

Forsøk med planting av lakserogn i nedre Glomma 2011-2012



RAPPORT

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Forsøk med planting av lakserogn i nedre Glomma 2011-2012	Løpenr. (for bestilling) 6488-2013	Dato 12.2.2013
	Prosjektnr. Undernr. O-11219	Sider Pris 19
Forfatter(e) Atle Rustadbakken, Espen Lund	Fagområde Ferskvannsfisk	Distribusjon Fri
	Geografisk område Glomma, Sarpsborg, Østfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Borregaard Industries Ltd.	Oppdragsreferanse 4500354379
--	---------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Som avbøtende tiltak mot rekrutteringssvikt hos laks i Glomma, ble det vinteren 2011-2012 gjennomført et rognplantingsforsøk. Rogna ble plantet i Whitlock-Vibert-Bokser (WVB) for å kunne evaluere klekkesuksess på fire stasjoner. Det ble totalt satt ut 45 000 rognkorn, hvorav 10 000 stk ble satt ut i kontrollkasser for evaluering av klekkesuksess. I forbindelse med vannføringsøkning i april, mista vi to av de fire kontrollkassene. Rognoverlevelsen ved Papirfabrikken (1) og oppstrøms Grusørene (4) var på hhv. 22 % og 14 %. Substratet i boksene var innhylla i lammehalebakterier og sopp, og store mengder av rogn var også fullstendig omslutta. Klekkeprosenten er et indirekte mål på vannkvalitet og miljøforhold, da det under optimale forhold gjerne er minimal dødelighet etter at rogn er deponert i gytegrusen. Selv om det var tydelig forskjell mellom forsøksboksene, gav begge stasjonene svært dårlig overlevelse. Den massive begroingen av kassene både utvendig og innvendig var også medvirkende til at de ble utsatt for vannstrøm. Under disse forholdene er ikke rognplanting aktuelt som avbøtende tiltak. Lammehalene som ligger som tepper over store deler av substratet, vil påvirke yngelen både direkte ved å hindre tilgang til skjulplasser i substratet og indirekte ved å hindre utviklingen av en naturlig bunndyrfauna som skal fungerer som mat for lakseyngelen. Vi antar derfor yngelbidraget fra rognplantingsforsøket som ubetydelig.</p>

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. laks 2. rognplanting 3. Vibertbokser 4. begroing 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Salmon 2. egg 3. Vibert-Boxes 4. fouling
---	---



Atle Rustadbakken

Prosjektleder



Unn Hilde Refseth

Forskningsleder



Brit Lisa Skjelkvåle

Forskningsdirektør

Forsøk med planting av lakserogn
i nedre Glomma 2011-2012

Forord

Foreliggende rapport oppsummerer rognplantingsforsøket som ble gjennomført i Glomma utenfor Borregaard Industries Ltd. (senere omtalt som Borregaard) vinteren 2011-2012. Dette er en oppfølging av tidligere utredninger av forurensnings-situasjonen i nedre Glomma. Dette er en konsekvens av bl.a. ekstraordinære utslipp av organisk materiale fra Borregaard etter pålagt stans av deler av renseanlegget i 2008.

Prosjektet er blitt ledet av NIVA ved undertegnede og gjennomført i tett samarbeid med Nedre Glomma og Omland Fiskeadministrasjon (NGOFA). Borregaard har vært oppdragsgiver og Kjersti Garseg og Lena Ulvan har vært deres kontaktpersoner under arbeidet. Garseg og Ulvan har også deltatt på deler av feltarbeidet sammen med øvrig personell fra Borregaards sikkerhetsavdeling. Per Wergeland konstruerte rognkassekran ved Papirfabrikken. Kjell Cato Strand i NGOFA har hatt ansvar for innsamling av stamfisk, stryking og klargjøring av rogn sammen med øvrig personell fra foreningen. NGOFA bisto også vesentlig til utsetting og opphenting av rognkasser. Espen Lund (NIVA) har deltatt på deler av feltarbeidet samt avsluttende rapportering av prosjektet.

Glommens og Laagens Brukseierforening ved Grete Finstad takkes nok en gang for god service med tilrettelegging av vannførings- og vanntemperaturdata for nedre Glomma i den aktuelle perioden. Helge Skoglund ved LFI-Unifob Bergen bisto med kunnskap om rognkasseforsøk i forkant av prosjektet.

Punktum er brukt som desimalskilletegn i denne rapporten.

Oslo, 12. februar 2013

Atle Rustadbakken

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Metode og utstyr	8
3. Resultater	11
4. Vurderinger	13
5. Referanser	15
6. Bilder	16

Sammendrag

Rustadbakken, A. & Lund, E. (2013). Forsøk med planting av lakserogn i nedre Glomma 2011-2012. Norsk Institutt for Vannforskning: NIVA-rapport 6488. 19 s.

