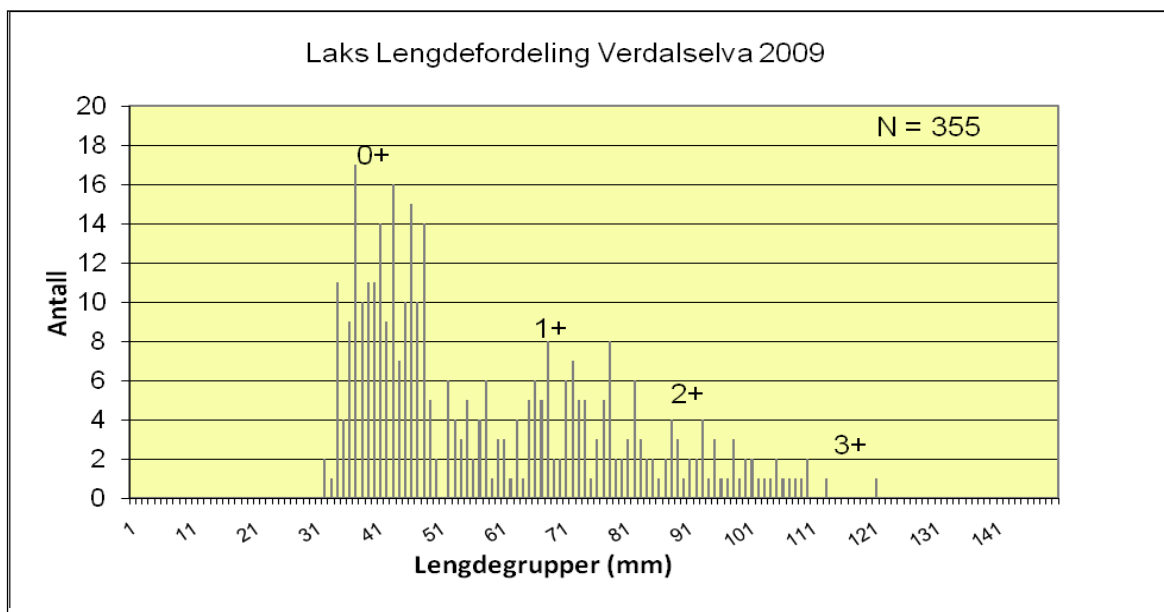
### 3.5 Ungfiskundersøkelser

#### Vekst hos ungfisk

Mesteparten av årsyngel av laks (0+) var 35-45 mm i undersøkelsesperioden, med en variasjon mellom 28 og 55 mm (**figur 6-7**). Den beste veksten hos årsyngel ble observert i 2009, der mesteparten av årsyngel var større enn 40 mm (**figur 7**). Ettåringer av laks var jevnt over 60-80 mm, mens toåringer jevnt over var større enn 90 mm. Det ble ikke registrert noen vesentlig forskjell i lengdevekst for ungfisk eldre enn årsyngel i de tre undersøkelsesårene.



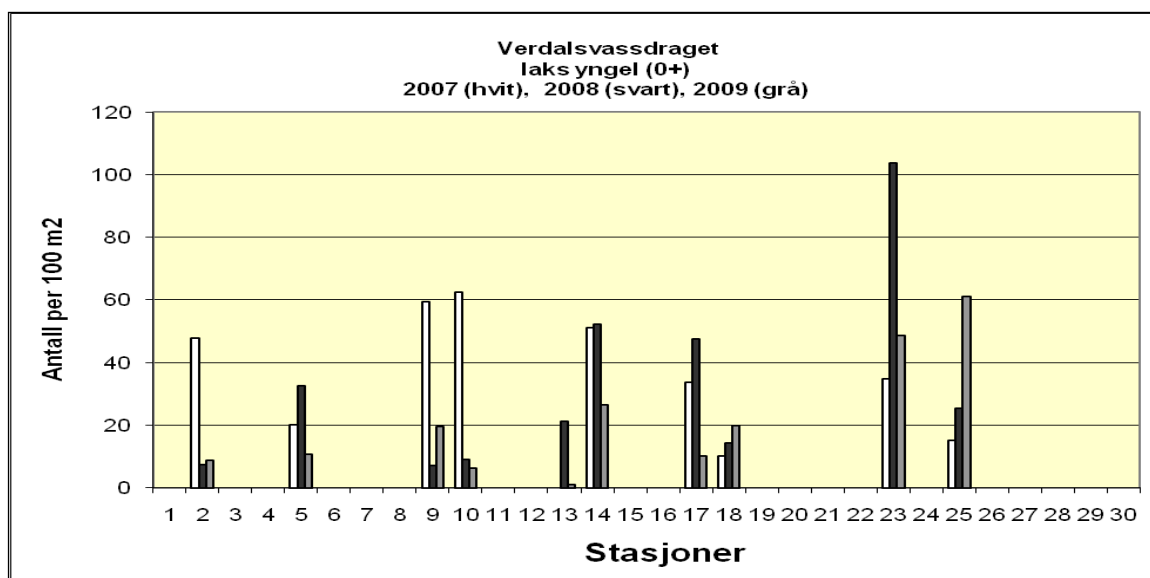
**Figur 6.** Lengdefordeling av laksunger fanget i Verdalselva i oktober 2007 (hvite søyler) og august 2008 (svarte søyler). Alder er antydnet for de ulike lengdegrupperingene.



