

# Utprøving av tiltak for å få nedvandrende ål levende forbi kraftverk. Årsrapport 2010, Storelva i Holt i Aust-Agder



# RAPPORT

**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internett: [www.niva.no](http://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 Uprøving av tiltak for å få nedvandrende ål levende forbi kraftverk. Årsrapport 2010, Storelva i Holt i Aust-Agder.	Løpenr. (for bestilling) 6331-2012	Dato Feb. 2012
	Prosjektnr. Undernr. O-10413	Sider Pris 24
Forfatter(e) Frode Kroglund Jim Güttrup (Tvedestrand kommune) Peder Vaaje Hegland (Holt landbruksskole) Espen Lund Eirik Fjeld Merete Grung Tormod Haraldstad	Fagområde Fiskeøkologi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Direktoratet for naturforvaltning (DN)	Oppdragsreferanse 2010/13249 ART-FF-DG
--	---

## Sammendrag

Kunnskapen om ålens økologi og trusler er mangelfull i Norge. En av mange trusler er å passere kraftverksturbiner. Årlig dør store mengder ål i kraftverksturbiner. For å se på mulige tiltak for å motvirke dette ble det igangsatt et tiltaksrettet forskningsprogram i Storelva i Holt i 2010. Et av målene her var å etablere et sideløp som ålen kunne benytte som alternativ til å passere turbinen. Tiltaket resulterte i at nesten 80 % av nedvandrende ålen ble ledet trygt forbi kraftverket og over til minstevannføringsløpet. Dette tiltaket er gjennomførbart også ved andre kraftverk. Tiltaket må imidlertid optimaliseres. Undersøkelser av miljøgifter i ål påviste høye konsentrasjoner av DDT og PAH. Vi vet ikke om disse nivåene er normale for Norge, eller om Storelva har en ukjent kilde til miljøgifter. Ålen i Storelva er infisert med svømmeblæreparasitt.


Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Ål	1. Eel
2. Kraftverk	2. Power plant
3. Miljøgifter	3. Contaminants
4. Svømmeblæreparasitt ( <i>Anguillicoloides crassus</i> )	4. <i>Anguillicoloides crassus</i>



Frode Kroglund  
Prosjektleder



Øyvind Kaste  
Forskningsleder



Brit Lisa Skjelkvåle Monsen  
Forskningsdirektør

**Utprøving av tiltak for å få nedvandrende ål levende  
forbi kraftverk**

**Årsrapport 2010, Storelva i Holt**

---

## Forord

Forekomsten av ål er avtagende i Europa. Det er mange årsaker til dette. En av årsakene er at ål under nedvandring dør ved passering av kraftverksturbiner. Ved Fosstveit i Storelva i Holt, Aust-Agder ble det bygd et kraftverk i 2008. det viste seg at dette kraftverket medførte at ål ble drept og skadet under nedvandring i 2008 og 2009. Våre undersøkelser startet i 2010.

Det foreligger mye kunnskap internasjonalt om hvordan anadrom fisk kan ledes forbi kraftverk. Det er lite kunnskap om hvordan ål skal ledes. Vi igangsatte derfor et tiltak for å lede ål utenom turbin i 2010.

Direktoratet for naturforvaltning ved rådgiver Dagfinn Gausen har bidratt med støtte til vår forskningsaktivitet på ål og tiltak.

Grimstad, februar 2012

*Frode Kroglund*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>6</b>
<b>Summary</b>	<b>7</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>8</b>
<b>2. Områdebeskrivelse og metode</b>	<b>9</b>
2.1 Fosstveit kraftverk	9
2.2 Ålekiste i Sagdalsbekken, Niksjå	11
2.3 Størrelse på ålen	12
2.4 Miljøgifter	12
2.5 PAH-metabolitter	12
2.6 Svømmeblæreparasitter ( <i>Anguillicoloides crassus</i> )	13
2.7 Usikkerheter	13
<b>3. Resultater</b>	<b>14</b>
3.1 Død ål i 2008 og 2009	14
3.2 Ålefangst - Fosstveit kraftverk	15
3.3 Ålefangst – Sagedalsbekken ved Niksjå	16
3.4 Størrelse på ål	18
3.5 Svømmeblæreparasitter ( <i>Anguillicoloides crassus</i> )	19
3.6 Miljøgifter	19
3.7 PAH-metabolitter	20
<b>4. Omsetning av ål, Skagerakfisk</b>	<b>21</b>
<b>5. Diskusjon</b>	<b>22</b>
<b>6. Referanser</b>	<b>24</b>

---



## Sammendrag

Høsten 2006 ble bygging av et nytt kraftverk påbegynt ved Fosstveit i Storelva i Holt, Aust-Agder. Produksjon startet 24. august 2008. Samme høst ble det observert mye (>100) død blankål nedstrøms kraftverket. Dette gjentok seg høsten 2009. Det døde også et mer beskjedent antall blankål i kraftverket våren 2009 og 2010 (mai-vandring).

Høsten 2010 utprøvde vi ulike tiltak hvor målet var å lede ålen inn i et sideløp eller utenom kraftverkets turbin. Dette lyktes vi med. Tiltaket fungerte i den forstand at 77 % av ålen vi håndterte benyttet sideløpet. Man vet at turbiner er mer skadelig for ål enn for smolt. Det benyttes som en tommelfinger-regel at dødelighet hos ål kan være 5x høyere enn for smolt. Når dødeligheten hos smolt var på 12 % kan den være i området 60 % for ål. Hvis så var tilfellet, utvandret likevel > 50 % av ålen gjennom sideløpet. Tiltaket fungerte, men kan klart optimaliseres.

Det ble samtidig igangsatt en overvåking av ål innenfor vassdraget. Foruten fangst og telling inkluderte denne analysen av miljøgifter og svømmeblæreparasitt.

I Sagedalsbekken ved Niksjå er det fanget og talt opp ålefangster siden 1994. Det har ikke vært noen klar nedgang i fangst her. Tilsvarende undersøkelser kan igangsettes andre plasser og samlet bidra til en overvåking av bestandsutvikling.

Ål i Storelva er infisert av svømmeblæreparasitten (*Anguillicoloides crassus*). Vi må anta at denne parasitten påvirker ål negativt ved å påvirke funksjonen til svømmeblæra. Forekomst av denne parasitten bør undersøkes i flere vassdrag for å avklare om vi har infeksjonsfri ål igjen i Norge og hvor disse er.

Ål i Storelva inneholder mye miljøgifter. Konsentrasjonen av DDT-forbindelser var klart forhøyet, og tyder på en lokal påvirkning. Det samme gjelder for klorerte parafiner. Analysene av galle tyder på en moderat eksponering for PAH i løpet av den siste tiden før ålen ble prøvetatt. Det foreligger ikke tilsvarende undersøker av ål fra ferskvann i Norge. Vi vet ikke hvor kilden til miljøgiftene er, ei heller om de er langtransporterte eller rent lokale. Tilsvarende undersøkelser bør gjennomføres flere steder for å etablere data på bakgrunnsnivåer. Kostholdsråd bør vurderes selv om det er omsetningsforbud for ål.

Innenfor EU anbefales ål benyttet som miljøgiftindikator ettersom arten akkumulerer høye konsentrasjoner av de ulike stoffene. Høye miljøgiftkonsentrasjoner i ål fra Storelva kan medføre at færre ål når gyteområdene. Miljøgifter frigjøres fra fettvev under vandring til gyteområdet. Dette kan påvirke energiomsetning og gonadeutvikling.

## Summary

Title: Testing of a bypass allowing silver eel to pass a power plant alive. Pilot studies done in River Storelva, Aust-Agder, Norway in 2010.

Year: 2012

Author: Kroglund, F., Güttrup, J., Hegland, P.V., Lund, E., Fjeld, E., Grung, M. and Haraldstad, T.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6066-3

A hydropower plant was built in River Storelva, Aust-Agder, Norway in 2008. The same fall, dead eel were collected downstream of the power plant. The following year, a few dead eel were collected in May while larger amounts were found dead during the summer and fall.