Sammensetningen av bunndyr og dekningsgraden av bakterien lammehaler (*Sphaerotilus natans*) i Glomma utenfor Borregaard i Sarpsborg kommune viser at elva er belastet med lettomsattelige organiske forbindelser. Oksygenmålinger i substratet tyder også på et overforbruk av oksygen i vannmassene. Gjennom undersøkelser i 2009 og 2010 avdekket NIVA urovekkende lave tettheter av fisk på de antatt beste ungfiskområdene for laks. Dårlig rogn- eller yngeloverlevelse ved Borregaard vil ha stor betydning for den årlige produksjonen av laksesmolt fra Glomma. Som avbøtende strakstiltak mot laksens reproduksjonstap, valgte Borregaard å gjennomføre et rognplantingsforsøk i Glomma vinteren 2011-2012. Rogna ble plantet i Whitlock-Vibert-Bokser (WVB) for å muliggjøre telling og evaluering av klekkesuksess på fire stasjoner.

Rognplantinga i nedre Glomma i 2011-2012 ble gjennomført 29. og 30.10.2011. Rogna ble utplassert som grønnrogn, dvs. rett etter befruktning og svelling. WVB'ene ble lagt i perforerte kasser fylt med grus og stein. I hver av kassene ble det gravd ned fem lukkede, perforerte rognbokser av type WVB. Det ble totalt satt ut 45 000 rognkorn, hvorav 10 000 stk ble satt ut i kontrollkasser for evaluering av klekkesuksess.

Under forsøksperioden, varierte vannføringa fra om lag 600 m³/s, med flomepisoder med i overkant av 800 m³/s eller kortere perioder ned mot et minimum på 460 m³/s. På slutten av vinteren økte vannføringa raskt opp mot 800 m³/s som følge av ekstremt varmt vær på Østlandet. Etter avtakende vannføring i underkant av 600 m³/s fra midten av april, begynte den igjen å stige mot slutten av april. Dette resulterte i at mange av kassene flyttet på seg. Vi iverksatte opphenting av kassene den 23. og 26. april, men mista allikevel to av de fire kontrollkassene.

De to kontrollkassene som ble plukket opp igjen som planlagt, var utplassert ved Papirfabrikken (1) og oppstrøms Grusørene (4). I disse kassene overlevde hhv. 22 % og 14 % av roгна. Ved opphenting, var kassene dekket av påvekst. Substratet i kassene var innhylla i lammehalebakterier og sopp, og store mengder av roгна var også fullstendig omslutta. Klekkeprosenten er et indirekte mål på vannkvalitet og miljøforhold, da det under optimale forhold, gjerne er minimal dødelighet etter at roгна er deponert i gytegrusen. Selv om det var tydelig forskjell i rognoverlevelse mellom forsøksboksene, gav begge stasjonene svært dårlig overlevelse. Den massive begroingen av kassene både utvendig og innvendig var også medvirkende til at de ble mer utsatt for vannstrøm. Under disse forholdene er ikke rognplanting aktuelt som avbøtende tiltak. Lammehalene ligger som tepper over store deler av substratet. Dette påvirker yngelen både direkte ved å hindre tilgang til skjulplasser i substratet og indirekte ved å hindre utviklingen av en naturlig bunndyrfauna som skal fungerer som mat for lakseyngelen. Vi antar derfor yngelbidraget fra rognplantingsforsøket som ubetydelig.

Ved alle typer avbøtende fiskeforsterkningstiltak er det viktig at tiltakene gjøres slik at de kan evalueres i etterkant. Dette både for å kunne beregne kost/nytteverdien av tiltakene samt kunne overvåke og dokumentere evt. endringer i andel naturlig rekruttering i systemet over tid. Ved rognplanting bør all rogn fargemerkes og settes ut på øyerognstadiet. Fargestoffet settes da av som en ring i fiskens øresteiner (otolitter) som senere kan avleses under mikroskop. Ved fiskeutsetninger bør all fisk merkes, eks. ved finnekipping. Finnekipping er anvendbart fordi det er en merkeform som er lett gjenkjennelig både av fiskere og forskere. Dette krever imidlertid fisk av en viss størrelse samt personellressurser som er trent i oppgaven for å sikre korrekt resultat. Andre merkemethoder som fargemerkning av yngel, genetik, sporstoffer i kalsifiserte strukturer, etc. er også aktuelle, men krever, liksom farging av øyerogn, større innsats av fagpersonell for registrering i etterkant.