**Figur 7.** Lengdefordeling av laksunger fanget under elektrisk fiske i 2009.

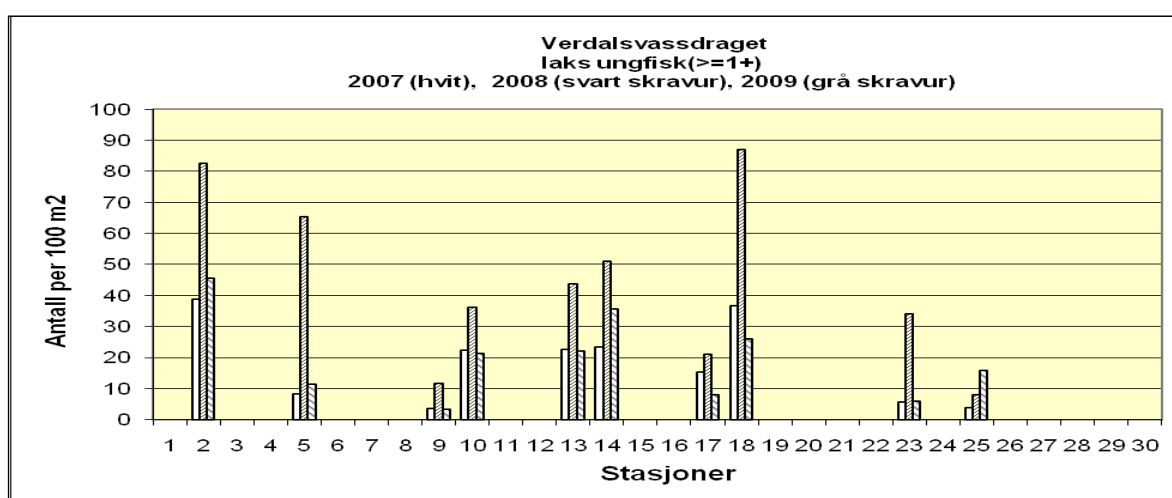
## Ungfisktetthet

En sammenlikning i utviklingen i tetthet av årsyngel for de 10 utvalgte overvåkingsstasjonene i perioden 2007-2009 (**figur 8**), viser at gjennomsnittstettheten var omtrent halvert i 2009 sammenliknet med de to foregående årene, henholdsvis om lag 18 individer per 100 m<sup>2</sup> i 2009 og om lag 33 individer per 100 m<sup>2</sup> i 2007 og 2008. I 2008 og 2009 var tettheten av årsyngel høyest i nedre del av vassdraget.



