

1450

NINA Rapport

Har laksunger opphold i Drammensfjorden og i områder utenfor elvemunningene?

Tor Atle Mo
Jon Museth
Gunnbjørn Bremset
Bengt Finstad



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er NINAs ordinære 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. 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.

Har laksunger opphold i Drammensfjorden og i områder utenfor elvemunningene?

Tor Atle Mo

Jon Museth

Gunnbjørn Bremset

Bengt Finstad

Mo, T.A., Museth, J., Bremset, G. & Finstad, B. 2018. Har laksunger opphold i Drammensfjorden og i områder utenfor elvemunningene? NINA Rapport 1450. Norsk institutt for naturforskning.

Oslo, april 2018

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-3181-7

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Norunn S. Myklebust

KVALITETSSIKRET AV

Ola Ugedal

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Kjetil Hindar (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAKSGIVERS REFERANSE

M-1000|2018

KONTAKTPERSON HOS OPPDRAGSGIVER

Anne Kristin Jøranlid

FORSIDEBILDE

Tråling i Drammensfjorden. Fotograf: Tor Atle Mo

NØKKEWORD

- Drammenselva
- Lierelva
- Sandeelva
- Drammensfjorden
- laksunger
- *Salmo salar*
- *Gyrodactylus salaris*
- kartlegging

KEY WORDS

- Drammen River
- Lier River
- Sande River
- Drammen Fjord
- Atlantic salmon
- *Salmo salar*
- *Gyrodactylus salaris*
- survey

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor
Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo
Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø
Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer
Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen
Thormøhlensgate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Mo, T.A., Museth, J., Bremset, G. & Finstad, B. 2018. Har laksunger opphold i Drammensfjorden og i områder utenfor elvemunningene? NINA Rapport 1450. Norsk institutt for naturforskning.

For å få økt kunnskap om forekomst av mulige langtidsverter for *Gyrodactylus salaris* i Drammensregionen, ble det i september 2017 gjennomført ulike fiskebiologiske undersøkelser i Drammenselva og Drammensfjorden. Elektrisk båtfiske ble utført i nedre deler av Drammenselva samt i strandnære områder av Drammensfjorden. Tråling med spesialutformet trål ble utført i Drammensfjordbassenget innenfor Svelviksundet. Totalt ble det fanget 146 laksunger i ulike aldersklasser ved det elektriske båtfisket, hvorav 81 laksunger ble fanget i fjorden opptil 12 km fra munningen av Drammenselva. Forekomst av *G. salaris* på laksunger i elvemunningene og langs strendene var lav sammen-lignet med jevnaldrende laksunger i Drammenselva ved Hokksund. Tråling i Drammensfjorden i ni dager i september 2017 gav ingen fangst av laksunger.

Tor Atle Mo, Norsk institutt for naturforskning - Oslo, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo,
E-post: Tor.Mo@nina.no

Jon Museth, Norsk institutt for naturforskning - Lillehammer, Vormstuguvegen 40, 2624 Lillehammer,
E-post: Jon.Museth@nina.no

Gunnbjørn Bremset, Norsk institutt for naturforskning - Trondheim, Postboks 5685 Torgarden,
7485 Trondheim, E-post: Gunnbjorn.Bremset@nina.no

Bengt Finstad, Norsk institutt for naturforskning - Trondheim, Postboks 5685 Torgarden, 7485
Trondheim, E-post: Bengt.Finstad@nina.no

Abstract

Mo, T.A., Museth, J., Bremset, G. & Finstad, B. 2018. Do juvenile Atlantic salmon stay in the Drammen Fjord and in areas outside the estuaries? NINA Report 1450. Norwegian Institute for Nature Research.

Electrofishing by boat in the Drammen River and along the shores of the Drammen Fjord in September 2017 gave catches of 146 Atlantic salmon parr of variable year classes. Atlantic salmon parr were caught in the Drammen Fjord up to 12 km from the mouth of the Drammen River. The abundance of *Gyrodactylus salaris* on Atlantic salmon parr from the estuaries and shores were low compared to the parasite occurrence on peers in the Drammen River about 18 km upstream from the river mouth. Trawling in the Drammen Fjord for nine days in September 2017 gave no catches of Atlantic salmon parr.

Tor Atle Mo, Norwegian Institute for Nature Research - Oslo, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo, Norway, E-mail: Tor.Mo@nina.no

Jon Museth, Norwegian Institute for Nature Research - Lillehammer, Vormstuguvegen 40, 2624 Lillehammer, Norway, E-mail: Jon.Museth@nina.no

Gunnbjørn Bremset, Norwegian Institute for Nature Research - Trondheim, Box 5685 Torgarden, 7485 Trondheim, Norway. E-mail: Gunnbjorn.Bremset@nina.no

Bengt Finstad, Norwegian Institute for Nature Research - Trondheim, Box 5685 Torgarden, 7485 Trondheim, Norway. E-mail: Bengt.Finstad@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Materiale og metoder	8
2.1 Områdebeskrivelse.....	8
2.1.1 Drammenselva.....	8
2.1.2 Lierelva.....	8
2.1.3 Sandeelva	8
2.1.4 Drammensfjorden	9
2.2 Fangst av fisk med elektrisk fiskebåt.....	10
2.3 Fangst av fisk med trål	11
2.4 Undersøkelse av laksunger.....	13
2.5 Artsbestemmelse av <i>Gyrodactylus</i> -individer	13
3 Resultater	14
3.1 Fangst av fisk med elektrisk fiskebåt.....	14
3.1.1 Drammenselva.....	14
3.1.1.1 Strekningen Hellefoss - Hokksund	14
3.1.1.2 Strekningen Hokksund - Drammen	14
3.1.1.3 Strømsøutløpet	15
3.1.2 Drammensfjorden	16
3.1.2.1 Nordlige strender av Drammensfjorden.....	17
3.1.2.2 Nordøstlige strender av Drammensfjorden	18
3.1.2.3 Sydvestlige strender av Drammensfjorden	19
3.1.3 Sandeelva	19
3.2 Fangst av fisk med trål	19
4 Diskusjon	20
4.1 Strandnær forekomst av laksunger i Drammensfjorden	20
4.2 Pelagisk forekomst av laksunger i Drammensfjorden.....	22
4.3 Forekomst av andre fiskearter i Drammenselva og i Drammensfjorden	22
5 Referanser	24

Forord

I slutten av september 2017 ble det gjennomført et elektrisk fiske med båt i Drammenselva, i elvemunninger og langs strender i Drammensfjorden og et trålfiske med FISH-LIFT-metoden på «kryss og tvers» i Drammensfjorden. Disse innsamlingene av fisk inngikk i to ulike prosjekter som begge er finansiert av Miljødirektoratet: «Forekomst av laksunger i elvemunninger i Drammen» og «Undersøkelser av laksunger i Drammensfjorden». De to prosjektene er en del av arbeidet som gjennomføres for å se på mulighetene for å bekjempe *Gyrodactylus salaris* i Drammensregionen. I tillegg ble deler av det elektriske båtfisket i Drammenselva gjennomført som en del av prosjektet «Fisk i store elver – metodeutvikling» som er finansiert av Miljødirektoratet.

Vi takker Miljødirektoratet for finansiering av undersøkelsene, Trygve T. Poppe og Børre K. Dervo for hjelp under deler av feltarbeidet med elektrisk fiskebåt, Julius Dahle, og Geir Solhaug for gjennomføring av trålfisket, og Jan G. Jensås for aldersbestemmelse av laksunger.

Lillehammer og Trondheim, april 2018
Jon Museth og Bengt Finstad
Prosjektledere

1 Innledning

I 1987 ble lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* påvist på laksunger (*Salmo salar*) i Drammenselva og Lierelva (Buskerud), og i 2003 ble parasitten påvist på laksunger i Sandeelva (Vestfold). Parasitten ble sannsynligvis overført til Sandeelva med smittet fisk som vandret fra Drammenselva eller Lierelva. Drammenselva, Lierelva og Sandeelva inngår i en smitteregion som omtales som Drammensregionen (Anon. 2014).