Summary

Title: Salmon egg planting experiment in River Glomma 2011-2012

Year: 2013

Authors: Atle Rustadbakken and Espen Lund

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No: 978-82-577-6223-0

The composition of the benthic invertebrate fauna and the massive growth of the bacteria *Sphaerotilus natans* in River Glomma outside Borregaard Industries Ltd. in Sarpsborg show that the river here is highly impacted by organic depositions. Measurements also indicated oxygen deficiency in gravel suited for spawning salmonids. Surveys in 2009 and 2010 revealed low density of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) compared to earlier registrations, probably as an effect of the pollution situation. This may have major impact on the annual production of salmon smolts from Glomma. As an abatement measure Borregaard initiated a project on egg planting during the winter 2011-2012. A number of perforated cases each filled with rocks and gravel and 5 units of Whitlock-Vibert-Boxes (WVB) with salmon eggs and gravel were deposited at 4 different locations downstream Sarpsfoss Power plant. One case with five Whitlock-Vibert control boxes each containing exactly 500 eggs, was put out at each station for evaluation of hatching success. The rest of the eggs were planted to produce a higher number of salmon fry to the river. A total of 45 000 eggs were put out in the river during this experiment of which 10 000 eggs were planted in control WVB.

During the incubation period, the water flow ranged from about 600 m³/s, occasionally up to 800 m³/s, but also down to a minimum of 460 m³/s. After an extremely warm period in eastern Norway during March, the water flow increased rapidly to 800 m³/s. After declining to below 600 m³/s from the middle of April, the water flow again began to increase at end of April. This flow resulted in displacement of several of the cases. We collected available WVB at April 23 and 26. However we unfortunately lost our control boxes at two of the four stations.

The control boxes that we successfully picked up, was deployed at Papirfabrikken (station 1) and upstream Grusørene (station 4). In these WVB we counted an egg survival rate of 22 % and 14 % respectively. Both the cases and the WVB were however covered with bacterial and/or fungal fouling. The gravel within the boxes and a large proportion of the eggs were also totally wrapped up in this. As the egg mortality is normally very low after deposited into the spawning gravel within optimal conditions, the degree of hatched eggs after the incubation period may be used as an indicator of water quality and environmental conditions. The egg survival at both stations here were very low due to massive bacterial fouling. Under these circumstances egg planting as mitigation measures is not appropriate. We assume that the juvenile contribution of this egg planting experiment was negligible.

1. Innledning

Sammensetningen av bunndyr og den massive dekningsgraden av bakterien lammehaler (*Sphaerotilus natans*) i Glomma utenfor Borregaard i Sarpsborg kommune viser at elva er belastet med lettomssettelige organiske forbindelser (Rustadbakken et al., 2011; Ranneklev et al., 2012). En betydelig organisk belastning i området stammer fra Borregaard Fabrikker, men det finnes også andre påvirkninger/kilder som reduserer laksens reproduksjonssuksess (Bremset et al., 2011). Utslippet fra Borregaard er bl.a. et resultat av stenging av trinn II, det aerobe renseanlegget sommeren 2008. Dette ble gjort etter pålegg fra Helsemyndighetene etter utbrudd av *Legionella*-smitte i Østfold der dette anlegget ble utpekt som en viktig smittekilde. Bedriften er nå i ferd med å etablere et nytt anlegg med en alternativ rensemetode som er planlagt satt i drift i 2013.

Gjennom undersøkelser i 2009 og 2010 avdekket NIVA urovekkende lave tettheter av fisk på de antatt beste ungfiskområdene for atlantisk laks (*Salmo salar*). Dette er gyte- og oppvekstområder for laks, men også fem andre fiskearter er påvist sammen med laks ved tidligere fiskeundersøkelser i samme område (Karlsen, 1997; Aasestad, 2000; Aasestad, 2008). Oksygenmålinger i substratet tydet også på et overforbruk av oksygen i vannmassene (Rustadbakken et al., 2011). Tilgjengelig strekning for reproduksjon av laks i Glomma er svært kort, oppstrøms begrenset av Sarpsfossen og nedstrøms begrenset av sakteflytende elvestrekninger med saltvannspåvirkning ned mot sjøen. Dårlig rogn- eller yngeloverlevelse ved Borregaard vil derfor ha stor betydning for den årlige produksjonen av laksesmolt fra Glomma. Et kultiveringsanlegg for settefiskproduksjon av Glommalaks ble etablert i 2012. Dette vil kunne bidra med yngel i 2013, og 1-årig smolt fra 2014.

Som avbøtende strakstiltak mot laksens reproduksjonstap, valgte Borregaard å gjennomføre et rognplantingsforsøk vinteren 2011-2012. Dette er blitt gjennomført av NIVA i samarbeid med Nedre Glomma og Omland Fiskeadministrasjon (NGOFA). NGOFA har flere års erfaring i innsamling av stamfisk, stryking og rognutlegging i Glomma og Aagaardselva. Men istedenfor å bruke åpne kasser, valgte vi nå å bruke Whitlock-Vibert-Bokser som muliggjør telling og evaluering av klekkesuksess (Whitlock, 1977). På denne måten ønsket vi å gjennomføre et generelt fiskeforsterkningstiltak, men også få undersøkt om rognoverlevelsen varierer mellom antatt egnede gytehabitater i nedre Glomma.