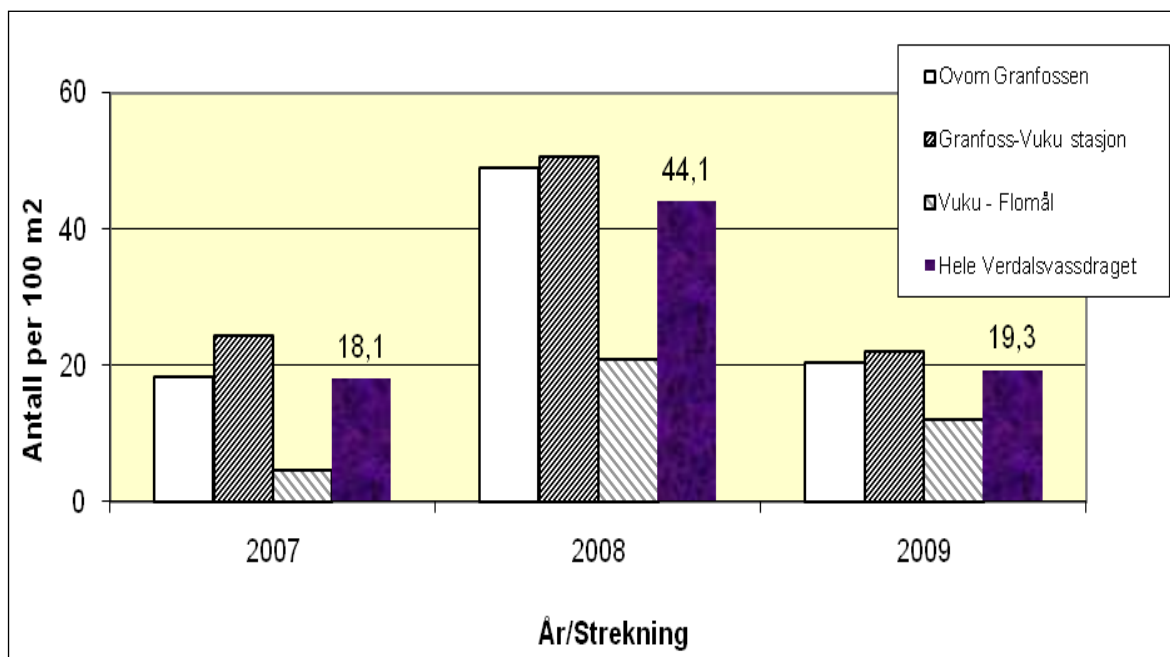
**Figur 8.** Tetthet av årsyngel av laks på enkeltstasjoner i Verdalsvassdraget for hvert av årene 2007, 2008 og 2009. Tallene for hvert år er basert på de 10 utvalgte overvåkingsstasjonene som ble fisket i 2009.

Tettheten av eldre laksunger (**figur 9**) var jevnt over lav i 2009 med 19,3 ungfisk per 100 m<sup>2</sup>. Tettheten var om lag halvert sammenliknet med tettheten i 2008 (44,1 ungfisk per 100 m<sup>2</sup>), men på samme nivå som i 2007 (18,1 ungfisk per 100 m<sup>2</sup>).



**Figur 9.** Tetthet av eldre laksunger på enkeltstasjoner i Verdalsvassdraget for hvert av årene 2007, 2008 og 2009. Tallene for hvert år er basert på de 10 utvalgte overvåkingsstasjonene som ble fisket i 2009.

Alle de tre årene er tettheten av ungfisk betydelig lavere i nedre del av vassdraget enn i midtre og øvre del (**figur 10**). Det er lite sannsynlig at resultatet hadde vært vesentlig annerledes om en hadde fisket alle de 30 overvåkingsstasjonene også i 2009, men vurderingen av utviklingen i vassdraget hadde totalt sett hatt et mer solid grunnlag enn bare 10 stasjoner.