Norske myndigheter ønsker å utrydde introduserte og dødelige varianter av *G. salaris* fra smittede lakseelver. Utryddelsestiltakene gjennomføres synkront i alle elver i den enkelte smitteregion (Anon. 2014). Drammensregionen har blitt vurdert som den vanskeligste smitteregionen i Norge med hensyn til utryddelse av parasitten. Den store vannføringen og den artsrike fiskefaunaen i Drammenselva har blitt omtalt som de to store utfordringene, men overflatelaget med svært lav saltholdighet i Drammensfjorden kan også være en stor utfordring dersom *G. salaris*-smittede laksunger oppholder seg her under gjennomføring av utryddelsestiltak.

I 2015 oppnevnte Miljødirektoratet en arbeidsgruppe som fikk i hovedoppgave å vurdere om det er mulig å utrydde *G. salaris* fra Drammensregionen. Denne arbeidsgruppen har stilt en rekke spørsmål som det ikke har vært mulig å besvare med gjeldende kunnskap. To av spørsmålene har omfattet forekomst av laksunger i brakkvannsområdene utenfor de tre smittede elvene i Drammensregionen: I hvilken grad bruker laksunger elvemunningene til Drammenselva, Lierelva og Sandeelva som oppvekstområde, og i hvilken grad forekommer laksunger i de frie vannmasser (pelagialen) i Drammensfjorden og i Sandebukta? Dersom laksunger påvises i noen av områdene, må disse undersøkes med hensyn på forekomst av *G. salaris*.

For å belyse de to spørsmålene om laksungers forekomst, ble det i september 2017 fisket med en spesialbygget elektrisk fiskebåt i elvemunningene og langs strendene i Drammensfjorden, og trålt med en omarbeidet FISH-LIFT-metode i Drammensfjorden og Sandebukta. Her rapporteres resultatene fra begge undersøkelsene.

2 Materiale og metoder

2.1 Områdebeskrivelse

2.1.1 Drammenselva

Drammensvassdraget er et av Norges største vassdrag med hensyn til vannføring. I vassdraget inngår også mange av Østlandets store innsjøer. Det totale nedbørfeltet er på 17 113 km². Middelvannføringen ved utløpet nordvest i Drammensfjorden er 314 m³/s. Normalt er det snøsmelte-flommen i mai og juni som gir høyest vannføring, men det er mange eksempler på flommer generert kun av regn i løpet av sommer- og høstmånedene.

På den *G. salaris*-smittede strekningen av Drammenselva beskrives vassdraget best som en bred flod med lav strømhastighet. De viktigste gyte- og oppvekstområdene for laksefisk finnes på noen korte strykstrekninger umiddelbart nedstrøms elvekraftverkene. På strekningen fra Embretsfoss-Hellefoss går elva uten øyer eller sideløp i et definert dalføre med i all hovedsak bratt sideterreng. På strekningen fra Hellefoss til Drammen vider terrenget seg ut, og elva blir bredere. Elva danner også forgreininger, sideløp og kroksjøer, og det finnes noen større øyer og grusører på denne strekningen. Fra Hellefoss er det mindre enn en meter fall ut til Drammensfjorden, noe som betyr at det er tidevannspåvirkning helt opp til Hokksund.

På den *G. salaris*-smittede lakseførende strekningen av Drammenselva er det registrert 19 arter ferskvannsfisk (Hesthagen mfl. 2017). På hele strekningen er laks og ørret vanlig forekommende, selv om laksebestanden er betydelig redusert som følge av parasittangrepene.

2.1.2 Lierelva

Liervassdragets totale nedbørsfelt er 309 km² og middelvannføringen i Lierelva er 5,3 m³/s. På de øverste delene av lakseførende strekning renner vannet raskt, mens Lierelva er ganske stilleflytende fra Lierbyen til utløpet nordøst i Drammensfjorden.

På den *G. salaris*-smittede strekningen av Lierelva er det registrert 15 arter ferskvannsfisk (Hesthagen mfl. 2017). På nesten hele strekningen er laks og ørret vanlig forekommende, selv om laksebestanden er betydelig redusert som følge av parasittangrepene.

2.1.3 Sandeelva

Sandevassdragets totale nedbørsfelt er 193 km² og middelvannføringen i Sandeelva er 2,9 m³/s. Øverste del av vassdraget ligger i Buskerud, mens lakseførende del ligger i Vestfold.

På den *G. salaris*-smittede lakseførende strekningen av Sandeelva er det registrert 15 arter ferskvannsfisk (Hesthagen mfl. 2017). På det meste av strekningen er laks og ørret vanlig forekommende, selv om laksebestanden er betydelig redusert som følge av parasittangrepene. Etter samløp mellom Vesleelva og Bremsa (**bilde 1**) er elva stilleflytende og forekomsten av laksefisk er lav.



Bilde 1. Samløp mellom Vesleelva (t.v.) og Bremsa (t.h.), ca.1,5 km fra Sandeelvas utløp til Sandebukta. Foto: Tor Atle Mo

2.1.4 Drammensfjorden

Drammensfjorden er en terskelfjord med et smalt utløp ved Svelvik, omtrent 18 km fra munningene av Drammenselva og Lierelva (**figur 1**). Den betydelige tilførselen av ferskvann fra Drammenselva og innsnevringen ved utløpet av Drammensfjorden gjør at fjorden har et overflatelag med lav saltholdighet. Saltholdigheten i og tykkelsen på dette overflatelaget påvirkes av mange faktorer, men først og fremst av vannføringen i Drammenselva. Ved flomperioder vår og høst kan overflatesaltholdigheten i Drammensfjorden være nær 0 PSU (PSU≈promille saltholdighet) helt til Svelvik. I Drammensfjorden er det påvist 18 arter ferskvanns-fisk (Hesthagen mfl. 2017).



Figur 1. Illustrasjon med røde linjer som viser hvor elektrisk fiske med båt ble gjennomført langs strender i Drammensfjorden i perioden 25.-28. september 2017. Den svarte tverrstreken på den røde linjen langs henholdsvis nordøstsiden og sørvestsiden av Drammensfjorden markerer de sydligste lokalitetene der laksunger ble fanget.

2.2 Fangst av fisk med elektrisk fiskebåt

Ved hjelp av en 18 fots spesialbygget elektrisk fiskebåt (Museth mfl. 2013) brukes elektrisk strøm til å fange fisk. Under fisket fungerer båtenes skrog som katode og vaiere, som henger fra justerbare svingarmer i baugen, fungerer som anoder. Når strømmen slås på oppstår et elektrisk felt rundt hver anode som til dels overlapper avhengig av vinklingen på svingarmene. Strømbedøvet fisk blir fanget med håv og overføres til et akvarium sentralt plassert i båten. En av NINAs elektriske fiskebåter (**bilde 2**) ble brukt til å fange fisk langs strender i Drammensfjorden og langs elvebredder i Drammenselva i perioden 25.-28. september 2017.

Det ble fisket strandnære transekter i elva og i fjorden, og UTM-posisjoner for start og stopp ble registrert på GPS. Pulsatoren registrerte antall sekunder med strøm i vannet, og dette ble notert for hvert transekt. Etter at et transekt var ferdig overfisket, ble fiskene i akvariet artsbestemt og de fleste ble sluppet ut igjen. I Drammenselva ble alle fisk lengdemålt, men ikke fisk som ble fanget i Drammensfjorden. Alle laksunger ble konservert samlet per elfisket strekning i én-liters flasker med 96 % etanol. Unntaket var på strekningen Hellefoss-Hokksund bru der bare 20 tilfeldig utvalgte lakseunger ble konservert. Dette ble vurdert som et tilstrekkelig antall for å få et godt bilde av parasittforekomst på laksunger i Drammenselva som et grunnlag for