2. Metode og utstyr

Perforerte klekkebokser for rognplanting av laks- og ørretegg ble utviklet og patentert av franske Dr. Richard C. E. Vibert omkring 1950. Dette var et resultat av en rekke eksperimenter som viste at fiskeyngel som var inkubert og klekket i grus oppnådde større størrelser, var bedre utviklet og mer motstandsdyktige mot predasjon enn yngel fra ordinære klekkerier. På 70-tallet bidro Dave Whitlock til en modifisering av Vibert-boksen ved at det ble lagt inn et eget klekkelokammer som separerte egg fra plommeseklarver. Dette førte til en reduksjon i smitte fra bl.a. sopp, og den modifiserte utgaven fikk betegnelsen Whitlock-Vibert Box (WVB) (Whitlock, 1977).

Rognplantinga i nedre Glomma i 2011-2012 ble gjennomført 29. og 30.10.2011. Stasjonene (**Figur 1**) var på forhånd valgt ut etter flere befaringer ved ulike vannføringer vinteren/sommeren 2011 og i samråd med Borregaards Lena Ulvan og NGOFAs Kjell Cato Strand. Det ble her lagt vekt på vanddyb, strømforhold og tilgang på egnede oppvekstområder for lakseyngelen. Rogna ble henta fra lokal stamfisk fanga av NGOFA nedenfor Sarpsfossen i perioden september-oktober 2011. Stryking og opptelling av rogn ble gjort i foreningas stamfiskanlegg på Bekkhus. Rogna ble utplassert som grønnrogn, dvs. rett etter befruktning og svelling.



Figur 1. Oversikt over de fire utvalgte stasjonene for rognplanting; Papirfabrikken (1), bakevja nedstrøms gammelt biorensanlegg (2), Gressbakken (3) og oppstrøms Grusørene (4).

På hver stasjon satte vi ut to til fire perforerte plastkasser av type New York (60 x 40 x 28.5 cm). Kassene ble fylt med grus og stein av egnet gytesubstratstørrelse og -kvalitet for laks. I hver av kassene ble det gravd ned fem lukkede, perforerte rognbokser av type WVB (14.5 x 9 x 6 cm; **Figur 2**) (Whitlock, 1977). Disse er konstruert slik at rogn forblir fanget i boksen, mens klekkede fiskelarver kan svømme ut. Én av kassene på hver stasjon var kontrollkasse med nøyaktig opptelt 500 rognkorn i hver WVB (**Figur 3, Tabell 1**). De øvrige kassene ble fylt med same type grus og stein samt fem WVB'er med ca. 1000 rognkorn som fiskeforsterkningstiltak. Både kontroll- og forsterkningskasser ble satt ut på anslagsvis 1-4 m dyp, merka med tau og markeringsblåser på overflaten eller vaier inn til

land (stasjon 1). Forsterkningskassene ble ikke benytta til vurdering av klekkesuksess. Totalt ble det således satt ut ca. 45 000 rognkorn, hvorav 10 000 stk ble satt ut i kontrollkasser for evaluering av klekkesuksess.



Figur 2. Prinsippene for rognplanting i WVB'er som angitt i manualen fra Federation of Fly Fishers.



Figur 3. Stamfiskanlegget på Bekkhus drives av NGOFAs medlemmer. Her fra venstre Steinar Jakobsen, Ulf Andreassen, Kjell C. Strand og Rune Askautrud (t.v. øverst). Til kontrollkassene ble det talt opp nøyaktig 500 rognkorn til hver WVB. Perforerte New York-kasser fylt med grov grus dannet fundamentet for rognboksene i nedre Glomma (nederst).

Tabell 1. Oversikt over utplasserte kasser på de ulike stasjonene samt tidsrom som kassene stod i elva under rognforsøket i nedre Glomma 2011-2012. På hver stasjon ble det satt ut én kontrollkasse. De øvrige var fiskeforsterkningskasser som ikke var med i evalueringen av klekkesuksess.