In 2010 we established a bypass for eel using a spill gate used for cleaning the forebay. The bypass was located next to the trash rack and at a depth of 6 m. By lifting this gate 10 or 14.5 cm, 180 or 260 l/s water passed through this bypass. The bypass was thus fed 1.1 or 1.6 % of the maximum turbine discharge (16 m<sup>3</sup>/s). Of the total number of eel we handled in September, 77 % used this bypass. The remaining number of eels were recovered as turbine killed eel. We do not know how many eel escaped the turbine alive. Assuming 40 % are killed by the turbine, >50 % used this bypass. Being a pilot attempt, it is possible to improve on this bypass to increase the number of survivors.

Eel have been caught for consumption at the site of Niksjå for centuries. The number of eel caught has been recoded yearly since 1994. There hasn't been any clear trend in catches here the last 15 years.

Eel in Storelva is infested with the swim bladder parasite *Anguillicoloides crassus*.

Eel in Storelva contains several contaminants. The concentration of DDT in flesh was clearly elevated suggesting a local source. The concentration of PAH in the gall-bladder was also elevated, also suggesting local sources. We are not aware of similar measurements of contaminants from eel in freshwater in Norway.

# 1. Innledning

Det opplyses lokalt at det var en betydelig fangst av ål i Storelva i Holt i tidligere tider. Det har vært et omfattende kommersielt fiske etter ål i området (elv og fjord). Omsetningen var > 2 tonn årlig før fangstforbud ble innført. Denne ålen er omsatt gjennom Skagerakfisk og levert danske oppkjøpere. Foruten uttak til salg, døde det tidligere mye ål i et kraftverk ved Fosstveit (Francis turbin) og i et tresliperiet samme sted. Begge aktivitetene ble nedlagt i 1970. Det foreligger ikke data på størrelsen av åleoppvandringen eller utvandringen, men ål var en viktig inntektskilde. Det må antas at ålebestanden var stor i eldre tider selv om tallene er usikre. Det rapporteres nå om lave fangster. Denne reduksjonen sammenfaller med det som rapporteres i resten av Europa (Feunteun 2002). Utviklingen i Norge er nylig oppsummert (Thorstad mfl. 2010, 2011, DN, 2011).

Høsten 2006 ble bygging av nytt kraftverk ved Fosstveit påbegynt. Produksjon startet 24. august 2008. Samme høst ble det observert mye (>100) død blankål nedstrøms kraftverket. Dette gjentok seg høsten 2009. Det døde også et mer beskjedent antall blankål i kraftverket våren 2009 og 2010 (Kroglund mfl. 2011a,b,c). Dette kan tyde på en vårvandring uten at vi vet om ålen når fjorden samme vår eller om dette kun er en forflytting innenfor vassdraget.

I 2010 gjennomførte vi forberedende undersøkelser til et større prosjekt med oppstart i 2011. Fokus i 2010 var på å utprøve metoder for å lede ålen forbi kraftverket samt undersøke mulighetene for fangst av ål innenfor vassdraget. I tillegg ble det tatt ut prøver til analyse av svømmeblæreparasitt og miljøgifter.

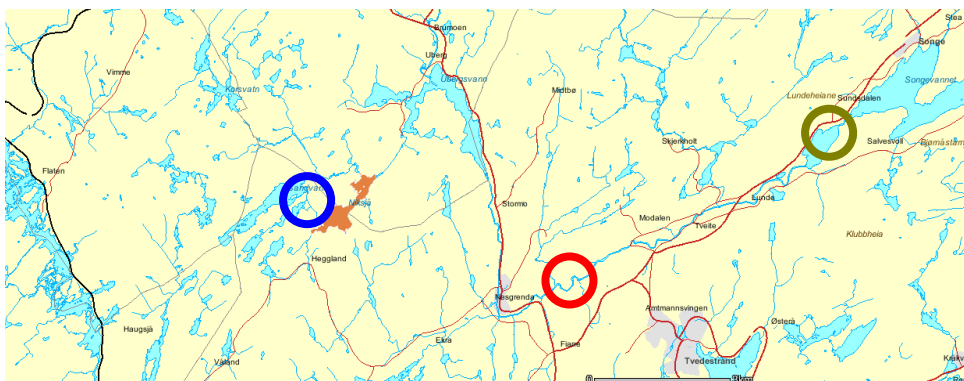
Resultatene skulle ha generell anvendelse. Det er derfor lagt vekt på å forstå hva som påvirker resultatet.



## 2. Områdebeskrivelse og metode

Storelva (vassdrag nr 018) er et typisk lavlandsvassdrag med relativt lite industriell aktivitet i nedslagsfeltet. Det var tidligere industriell virksomhet ved Nes Verk. Innsjøen Vegår øverst i vassdraget er kalket siden 1985. Hovedelva og anadrom strekning er fullkalka siden 1996. Kalkingen har bedret vannkjemi til et nivå som synes tilfredsstillende for laks. Data herifra rapporteres i DNs årlige kalkingsrapporter og omtales ikke her. Vannføring måles av NVE i Lundevatn (stasjons id: 18.4.0).

Aktiviteten på ål i 2010 var konsentrert til to områder i elva (**Figur 1**). Mens Fosstveit kraftverk representerer område hvor ål utsettes for en trussel knyttet til passering av en kraftverksturbin, representerer Niksjå et gammelt fangststed i elva hvor det foreligger årlig fangstdata siden 1994.



**Figur 1.** Undersøkellesområdet i Storelva i Holt i 2010. Fangstlokalitet ved Fosstveit er angitt med rød sirkel mens lokalitet ved Niksjå er angitt med blå sirkel. Målestasjon for vannføring i Lundevatn er markert med grønn sirkel.

### 2.1 Fosstveit kraftverk

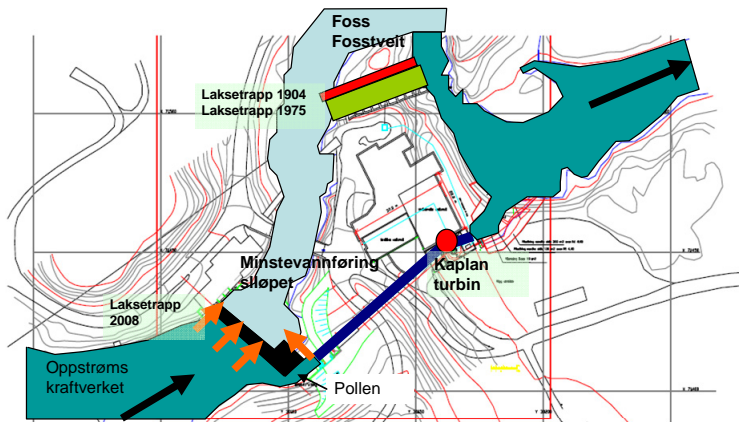
Fosstveit kraftverk er plassert i selve hovedelva ca 6 km fra elvemunningen (**Figur 1**). Kraftverket er utstyrt med en Kaplan turbin (330 rpm, 4 propeller). Det er 14,5 m fallhøyde og slukeevnen er på 16m<sup>3</sup>. Kraftverksområdet er illustrert i en oversiktsskisse i **Figur 2**. I skissa er kraftverksdemningen, laksetrapp og turbin innplassert. Vannhøyden bak demningen er ca 6 m. Områdene nedstrøms kraftverket og selve kraftverksdemningen med mulige utvandningsruter til minstevannføringsløpet er illustrert i **Figur 3**. Ål vil også kunne utvandre over damkrona når vannføringen er høyere enn slukeevnen til kraftverket.