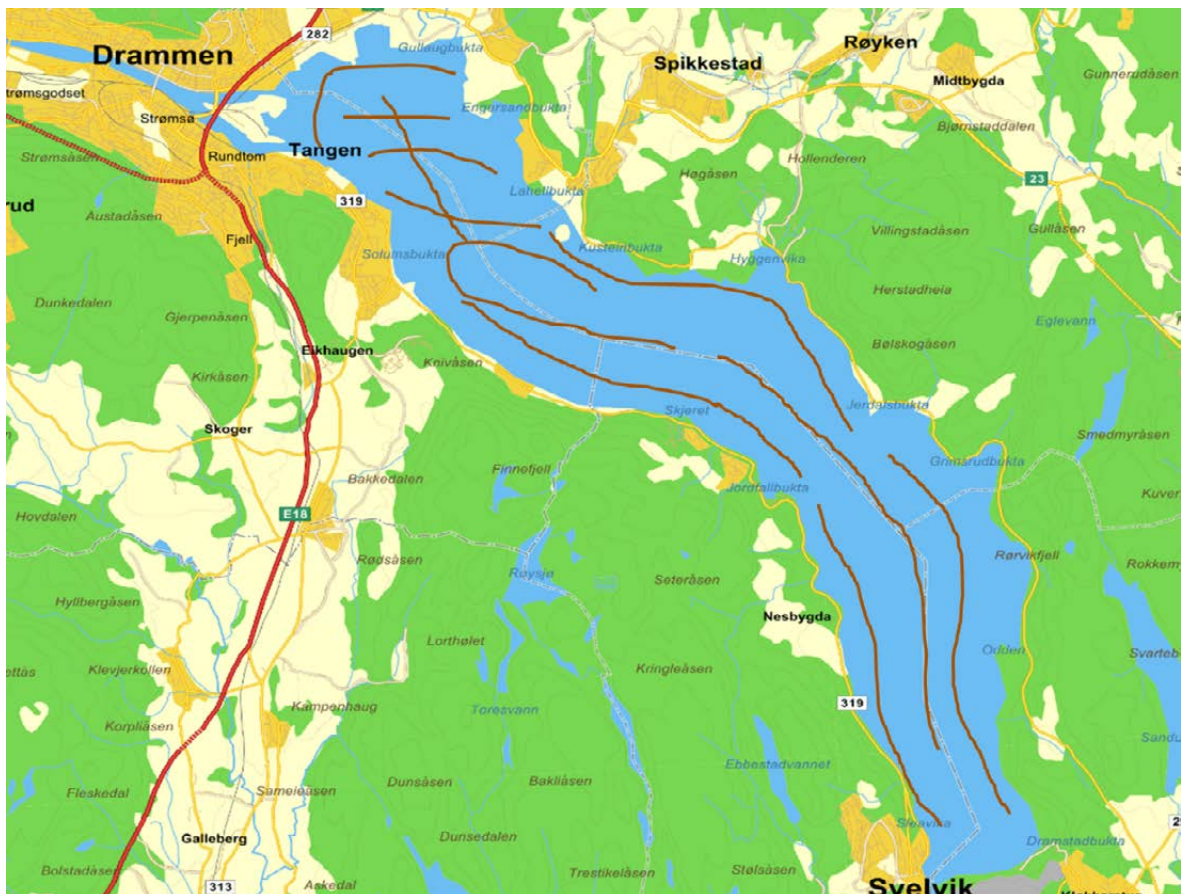
sammenligning med parasittforekomst på laksunger i elvemunningen og langs strender i Drammensfjorden.



Bilde 2. En elektrisk fiskebåt ble brukt til innsamlingen av laksunger i Drammenselva og Drammensfjorden i september 2017. Foran har båten en plattform med et solid gjerde for personer som håver strømbedøvet fisk og midt i båten er det et akvarium der innsamlet fisk holdes levende fram til prøvetaking. Foto: Jon Museth.

2.3 Fangst av fisk med trål

Tråling etter laksunger ble gjennomført i ti dager i perioden 18.-27. september 2017. Den første dagen ble det trålt inn Sandebukta og innover (nordover) fra Rødtangen mot Svelvik. De resterende ni dagene ble det trålt på «kryss og tvers» i Drammensfjorden nord for Svelvik (**figur 2**). Hvert tråltrekk foregikk i tre-fire timer i ca. 1,5 knops fart. Trålen ble tømt og satt ut igjen slik at det ble to tråltrekk i dagslyset per dag.



Figur 2. Illustrasjon med røde linjer som viser hvor tråltrekkene ble gjennomført i Drammensfjorden i perioden 19.-27 september 2017. Den enkelte røde linje viser ikke eksakt rute for tråltrekket og enkelte av de røde linjene omfatter to tråltrekk.

Trålen (**bilde 4 og 5**) som ble brukt, er den samme som brukes til fangst av laksesmolt for overvåking av lakseluspåslag på nord- og vestkysten av Norge (Holst & McDonald 2000; Nilsen mfl. 2017). Denne flytetrålen som har et FISH-LIFT-system fanger fisk fra overflaten og ned til seks meters dybde. For bruk i Drammensfjorden og Sandebukta ble kammeret med FISH-LIFT fjernet fordi det neppe ville bli behov for å sortere ut stor fisk. Bakerst ender trålposen i et «akvarium» som fanger fiskene levende og minimaliserer skjelltap (**bilde 6**). Akvariet er av aluminium og holdes oppe i overflaten av to store blåser (**bilde 3**).



Bilder 3-6. Postsmolttråling med FISH-LIFT systemet. Bilde 3 viser Fish-lift med flyteelementer; bilde 4 viser trålen i funksjon, bilde 5 viser opptak av trål og bilde 6 postsmolt av laks. Foto: Bengt Finstad.

2.4 Undersøkelse av laksunger

Alle spritkonserverte laksunger ble overført til et kar med vann og svart bunn. Fiskene ble senket ned i vannet ved hjelp av pinsetter for å redusere lysreflekser i fiskehuden. Den mørke bunnen øker kontrasten mot underlaget slik at *Gyrodactylus*-individer blir lettere å oppdage på fiskehuden (Mo 1987). Hele laksungens ytre overflate (kropp, finner, hode og gjeller) ble undersøkt under en stereolupe med zoom ved 15-20 gangers forstørrelse. Etter parasittundersøkelsen ble laksungene lengdemålt og aldersbestemt ved hjelp av skjellanalyser.

2.5 Artsbestemmelse av *Gyrodactylus*-individer

Gyrodactylus-individer ble artsbestemt basert på morfologi i henhold til Mo (1991a, b, c).

3 Resultater

3.1 Fangst av fisk med elektrisk fiskebåt

3.1.1 Drammenselva

3.1.1.1 Strekningen Hellefoss - Hokksund

Det ble fisket to transekt mellom Hellefoss kraftverk og Hokksund bru og et transekt rett nedstrøms Hokksund bru langs sørvestsiden av elva. Dette er ca. 18 km oppstrøms utløpet av Drammenselva. Fangstene fra disse tre transektene er slått sammen i framstillingen nedenfor fordi de skiller seg fra de øvrige transektene i Drammenselva med å ha relativt høy vannhastighet. Totalt effektiv fisketid var 35 minutter på disse transektene. Det ble totalt fanget 44 laks i lengdeintervallet 45-170 mm.

Av disse ble et utvalg på 20 laksunger konserverert på sprit og undersøkt for forekomst av *G. salaris*. Alle laksungene var infisert og antallet parasitter på den enkelte fisk varierte fra ca. 50 til mer enn 2500 (**tabell 1**). Antall parasitter ble ikke telt nøyaktig og anslaget er grovere jo flere parasitter det var på den enkelte fisk. Aldersgruppene blant de undersøkte laksungene fra området rundt Hokksund bro overlappet ikke i lengde (0+=46-61 mm, 1+=62-123 mm).

Tabell 1. Forekomst av *Gyrodactylus salaris* på laksunger (*Salmo salar*) i Drammenselva og utenfor elvemunninger i Drammensfjorden.

Lokalitet i elv/fjord	Antall laksunger	Lengde i mm	Antall smittede	Antall <i>G. salaris</i> per laksunge
Drammenselva - ved Hokksund bro	20	46-123	20	50->2500
Drammenselva - Strømsøløpet	17	61-154	9	1->100
Drammensfjorden - nord	27	56-146	11	2->100
Drammensfjorden - nordøst	34	49-161	10	1->500
Drammensfjorden - sørvest	20	69-147	3	25-75

I tillegg til laks ble det fanget 34 ørret (48-320 mm), fem sik (92-105 mm), 49 ørekyt (53-71 mm), én abbor (68 mm), tre hork (108-148 mm), fire vederbuk (82-470 mm), én stam (435 mm) og syv skrubbe (110-255 mm). Det ble også observert en død krøkle under elfisket og flere titall uidentifiserte årsunger av karpefisk.