Stasjon	Ant. kasser	Satt ut dato	Tatt opp dato
Papirfabrikken (1)	2	29.10.2011	23.4.2012 kontrollkasse 15.6.2012 forsterkningskasse
Bakevja nedstrøms gammelt biorensanlegg (2)	4	30.10.2011	23.4.2012 forsterkningskasser 2 stk mistet kontrollkasse + 1 stk forsterkningskasse
Gressbakken (3)	3	30.10.2011	Mistet alle kassene
Oppstrøms Grusørene (4)	2	30.10.2011	26.4.2012 kontrollkasse 15.6.2012 forsterkningskassa var fjernet av uvedkommende da den skulle hentes opp

I løpet av høsten/vinteren 2011-2012 ble det holdt oppsyn med kassene, spesielt for å kunne iverksette flytting dersom ekstrem lav vannføring skulle inntreffe i løpet av vinteren. Eidsiva leser daglig av vanntemperatur og vannføring ved Sarpsfossen (**Figur 4**). For den aktuelle forsøksperioden fra ultimo oktober 2011 til ultimo april 2012, lå vannføringa typisk omkring 600 m³/s fram til årsskiftet, med kortere flomepisoder med i overkant av 800 m³/s. Fra nyttår falt vannføringa til ca. 500 m³/s med kortere perioder ned mot et minimum på 460 m³/s. I slutten av mars økte vannføringa raskt opp mot 800 m³/s som følge av ekstremt varmt vær på Østlandet. Etter avtakende vannføring i underkant av 600 m³/s fra midten av april, begynte den igjen å stige mot slutten av april. Vannføringa i april oversteg imidlertid ikke toppene tidlig på vinteren. Men den resulterte allikevel i at mange av kassene flyttet på seg. Ved opphenting av kassene den 23. og 26. april, hadde vi mista to av de fire kontrollkassene. Av de øvrige syv fiskeforsterkningskassene ble to plukket opp den 23. april, mens den siste kassa (som ikke ble tatt av flommen), var fjernet av uvedkommende da den skulle hentes opp den 15. juni.



Figur 4. Vannføring, vanntemperatur og akkumulerte døgngader ved Sarpsfossen under rognforsøksperioden. Vanntemperatur leses av mot høyre y-akse, mens de andre to leses av mot venstre.

3. Resultater

De to kontrollkassene som ble plukket opp igjen som planlagt, var utplassert ved Papirfabrikken (1) og oppstrøms Grusørene (4). Disse hadde hver sine fem WVB'er hvor 500 stk rognkorn var blitt plantet hhv. 29.10 og 30.10.2011. Overlevelsesgraden i perioden var noe forskjellig med jevnt over noe høyere overlevelse (gj.snitt=108, SD= 32, n=5) i WVB'ene oppstrøms Grusørene enn oppe ved Papirfabrikken (gj.snitt=69, SD=10, n=5). Dette gir en overlevelsesgrad på hhv. 22 % og 14 % (**Tabell 2**) per kasse.

Tabell 2. Resultater fra optelling av rogn og fiskelarver i ti WVB'er fra stasjon 1 Papirfabrikken og stasjon 4 oppstrøms Grusørene.

Stasjon	WVB-nr	Døde rogn	Levende rogn*	Levende fiskelarver	Svømt ut (?*)	Overlevelsesprosent (*)
1. Papirfabrikken	1	431	44	3	22	14 %
	2	436	51	0	13	13 %
	3	428	65	0	7	14 %
	4	444	45	0	11	11 %
	5	416	71	0	13	17 %
2. Bakevja nedstrøms gammelt biorensanlegg	1-5					Mistet kontrollkasse
3. Gressbakken	1-5					Mistet kontrollkasse
4. Oppstrøms Grusørene	1	346	72	6	76	31 %
	2	394	46	1	59	21 %
	3	380	22	6	92	24 %
	4	411	29	0	60	18 %
	5	429	31	0	40	14 %

*Predasjon på rogn fra akvatiske insekter kan medføre en feilkilde i overlevelsesestimater. Det var heller ikke mulig å vurdere overlevelsesnivåen til de levende rognkorna. Den kalkulerte overlevelsesprosenten er derfor et optimistisk anslag.

Kun noen få levende plommesekklarver ble påvist i boksene. Differansen mellom antall rogn lagt inn (500 stk) og gjenliggende rogn/fiskeplommesekklarver, ble kategorisert som «svømt ut». Det er her ikke tatt høyde for rogn tapt som følge av predasjon fra akvatiske insekter.

Rogna i WVB'ene hadde opplevd mellom 480 og 490 døgngrader i elva ved opphenting. Totalt strakk perioden seg over 181 dager med en gjennomsnittlig vanntemperatur på 2.7 °C (SD=2.4, n=181). Vanntemperaturen varierte i forsøksperioden mellom 0.1 °C og 7.8 °C der fordelinga av ulike temperaturintervaller gis i **Tabell 3**.

Tabell 3. Fordelingen av vanntemperaturer målt ved Sarpsfossen i løpet av forsøksperioden i nedre Glomma 2011-2012 (etter data fra GLB).