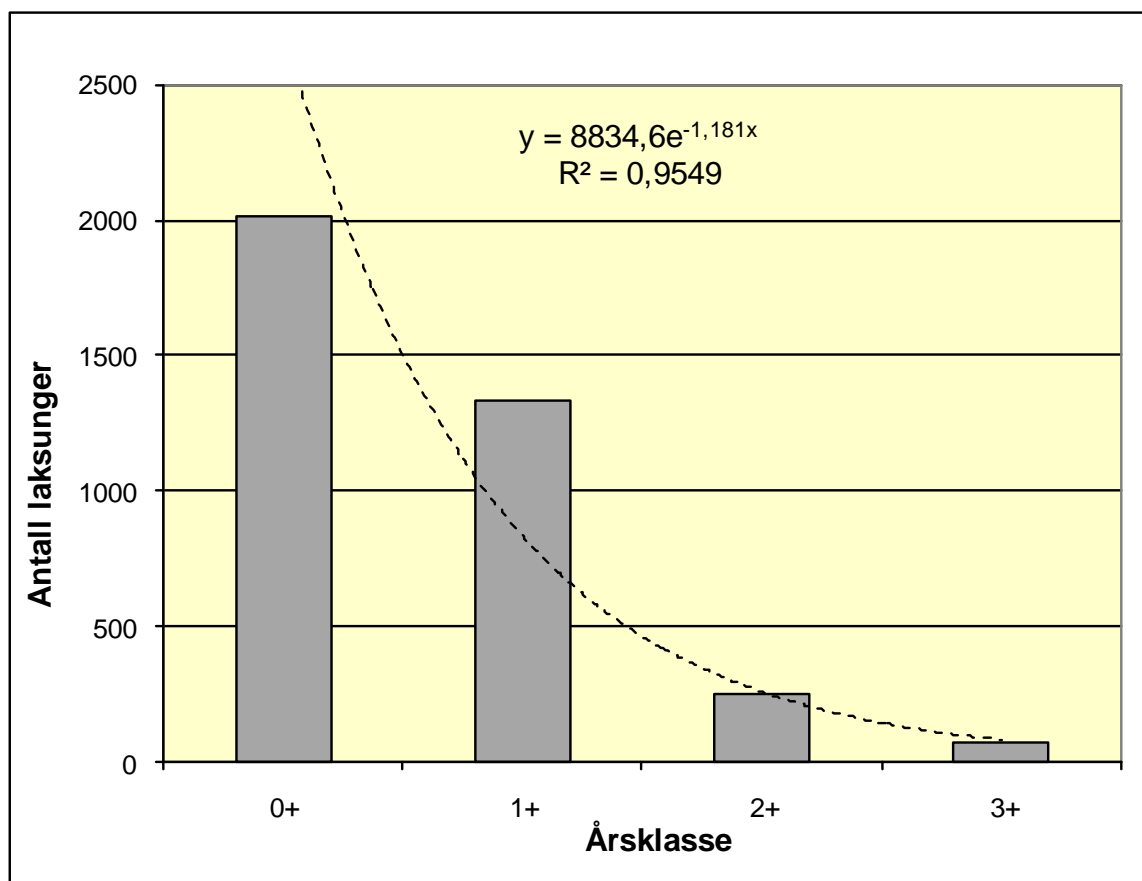


**Figur 10.** Gjennomsnittlig tetthet (antall per 100 m<sup>2</sup>) av eldre laksunger (> 0+) i ulike soner av Verdalselva i perioden 2007-2009. Tetthetsberegningene er for de 10 overvåkingsstasjonene som ble undersøkt i alle de tre årene.

### Overlevelse fra egg til smolt

Laksens overlevelse fra egg til smolt varierer fra lokalitet til lokalitet og fra år til år på grunn av mange faktorer, slik som egg tetthet, temperatur, vannføring, næringstilgang, sedimentering i elva, sedimenttransport og predasjon. Normal overlevelse fra egg til smolt varierer betydelig mellom vassdrag blant annet avhengig av smoltalder (Hindar med flere 2007). I Halselva i Finnmark var overlevelsen fra egg til smolt i gjennomsnitt 2,3 % (Hansen med flere 2007). Der er laksesmolten i gjennomsnitt om lag fire år, og gytebestanden har de siste årene vært under gytebestandsmålet.

Ut fra antall individer i de ulike årsklassene av laks i perioden 2007-2009 kan man få et inntrykk av overlevelsen hos ungfisk i Verdalselva. Basert på en samlet fangst av om lag 3 600 laksunger var det om lag 20 ganger flere årsyngel enn treåringer av laks (**figur 11**). Ut fra dette kan man grovt anta at det har vært 95 % frafall fra slutten av første vekstsesong (0+) til presmoltstadiet høsten før utvandring. Dersom man legger til grunn at halvparten av årsyngelen dør i første vekstsesong, og at det er om lag 20 % dødelighet hos presmolt før smoltifisering, synes overlevelsen fra egg til smolt å være i underkant av 2 %, noe som er innenfor det som kan anses som normal overlevelse.