Det ble totalt fanget 148 fisk fordelt på ni arter i denne delen av Drammenselva, og dette tilsvarer 4,4 fisk per minutt effektiv fisketid. Dette indikerer en relativt høy tetthet av fisk og resultatene viser en klar dominans av laksefisk i denne delen av elva.

3.1.1.2 Strekningen Hokksund - Drammen

Det ble fisket seks transekter på strekningen fra nedstrøms Hokksund sentrum til Drammen sentrum. Denne strekningen er ca. 16 km. Elva er ganske stilleflytende på hele denne strekningen, og vi har valgt å slå sammen fangstene i denne framstillingen. Totalt effektiv fisketid

var 89 minutter på disse transektene. Sammensetningen av fangstene på denne strekningen var svært forskjellig fra strekningen opp- og nedstrøms Hokksund bru. Det ble kun fanget fire laks (60-121 mm) og fangst av laks per minutt båtetelektrofiske var ca. 28 ganger høyere på strekningen opp- og nedstrøms Hokksund bru. Fangsten av ørret var også beskjeden på denne strekningen med kun fire individer fanget (68-340 mm). I tillegg ble det fanget syv sik (85-225 mm), fem ørekyt (35-65 mm), 58 abbor (47-280 mm), 37 hork (41-134 mm), 30 vederbuk (41-450 mm), fem laue (51-90 mm), tre mort (97-119 mm), 29 gjedde (110-365 mm), to skrubbe (180-220 mm) og seks ål (435-625 mm). Det ble i tillegg påvist en gullbust (gulpet opp av gjedde) og mye årsyngel av karpefisk.

Det ble totalt fanget 190 fisk fordelt på 12 arter på denne strekningen og dette tilsvarer 2,1 fisk per minutt effektiv fisketid. Dette indikerer moderate tettheter av fisk og resultatene viser en dominans av abborfisk (abbor og hork), gjedde og vederbuk.

3.1.1.3 Strømsøutløpet

Strømsøutløpet utgjør det sydlige utløpet av Drammenselva til Drammensfjorden. Her ble det fisket to transekter på hver side av elva, og total effektiv fisketid var 23 minutter. Totalt ble det fanget 17 laksunger (0,7 laks per minutt båtetelektrofiske), og observerte tettheter må sies å være overraskende høy. Nær halvparten (åtte laksunger) var ikke smittet med *G. salaris*, mens de resterende ni laksungene hadde få parasitter sammenlignet med jevnaldrende lengre opp i Drammenselva (**tabell 1**). Laksungen (0+) som hadde flest *G. salaris* hadde «bare» ca. 100 individer. Aldersgruppene blant laksunger fra Strømsøutløpet overlappet i lengde (0+=61-90 mm, 1+=66-154 mm, 2+=116 mm). Her ble den eneste 2+ laksungen i denne undersøkelsen fanget, og sammenlignet med andre laksunger, hadde denne laksungen vokst sakte.

I tillegg til laks ble det fanget fem ørret (119-188 mm), én sik (105 mm), 12 abbor (45-72 mm), seks hork (85-100 mm), fire vederbuk (70-154 mm), seks laue (72-85 mm), én mort (58 mm), syv gjedde (175-306 mm), én skrubbe (340 mm), én niøye (105 mm) og fire brisling (ikke lengdemålt).

Totalt ble det fanget 65 fisk fordelt på 12 arter på denne strekningen og det tilsvarer 2,8 fisk per minutt effektiv fisketid. Det indikerer moderate til høye tettheter av fisk i denne delen av elva, og en forklaring kan trolig være at sprengsteinfyllingene gir skjul for fisk (**bilde 7**).

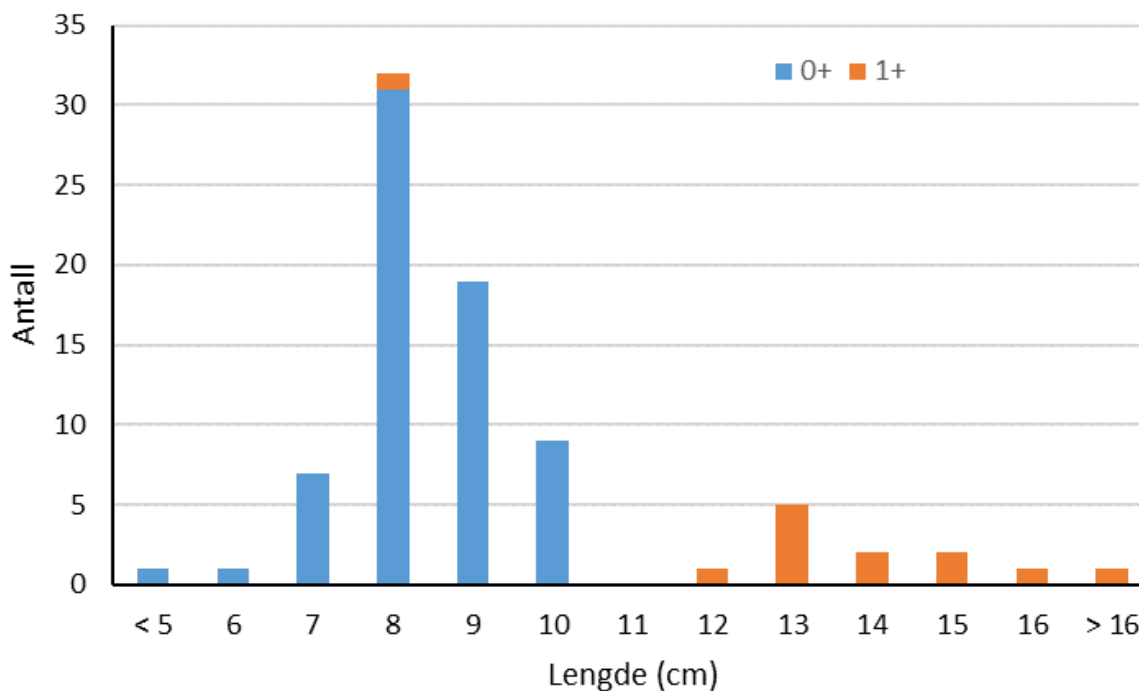


Bilde 7: At denne strandsona i Strømsløpet kan være habitat for laksunger er kanskje ikke det første man tenker på. Foto: Tor Atle Mo.

3.1.2 Drammensfjorden

Det elektriske båtfisket startet som regel nærmest en elvemunning og deretter fisket vi langs land vekk fra elvemunningen. Laksunger ble typisk fanget på lokaliteter med naturlige eller kunstige steinurer og steinfyllinger. Etter hvert som vi flyttet oss lengre fra en elvemunning opplevde vi at ble det lengre mellom laksungene. Ytre grense for utbredelsen av laksunger langs fjorden nordøstre side synes å være i området Lahellholmen-Kustein, ca. 4,5 km og 5 km fra munningen av henholdsvis Lierelva og Drammenselva (**figur 1**). Videre utover mot Svelvik, ble det bare fanget ørret, sik og andre fiskearter. Langs motsatt side av Drammensfjorden, kalt sørvestre side, ble laksunger påvist mye lengre fra elvemunningene. Laksunger ble fanget helt ut til Sagbukta, ca. 12 km fra den sydlige munningen av Drammenselva (**figur 1**).

Totalt ble det fanget 81 laksunger langs Drammensfjordens strender. Av disse var ifølge skjellanalysene 68 årsyngel (0+) og 13 ettåringer (1+). Med unntak av ett individ på 70 mm var det ingen størrelsesmessig overlapp mellom aldersgruppene (**figur 3**). Årsungene hadde en gjennomsnittlig lengde på 79 mm, og det største individet målte 97 mm. Ettåringene hadde en gjennomsnittlig lengde på 135 mm, og det største individet målte 161 mm. Med ett unntak var alle ettåringene lengre enn 100 mm, som er en foreslått grense for individer som trolig vil vandre ut som smolt påfølgende vår (Elson 1957).