	Temp (°C)
Maksimum	7.8
75 % kvartil	4.5
Median	2.4
25 % kvartil	0.2
Minimum	0.1

Ved opphenting i slutten av april, var kassene dekket av påvekst. Substratet i kassene var innhylla i lammehalebakterier og sopp, og store mengder av rogn var også fullstendig omslutta (**Figur 5**). Visuelt bedømt, syntes det ikke å være forskjell i påvekstintensitet mellom stasjonen ved Papirfabrikken og stasjonen oppstrøms Grusørene (**Figur 1**).



Figur 5. De perforerte New York kassene med substrat (t.v.) samt WV B'ene (t. h.) var i stor grad innhylla i lammehalebakterier og sopp da de ble hentet opp mot slutten av april. Men tross den massive begroingen, ble det påvist levende plommesekklarver i flere av boksene.

Under forutsetning av at kassene som ble tatt av strømmen leverte samme klekkesuksess som de vi fikk opp til kontroll (gj.snittlig overlevelse på 18 %), ville estimert bidrag fra rognplantingen vært på om lag 8 000 lakseyngel. Dette må imidlertid anses som et svært optimistisk estimat, da overlevelsen på de gjenværende levende rognkornene, under de faktiske begroingsforholdene, var svært usikker.

4. Vurderinger

Rognplanting kan gjennomføres både som kultiveringstiltak og, ved å evaluere overlevelse, for å måle tilstanden i et gitt potensielt gytehabitat. I forhold til utsetting av yngel eller eldre settefisk, har rognplanting den fordel at den gir liten kultiveringspåvirkning på individene. Rognplanting er også relativt kostnadseffektiv i forhold til produksjon og utsetting av eldre livsstadier (Johnsen, 2010). Klekkeprosenten er et indirekte mål på vannkvalitet og miljøforhold, da det under optimale forhold, gjerne er minimal dødelighet etter at rogn er deponert i gytegrusen.

Det er vist at rognplanting i Vibertbokser (enkelt- eller dobbeltkammer) kan medføre større dødelighet på rogn og larvestadiet for ørret enn rognplanting direkte i sedimentet i elvebunnen (Harshbarger & Porter, 1979). Andre eksperimenter viser imidlertid klekkeprosenter på opp mot 95 % (Whitlock, 1977), >90 % (Gabrielsen et al., 2007) eller >95 % (Gabrielsen, 2009) for laks i WVB'er. For å oppnå best resultat, plantes rogn som øyerogn. Da er egget mer robust og tåler håndtering bedre enn rett etter befruktning. Men dette krever tilgang til en inkubator hvor rogn kan lagres fra befruktning til øyerognstadiet. I nedre Glomma hadde vi ikke tilgang til dette i 2011, så rogn måtte plantes som grønnrogn, dvs nybefruktet (etter svelling).

Fiskefosteret (embryoet) gjennomgår en rekke morfologiske, fysiologiske og kjemiske endringer i løpet av utviklingstiden. Flere abiotiske faktorer påvirker embryonalutviklingen, hvorav vanntemperatur og oksygentilgang er de viktigste (Hamor & Garside, 1976). Vanntemperaturen påvirker de metabolske prosessene fordi aktiviteten til de ulike enzymene er temperaturavhengig (Hayes et al., 1953). Det er utarbeida modeller for beregning av klekkespunkt hos ulike fiskearter. En slik modell (1) for Atlantisk laks er basert på eksisterende litteratur (Crisp, 1981; Crisp, 1988):

$$\log_{10}D_2 = (-2.6562 \cdot \log_{10}(T+11.0)) + 5.1908 \quad (1)$$

hvor

D_2 = ant. dager til 50 % klekking

D_1 (ant dager til 50 % øyerogn) = $0.5D_2$

D_3 (ant dager til 50 % «swim-up») = $1.7D_2$

T = døgnmiddeltemperatur i °Celsius

Denne modellen forutsetter vanntemperatur mellom 2.4 og 12 °C, noe som er en del høyere enn hva som ble målt i nedre Glomma lengre perioder av forsøket i 2011-2012. Dessuten er gjerne slike modeller basert på konstant temperatur, og de naturlige svingningene i en elv gjennom vinteren kan medføre forskyvninger i utviklingen. Temperaturen i vannet som sirkulerer i grusen kan også være grunnvannspåvirket og ha høyere vintertemperatur enn det frie elvevannet. Normalt forventes egg som er inkubert dypt derfor å gjennomgå en raskere utvikling enn egg som blir liggende nærmere substratoverflaten. Etter vurdering av vannføringsforhold og sikt, ble våre rognbokser plassert i perforerte kasser oppå selve elvesubstratet. Det forventes derfor ikke å ha vært tilgang på varmere vann i forsøket, noe som kan ha forsinka utviklinga. Uten temperaturloggere i gytegrusen er det vanskelig å si hvilke temperaturer som faktisk har påvirket rognutviklingen. Men etter formelen (1) gitt de temperaturer som ble registrert ved Sarpsfossen i 2011-2012, skulle median klekking forventes å inntreffe etter 153 døgn (389 døgngader) og median «swim-up» etter 214 døgn (761 døgngader). Med gytetidspunkt i slutten av oktober 2011, ville dette bety hhv. slutten av mars og slutten av mai 2012. Dette synes å være realistisk i en elv som Glomma.