**Figur 11.** Estimert overlevelse hos laks fra årsyngel til treåringer basert på ungfiskundersøkelser i perioden 2007-2009. Trendlinjen er basert på fangst av 3675 fangete laksunger.

### 3.6 Nåværende smoltproduksjon og gytebestandsmål

I undersøkellesperioden er det fanget 3675 ungfisk på et samlet areal på 1437 m<sup>2</sup>. Det legges til grunn at de undersøkte arealene er representative for lakseførende strekning, og at de registrerte tetthetene på ungfiskstasjonene gjenspeiler normale ungfisktettheter i vassdraget. Midlere tetthet av årsyngel (0+) i perioden 2007-2009 var 20-30 individ per 100 m<sup>2</sup>, noe som er relativt lavt sammenlignet med andre norske vassdrag. Med utgangspunkt i 90-95 % dødelighet fra slutten av første vekstsesong til smoltifisering, vil dette tilsvare en smoltproduksjon i størrelsesorden 47 000 - 94 000 laksesmolt.

Det foreslåtte gytebestandsmålet for Verdalselva er om lag 4 000 kg hunnfisk (Anonym 2010). Gytefisktellinger i perioden 2007-2009 antyder mangel på gytelaks, slik at gytebestandsnivået ikke har blitt oppnådd. Gytefisktellingerne i 2007-2008 omfattet ikke alle deler av lakseførende strekning. I 2009 ble gytefisktellingerne utvidet til å dekke hele vassdraget nedstrøms Granfossen. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har vurdert at beskatningsraten for laks har vært om lag 53 % (Anonym 2010).

## 4. Konklusjoner

- Habitatforholdene i Verdalselva har i historisk tid vært betydelig påvirket av rasepisoder og større flommer.
- I de siste årene er den viktigste årsaken til endring av habitatforholdene den store vinterflommen i 2006.
- Den teoretiske produksjonsevnen i dagens situasjon er beregnet til å være i størrelsesorden 164 000 laksesmolt (variasjonsbredde i estimat 114 000 - 214 000).
- Basert på registrerte ungfisktettheter, samlet areal av lakseførende strekning og normal dødelighet i ungfisksstadiet er nåværende smoltproduksjon i størrelsesorden 47 000 - 94 000 laksesmolt.
- I de siste årene har det ikke vært tilstrekkelige mengder gytefisk for å fullrekruttere vassdraget med laks. Det er vurdert at det trengs i underkant av 1 000 hunnlaks for å oppnå et gytebestandsmål på om lag 2 egg per m<sup>2</sup>. Gytefisktellinger tilsier at mengden gytelaks har vært betydelig lavere.
- Det ligger et betydelig ubenyttet potensial for økt lakseproduksjon oppstrøms Granfossen. Området kan i full produksjon trolig produsere i overkant av 60 000 laksesmolt.
- Produksjonsberegninger basert på ungfiskundersøkelsene i perioden 2007-2009 indikerer betydelig lavere smoltproduksjon enn den teoretiske produksjonsevnen. Det er også grunn til å anta at det foreslåtte gytebestandsmålet ikke har vært oppnådd i de senere år.
- Den reduserte lakseproduksjonen sammenlignet med produksjonsevnen skyldes trolig flere forhold:
  - a. Effekter av skadeflommen i 2006
  - b. Effekter av tidligere flommer og ras
  - c. Små gytebestander av laks
  - d. Høy elvebeskatning
  - e. Vandringsproblem i Granfossen
- Restaurering av habitat i deler av lakseførende strekning kan øke smoltproduksjonen i Verdalsvassdraget betydelig.