Figur 3. Lengde- og aldersfordeling til laksunger fanget under elektrisk båtfiske i Drammensfjorden i september 2017. Aldersgruppene som ble fanget var årsyngel (0+) og ettåringer (1+).

3.1.2.1 Nordlige strender av Drammensfjorden

Det ble fisket tre transekter i strandsona mellom utløpet til Drammenselva og Lierelva. Total effektiv fisketid var på 34 minutter.

Det ble fanget 27 laksunger. *G. salaris* ble påvist på 11 av disse. Bare én laksunge hadde over 100 parasitter (**tabell 1**). De resterende ti laksungene var infisert med 2-40 *G. salaris*-individer. Aldersgruppene blant laksunger fra Drammensfjordens nordlige side overlappet ikke i lengde (0+=56-97 mm, 1+=124-146 mm).

I tillegg til laks ble det fanget 13 ørret, 20 sik, tre gjedde, 12 abbor, seks hork, to laue, to vederbuk, én skrubbe og tre ål.

Totalt ble det fanget 89 fisk fordelt på ti arter. Dette tilsvarer 2,6 fisk per minutt effektiv fisketid og indikerer moderate til høye tettheter av fisk. Det er noe overraskende at laks var dominerende fiskeart i dette habitatet (**bilde 8**).



Bilde 8: Elektrisk båtfiske mellom utløpet til Drammenselva og Lierelva. Foto: Jon Museth.

3.1.2.2 Nordøstlige strender av Drammensfjorden

Det ble fisket syv transekter langs Drammensfjorden nordøstlige strender fra utløpet av Lierelva og utover i fjorden. Samlet effektiv fisketid var 69 minutter. Ledningsevnen varierte fra 525 – 1400 $\mu\text{s}/\text{cm}$ og økte gradvis fra utløpet av Lierelva og utover i fjorden. Den høye ledningsevnen var tidvis en utfordring for å gjennomføre et effektivt fiske, og det var nødvendig å redusere spenningen og hvor stor del av anodene som var neddykket i vann. Konsekvensen av disse justeringene var redusert rekkevidde (dvs. kun fisk i umiddelbar nærhet til anodene ble svimeslått) og fangbarheten under det elektriske fisket var lav. Vi vurderer allikevel at sammensetningen av fangstene var rimelig representative for de grunne områdene tett inn mot strandsona.

Det ble til sammen fanget 34 laksunger. *G. salaris* ble påvist på ti av laksungene (**tabell 1**). De fleste hadde færre enn 100 parasitter. Laksungen (137 mm) med flest *G. salaris* (>500) ble fanget i nærheten av Lierelvas utløp. Flere av laksungene som var smittet med noen ti-talls *G. salaris*, hadde hvitaktige områder med fortykket ytre hud på finner og kropp, og enkelte finner kunne mangle noe vev ytterst mellom finnestrålene. Dette kan indikere at laksungene nylig hadde vært smittet med et større antall *G. salaris*. Aldersgruppene blant laksunger fra Drammensfjordens nordøstlige side overlappet ikke i lengde (0+=49-96 mm, 1+=117-161 mm). Flertallet (30 av 34) av laksungene fanget langs denne siden av Drammensfjorden var årsunger (0+).

I tillegg til laks ble det fanget 24 ørret, syv sik, 22 abbor, 69 hork, to vederbuk, én laue, fem skrubbe, tre ål og én brisling. Fangstene indikerer at laksefisk (laks, ørret og sik) var dominerende fiskearter i strandsona i denne delen Drammensfjorden.

Totalt ble det fanget 168 fisk fordelt på ti arter i denne delen av Drammensfjorden. Det ble fanget 2,4 fisk per minutt effektivt fiske og dette indikerer moderate tettheter av fisk.

3.1.2.3 Sydvestlige strender av Drammensfjorden

Det ble fisket åtte transekter fra utløpet av Drammenselva og ut mot Svelvik. Total effektiv fisketid var 81 minutter. Ledningsevnen ble målt opp til 1688 $\mu\text{s}/\text{cm}$, og som for transektene på andre siden av fjorden, var det nødvendig å fiske med redusert spenning.

Det ble fanget totalt fanget 20 laksunger. Tre av laksungene var smittet med henholdsvis ca. 25, 50 og 75 *G. salaris* (**tabell 1**). Aldersgruppene blant laksunger fra Drammensfjordens sydvestlige side overlappet i lengde (årsunger 69-96 mm, ettåringer 70-147 mm), men det var bare én ettårs laksunge (70 mm) som utgjorde unntaket.

I tillegg til laks ble det fanget 16 ørret, syv sik, 12 abbor, fire hork, tre gjedde, én vederbuk, to laue, ni skrubbe, ni ål, én trepigget stingsild, én brisling og én slettvar.

Totalt ble det fanget 86 individer fordelt på 13 arter. Det ble fanget 1,1 art per minutt effektiv fisketid og det var betydelig lavere enn på andre siden av fjorden. Også her indikerer det elektriske båtfisket at laksefisk dominerer i antall i strandsona i denne delen av Drammensfjorden.

3.1.3 Sandeelva

Det ble gjennomført et fiske i de nedre deler av Sandeelva. Total effektiv fisketid var 34 minutter. Transektet som ble fisket, var svært stilleflytende og bunnen bestod hovedsakelig av fint materiale (leire). Det ble ikke fanget laks under dette fisket, men seks ørret (125-180 mm), én laue (130 mm), én trepigget stingsild (60 mm), én ål (740 mm), to kutling (62-72 mm) og to skrubbe (75-315 mm). Det ble totalt fanget 13 fisk fordelt på seks arter. Dette tilsvarer 0,4 fisk per minutt effektiv fisketid og indikerer lave tettheter av fisk.

3.2 Fangst av fisk med trål

Det ble ikke fanget laksunger med trål i Drammensfjorden eller i Sandebukta.

I 18 tråltrekk i Drammensfjorden (**figur 2**) ble totalt fanget åtte sjørørret (200-250 mm). Ingen av sjørørretene var smittet med *G. salaris*.

I to tråltrekk utenfor munningen av Drammensfjorden ved Svelvik, ble det bare fanget marine fiskearter. I tråltrekket inn Sandebukta ble det fanget én brisling, og i tråltrekket fra Rødtangen og nordover mot Svelvik ble det fanget ti brisling, ni taggmakrell og to hvitting.

4 Diskusjon

4.1 Strandnær forekomst av laksunger i Drammensfjorden

Laksunger ble påvist langs strendene på begge sider av Drammensfjorden inntil 12 km fra elvemunningen av Drammenselva. Bare ni av 17 laksunger som ble fanget i utløpet av Drammenselva og 24 av 81 laksunger som ble fanget langs strendene i Drammensfjorden var smittet med *G. salaris*. Antallet parasitter på disse laksungene var betydelig lavere enn parasittantallet på jevnaldrende laksunger fanget i Drammenselva i nærheten av Hokksund, ca. 18 km fra elvemunningen.

Flere av laksungene fra elvemunningen og utover Drammensfjorden som bare hadde noen titalls *G. salaris*, bar preg av at de tidligere hadde vært smittet med langt flere parasitter. Dette kan indikere at disse laksungene hadde vært infisert med et stort antall *G. salaris* da de vandret ut fra Drammenselva eller Lierelva og at parasittantallet senere hadde blitt redusert. Årsaken til at laksunger langs strendene er infisert med lave antall *G. salaris* er ukjent, men det er mest nærliggende å anta at det har sammenheng med brakkvannets salinitet. Under feltarbeidet ble det målt lave saliniteter (<2 ‰) i det øverste vannlaget i Drammensfjorden og trolig hadde saltholdigheten vært like lav i mange uker på grunn av høy vannføring i Drammenselva. Basert på kunnskap om saltholdighetstoleransen til *G. salaris* er det forventet at parasitten overlever og reproducerer som normalt ved saltholdigheter under fem promille (Soleng & Bakke 1997). Denne kunnskapen er imidlertid basert på laboratorieforsøk av forholdsvis kort varighet og kanskje er parasittens saltholdighetstoleranse lavere enn antatt ved lengre eksponeringstid under naturlige forhold. En annen mulighet er at laksungene periodevis oppholder seg i brakkvann med høyere saltholdigheter enn det som ble målt.