For å oppnå en god smoltproduksjon forutsettes fravær av ugunstige forhold som medfører overdødelighet fra rogn blir lagt ut til smolten forlater vassdraget. I utgangspunktet er spesielt tre forhold påpekt som mulige flaskehals for smoltproduksjonen på strekningen;

1) ugunstige temperaturforhold

2) flommer som kan spyle ut rognkassene eller yngel

3) perioder med svært lav vannføring

Etter (Gabrielsen, 2009).

Selv om vi ikke opplevde noen av disse definerte problemforholdene i løpet av forsøksperioden, gjorde den massive begroingen av kassene både utvendig og innvendig sitt til at de ble mer utsatt for vannstrøm. Vanntrykket fra elva på våren medførte dermed at flere av kassene ble dratt ut og forsvant på dypere partier i elva. Sikten i nedre Glomma var på dette tidspunktet så dårlig at det ikke var mulig å søke opp igjen disse kassene.

Selv om det var tydelig forskjell i rognoverlevelse mellom forsøksboksene ved Papirfabrikken (1) og oppstrøms Grusørene (4), gav begge stasjonene svært dårlig overlevelse. Den massive påveksten er dominert av bakterien lammehaler som synes å dekke til mye av substratet i elva (Rustadbakken et al., 2011; Rannekleiv et al., 2012). Under disse forholdene er ikke rognplanting aktuelt som avbøtende tiltak. Selv om de beregnede bidrag fra de utsatte kassene i 2011-2012 kan være flere tusen lakseyngel, er trolig det reelle antallet overlevende, mye lavere. Det var vanskelig å vurdere kvaliteten på de levende rognkornene som lå igjen i WVB'ene, og mest sannsynlig var mange av dem i for dårlig forfatning til å kunne produsere plommeseckyngel. Lammehalene ligger som tepper over store deler av substratet. Dette påvirker yngelen både direkte ved å hindre tilgang til skjulplasser i substratet og indirekte ved å hindre utviklingen av en naturlig bunndyrfauna som skal fungerer som mat for lakseyngelen. Vi antar derfor yngelbidraget fra rognplantingsforsøket som ubetydelig. Utsetting av 1-årig smolt fra det nyetablerte settefiskanlegget vil kunne finne sted fra og med 2014. Det bør da settes ut smolt som raskest mulig kan ta seg på næringsvandring ned til sjøen. Dersom begroingssituasjonen ved senere tidspunkt forbedrer seg, bør det vurderes å sette yngre lakseunger i elva. Vi antar at settefisk produsert i det nye anlegget ved Borregaard, vil bli tilstrekkelig preget av elva slik at homing'en fungerer normalt. Men det er allikevel viktig at yngelen settes i de naturlige oppvekstområdene som den forhåpentligvis skal returneres tilbake til som kjønnsmoden laks.

Ved alle typer avbøtende fiskeforsterkningstiltak, er det viktig at tiltakene gjøres slik at de kan evalueres i etterkant. Dette både for å kunne beregne kost/nytteverdien av tiltakene samt kunne overvåke og dokumentere evt. endringer i andel naturlig rekruttering i systemet over tid. Ved rognplanting bør all rogn fargemerkes. Fargestoffet settes da av som en ring i fiskens øresteiner (otolitter) som senere kan avleses under mikroskop. Men dette krever at rognen minst har utviklet seg til øyeroognstadiet før farging, noe som ikke var mulig i vårt rognforsøk. Ved fiskeutsettinger bør all fisk merkes, eks. ved finneklipping. Finneklipping er mest anvendbart fordi det er en merkeform som er lett gjenkjennelig både av fiskere og forskere. Dette krever imidlertid fisk av en viss størrelse samt personellressurser som er trent i oppgaven for å sikre korrekt resultat. Hvorvidt dette påvirker laksens reproduktive suksess, er imidlertid en pågående diskusjon i fagmiljøet. Andre merkemethoder som fargemerking av yngel, genetik, sporstoffer i kalsifiserte strukturer, etc. er også aktuelle, men krever større innsats av fagpersonell for registrering i etterkant.