## 5. Referanser

- Allan, J.D. 1995. Stream ecology: structure and function of running waters. – Chapman & Hall, London, 388 sider.
- Anonym 1987a. Avrenningskart for Norge (1930-1960) 1:500 000. I Nasjonalatlas for Norge, Hovedtema 3: Luft og vann. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo.
- Anonym 1987b. Avrenningskart for Norge (1930-1960) 1:500 000. I Nasjonalatlas for Norge, Hovedtema luft og vann, kartblad 3.2.2. Norges Vassdrags og Energidirektorat, Oslo.
- Anonym 2002. Høringsdokument: Utvidet beskrivelse av Verdalsvassdraget, NVE-dok nr. 12. Norges Vassdrags og Energidirektorat, Oslo.
- Anonym 2003. Vannundersøkelse. Innsamling av fisk ved bruk av elektrisk fiskeapparat. Norsk standard NS-EN 14011, Standard Norge, Oslo, 16 sider.
- Anonym 2010. Status for norske laksebestander i 2010. – Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 2, 213 sider.
- Armstrong, J.D., Kemp, P.S., Kennedy, G.J.A., Ladle, M. & Milner, N.J. 2003. Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. – Fisheries Research 62, 143-170.
- Beland, K.F., Jordan, R.M. & Meister, A.L. 1982. Water depth and velocity preferences of spawning Atlantic salmon in Maine rivers. – North American Journal of Fisheries Management 2, 11-13.
- Berger, H.M. 2009. Yngel og ungfisk av laks og ørret i Verdalsvassdraget. Overvåking av nasjonale laksevassdrag 2008. – Sweco prosjekt 573641, Rapport nr. 1, 25 sider.
- Berger, H.M., Lamberg, A., Fleming, I., 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, 27 sider.
- Berger, H.M., Bergan, M.A., Lehn, L.O. & Berggård, O.K. 2007a. Yngel og ungfisk av laks og ørret i Verdalselva, i Nord-Trøndelag 2007. – Berger feltBIO Rapport nr. 4-2007, 33 sider.
- Berger, H.M., Lehn, L.O., Bergan, M.A., Skjøstad, M.B. & Julien, K. 2007b. Bonitering og egnethet for fiske i Verdalselva i Nord-Trøndelag 2006. Berger feltBIO Rapport nr. 8-2007, 63 sider.
- Bohlin, T. 1981. Methods of estimating total stock, smolt output and survival of salmonids using electrofishing. – Report from Institute of Freshwater Research Drottningholm 59, 5-14.
- 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.
- Bremset, G. & Berg, O.K. 1997. Density, size-at-age and distribution of young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in deep river pools. – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 54, 2827-2836.
- Bremset, G. & Heggenes, J. 2001. Competitive interactions in young Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*Salmo trutta* L.) in lotic environments. – Nordic Journal of Freshwater Research 75, 127-142.

- Bremset, G., Hvidsten, N.A., Heggberget, T.G. & Johnsen, B.O. 1993. Forbedring av oppvekstområder for laksefisk i Gaula. NINA Forskningsrapport 41, 18 sider.
- Bremset, G., Forseth, T., Ugedal, O., Gjemlestad, L.J. & Saksgård, L. 2008. Potensial for produksjon av laks i Kvinavassdraget. Vurdering av tapsfaktorer og forslag til kompensasjonstiltak – NINA Rapport 321, 37 sider.
- Brittain, J.E., Saltveit, S.J., Arnekleiv, J.V., Hvidsten, N.A. og Johnsen, B.O. 1993. Steinsetting i vassdrag, virkning på bunndyr og fisk. I Inngrep i vassdrag; konsekvenser og tiltak - en kunnskapsoppsummering (P.E. Faugli, A.H. Erlandsen og O. Eikenæs, red.), NVE publikasjon 13-1993, 511-533.
- Brussock, P.P., Brown A.V. & Dixon, J.C. 1985. Channel form and stream ecosystem models. – Water Research Bulletin 21, 859-866.
- Chapman, D.W. 1966. Food and space as regulators of salmonids populations in streams. – American Naturalist 100, 345-357.
- Crisp, D.T. & Carling, P.A. 1989. Observations on siting, dimensions and structure of salmonid redds. – Journal of Fish Biology 34, 119-134.
- Einum, S. & Nislow, K.W. 2005. Local-scale density-dependent survival of mobile organisms in continuous habitats: an experimental test using Atlantic salmon. – Oecologia 143, 203-210.
- Finstad, A.G., Einum, S., Forseth, T. & Ugedal, O. 2007. Shelter availability affects behaviour, size-dependent and mean growth of juvenile Atlantic salmon. – Freshwater Biology 52, 1710-1718.
- Finstad, A.G., Armstrong, J.D. & Nislow, K.H. 2011. Freshwater habitat requirements of Atlantic salmon. I Atlantic salmon ecology (Ø. Aas, S. Einum, A. Klemetsen, og J. Skurdal, red.). Blackwell Publishing Ltd, 67-88.
- Forseth, T., Ugedal, O., Fiske, P., Lamberg, A., Bongard, T., Harby, A., Barlaup, B.T., Jensås, J.G. & Backer, J.G. 2005. Naustaprojektet. Rapport 2-2005, 34 sider.
- Gibson, R.J. 1993. The Atlantic salmon in fresh water: spawning, rearing and production. – Reviews in Fish Biology and Fishes 3, 39-73.
- Grant, J.W.A. & Kramer, D.L. 1990. Territory size as a predictor of the upper limit to population density of juvenile salmonids in streams. – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 47, 1724-1737.
- Greenberg, L.A., Svendsen, P. & Harby, A. 1996. Availability of microhabitats and their use by brown trout (*Salmo trutta*) and grayling (*Thymallus thymallus*) in the River Vojmån, Sweden. – Regulated Rivers: Research and Management 12, 287-303.
- Hansen, L.P., Fiske, P., Holm, M., Jensen, A.J. & Sægrov, H. 2007. Bestandsstatus for laks i Norge. Rapport fra arbeidsgruppe. – Utredning for DN 2007-2, 88 sider.
- Harby, A. & Arnekleiv, J.V. 1994. Biotop improvement analysis in the river Dalåa with the river simulator. Proceedings from the 1st International Symposium on Habitat Hydraulics, Trondheim, 513-520.