Lengde-ved-alder hos laksunger langs strendene i Drammensfjorden var høyere enn hva som er normalt hos laksunger i andre norske laksevassdrag som Enningdalselva (Saltveit 2002), Skiensvassdraget (Hvidsten 2010), Mandalselva (Ugedal mfl. 2006), Suldalslågen (Sægrov & Urdal 2008), Eidfjordvassdraget (Nøst mfl. 2000), Driva (Solem mfl. 2017), Eira (Bremset mfl. 2017), Surna (Ugedal mfl. 2016), Orkla (Hvidsten mfl. 2004), Gaula (Solem mfl. 2018), Namsen (Bremset mfl. 2012) og Tanaelva (Bremset mfl. 2015). Det ble ikke fanget laksunger eldre enn ett år langs strendene i Drammensfjorden. På grunn av den uvanlig raske veksten når trolig enkelte laksunger aktuell smoltstørrelse allerede i sitt første leveår, slik at en viss andel av laksungene i Drammensfjorden vandrer ut som ettårs smolt. Basert på det innsamlete materialet synes ingen laksunger å være eldre enn to år ved smoltifisering.

Laksunger som ble fanget i det sydlige løpet til Drammenselva (Strømsølpøpet) og langs strendene i Drammensfjorden, var gjennomgående større og i bedre hold enn tilsvarende årsklasser i Drammenselva ved Hokksund. Mens medianlengden på årsyngel og ettåringer som ble fanget i Drammenselva nedstrøms Hellefossen var henholdsvis 53 og 101 mm, var medianlengden på laksunger fanget i Drammensfjorden 78 mm hos årsyngel og 133 mm hos ettåringer. Laksunger fanget i Strømsølpøpet hadde intermediære verdier på henholdsvis 72 og 104 mm. En sannsynlig årsak til forskjellene i vekst i de tre områdene er de til dels betydelige forskjellene i parasittbelastning som ble funnet i de ulike delene av undersøkelsesområdet. I tillegg kan vekstforskjellene trolig tilskrives bedre næringsforhold og bedre oppvekstforhold i områder med brakt vann (Klemetsen mfl. 2003, Thorstad mfl. 2012).

Det er kjent at laks kan ta i bruk estuarier og fjordsystemer som oppvekstområder før utvandring som smolt (Thorstad mfl. 2012). Nedstrøms forflytning av laksunger i løpet av høsten er dokumentert både i Nord-Amerika og Europa (Youngson mfl. 1983, Cunjak mfl. 1989, Riley mfl. 2002, Pinder mfl. 2007). Dette fenomenet er omtalt som høstutvandring av smolt (Thorstad mfl. 2012). I Canada er estuarieopphold hos laksunger blant annet dokumentert i Hudson Bay (Morin 1991), i Newfoundland (Hutchings 1986, Cunjak mfl. 1989), i St. Lawrence-bukta (Randall & Power 1979) og i Bay of Fundy (Amiro 1998). I River Frome i England er det dokumentert at en betydelig andel av ungfiskbestanden vandrer ut om høsten med hovedtyngde i oktober-november (Pinder mfl. 2007). I antall utgjør denne høstutvandringen om lag 20-25 % av den totale utvandringen av laks fra vassdraget (Pinder mfl. 2007, Riley mfl. 2008). Tilsvarende er det funnet utvandring av laksunger fra Girnock Burn i Skottland både om høsten og våren (Youngson mfl. 1983).

Ut fra tidligere studier synes utvandring å kunne skje i ulike deler av ungfiskstadiet. Utvandring kan skje allerede som årsyngel etter et kort ferskvannsopphold som i River Frome (Pinder mfl. 2007), eller som eldre laksunger etter et lengre ferskvannsopphold som i Western Arm Brook på Newfoundland (Cunjak mfl. 1989). Det er også funnet variasjoner med hensyn til habitatbruk, oppholdstid og forflytninger i estuariene (Weitkamp mfl. 2014). Generelt sett syntes laksunger som oppholdt seg i munningsområdet til Western Arm Brook å være lite mobile i likhet med elvelevende laksunger, mens laksunger lengre ute i fjordsystemet var langt mer mobile med forflytninger langs strandkanten (Cunjak 1992).

Det er usikkert hvilket omfang utvandring av laksunger til estuarier har i norske farvann, siden dette fenomenet har vært viet liten oppmerksomhet i fiskebiologiske undersøkelser. Imidlertid er det påvist høstvandring hos presmolt av laks både i Imsa i Rogaland (Jonsson et al. 2017) og Halselva i Finnmark (Jensen mfl. 2005). Imidlertid er antallet lavt sammenlignet med smoltutvandringen om våren (Ugedal mfl. 2014). I Halselva er det hovedsakelig kjønnsmodne hanner som vandrer ut, og bare et fåtall individer har blitt gjenfanget som voksenfisk (Jensen mfl. 2005). I enkelte norske vassdrag utgjør områder som er påvirket av tidevann store arealer, men det er likevel gjennomført svært få ungfiskundersøkelser i slike områder, slik at betydningen som oppvekstområde for ungfisk og smoltproduksjon er lite kjent (Ugedal mfl. 2014). Estuarine områder kan potensielt være viktige oppvekstområder for ungfisk av sjøvandrende laksefisk, og relativ betydning av disse områdene for fiskeproduksjon burde derfor ha vært bedre undersøkt.

Alle laksungene som ble fanget under elektrisk båtfiske i Drammensfjorden hadde parrignende drakt med tydelige parrmerker, og laksungene manglet vanlige smoltkarakterer som sølvblank drakt, svart overside og hvit underside. Flesteparten var betydelig mindre enn det som er normal størrelse for laksesmolt i Norge (10-15 cm). Det er derfor grunn til å anta at dette var ungfisk som ikke hadde smoltifisert ennå. Det er usikkert hva som årsaken til at til dels små laksunger oppholder seg i fjordsystemet. Etter vår vurdering er det tre mulige forklaringer på dette, som hver for seg eller i kombinasjon forklarer den betydelige forekomsten av laksunger i Drammensfjorden:

- 1) Det foregår en sesongmessig næringsvandring eller annen tidsavgrenset vandring av ungfisk fra elvene og ut i fjordsystemet.
- 2) Det foregår en utvandring av ungfisk fra elvene til fjordsystemet i forkant av smoltifisering og utvandring til oppvekstområdene i havet.
- 3) Utvandring av til dels små laksunger er en respons på infeksjonspresset fra *Gyrodactylus salaris* i Drammenselva og Lierelva.

I og med at undersøkelsene er gjennomført innenfor et begrenset tidsrom, er det vanskelig å vurdere om oppholdet til laksungene i Drammensfjorden er tidsavgrenset (forklaring 1) eller mer langvarig (forklaring 2 og forklaring 3). For å få et bedre inntrykk av om det er et permanent smittereservoar i Drammensfjorden, er det derfor nødvendig med mer omfattende kartlegging av forekomst av laksunger og infeksjonsgrad. En aktuell mulighet er å gjennomføre nye undersøkelser i løpet av vinterhalvåret. Vi foreslår derfor at det gjennomføres elektrisk båtfiske i Drammensfjorden innværende år så snart det blir isfritt, etter en lignende innretning og omfang som i september 2017.

4.2 Pelagisk forekomst av laksunger i Drammensfjorden

FISH-LIFT-systemet er effektiv metode for å fange laksefisk i den marine fasen, og dette systemet brukes i den nasjonale overvåkingen av lakselus ved fangst av postsmolt av laks for analyser med hensyn på lakselusepåslag (Nielsen mfl. 2017). Dette er en velegnet metode for fangst av laksunger som oppholder seg nær overflaten i de frie vannmasser (pelagialen). Det ble ikke fanget laks i løpet av de ni dagene det ble trålt i Drammensfjorden. Fangst av åtte sjøørret viser at trålen fungerte etter hensikten.