#### Tiltaket

En enkel utvandningsløsning for ål ble forsøkt i 2010. Sideløp ble etablert ved å åpne en bunnspeleluke lokalisert ved vanninntaket til turbinen eller vinkelrett på varegrinda (**Figur 4**). For å dempe vannspruten (som følge av 6 m vanntrykk) ble vannet ført inn under en OB Wik-presenning. Dette dempet vannspruten og vannet kunne ledes inn i en åleruse. Denne ålerusa ble driftet fra starten av september 2010.

Sideløpet ble etablert ved at buntappeluka ble løftet 10 cm (til 17. september) eller 14,5 cm (fra 17. september) (**Figur 4**). Bredden på åpningen ble innsnevret til ca 20 cm ved bruk av treklosser. Ut fra vannhøyden over sideløpet vil vannhastighet ut av dette hullet være ca 90-100 cm/s. Når arealet til hullet var på henholdsvis 200 (10x20 cm) eller 290 (14,5x20 cm) cm<sup>2</sup> vil vannføringen ha vært i

området 180 til 260 l/s avhengig av hvor mye luka ble løftet. Metoden fungerte tilfredsstillende, men var i perioder tidkrevende på grunn av mye blader og annet driv i fangsten. Metoden vil dessuten være sårbar for flom.



**Figur 2.** Illustrasjon som viser kraftverksdemning, minstevannføringsløp og utløp av kraftverksvann. Ål kan passere kraftverket via (fra venstre i figuren) laksetrapp, smoltoverløp, rensekanal, alternativt bunnluke og gjennom kraftverksturbinen. Fra minstevannføringsløpet vil ål kunne nedvandre via laksetrapp etablert i 1975 og over fossen Fosstveit. Oppvandringsruter er ikke vurdert, men her synes laksetrappa mest sannsynlig. Før 1975 (ny laksetrapp) må ålen ha passert fossen ved Fosstveit.



**Figur 3.** Øverst: utløpet fra kraftverket. Mye død ål ble funnet langs hele elveområdet fra turbinutløpet (a) til der elva forsvinner til høyre i bildet (b).

**Nederst:** Kraftverksdemningen. Ål vil kunne passere damkrona ved å benytte ett eller flere av overløpene som tilfører minstevannføringsstrekningen vann. Mest vann vil normalt passere laksetrappa (a), minst i spylerenne (c). Smoltoverløpet (b) er grunt. Pilotforsøk ble utført ved å åpne en spyleluke (d). Inntaket til selve kraftverket er bak demningen ved punkt d.



**Figur 4.** Venstre figur. Vannsprut ut av renseluke før denne ble dempet med bruk av en OB Wik-presenning. Høyre figur. Vann ut fra spyleluke er samlet inn i en OB-Wig-presenning og ledet til en åleruse montert på utløpet av presenningen. Nederste figur viser renna uten vann. Foto: F.Kroglund/J.Guttrup.

## 2.2 Ålekiste i Sagdalsbekken, Niksjå

Ålekista i Sagedalsbekken ved Niksjå har vært driftet årlig siden 1994. Det var ålefangst her for >100 år tilbake. Karet er plassert nedstrøms Sandvatn (id:9838) (**Figur 1**). Denne innsjøen ligger på 147 moh og har et areal på 0,56 km<sup>2</sup>. Herifra renner vannet til Niksjå (id: 9810, vannhøyde 97 moh; 0,51km<sup>2</sup>). Fra Niksjå renner elva til Ubergsvatn (id: 1257; vannhøyde 75 moh). Herifra renner vannet forbi Nes Verk til Fosstveit kraftverk.

I bekken er det montert en tradisjonell ålekiste (**Figur 5**). Ålekista har blitt driftet av Peder Vaaje Hegland siden 1994. All ål fanget her i 2010 ble veid før den ble transportert og sluppet nedstrøms Fosstveit kraftverk.





**Figur 5.** Ålekiste i Sagdalsbekken mellom Sandvatn og Niksjå.

### 2.3 Størrelse på ålen

Vi gjorde ikke i 2010 noe forsøk på å lengdemåle ål innenfor vassdraget. Det må utarbeides en skånsom metode for dette slik at ål kan lengdemåles enkelt i felt og uten at fisken skades. Det meste av ålen vi håndterte ble veid. Veiing skjedde med bruk av pose. Ålen ble plassert i posen før pose med ål ble veid ved bruk av fjærvekt. Det ble målt vekt og lengde på ål benyttet til miljøgiftanalyser.

### 2.4 Miljøgifter

Ti ål fanget ved Fosstveit kraftverk ble avlivet høsten 2010 for senere analyse av miljøgifter. Analysene er utført etter standard protokoll ved NILU. I en samleprøve fra syv ål ble det analysert for forekomsten av:

- dioksiner og dioksinliknende PCB (i resultatkapitlet er verdier oppgitt som summen av toksiske ekvivalenter,  $\sum TE$ ),
- DDT med nedbrytningsprodukter ( $\sum DDT$ ),
- total PCB,
- kort- og mellomkjedede klorerte parafiner (SCCP og MCCP: S/MCCP),
- bromerte flammehemmere (PBDE og HBCDD: vist som summen av 9 vanlig forekommende PBDE-forbindelser -  $\sum PBDE9$ , samt  $\alpha$ -isomeren av HBCDD)
- I tillegg ble det analysert for perfluorerte alkylerte forbindelser (PFAS), men forekomsten av disse var under metodens deteksjonsgrense.

Dataene er sammenstilt med resultater fra ymse ørretbestander fra Sør-Norge (ikke-fiskespisende ørret utarbeidet av Fjeld og Rognerud (2009).

### 2.5 PAH-metabolitter

Det ble analysert PAH-metabolitter i galle fra de samme ålene som ble undersøkt for miljøgifter.

Prøveopparbeidelse og analyse er basert på Krahn et al. (1992), og detaljene er beskrevet i Grung et al (2009). I korte trekk ble galle (20  $\mu L$ ) tilsatt internstandard (trifenylamin), fortynnet med destillert vann (50  $\mu L$ ) og hydrolysert med  $\beta$ -glucuronidase/arylsulfatase (20  $\mu L$ , 1 time ved 37 °C). Metanol (200  $\mu L$ ) ble tilsatt og prøven sentrifugert. Supernatanten (vesken over bunnfallet) ble analysert ved hjelp av HPLC.

HPLC-systemet som ble benyttet besto av en Waters 2695 Separations Module (injektor og pumpe) med en 2475 fluorescence detektor tilkoblet. Kolonnen som ble benyttet var en Waters PAH C<sub>18</sub> (4.6 × 250 mm) med 5 µm partikler. Mobilfasen var en gradient som startet på 40:60 acetonitril:vann og endte på 100 % acetonitril i løpet av 30 minutter. Gjennomstrømningshastigheten var på 1 mL/min, og kolonnen ble varmet opp til 35 °C. Fluorescence ble målt på optimum for hver enkelt komponent. 25 µL ekstrakt ble injisert for hver analyse.

## 2.6 Svømmeblæreparasitter (*Anguillicoloides crassus*)

Ti ål fanget ved Fosstveit kraftverk ble avlivet. Disse ble undersøkt for svømmeblæreparasitt samt kjønnsbestemt. Det er tatt ut ørestein for senere bestemmelse av alder. De samme ålene er analysert for miljøgifter i vev og PAH-metabolitter i galle.

## 2.7 Usikkerheter

Det var en storflom i elva i oktober 2010 (**Figur 6**). Under denne flommen ble alt utstyr benyttet til ålefangst tatt av flommen. Slike flommer kan man ta hensyn til ved å ta inn utstyret. Det er umulig å gjennomføre en overvåking under slike forhold.



**Figur 6.** Vanskelige arbeidsforhold når elva går i flom.



## 3. Resultater

### 3.1 Død ål i 2008 og 2009

Etter at kraftverket på Fosstveit ble satt i drift 24/8 2008 har det blitt kappet og drept ål i turbinen. Det ble oppdaget og tatt opp et 30-talls kappede ål på et relativt lite område nedenfor kraftverket i 2008. Denne episoden ble omtalt i Tvedestrandsposten, men det ble ikke satt i gang noe systematisk leting etter døde eller døende ål i 2008. Under stamfiske etter laks høsten 2008 ble det tatt opp ytterligere 30 ålehaler nedenfor kraftstasjonen. Under en bonitering av elva 17. oktober 2008 ble det observert biter av ål fra Fosstveit og ned til E-18. Det lå mange biter av ål i bakevjer mm. Det ble ikke foretatt noen kvantifisering utover å notere at det ble sett mye død ål.

I 2009 ble det gjort noe bedre registreringer av drept ål. Det ble montert ei smoltfelle nedstrøms kraftverksturbinen i mai måned. Denne fanget åtte ål, hvorav en var i live. Det første store åleslippet kom ikke før 23. juli. Det ble da observert død ål mellom Fosstveit og Angelstad. Basert på en optelling av haler var det 29 døde ål nedenfor kraftverket. Etter denne episoden ble bunntappeluka åpnet hver gang det var nedbør. Til tross for dette tiltaket ble det plukket opp ytterligere 20 ålehaler senere samme sommer. De dagene stamfisket etter laks pågikk høsten 2009 ble det påvist flere ålehaler. Etter en nedbørsperiode omkring 14. oktober ble det plukket opp 42 haler innenfor et område på 150 m nedenfor kraftverket. Summert påviste vi 102 ålehaler i 2009. Dette vil være et minimumsestimert over faktisk åledød.

Ved gjennomgang av bilder fra de dagene det ble kappet mange ål, ble det bare funnet 33 ålehoder samtidig som det ble funnet 77 haler. Dette antas å skyldes at kroppsdelen med hode kan «svømme» etter kapping, mens halen ikke har samme evne. Hodedelen vil da kunne bevege seg lengre nedover elva enn halen og blir følgelig vanskeligere å finne. Ut fra slike erfaringer har vi valgt å benytte haler som mål for antall død ål.



**Figur 7.** Ål plukket opp nedstrøms Fosstveit kraftverk 14. oktober 2009. Foto: J. Güttrup.

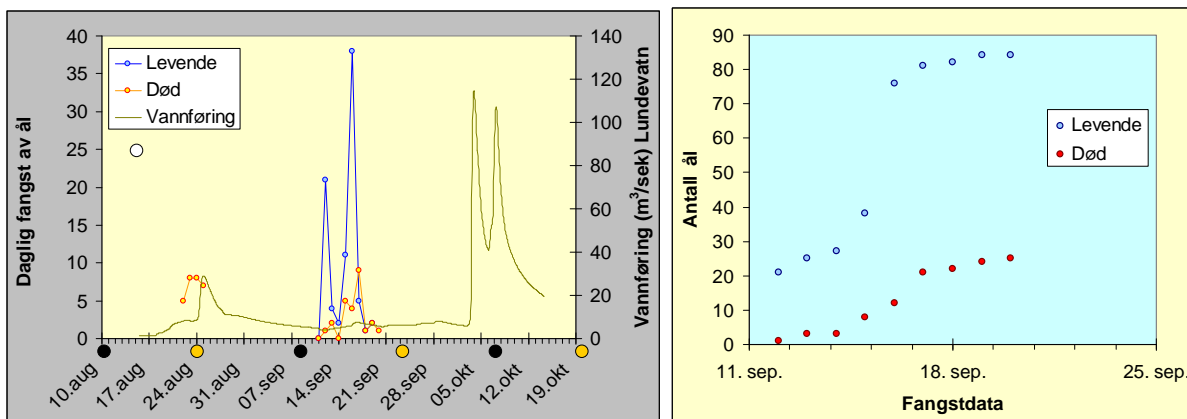
### 3.2 Ålefangst - Fosstveit kraftverk

Det ble påvist økt nedvandring av ål i Storelva fra midten av august til midten av september 2010. Nedvandring tiltok med nedbør og ikke med månefase (**Figur 8**). Det var ingen klar sammenheng mellom nedbør og vannføring ettersom nedbør, som kunne gi utvandring, ofte ikke ti erlstrækkelig til å se tydelige effekter på vannføringen.

Inntil begynnelsen av september 2010 hadde ikke ål under vandring tilgang på andre vandringsruter enn turbinløpet. Det ble påvist 15 døde ål nedstrøms kraftverket dagene omkring 23. august. Noen av ålene hadde vært død i flere dager. Vannføringen økte dagene forut for denne vandringen (**Figur 8**). Mellom da og 12. september ble det ikke observert flere døde ål. Det antas det var lite utvandring i løpet av denne perioden ettersom vannføringen var avtagende eller konstant samt at vi ikke fant ny død ål.

Den alternative utvandringsruten (sideløpet) fanget ål fra 12. september inntil den ble stengt 20. september på grunn av økende problem med lau og liten utvandring av ål. I denne perioden ble det fanget 84 levende ål. Det ble i løpet av samme periode påvist 25 døde ål nedstrøms kraftverket. På grunn av turbid vann enkelte dager vet vi ikke med sikkerhet at all død ål ble påvist samme dag den døde. Noe ål vil også ha blitt transportert lengre ned i vassdraget enn det området vi undersøkte. Basert på fangst av død og levende ål i perioden 12. til 20. september, døde 23 % av ålen som følge av turbinen. Hvor mange som passerte turbinen levende har vi ikke noen tall på; alle prosentberegninger er basert på ål vi har håndtert. Antall døde ål var imidlertid betydelig lavere i 2010 enn de to forutgående årene. Fravær av 84 døde ål (de som benyttet sideløpet) er tilstrekkelig til å skape den observerte forskjellen. Hvis dette er en riktig konklusjon, tyder resultatet ikke på en stor utvandring av ål.

Mellom 20. september og 3. oktober var det ikke nedbør. Nedbør fra 3. oktober resulterte i storflom og at fella utenfor sideløpet ble ødelagt. Basert på verdier fra Sagedalsbekken ved Nikså (senere i rapporten) kan det ikke utelukkes at det også utvandret ål under storflommen i oktober. Det antall ål som vi observerte representerer et klart minimumsestimert over utvandring.



**Figur 8.** A) Daglig fangst av levende ål ut av sideløpet og død ål (nedstrøms kraftverket). I figuren er vannføring samt månefase satt inn. B) Akkumulert fangst av ål i september.



### 3.3 Ålefangst – Sagedalsbekken ved Niksjå

Det ble til sammen fanget 54 ål ved Niksjå høsten 2010 (**Tabell 1**). Det var ingen stans i fangst i løpet av høsten. Antall ål fanget vil likevel være et minimumsestimat. Noen få ål ble tatt av mink.

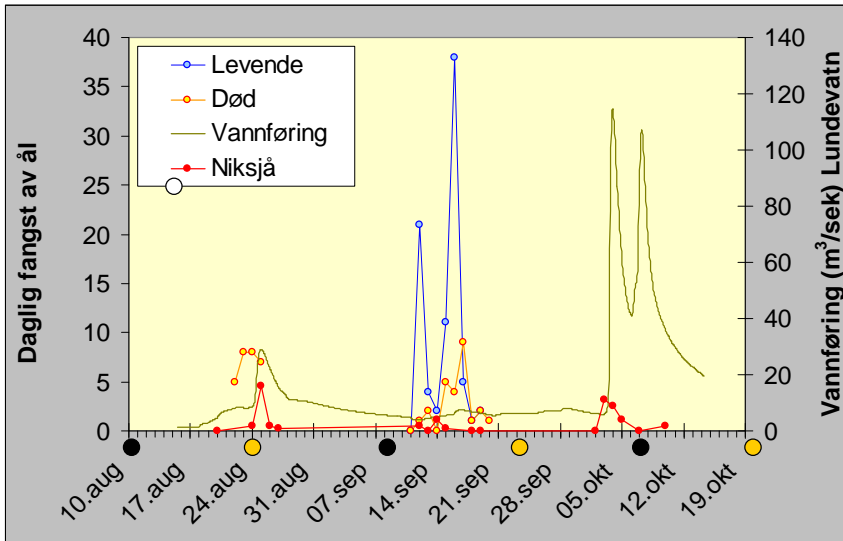
Vi skal ikke argumentere for at ålen fanget ved Niksjå var blankål. Fisken derifra var mer kobberfarget enn ålen ved kraftverket. Snittvekt basert på hele fangsten var på 536 g. Ålen var svært jevn og overraskende liten i forhold til hva som oppfattes som normalstørrelse for vassdraget (**Figur 11**). Basert på erfaringer fra de siste 15 årene var ålen i 2010 noe mindre enn normalt. Mens det tidligere har vært vanlig å fange en til to individer på >1500 g var disse helt fraværende i 2010. Største registrerte enkeltindivid veide 770 g.