- Heggberget, T.G., Haukebø, T., Mork, J. & Ståhl, G. 1988. Temporal and spatial segregation of spawning in sympatric populations of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L. – Journal of Fish Biology 33, 347-356.
- Heggenes, J., Bagliniere, J.L. & Cunjak, R.A. 1999. Spatial niche variability for young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*S. trutta*) in heterogeneous streams. – Ecology of Freshwater Fish 8, 1-21.
- Heggenes, J., Bremset, G. & Brabrand, Å. 2011. Groundwater, critical habitats, and behaviour of Atlantic salmon, brown trout and Arctic char in streams. – NINA Report 654, 28 sider.
- Hindar, K., Diserud, O., Fiske, P., Forseth, T., Jensen, A.J., Ugedal, O., Jonsson, N., Sloreid, S.E., Arnekleiv, J.V., Saltveit, S.J., Sægrov, H. & Sættem, L.M. 2007. Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. – NINA Rapport 226, 78 sider.
- Hvidsten, N.A. & Johnsen, B.O. 1992. River bed construction: impact and habitat restoration for juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L. Aquaculture and Fisheries Management 23, 489-498.
- Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Jensen, A.J., Fiske, P., Ugedal, O., Thorstad, E.B., Jensås, J.G., Bakke, Ø. & Forseth, T. 2004. Orkla - et nasjonalt referansevassdrag for studier av bestandsregulerende faktorer hos laks. Samlerapport for perioden 1997-2002. – NINA Fagrapport 79, 96 sider.
- Jensen, A.J., Finstad, B., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G., Johnsen, B.O., Lund, E. & Solem, Ø. 2007. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Rapport for prosjektperioden 2004-2006. – NINA Rapport 241, 63 sider.
- Karlström, Ö. 1977. Habitat selection and population densities of salmon (*Salmo salar* L.) and trout (*Salmo trutta* L.) parr in Swedish rivers with some references to human activities. – Acta Universitatis Upsalensis 404, 3-12.
- Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M.F. & Mortensen, E. 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. – Ecology of Freshwater Fish 12, 1-59.
- Levasseur, M., Bergeron, N.E., Lapointe, M.F. & Bérubé, F. 2006. Effects of silt and very fine sand dynamics in Atlantic salmon (*Salmo salar*) redds on embryo hatching success. – Canadian Journal of Fish and Aquatic Sciences 63, 1450-1459.
- Lisle, T.E. & Hilton, S. 1999. Fine bed material in pools of natural gravel bed channels. – Water Resources Research 35, 1291-1304.
- Louhi, P., Mäki-Petays, A. & Erkinaro, J. 2008. Spawning habitat of Atlantic salmon and brown trout: General criteria and intragravel factors. – River Research and Applications 24, 330-339.
- Moir, H.J., Soulsby, C. & Youngson, A.F. 1998. Hydraulic and sedimentary characteristics of habitat utilized by Atlantic salmon for spawning in the Girnock Burn, Scotland. – Fisheries Management and Ecology 5, 241-254.
- Moir, H.J., Soulsby, C. & Youngson, A.F. 2002. Hydraulic and sedimentary controls on the availability and use of Atlantic salmon (*Salmo salar*) spawning habitat in the River Dee system, north-east Scotland. – Geomorphology 45, 291-308.

- Nislow, K.H., Folt, C.L. & Parrish, D.L. 1999. Favorable foraging locations for young Atlantic salmon: Application to habitat and population restoration. – *Ecological Applications* 9, 1085-1099.
- Orpwood, J.E., Griffiths, S.W. & Armstrong, J.D. 2003. Effects of body size on sympatric shelter use in over-wintering juvenile salmonids. *Journal of Fish Biology* 63 (Supplement A), 166-173.
- Peterson, N.P. 1982. Immigration of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) into riverine ponds. – *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 39, 1308-1310.
- Rikstad, A. & Gording, K. 2004. Overvåking av laks og laksevasdrag i Nord-Trøndelag. – Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, miljøvernavdelingen. Rapport 4-2004, 56 sider.
- Riley, W.D., Maxwell, D.L., Pawson, M.G & Ives, M.J. 2009. The effects of low summer flow on wild salmon (*Salmo salar*), trout (*Salmo trutta*) and grayling (*Thymallus thymallus*) in a small stream. – *Freshwater Biology* 54, 2581-2599.
- Rimmer, D.M., Paim, U. & Saunders, D.L. 1984. Changes in the selection of microhabitat by juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) at the summer-autumn transition in a small river. – *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 41, 469-475.
- Saltveit, S.J. og Bremnes, T. 2003. Suldalslågen. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med nytt prøvereglement. årsrapport for 2002. Suldalslågen - Miljørapport nr. 24, 26 sider
- Shirvell, C.S. & Dungey, R.G. 1983. Microhabitats chosen by brown trout for feeding and spawning in rivers. – *Transactions of American Fisheries Society* 112, 355-367.
- Sigmond, E.M.O., Gustavson, M. & Roberts, D. 1984. Berggrunnskart over Norge. M. 1:1 million. – Norges geologiske undersøkelse (NGU), Oslo.
- Sollied, J.L. & Sørbel, 1983. Beskrivelse til Nord-Trøndelag fylke Kvartærgeologisk kart , M 1: 250 000. Geografisk institutt, Universitetet i Oslo. – Miljøverndepartementet Rapport T 611: 42 sider + kart.
- Ugedal, O., Berger, H.M., Larsen, B.M. & Hoem, S.A. 2004. En vurdering av produksjonspotensialet for anadrom fisk i Kvina. – NINA Oppdragsmelding 822, 33 sider.
- Ugedal, O., Larsen, B.M., Forseth, T. & Johnsen, B.O. 2006. Produksjonspotensial for laks i Mandalselva og vurdering av tap som følge av kraftutbygging. – NINA Rapport 146, 46 sider.
- Witzel, L.D. & MacCrimmon, H.R. 1983. Redd-site selection by brook trout and brown trout in southwestern Ontario streams. – *Transactions of the American Fisheries Society* 112, 760-771.
- Wollebæk, J., Thue, R. & Heggenes, J. 2008. Redd site microhabitat utilization and quantitative models for wild large brown trout in three contrasting boreal rivers. – *North American Journal of Fisheries Management* 28, 1249-1258. doi: 10.1577/m07-069.1
- Zimmer, M.P. & Power, M. 2006. Brown trout spawning habitat selection preferences and redd characteristics in the Credit River, Ontario. – *Journal of Fish Biology* 68, 1333-1346.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. – *Journal of Wildlife Management* 22, 82-90.
- Øvstedal, J. 1995. Forslag til referansevasdrag. – NVE publikasjon nr. 12- 1995, 88 sider.





# NINA Rapport 684

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-2268-6



## Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685, 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)