Manglende fangst av laksunger eller postsmolt med trål i september, kan skyldes at små laks ikke oppholder seg pelagisk i Drammensfjorden på denne tiden av året. Merket utvandrende laksesmolt fra Drammenselva og Lierelva, passerer gjennom Drammensfjorden i løpet av kort tid (Guttorm Christensen, pers. medd.), og vi kjenner ikke til at det er gjort funn som kan indikere at laksesmolt blir værende pelagisk i Drammensfjorden for beiting og videre vekst gjennom sommeren og høsten slik funn av sjøørret indikerer.

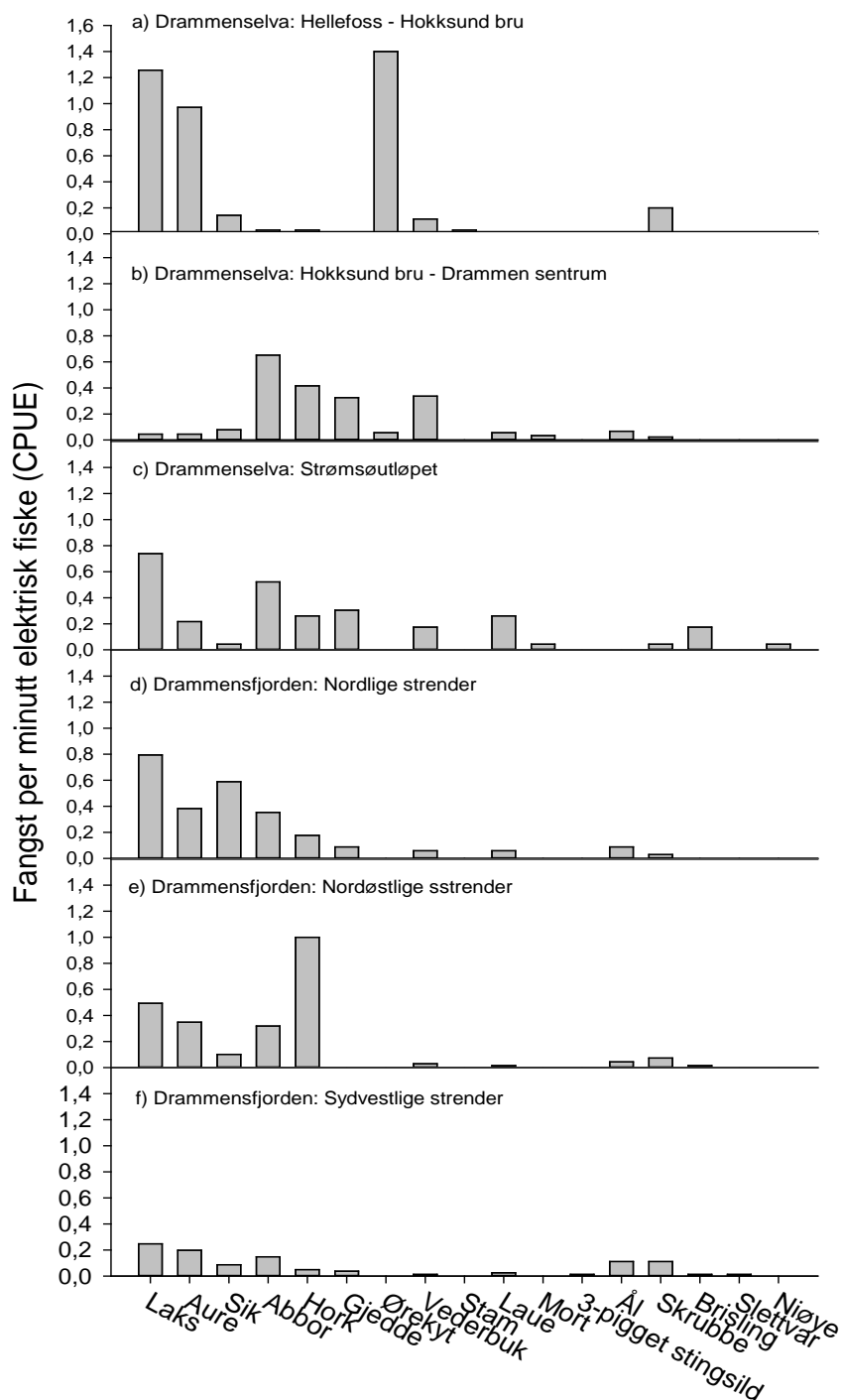
En eventuell kjemisk behandling av elvene i Drammensregionen for å utrydde *G. salaris*, vil trolig bli gjennomført i perioden august-september. Manglende trålfangst av laksunger eller postsmolt av laks i september gir grunnlag for å anta at *G. salaris* ikke vil ha et refugium på laksunger i pelagialen i Drammensfjorden under et slikt utryddelsestiltak.

4.3 Forekomst av andre fiskearter i Drammenselva og i Drammensfjorden

I Drammenselva ble det fanget 403 fisk fordelt på 15 fiskearter under det elektriske båtfisket, og sammensetningen av fiskesamfunnet varierte mye mellom de ulike områdene (**figur 4**). De ulike fiskeartenes habitatbruk i elver som Drammenselva varierer trolig mye gjennom året. Ut i fra erfaringer fra andre artsrike elver på Østlandet var sammensetningen av fangstene i Drammenselva trolig preget av at fisket ble gjennomført på høsten. Dette ga seg utslag i at større individer av mange av artene trolig hadde forflyttet seg til dypere partier av elva. Det var blant annet påfallende at det ble fanget få store og voksne individer av karpfisk, abbor, sik og gjedde. I tillegg til fangsten ble det observert ytterligere to arter: en død krøkle og en gullbust som ble gulpet opp av en gjedde.

Den høye ledningsevnen i Drammensfjorden ga noen utfordringer for gjennomføringen av det elektriske fisket, og forholdene var nok helt i grenseland med hensyn til hva pulsatoren i elektriske fiskebåten tålte. Ved å skru ned spenningen og redusere overflaten til anodene som

var i kontakt med vann, var det mulig å gjennomføre et elfiske på alle transekter innenfor Svelvik. På grunn av høy ledningsevne var det ikke mulig å gjennomføre elektrisk fiske utenfor Svelvik og i munningsområdet til Sandeelva. Til tross for at rekkevidden og fangbarheten ved det elektriske båtfiske var lav ble det totalt fanget 343 fisk fordelt på 13 arter i Drammensfjorden (figur 4). Det ble i tillegg observert en brugde i fjorden utenfor Svelvik.



Figur 4. Antall individer av ulike fiskearter per minutt elektrisk båtfiske på ulike strekninger i Drammenselva og Drammensfjorden.

5 Referanser

- Amiro, P.G. 1998. The mystery of the missing inner Bay of Fundy salmon. *Atlantic Salmon Journal* 47: 50-53.
- Anonym 2014. Handlingsplan mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* for perioden 2014-2016. Miljødirektoratet og Mattilsynet.
- Bremset, G., Berg, M., Berger, H.M., Dokk, J.G. & Museth, J. 2012. Ungfiskundersøkelser i Namsen. Forsøk med bruk av elektrisk fiskebåt. NINA Rapport 870. Norsk institutt for naturforskning.
- Bremset, G., Foldvik, A. & Dokk, J.G. 2015. Elektrisk båtfiske i Tanaelva. Kartlegging av fiskesamfunn i september 2014. NINA Rapport 1162 elektrisk fiskebåt. NINA Rapport 870. Norsk institutt for naturforskning.
- Bremset, G., Jensen, A.J., Jensås, J.G., Berg, M. & Havn, T.B. 2017. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Årsrapport for 2016. NINA Rapport 1294. Norsk institutt for naturforskning.
- Cunjak, R.A. 1992. Comparative feeding, growth and movements of Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr from riverine and estuarine environments. *Ecology of Freshwater Fishes* 1: 26-34.
- Cunjak, R.A., Chadwick, E.M.P. & Shears, M. 1989. Downstream movements and estuarine residence by Atlantic salmon parr (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 46: 1466-1471.
- Elson, P.F. 1957. The importance of size in the change from parr to smolt in Atlantic salmon. *Canadian Fish Culturist* 21, 1-6.
- Hesthagen, T., Sandlund, O.T., Lo, H., Florø-Larsen, B. & Wist, A.N. 2017. Utredning av bevaringstiltak for fisk i Drammensregionen. VI Rapport 16-2017 / NINA Kortrapport 57. Veterinærinstituttet og Norsk institutt for naturforskning.
- Holst, J.C. & McDonald, A. 2000. FISH-LIFT: a device for sampling live fish with trawls. *Fisheries Research* 48: 87-91.
- Hutchings, J.A. 1986. Lakeward migrations by juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 46: 1466-1471.
- Hvidsten, N.A. 2010. Smolt- og ungfiskundersøkelser i Skiensvassdraget, smoltutvandring i Skotfoss og ungfisk i Bøelva, Heddøla, Tinnåa og Bliva. NINA Rapport 556. Norsk institutt for naturforskning.
- 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 1979-2002. NINA Fagrapport 79. Norsk institutt for naturforskning.
- Jensen, A.J., Finstad, B., Forseth, T. & Rikardsen, A. 2005. Sjørret, sjørøye og klima. S. 55-61 i *Kystøkologi: Økosystemprosesser og menneskelig aktivitet* (Svenning, M.-A. & Jonsson, B., red.). NINAs strategiske instituttprogrammer 2001-2005. NINA Temahefte 31. Norsk institutt for naturforskning.
- Jonsson, B., Jonsson, M. & Jonsson, N. 2017. Influences of migration phenology on survival are size-dependent in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Zoology* 95: 581-587.
- Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M.F. og 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.