Ål må i fremtiden analyseres for øyediameter mm for å klassifisere stadium. Det må lages egne protokoller for hvordan dette kan gjøres i felt.

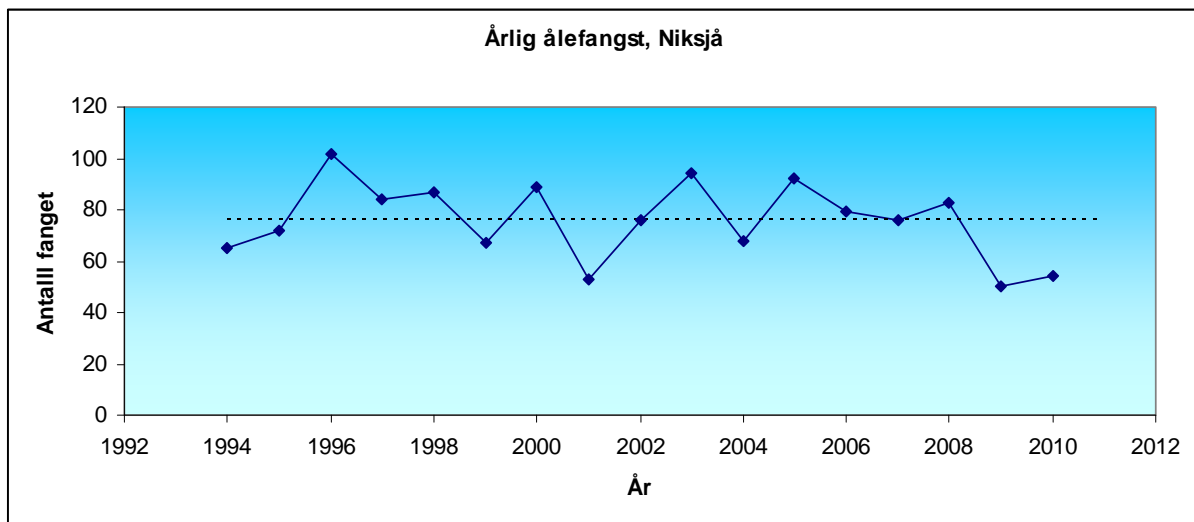
Tidspunktet for ålevandring sammenfalt med det vi observerte ved Fosstveit (**Figur 9**). Det var ålefangst begge steder dagene omkring 25. august. Fangsttoppen vi hadde ved Fosstveit i midten av september var ikke like tydelig ved Niksjå. Her var det derimot en ny topp i fangst tidlig i oktober. Denne ble ikke påvist ved Fosstveit på grunn av storflom i elva og at fella her ble ødelagt. Det er heller ingen grunn til å forvente synkron utvandring i alle elveavsnitt. Et lite felt som Niksjå vil være mer følsomt for variasjoner i nedbør enn selve hovedelva.

**Tabell 1.** Daglig fangst av ål ved Niksjå høsten 2010. I tabellen er vekt angitt for hver ål. 25. august ble hele ålefangsten veid under ett (9 kg). Datoer hvor det ble tatt mink i minkfella er angitt.

Dato	Antall ål	Vekt
20. aug		Start
24. aug	2	
25. aug	16	500 g snittvekt av 18 ål
26. aug	2	
27. aug	1	450, 430, 440
12. sep	2	
13. sep		2 ål tatt av mink
14. sep	4	510, 440, 500, 460
15. sep	1	490
18. sep		1 mink fanget
19. sep		1 mink fanget
3. okt	11	640, 740, 650, 720, 670, 590, 600, 520, 580, 540, 410
4. okt	9	540, 770, 640, 590, 480, 500, 420, 500, 690
5. okt	4	490, 640, 540, 480
7. okt		1 mink fanget
10. okt	2	560, 640
		avslutning
<b>Sum</b>	54	



**Figur 9.** Utvandningsdata for ål fra Niksjå satt sammen med tilsvarende tall fra Fosstveit (levende og døde). Fangstene i 2010 var litt i underkant av det som er tatt tidligere år. Middelfangst siden 1994 har vært på  $76 \pm 15$  ål (**Figur 10**). Flere forhold kan ha påvirket fangstmengde og tidspunkt for utvandring av blankål i 2010. Lite snø vinteren forut ga lav vannføring i bekken. Det var også en svært nedbørfattig april, mai, juni og juli, - og det var først i siste halvdel av august at det kom nok vannmengder i vassdraget til å initiere vandring.



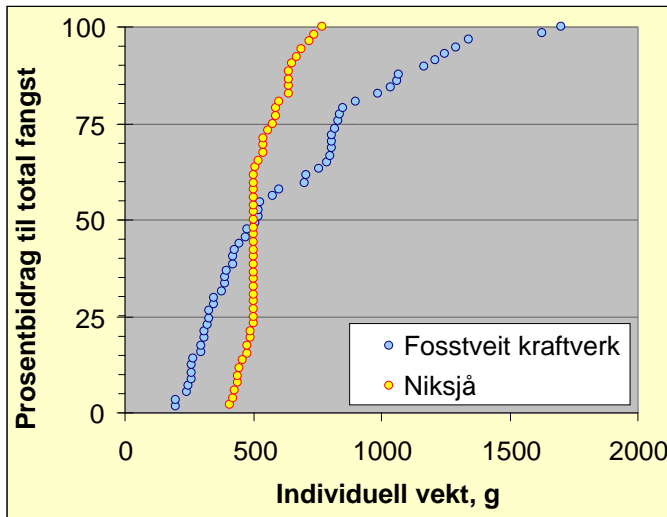
**Figur 10.** Antall ål fanget pr år i Sagedalsbekken ved Niksjå høsten 1994 til 2010. Fangsttinningsatsen har vært rimelig konstant mellom år. I 2004 var det også utvandring av ål om våren.

Vannføringen i Sagedalsbekken avviker fra Storelva. Dette har sammenheng med nedslagsfeltets egenart med relativt store vannmagasiner med små tilsigsarealer med avløp til vannene. Dette "lille sidevassdraget" har derfor ikke de samme flomrytmene som i hovedvassdraget Storelva, - men vil henge litt etter med flomtopper og vannføring. Nedbørstasjonen ved Nelaug er sannsynligvis den stasjonen som representerer dette området i Vegårvassdraget best.

### 3.4 Størrelse på ål

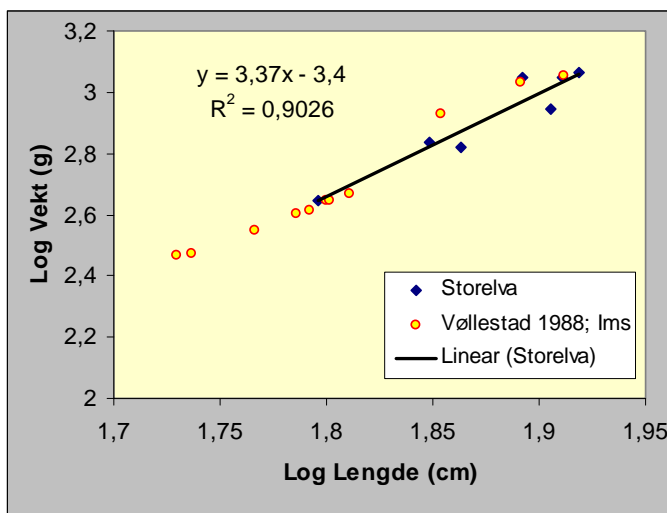
Alle ål undersøkt fra Fosstveit var hunnkjønn og hadde tom mage.

Ål fanget levende ved kraftverket varierte i vekt fra 200 til 1700 g. Mens 25 % av ålen var < 330 g var 25 % > 830 g (**Figur 11**). I figuren er også ål fanget ved Niksjå inkludert. Det var betydelig større størrelsesspenn hos ål fanget ved Fosstveit enn ved Niksjå. Ålen ved Niksjå var således ikke representativ for ål i vassdraget.



**Figur 11.** Akkumulert lengdefordeling til ål fanget ved Fosstveit samt ål fanget ved Niksjå høsten 2010.

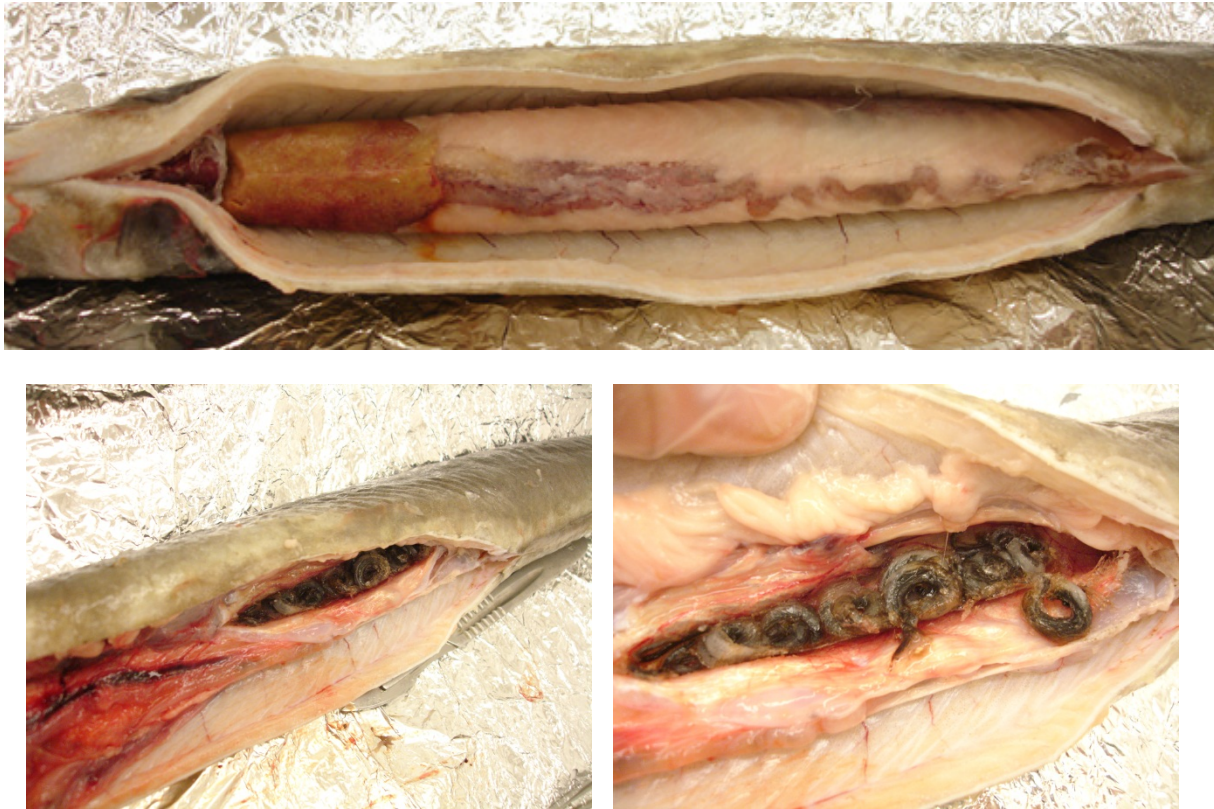
Ti ål fanget ved kraftverket ble avlivet for uttak av prøver til miljøgiftanalyse. Syv av disse ble både veid og lengdemålt. Denne fisken hadde en lengde-vekt som tilsvarte det Vøllestad og Jonsson (1988) har publisert fra Imsa (**Figur 12**).



**Figur 12.** Sammenheng mellom lengde og vekt til 6 ål avlivet for miljøgiftanalyse fra Storelva. Dataene er sammenstilt med lengde-vekt verdier fra Imsa (Vøllestad og Jonsson 1988).

### 3.5 Svømmeblæreparasitter (*Anguillicoloides crassus*)

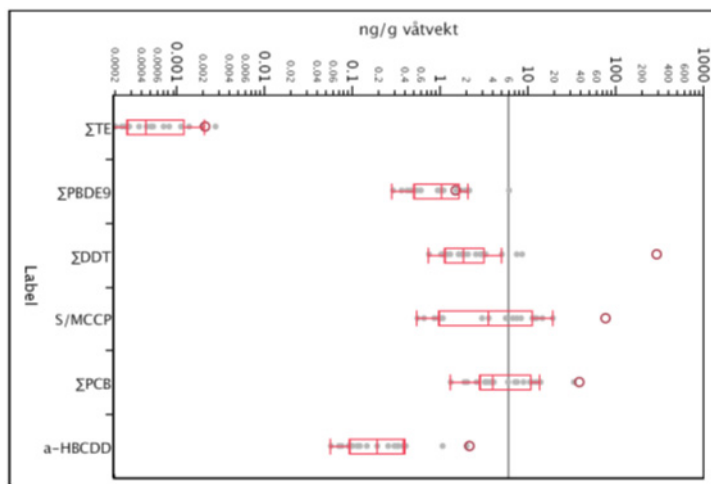
Det ble tatt prøver av 7 ål fra Fosstveit. Det ble påvist svømmeblæreparasitt i 6 av disse. I den siste var det ingen parasitt. Det var stor variasjon i mengde nematoder mellom ålene. Parasitten er etablert i vassdraget uten at vi her skal konkludere med infiseringsgrad.



**Figur 13.** Obduksjon av ål fra Storelva. Fettinnholdet var generelt høyt. De fleste ålene hadde betydelige mengder av svømmeblæreparasitten. Foto: Espen Lund, NIVA.

### 3.6 Miljøgifter

Nivåene av organiske miljøgifter i prøvene i ved fra ål var generelt høye (**Figur 14**). Fettprosenten var på 29,5. Vi har ikke data på ål fra andre elver i Norge. For å kunne antyde nivåer er disse sammenlignet med nivåer målt i ikke fiskespisende ørret i Sør-Norge. Her må det tas hensyn til at åleprøvene inneholder mer fett enn ørretprøvene. Dette har betydning for nivåene på våtvektsbasis. Noen resultater peker seg ut: Konsentrasjonen av DDT-forbindelser var klart forhøyet, og tyder på en lokal påvirkning. Det samme gjelder for klorerte parafiner, om enn i mindre grad. Konsentrasjonene av dioksiner og dioksinliknende PCB var 2,05 pg TE/g, hvilket er mindre enn WHOs omsetningsgrense på 8 pg TE/g.



**Figur 14.** Konsentrasjoner av organiske miljøgifter i ål fanget i Storelva i 2010 (store røde punkter). Verdiene er satt sammen med Box-plot over konsentrasjoner av organiske miljøgifter i ikke-fiskespisende ørret, fanget i 2008. De vertikale boksene angir 25-, 50- og 75-prosentilene. De vertikale strekene angir 10- og 90-prosentilene.  $\Sigma$ TE: summen av toksiske dioksinekvivalenter. Tox: toksafener med tilhørende Parlar nr.

### 3.7 PAH-metabolitter

Det ble målt PAH-metabolitter i 6 galleprøver fra ål (**Tabell 2**). Det finnes ikke noe materiale som disse verdiene kan sammenlignes med. Prøver av torsk fra indre og ytre Oslofjord hadde lavere 1-OH-fenantren enn ål fra Storelva. 1-OH-pyren nivået i ål fra Storelva var likt med torsk fra indre, men høyere enn for ytre Oslofjord (Grung mfl., 2009).

Analysene tyder på en moderat eksponering for PAH i løpet av den siste tiden før ålen ble prøvetatt (siste uke for f.eks. torsk/ørret). Vi mangler erfaring fra ål så vi kan ikke konkludere hvor nært i tid eksponeringen må ha skjedd. Dette tyder på at det må være en kilde til PAH innenfor vassdraget.

**Tabell 2.** PAH-metabolitter i galleprøver fra 6 ål fanget i Storelva ved Fosstveit i 2010.

	2-OH-naftalen ng/g	1-OH-fenantren ng/g	1-OH-pyren ng/g	3-OH-B[a]P ng/g
Prøve 1	<2000	69	240	<2
Prøve 2	<2000	110	230	<2
Prøve 3	<2000	110	230	<2
Prøve 4	<2000	99	280	5
Prøve 5	<2000	51	130	<2
Prøve 6	<2000	110	270	<2
Prøve 7	<2000	130	370	<2
Snitt	<2000	97	250	<2
Torsk (median av 40 fisk)				
Indre Oslofjord		10.9	213.7	2.4
Ytre Oslofjord		12.4	44.8	2.1

## 4. Omsetning av ål, Skagerakfisk

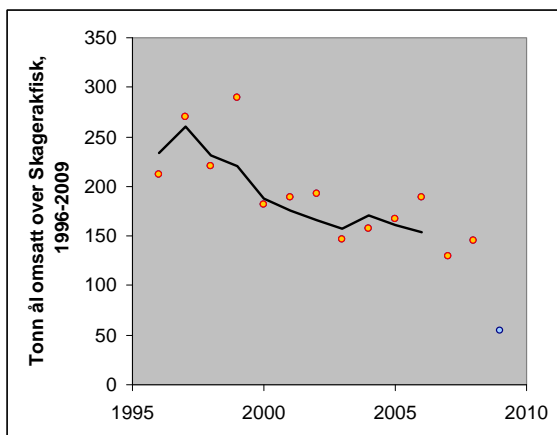
Det ble omsatt 145 tonn ål over Skagerakfisk i 2008 (**Tabell 3**). Det har vært en jevn nedgang i omsetning siden 1996 (basert på tall innhentet i årsrapporter fra Skagerakfisk, tabell 2).

I overkant av 30 % av fangsten besto av ål <200 g. Fangsten ble levert til 2 danske og 1 svensk oppkjøper. Lav fangst i 2007 knyttes til kaldt vann, mens varmt vann gav lang fangstsesong og dermed høy fangst i 2006. Det må være mulig å hente ut mer informasjon fra slike kilder. Dette kan ha relevans for både å tolke endringer og måloppnåelse.

Det var forbud mot fangst av ål i 2010. Det pågikk imidlertid et forskningsfiske på 50 tonn hvor 43,5 tonn ble tildelt 23 fiskere i Lagets distrikt. Disse fisket opp 29 tonn ål.

**Tabell 3.** Fangstopplysninger på ål hentet ut fra årsmeldinger fra Skagerakfisk (årgangene 2005 til 2009).

År	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996
tonn	54	145	129	189	167	158	147	192	189	182	290	221	270	212
<200 g	24	32	33	34	33									



**Figur 15.** Innrapportert omsetning av ål fra Skagerakfisk for årene 1996 til 2009. Det er trukket en 3-års middelkurve for perioden 1996 til 2008. 2009 er utelatt på grunn av fangstrestriksjonene.

## 5. Diskusjon

Det utvandret ål fra Storelva i Holt i 2010. Blankålen hadde en størrelse som tilsvarte ål fra Imsa (Vollestad and Jonsson 1988). Samtidig vandret det betydelige mengder ål som veide <300 g. Om disse skulle ut til havet, eller kun foretok en kortere forflytning innenfor vassdraget vites ikke. Fra ålefiskere i området vet vi at det har vært aktivt ålefiske i selve Storelva med sidegrener, i brakkvannsområdene (Songevatn og Nævestadfjorden) samt i Sandnesfjorden. Ålefangstene levert Skagerakfisk har vært mange ganger høyere enn det som fiskes av laks i regionen. Mens det ble innlevert >200 tonn før 2000 har fangstene de senere år vært lavere. Vi vil ikke her diskutere årsaken til nedgangen. Årsaken kan blant annet være den generelle nedgang i ål i Europa (Durif et al. 2011). Uansett årsak, det ble fanget mye ål som ble levert til Skagerakfisk. Ålefangst vil derfor ha hatt betydning for lokal økonomi. Når historisk fangst av laks gikk mot null innenfor regionen ble det igangsatt store forskningsprosjekter. Når fangst av ål ble stanset da arten ble satt på rød-lista, gikk dette nesten ubemerket hen.

### Kraftverket

Mens det de siste årene er påvist > 100 døde ål pr år nedstrøms Fosstveit kraftverk ble det i 2010 kun påvist 40. Dette må være en reell nedgang ettersom mulighetene for observasjon var bedre dette året enn tidligere år. I september 2010 benyttet 77 % av ålen vi håndterte sideløpet. Vi vet ikke hvor mange ål som passerte turbinen levende. Som en tommelfinger-regel antas det at det dør minst 5x mer ål enn smolt. Gitt en smoltdødelighet på 12 % (observert), kan minst 60 % av ålen ha dødd i 2008 og 2009. Tiltak iverksatt ved kraftverket i 2010 gjør at dette estimatet kan være for høyt. Selv om vi antar at turbinen kun drepte 40 % av ålen som utvandret denne ruten utvandret likevel > 50 % av ålen via sideløpet. Som et første resultat konkluderer vi med at tiltaket virket. Tiltaket må imidlertid optimaliseres og målet er å redusere dødelighet ytterligere.

Det kan være flere årsaker til at vi ikke fikk ut flere ål gjennom sideløpet enn det vi gjorde. Vannføringen i sideløpet kan ha vært for lav. Sideløpet trenger ikke oppfattes som attraktivt av ålen. Vannhastigheten mellom sideløp og varegrind kan ha vært for høy. Ålen velger helt andre utvandningsruter. Gitt disse, samt mange andre mulige årsaker, synes vi fortsatt at å berge et sted mellom 50 og 85 % av den utvandrende ålen er et brukbart resultat første år.

### Svømmeblæreparasitt

Svømmeblæreparasitten *A. crassus* ble første gang påvist i et åleanlegg i Østford i september 1993 (Mo 2009). Det var ingen nye funn før denne på nytt ble påvist i Drammenselva samt Imsa i 2008. Vi har ikke undersøkt tidligere års fangster av ål i Storelva for denne parasitten. Positive funn to steder i elva i 2010 tyder på at ål i Storelva er og har vært infisert i mange år. Det at én ål fanget ved Fosstveit ikke hadde parasitt kan være en tilfeldighet, men kan også tyde på at ikke all ål nødvendigvis er parasitert. Parasitten har med rimelig sikkerhet vært tilstedeværende i elva lenge før vi påviste den.

I henhold til litteratur er det ikke påvist negative effekter av svømmeblæreparasitten på ål så lenge den er i ferskvann. Når fisken kommer ut i saltvann vil parasitten påvirke svømmeblærens funksjon og ålens evne til å dykke (Kirk 2003). Dette kan ha betydning for overlevelse.

### Miljøgifter

Miljøgifter påvirker fisk gjennom en rekke mekanismer. Foruten å resultere i kostholdsbegrensinger, påvirker miljøgifter blant annet overlevelse, vekst og reproduksjon. Ål er en feit fisk som akkumulerer mye miljøgifter og er derfor anbefalt benyttet som bioindikator (Belpaire and Goemans 2007; Belpaire et al. 2008). Mulige økologiske effekter er diskutert i den internasjonale litteraturen (se blant annet Geeraerts og Belpaire (2010) og referanser i denne). De har gitt oversikter over data på ål påvirket av miljøgifter. I motsetning til hos andre fiskearter inntreffer det ikke regelmessig tap av miljøgifter



knyttet til reproduksjon. Hos ål frigjøres miljøgifter under selve vandringsfasen i havet. Når fett her benyttes som energi til svømming frigjøres miljøgiftene og kan innvirke på en rekke prosesser, fra energiforbruk til gonadeutvikling. Miljøgifter kan derfor være årsaken til ålens nedgang.

I 2007 igangsatte ICES en innsamling av data for å etablere en Europeisk database på miljøgifter i ål (EEQD; European Eel Quality Database) (ICES 2009). Fra Norge er det innrapportert verdier fra 8 ål, alle fanga i saltvann (Julshamn og Frantzen, 2009). Det er variasjon i belastningsnivåer mellom land. Det anbefales fra EU at miljøgifter inkluderes i handlingsplanene for å identifisere områder hvor belastningen er lav. Disse områdene kan deretter underlegges særlig vern for å sikre størst mulig utvandring av giftfri ål fra disse områdene (ICES 2009).

Det er ingen klar og enkel årsak til ålens tilbakegang i Europa (Eric 2002). Tilbakegangen kan skyldes overfiske, miljøgifter, habitatødeleggelser, kraftverk, marint klima samt parasitter. Tilbakegangen i Storelva kan skyldes flere av disse årsakene. Både høye konsentrasjoner av miljøgifter samt svømmeblæreparasitt ble påvist. Fosstveit kraftverket er av nyere dato og kan ikke forklare nedgangen av ål i Storelva.

Ut fra dette innledende forsøket konkluderer vi med at tiltaket med å etablere en alternativ rute forbi kraftverksturbinnene fungerte. Det kan imidlertid optimaliseres. Mange kraftverk skal ha bunnluker som minner om spyleluka benyttet ved Fosstveit. Disse kan benyttes som sideløp for ål. Før kraftverk pålegges tiltak bør vi være mer sikre på hvordan ål oppfører seg i inntaksområdet til kraftverket og hvilke faktorer som påvirker veivalget.

I fremtidige undersøkelser av ål er det ønskelig å kunne skille mellom blankål og gulål. Det må her etableres analysemetoder som er egnet til feltbruk og som ikke avliver fisken. Likeledes har det interesse å fastslå om det foregår lokale vandringer i løpet av den perioden ålen er i ferskvann. Dette har blant annet betydning for spredning av parasitter, men også i forhold til bruk av ål som indikator for miljøgifter.

## 6. Referanser

- Belpaire C, Goemans, G. 2007 Eels: contaminant cocktails pinpointing environmental contamination. ICES J Mar Sci 67(4): 1423–1436
- Belpaire C, Goemans, G. 2008. The European eel *Anguilla anguilla*, a rapporteur of the chemical status for the water framework directive? *Vie Milieu* 57(4):1–19
- DN. 2011. Forvaltningstiltak for ål i Norge. DN-notat 5-2011: 25s.
- Durif, C. M. F., J. Gjøsæter, and L. A. Vøllestad. 2011. Influence of oceanic factors on *Anguilla anguilla* (L.) over the twentieth century in coastal habitats of the Skagerrak, southern Norway. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 278(1704):464.
- Eric, F. 2002. Management and restoration of European eel population (*Anguilla anguilla*): An impossible bargain. *Ecological Engineering* 18(5):575-591.
- Feunteun, E., 2002. Management and restoration of European eel population (*Anguilla anguilla*): An impossible bargain. *Ecological Engineering*, 18(5): 575-591.
- Fjeld, E. og S. Rognerud. 2009. Regional undersøkelse av kvikksølv i abbor og organiske miljøgifter i ørret. SFT rapport 1056/2009; NIVA rapport OR-5851-2009
- Geeraerts, C. and Belpaire, C. 2010. The effects of contaminants in European eel: a review. *Ecotoxicology*, 19:239–266.
- Grung, M., T. Holth, M. Jacobsen, and K. Hylland. 2009. Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) Metabolites in Atlantic Cod Exposed via Water or Diet to a Synthetic Produced Water. *Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A - Current Issues* 72(3-4):254-265.
- ICES CM 2009/ACOM:15. 2009. Report of the 2009 session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels Göteborg, Sweden, 7–12 September 2009
- Julshamn, K. og S. Frantzen, 2009. Miljøgifter i fisk og fiskevarer - en rapport om dioksiner og dioksinlignende PCB, Polybromerte flammehemmere og tungmetaller i oljer, makrell, ål og Svolværpostei. Årsrapport 2008-NIFES.
- Kirk, R. 2003. The impact of *Anguillicola crassus* on European eels. *Fisheries Management And Ecology* 10(6):385-394.
- Krahn, M.M., Burrows, D.G., Ylitalo, G.M., Brown, D.W., Wigren, C.A., Collier, T.K., Chan, S.L. & Varanasi, U. 1992. Mass-spectrometric analysis for aromatic-compounds in bile of fish sampled after the Exxon-Valdez oil-spill. *Env.Science and Technology*, 26, 116-126.
- Kroglund, F., Güttrup, Jim., Haugen, T., Hawley, K., Johansen, Åsmund., Karlsson, Anders., Kristensen, T., Lund, E., Rosten, C., 2011c. Samvirkning mellom ulike trusler på oppnåelse av gytebestandsmål for laks. Storelva i Holt som eksempel. NIVA. Rapport 1. nr OR-6148. 71 s.
- Kroglund, F., Haugen, T., Güttrup, Jim., Hawley, K., Johansen, Åsmund., Rosten, C., Kristensen, T., Tormodsgard, Lars., 2011b. Effekter av å passere en kraftverksturbin på smoltoverlevelse og atferd. Betydningen av tiltak. NIVA. Rapport 1. nr OR-6139. 35 s.
- Kroglund, F., Teien, H.-C., Rosten, C., Hawley, K., Güttrup, J., Johansen, Å., Høgberget, R., Kristensen, T., Tjomsland, T. og Haugen, T.. 2011a. Betydningen av kraftverk og predasjon fra gjedde for smoltproduksjon og aluminium i brakkvann for postsmoltoverlevelse. Datarapport 2009. NIVA-rapport 6084, 103s.
- Mo, T. 2009. Dødelig asiatisk åleparasitt spres. i norsk fauna. Fagaktuelt. Norsk vet. tidsskrift nr 4.
- Thorstad, E.B., Larsen, B.M., Finstad, B., Hesthagen, T., Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Næsje, T.F. and Sandlund, O.T., 2011. Kunnskapsoppsummering om ål og forslag til overvåkingssystem i norske vassdrag NINA Rapport 661.
- Thorstad, E.B., Larsen, B.M., Hesthagen, T., Næsje, T.F., Poole, R., Aarestrup, K., Pedersen, M.I., Hanssen, F., Østborg, G.M., Økland, F., Aasestad, I. and Sandlund, O.T., 2010. Ål og konsekvenser av vannkraftutbygging- en kunnskapsoppsummering. Rapport Miljøbasert Vannføring 1-2010: 136s.
- Vøllestad, L.A. og B. Jonsson. 1988. A 13-Year Study of the Population Dynamics and Growth of the European Eel *Anguilla anguilla* in a Norwegian River: Evidence for Density-Dependent Mortality, and Development of a modell for Predicting Yield. *Journal of Animal Ecology*, 57, 983-997.

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](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)