Det anbefales å gjennomføre årlige el.fiskeregistreringer både på de etablerte undersøkelsesstasjonene (Rustadbakken et al., 2011) samt langs land og andre grunne partier i rekrutteringsområdet nedstrøms Sarpsfossen (Karlsen, 1997; Aasestad, 2000; Aasestad, 2008). En eventuell rekrutteringssvikt for laks i nedre Glomma i årene 2009-2012, vil om kort tid kunne medføre en betydelig reduksjon i oppgangen av stedegen voksenfisk som returnerer til Glomma for å gyte. Dette bør, sammen med evt. effekter av de planlagte smoltutsettingene fra det nye settefiskanlegget, dokumenteres nøye slik at vi står best mulig rustet til å møte framtidige utfordringer knyttet til produksjonen av fisk i Glomma.

5. Referanser

- AASESTAD, I. (2000). Rapport fra el-fisket nedstrøms Sarpefossen. Naturplan: 6 s.
- AASESTAD, I. (2008). Rapport fra el-fisket nedstrøms Sarpefossen og Aagaardselva, 2008. Naturplan: 11 s.
- BREMSET, G., OLSTAD, K., BERG, M. & SANDLUND, O. T. (2011). Effekter på laksen i Glomma av Borregaard fabrikkers aktiviteter. Skrivebordsvurdering basert på litteraturstudium og feltmålinger utført i perioden 2007-2010. NINA-rapport 670. 41 s.
- CRISP, D. T. (1981). A desk study of the relationship between temperature and hatching time for the eggs of 5 species of salmonid fishes. — *Freshwater Biology* 11, 361-368.
- CRISP, D. T. (1988). Prediction, from temperature, of eyeing, hatching and swim-up times for salmonid embryos. — *Freshwater Biology* 19, 41-48.
- GABRIELSEN, S. E., BARLAUP, B. T., SKOGLUND, H. & WIERS, T. (2007). Rognplanting, etablering av et nytt gyteområde og gytefisktelinger i Flekke og Guddalsvassdraget. - Undersøkelser i perioden 2001-2006. LFI-UNIFOB: 144. 29 s.
- GABRIELSEN, S. E., BARLAUP, B. T., SKOGLUND, H., WIERS, T., LEHMANN, G. B., SANDVEN, O. R. OG GLADSØ, J. A. (2009). Utlekking av rogn som alternativ kultiveringsmetode i Vikja og Dalselva - resultater fra undersøkelser i perioden 2002-2008. LFI-Unifob: 153. 102 s.
- HAMOR, T. & GARSIDE, E. T. (1976). Developmental rates of embryos of Atlantic Salmon, *Salmo salar* L, in response to various levels of temperature, dissolved-oxygen, and water exchange. — *Canadian Journal Of Zoology* 54, 1912-1917.
- HARSHBARGER, T. J. & PORTER, P. E. (1979). Survival of Brown Trout Eggs: Two Planting Techniques Compared. — *The progressive fish-culturist* 41.
- HAYES, F. R., PELLUET, D. & GORHAM, E. (1953). Some effects of temperature on the embryonic development of the salmon (*Salmo salar*). — *Canadian Journal of Zoology* D31, 42-51.
- JOHNSEN, B. O. (2010). Effekter av vassdragsregulering på villaks. — Villaksutvalget-10 år etter. Hvor står vi i dag, og hvor går veien videre?, Thon Hotel Arena, Lillestrøm 4.-5. mai 2010.
- KARLSEN, L. R. (1997). Rapport fra el-fiske i Glomma nedenfor Sarpsfossen den 26.08.1997. Fylkesmannen i Østfold, Fiskeforvalteren: 2 s.
- RANNEKLEV, S., MOLVÆR, J., LUND, E., EDVARDBAKKEN, H., KILE, M., ERIKSEN, T. & RUSTADBAKKEN, A. (2012). Undersøkelserprogram for vurdering av nytt utslippspunkt og innblandingssone for avløpsvann til Glomma fra Borregaard. Norsk Institutt for Vannforskning: NIVA-rapport 6437. 42 s.
- RUSTADBAKKEN, A., BÆKKEN, T., RØST, M. K. & HAUGEN, T. O. (2011). Økologisk tilstand i Glomma nedenfor Sarpsfossen 2009-2010 - undersøkelser i forbindelse med Borregaards utslipp av organisk materiale. Norsk Institutt for Vannforskning: NIVA-rapport 6099. 30 s.
- WHITLOCK, D. (1977). The Whitlock Vibert Box Handbook. — Federation of Fly Fishers, third printing 1995 with revisions.

6. Bilder







Foto A. Rustadbakken



Foto A. Rustadbakken



Foto A. Rustadbakken



Foto A. Rustadbakken



Foto A. Rustadbakken



Foto A. Rustadbakken



Foto A. Rustadbakken



Foto Atle Rustadbakken



NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no