- Mo, T.A. 1987. Undersøkelser av fisk for å påvise ektoparasitter i slekten *Gyrodactylus*. Gyrodactylusundersøkelsene ved Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo. 20 s.
- Mo, T.A. 1991a. Seasonal variations of opisthaptor hard parts of *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 (Monogenea: Gyrodactylidae) on parr of Atlantic salmon *Salmo salar* L. in the River Batnfjordselva, Norway. Systematic Parasitology 19: 231-240.
- Mo, T.A. 1991b. Variations of opisthaptor hard parts of *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 (Monogenea: Gyrodactylidae) on parr of Atlantic salmon *Salmo salar* L. in laboratory experiments. Systematic Parasitology 20: 11-19.
- Mo, T.A. 1991c. Variations of opisthaptor hard parts of *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 (Monogenea: Gyrodactylidae) on rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) in a fish farm, with comments on the spreading of the parasite in south-eastern Norway. Systematic Parasitology 20: 1-9.
- Morin, R. 1991. Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the lower Nastapoka River, Quebec: distribution and origins of salmon in eastern Hudson Bay. Canadian Journal of Zoology 69: 1674-1681.
- Museth, J., Johnsen, S.I., Kraabøl, M., Dokk, J.G & Skurdal, J. 2013. Overvåking av store vassdrag etter vannforskriften. Vann 2013: 205-216.
- Nilsen, R., Bjørn, P.A., Serra Llinares, R.M., Asplin, L., Sandvik, A.D., Johnsen, I.A., Karlsen, Ø., Finstad, B., Berg, M., Uglem, I., Barlaup, B., Vollset, K. W. & Lehmann, G.B. 2016. Sluttrapport til Mattilsynet. Lakselusinfeksjonen på vill laksefisk langs norskekysten i 2015 En fullskala test av modellbasert varslings og tilstandsbekreftelse. Rapport fra Havforskningsinstituttet nr. 2-2016: 55 s + vedlegg. ISSN 1893-4536 (online).
- Nøst, T., Sægrov, H., Hellen, B.A., Jensen, A.J. & Urdal, K. 2000. Fiskebiologiske undersøkelser i Eidfjordvassdraget, Hordaland fylke 1999. NINA Oppdragsmelding 645. Norsk institutt for naturforskning.
- Pinder, A.C., Riley, W.D., Ibbotson, A.T. & Beaumont, W.R.C. 2007. Evidence for an autumn downstream migration and the subsequent estuarine residence of 0+ juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in England. Journal of Fish Biology 71: 260-264.
- Power, G., Power, M.V, Dumas, R. & Gordaon, A. 1987. Marine migrations of Atlantic salmon from rivers in Ungava Bay, Quebec. American Fisheries Society Symposium 1. 364-376.
- Randall, R.G. & Power, G. 1979. Atlantic salmon (*Salmo salar*) of the Pigou and Bouleau Rivers, Quebec. Environmental Biology of Fishes 4: 179-184.
- Riley, W.D. 2007. Seasonal downstream movements of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L., with evidence of solitary migration of smolts. Aquaculture 273: 194-199.
- Riley, W.D., Eagle, M.O. & Ives, S.J. 2002. The onset of downstream movement of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in a chalk stream. Fisheries Management and Ecology 9: 87-94.
- Riley, W.D., Ibbotson, A.T., Lower, N., Cook, A.C., Moore, A., Mizuno, S., Pinder, A.C., Beaumont, W.R.C. & Privitera, L. 2008. Physiological seawater adaptation in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) autumn migrants. Freshwater Biology 53: 747-755.
- Saltveit, S.J. 2002. Tetthet, vekst og naturlig rekruttering hos laks i Enningdalselva, Østfold. LFI-rapport nr. 214. Laboratorium for Ferskvannøkologi Innlandsfiske i Oslo.
- Solem, Ø., Bremset, G., Aronsen, T., Kraabøl, M., Olstad, K. & Aalbu, F. 2017. Fiskeundersøkelser i Drivavassdraget. Sammenstilling av resultater fra perioden 1977-2015. NINA Rapport 1237. Norsk institutt for naturforskning.
- Solem, Ø., Bergan, M.A., Bremset, G., Jensås, J.G., Borgos, T., Nielsen, L.E. & Rognes, T. 2018. Ungfiskundersøkelser i Gaulavassdraget, Årsrapport 2017. NINA Rapport 1414. Norsk institutt for naturforskning.

- Soleng, A. & Bakke, T.A. 1997. Salinity tolerance of *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea): laboratory studies. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 54: 1837-1845.
- Sægrov, H. & Urdal, K. 2008. Ungfiskundersøkingar i Suldalslågen i oktober 2007 og februar 2008. Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 1090. 63 s.
- Thorstad, E.B., Whoriskey, F., Uglem, I. Moore, A., Rikardsen, A. & Finstd, B. 2012. A critical life stage of the Atlantic salmon *Salmo salar*: behaviour and survival during the smolt and initial post-smolt migration. Journal of Fish Biology 81: 500-542.
- 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. Norsk institutt for naturforskning.
- Ugedal, O., Kroglund, F., Barlaup, B. & Lamberg, A. 2014. Smolt - en kunnskapsoppsummering. Miljødirektoratet, Rapport M136-2014. 128 s.
- Ugedal, O., Bremset, G., Forseth, T., Kvingedal, E., Fjeldstad, H.-P. & Sundt, H. 2016. Ekstra aggregat i Trollheim kraftverk. Konsekvensvurdering for fisk på lakseførende strekning av Surna. NINA Rapport 1099. Norsk institutt for naturforskning.
- Youngson, A.F., Buck, R.J.G., Simpson, T.H. & Hay, D.W. 1983. The autumn and spring emigrations of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L., from the Girnock Burn, Aberdeenshire, Scotland: environmental release of migration. Journal of Fish Biology 23: 625-639.
- Weitkamp, L.A., Goulette, G., Hawkes, J., O'Malley, M. & Lipsky, C. 2014. Juvenile salmon in estuaries: comparisons between North American Atlantic and Pacific salmon populations. Reviews in Fish Biology and Fisheries 24: 713-736.

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er ein uavhengig stiftelse som forskar på natur og samspelet natur–samfunn.

NINA vart etablert i 1988. Hovudkontoret er i Trondheim, med avdelingskontor i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driv NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskingsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.

NINA driv både med forskning og utgreiing, miljøovervaking, rådgjeving og evaluering. Instituttet har stor breidde i kompetanse og erfaring, med både naturvitarar og samfunnsvitarar i staben. Vi har kunnskap om artane, naturtypene, menneska sin bruk av naturen og korleis dei store drivkreftene i naturen verkar.

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-3187-7

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovudkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger