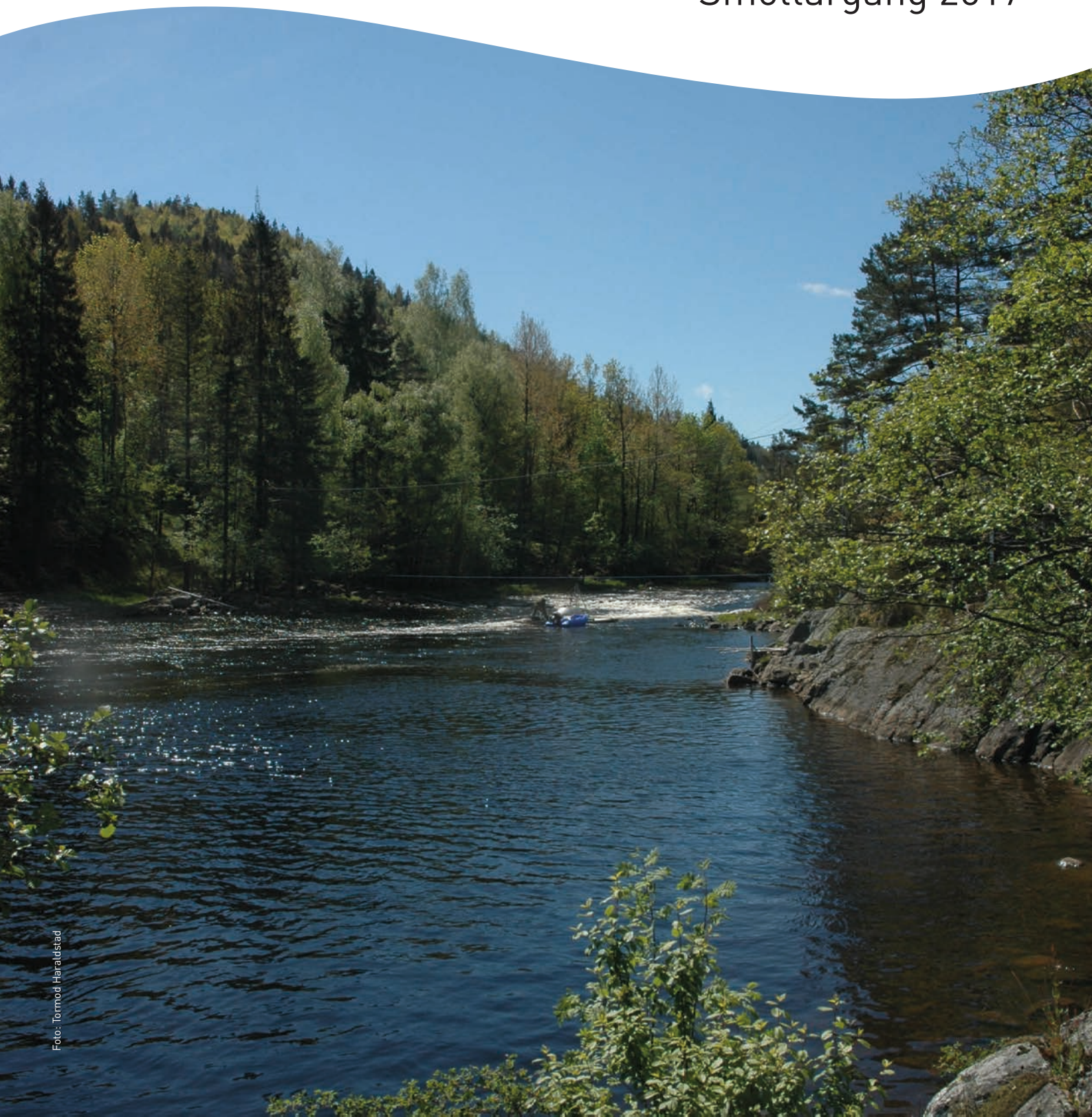


Slep av laksesmolt fra Storelva som avbøtende tiltak mot estuarine blandsoner.

Smoltårgang 2017



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00

Internett: www.niva.no

NIVA Region Sør

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

NIVA Region Innlandet

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

NIVA Region Vest

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

NIVA Danmark

Ørestads Boulevard 73
DK-2300 Copenhagen
Telefon (45) 8896 9670

Tittel Slep av laksesmolt fra Storelva som avbøtende tiltak mot estuarine blandsoner. Smoltårgang 2017	Løpenummer 7206-2017	Dato 27.11.2017
Forfatter(e) Tormod Haraldstad Jim Güttrup	Fagområde Kalking og forsuring	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Agder	Sider 16

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Aust- og Vest-Agder	Oppdragsreferanse Birgit Solberg
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 17200

Sammendrag

I handlingsplanen for kalking av Storelva er estuarine blandsoner anført som en utfordring for laksebestanden i elva. Inntil videre betraktes fangst av nedvandrende smolt med påfølgende sleping ut fjorden som en del av kalkingsstrategien. Det ble fanget totalt 2089 laksesmolt gjennom hele utvandringsperioden, 1483 ved Fosstveit og 606 ved elvemunningen. En fangststopp på fire dager under flom reduserte totalt antall smolt fanget. Saliniteten i Nævestadfjorden var på et nivå der en forventer akkumulering av aluminium på gjeller til utvandrende laksesmolt gjennom våren 2017. Dette vil føre til redusert sjøoverlevelse til naturlig utvandrende smolt. Som et tiltak mot dette ble det derfor gjennomført 6 slep med til sammen 2003 laksesmolt. Vi vil forvente økt sjøoverlevelse for årets smoltårgang som følge av slepene som ble utført. Fangst og slep av laksesmolt er tidkrevende og krever personell med kunnskap og erfaring med denne type arbeid. Vi vil likevel anbefale dette som tiltak siden behandling av elvevannet med silikat vil være betydelig mer komplisert og kostnadskrevende.

Fire emneord	Four keywords
1. Laks	1. Atlantic salmon
2. Avbøtende tiltak	2. Mitigation measure
3. Brakkvann	3. Estuary
4. Aluminium	4. Aluminum

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:



Tormod Haraldstad

Prosjektleder



Åse Åtland

Forskningsleder

**Slep av laksesmolt fra Storelva som avbøtende
tiltak mot estuarine blandsoner
Smoltårgang 2017**

Forord

NIVA ble bedt om å fortsette sin aktivitet i Storelva i 2017. Fylkesmannen ønsket at vi skulle fange og transportere smolt forbi områder med gjedde, samt områder med giftig aluminium i brakkvann. Data skulle samrapporteres med tidligere utvandringsdata fra Storelva (siden 2005) for å danne en del av kunnskapsgrunnlaget knyttet til smoltutvandring. Vår kontaktperson hos Fylkesmannen i Aust- og Vest-Agder har vært Birgit Solberg. Vi vil takke for oppdraget, og for godt samarbeid.

Grimstad, 27.11. 2017

Tormod Haraldstad

Sammendrag

I handlingsplanen for kalking av Storelva (Vegårvassdraget) er estuarine blandsoner anført som en utfordring for laksebestanden i Storelva. Det er derfor et ønske om å transportere smolten gjennom områder som kan være skadelige. Erfaringene tilsier at slep av smolt gjennom problemområdene er den foretrukne metoden. Gjedde i vassdraget er videre en utfordring for smoltoverlevelse mellom Fosstveit og elvemunningen. Transport av fisk forbi gjeddeområdene vil øke overlevelsen ut vassdraget. Inntil videre betraktes fangst av nedvandrende smolt med påfølgende sleping ut fjorden som en del av kalkingsstrategien for Storelva. NIVA fikk oppdraget med å gjennomføre fangst og slep av smolt i 2017.

Det ble fanget totalt 2089 laksesmolt gjennom hele utvandningsperioden, 1483 ved Fosstveit og 606 ved elvemunningen. En fangststopp under årets utvandring sammenfaller med smoltutvandningstoppen og har redusert totalt antall smolt fanget. Det er vanskelig å unngå korte perioder med fangststopp under flom, og gjennom mange år har vi erfart at det er bedre å sette fellene ute av drift under slike perioder. Da unngår vi å ødelegge utstyr og drepe fisk, samt at vi kan være klar til å fange smolt med en gang forholdene bedrer seg i stedet for å måtte bruke mange ekstra dager før fellene igjen er operative.

Temperaturøkningen kom relativt tidlig våren 2017, og vi har tidligere sett at elvetemperaturen er avgjørende for utvandringstidspunktet. Basert på denne sammenhengen, predikerer vår modell en noe tidligere utvandring enn hva vi faktisk registrerte i 2017. Det er viktig å etablere en modell for hvilke miljøvariabler som styrer smoltutvandringen slik at perioden med forhøyet pH-mål blir tilpasset fiskens utvandningsforløp samt at feller for fangst av smolt blir satt ut i rett tid.

Smolt fanget ved Fosstveit ble transportert i kar til elvemunningen der de ble satt over i slepebur. Smolt som ble fanget i smoltskruen ved elvemunningen ble satt direkte over i slepeburet. Buret ble slept etter motorbåt gjennom Songevann, Nævestadfjorden og Lagstrømmen før buret ble åpnet i Sandnesfjorden. Smolten ble sluppet i saltvann som hadde fra 13 til 23 promille. Det ble gjennomført 6 slep med til sammen 2003 laksesmolt. Dette er flere individer enn foregående år.

Saliniteten i Nævestadfjorden var på et nivå (2-8 promille) der aluminium er på en slik tilstandsform at en forventer akkumulering på gjeller til utvandrende laksesmolt gjennom våren 2017. Tidligere forsøk har påvist redusert sjøoverlevelse hos laksesmolt som vandrer gjennom fjorden under slike forhold. Vi vil derfor forvente økt sjøoverlevelse for årets smoltårgang som følge av slepene som ble utført. Fangst og slep av laksesmolt er tidkrevende og krever personell med kunnskap og erfaring med denne type arbeid. Vi vil likevel anbefale dette som tiltak siden behandling av elvevannet med silikat vil være komplisert og betydelig mer kostnadskrevende.

Summary

Title: Towing of Atlantic salmon smolts from River Storelva as a mitigation measure –Smolt cohort 2017

Year: 2017

Author: Tormod Haraldstad and Jim Güttrup

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-6941-3

Aluminum (Al) in estuaries is known to affect fish health and survival within aquaculture pens. Since 2003 NIVA have provided information demonstrating how Al originating in freshwater is mobilized to toxic forms of Al that can accumulate on fish gills. Gill-Al concentrations increase rapidly when salinity increases from 1 to 4 psu. Moreover, concentrations decreases when salinity increases from 5 to 7 psu, an drop to low levels at salinities higher than 10 psu. Survival is reduced when the gill-Al concentrations are high. Telemetry studies performed in 2007 and 2008 demonstrated that fewer smolts migrated through the fjord and reached saline coastal waters when the inner basin contained brackish water. Later tag-recapture studies from River Storelva have documented that Al in the estuaries could reduce smolt-to-adult survival of wild Atlantic salmon. To mitigate this problem and increase smolt survival, we caught and towed smolts by boat past the inner fjord basin that contained brackish water and released them in the Sandnesfjorden with salinities in the range 13-23 psu. A total of 2003 Atlantic salmon smolts were towed during the 2017 smolt run. The total number of smolts caught at the two catch stations seems to stabilize around 2000 individuals over the last three years.

Innholdsfortegnelse

1 Innledning	7
2 Områdebeskrivelse	8
3 Metoder	9
4 Resultater	11
4.1 Smoltutvandring 2017.....	11
4.2 Salinitet forhold i fjorden.....	13
5 Diskusjon	15
6 Referanser	16

1 Innledning

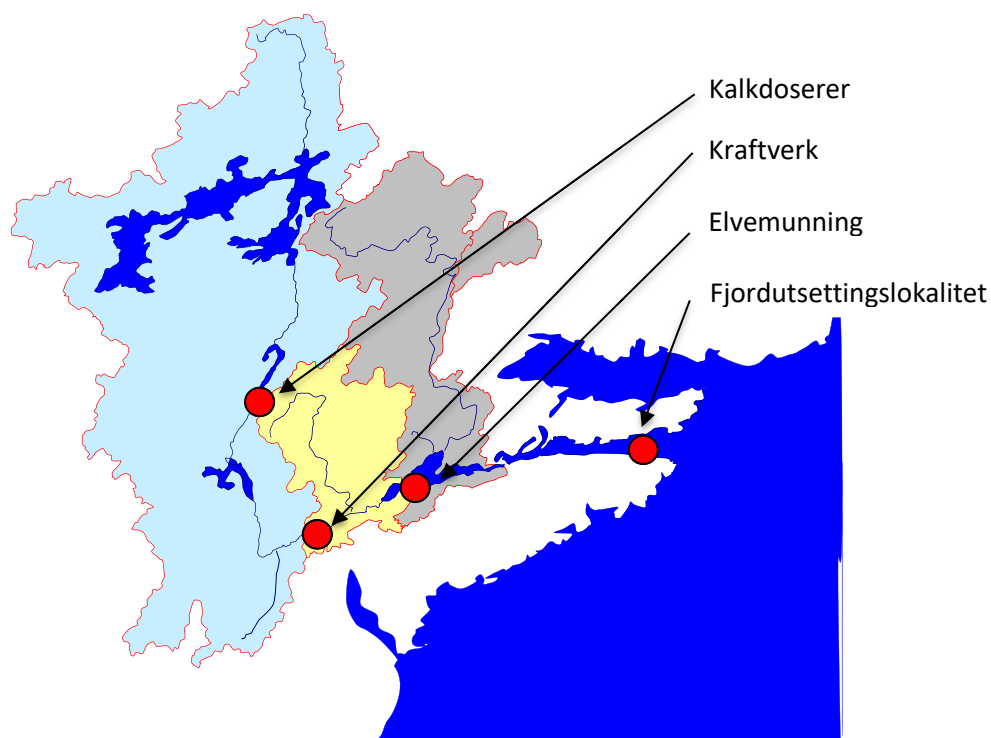
I forsurede vassdrag som Storelva mobiliseres det aluminium (Al) fra nedbørfeltet som en del av forsuringsprosessen. Al i vann kan foreligge på ulike tilstandsformer, som blant annet er regulert av pH og vannets innhold av humus og partikler. Storelva har i lang tid vært kalket for å avgifte Al. Kalkingen sørger for en pH-økning som igjen transformerer lavmolekylære monomere former av Al til ikke gjellereaktive polymerer. Det er observert at Al som er bundet til organiske eller uorganiske overflater, eller Al-polymerer dannet ved kalking, kan mobiliseres til gjellereaktive former ved innblanding av sjøvann (Teien et al. 2006). Undersøkelser av mobilisering av bioreaktivt Al har vist at akkumuleringen av Al på fiskegjeller er høyest når saliniteten er i området 1-10 psu (Kroglund et al. 2011).

Den første dokumentasjonen på at Al i brakkvann kan drepe fisk stammer fra 1993 ved Marine Harvest sitt oppdrettsanlegg ytterst i Fedafjorden (Rosseland 2005). Voksen laks dør når Al akkumulering på fiskens gjeller overstiger kritiske nivåer, hvor dødeligheten skyldes svikt i respirasjon (Bjerknes et al., 2003). Tilsvarende effekter i brakkvann er også påvist på laksesmolt i oppdrett når saltvann tilsettes produksjonsvannet (Rosseland et al., 2007). Laksen har ulike toleransegrenser for dårlig vannkjemi i ulike deler av livssyklusen, der smoltstadiet er det mest utsatte. Variasjon i individuelt vandringsmønster og den dynamiske utbredelsen av kritisk vannkjemi gjør det komplisert å dokumentere effekter på sjøoverlevelse hos utvandrende vill smolt. Resultater fra undersøkelser i Sandnesfjorden utenfor Storelva indikerer likevel at smolt eksponert for akkumulert Al i brakkvann hadde redusert sjøoverlevelse og brukte lang tid på å forlate de nære fjordområdene (Kroglund mfl, 2011ab). Graden av belastning vil variere mellom år på grunn av variasjoner i smoltutvandringstidspunkt og utbredelsen til det kritiske salinitetsnivået (Kroglund et al. 2011ab; 2012, 2013).

I handlingsplanen for kalking av Vegårvassdraget er estuarine blandsoner anført som en utfordring for laksebestanden i Storelva. Vannkjemiske tiltak for å unngå dette problemet kan være å tilsette natrium-silikat i ellevannet. Denne metoden vurderes i dag som en for usikker og kostbar metode i større vassdrag. Dette tiltaket er derfor utsatt. En metode som sikrer at fisken hjelpes ut av/forbi fjorden er å transportere smolt forbi problemområdene. Transport kan foregå med bil, alternativt som slep. Begge er utprøvd som årlige tiltak siden 2010. Erfaringene tilsier at slep av smolt gjennom problemområdene er den foretrukne metoden. Slep gir antagelig bedre preging for smolt slik at feilvandringen minimeres samtidig er aluminiumspåslag på gjellene dynamisk, og selv om fisken skulle få noe påslag under slep, vil den raskt normaliseres når saliniteten økes. Gjedde i vassdraget er en utfordring for smoltoverlevelse mellom Fosstveit og elvemunningen (Kroglund mfl. 2010, Kristensen mfl. 2010). Transport av fisk forbi gjeddeområdene vil øke overlevelsen ut vassdraget. Inntil videre betraktes fangst av nedvandrende smolt med påfølgende sleping ut fjorden som en del av kalkingsstrategien for Storelva. NIVA hadde oppdraget med å gjennomføre fangst og slep av smolt i 2017.

2 Områdebeskrivelse

Vegårvassdraget (Storelva) ligger i Aust-Agder og munner ut i Sandnesfjord-systemet (Songevann-Nævestadfjorden-Sandnesfjorden) mellom Tvedestrand og Risør. Anadrom fisk kan vandre ca 20 km opp i vassdraget. Vegårvassdraget har et nedbørfelt på 408 km². Storelva og nabovassdraget Steaelva renner inn i hver sin ende av Songevatn (**Error! Reference source not found.****Error! Reference source not found.**). Begge elvene påvirker vannkvalitet i de indre fjordområdene; Songevatn og Nævestadfjorden. Songevatn er adskilt fra Nævestadfjorden gjennom et bredt sund. En lang kanal (Lagstrømmen) skiller Nævestadfjorden fra Sandnesfjorden. Sandnesfjorden inneholder normalt vann saltere enn 20 psu. Saliniteten i Songevatn og Nævestadfjorden varierer i området 0 til 15 psu hvor nivåene avhenger av ferskvannstilførsel samt av påvirkning fra Skagerrak og kyststrømmen (Tjomsland og Kroglund, 2010). For ytterligere informasjon om vassdraget vises til tidligere rapporter fra prosjektet (f.eks Kroglund m.fl 2013).



Figur 1. Kart over Storelva med nedbørsfelt, fjordsystemet og kystlinjen. Felt farget lyseblått tilhører Storelva (Vegårvassdraget), gult Skjerka og grått Steavassdraget. Steavassdraget renner inn i Songevatn Lokaliteter merket med sirkler representerer fra venstre mot høyre kalkingsanlegget, Fosstveit kraftverk, elvemunningen og fjordutsettingslokalitet for smolt.

3 Metoder

Fangst av laksesmolt i sideløpet ved Fosstveit kraftverket

Smolt kan passere Fosstveit kraftverket ved å benytte seg av en fluktrute (H:41cm, B:68cm) eller følge hovedvannstrømmen gjennom kraftverksturbinen. Andelen av smolten som bruker fluktruten ligger i størrelsesorden 60-90 %. Fisken som benytter fluktruten ble fanget i ett oppsamlingsbasseng. Vi har montert en rist i utløpet av oppsamlingsbassenget slik at smolt kan vandre videre til en såkalt Wolf-felle, og over i et oppsamlingskar. Vinterstøinger (utgytt fisk) ble værende igjen i oppsamlingsbassenget. Oppsamlingskaret ble røktet daglig og laksesmolten ble transportert med bil til elvemunningen og flyttet over i en slepekasse i påvente av slep.



Figur 2. Fosstveit kraftverk med fluktrute for utvandrende smolt, oppsamlingsbasseng, Wolf-felle og oppsamlingskar for smolt.

Fangst av laksesmolt i smoltskrue ved Elvemunningen (Strømmen)

Smoltskruen står plassert i elvemunningen der elva renner inn i Songevatn. Denne lokaliteten er benyttet siden 2005. For utfyllende detaljer se f. eks Kroglund mfl (2010). Fangsteffektiviteten for laksesmolt er omkring 20 %, men vil variere med vannføring og elvetemperatur (Haraldstad mfl. 2016).

Slep av laksesmolt ut fjorden

Det ble gjennomført slep omtrent hver tredje dag avhengig av antall fisk som ble fanget. Buret ble slept etter mototbåt ved 2-3 knops fart gjennom Songevann, Nævestadfjorden og Lagstrømmen. Det ble ikke observert dødelighet på smolt under slepet. Slepene tar omtrent 1,5 t før smolten ble sluppet i saltvann med 13 til 23 promille i Sandnesfjorden.

Fysiokjemiske data

Vannføring og vanntemperaturdata for Storelva ble hentet fra NVEs overvåkingsstasjon 18.4.0 og 18.13.0. Salinitetsmålinger er hentet fra NIVAs overvåkingsstasjoner ved Kviteberg i Nævestadfjorden.

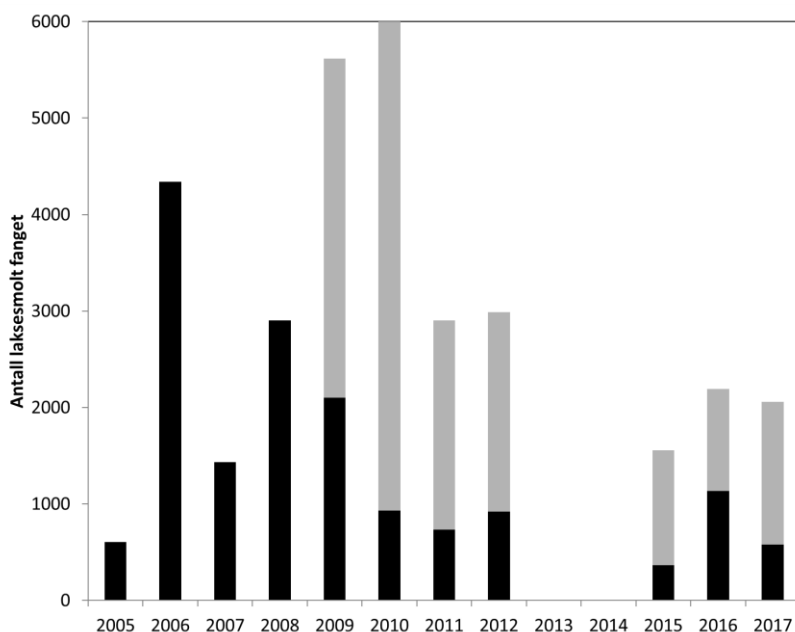
4 Resultater

4.1 Smoltutvandring 2017

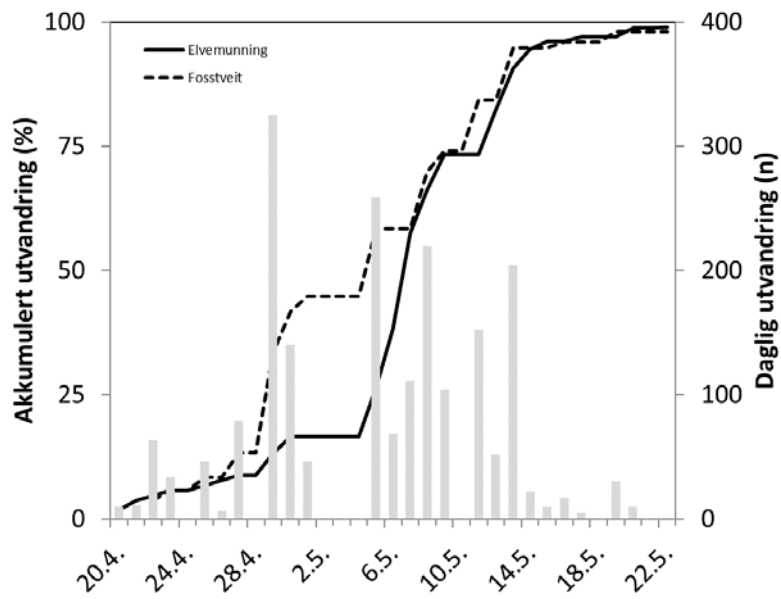
Smoltskruen i elvemunningen (Strømmen) og Wolf-fella ved Fosstveit ble satt i drift 19. april 2017. Det ble fanget totalt 2089 laksesmolt gjennom hele utvandningsperioden, 1483 ved Fosstveit og 606 ved Strømmen. Dette er på nivå med det foregående året (**Figur 3**). Fangstene i Strømmen var noe lave, men det skyldes antagelig at fella var ute av drift i tre dager under flom (**Figur 4**). Halvparten av smolten hadde vandret ut 7. mai. Dette er nær snittet av alle årene vi har registrert. Utvandningsforløpet var relativt likt mellom de to fangststasjonene, men noe tidligere ved Fosstveit enn ved elvemunningen. Stopp i fangst i perioden 1-4. mai ser ut til å sammenfalle med høy utvandring (**Figur 5**).

Vi har tidligere vist at utvandringstidspunktet hovedsakelig styres av elvetemperaturen (Haraldstad et al 2016). Våren 2017 kom temperaturøkningen relativt tidlig, og vi forventet derfor en tidlig smoltutvandring. I gjennomsnitt starter smoltutvandringen (dagen for 25 % akkumulert utvandring) 15 dager (SD 5.2) etter at elvetemperaturen har passert 6 grader, i 2017 tok det 26 dager. Vi hadde derfor et noe seinere utvandringstidspunkt en hva vi forventet ut fra elvetemperaturen (**Figur 6**).

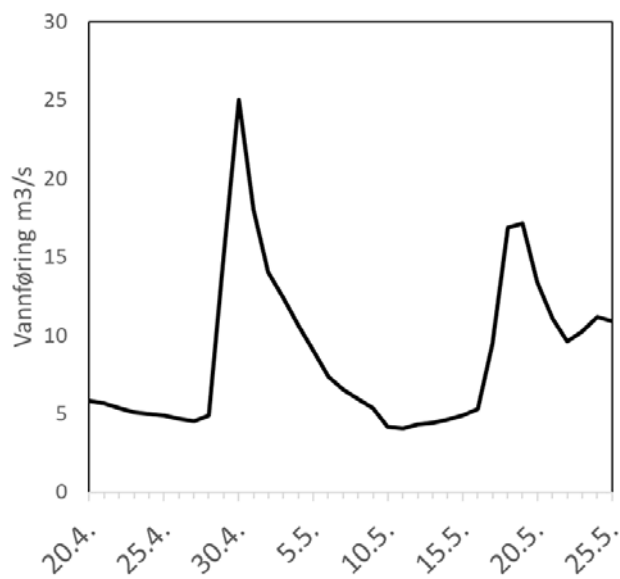
Smolt fanget ved Fosstveit ble transportert i kar til elvemunningen der de ble satt over i slepebur. Smolt som ble fanget i smoltskruen ved elvemunningen ble satt direkte over i slepeburet. Buret ble slept etter motorbåt gjennom Songevann, Nævestadfjorden og Lagstrømmen før buret ble åpnet i Sandnesfjorden. Smolten ble sluppet i saltvann fra 10 til 23 promille. Det ble gjennomført 6 slep med til sammen 2003 laksesmolt (**Tabell 1**). Dette er flere individer enn foregående år.



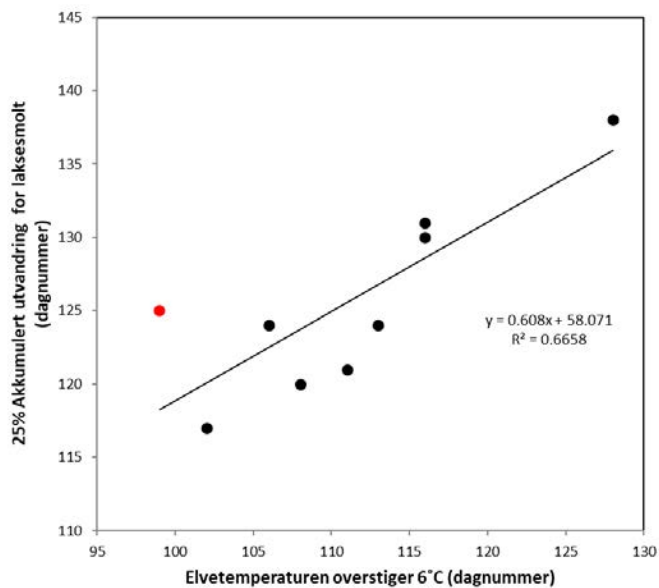
Figur 3: Antall smolt fanget i smoltskruen ved elvemunningen (svart) og oppstrøms (grå). Det er brukt samme felle ved elvemunningen hvert år (ikke 2005) plassert på samme lokalitet. Fangsteffektivitet for denne fella ligger rundt 20 %, men vil likevel variere mellom år. Antall fangstlokaliteter oppstrøms og hvor mye fisk som er transportert ut elva varierer mellom år (totalfangst i 2010 var 11700).



Figur 4: Akkumulert smoltutvandring ved Fosstveit (stiplet linje) og elvemunningen (heltrukken linje) samt antall fisk per dag for begge stasjonene (grå søyler).



Figur 5: Vannføring Storelva (NVE 18.4.0) våren 2017.



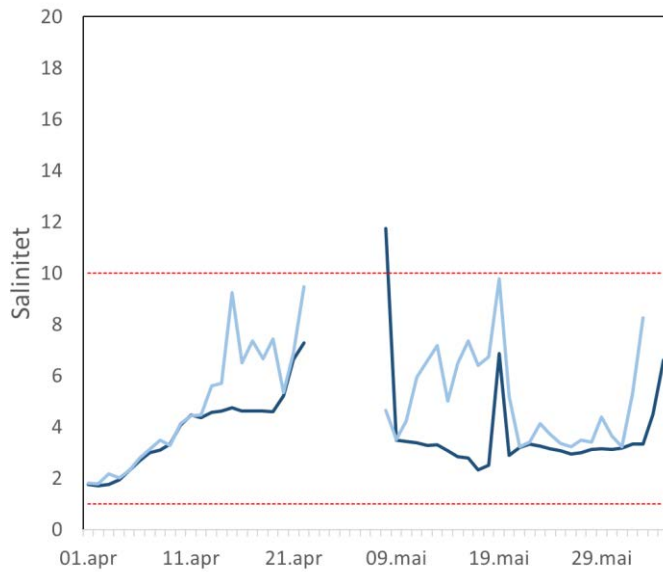
Figur 6: Sammenhengen mellom elvetemperatur (dagnummer elvetemperaturen passerer 6 grader) og utvandringstidspunkt for laksesmolt (25 % akkumulert utvandring) 2006-2010, 2012, 2015-2017 (datapunktet for 2017 er illustrert med rødt).

Tabell 1: Antall smolt slept ut fjorden for ulike datoer gjennom smoltutvandringsperioden i 2017. Smolt som ble fanget ved Fosstveit ble kjørt med bil til elvemunningen. Slepet gikk gjennom Songevann, Nævestadfjorden og Lagstrømmen før fisken ble sluppet i Sandnesfjorden på saliniteter mellom 10-23.

Slipp dato	Slep (n)
27.04	249
30.04	445
05.05	259
08.05	342
13.05	430
18.05	278
Sum	2003

4.2 Salinitet i fjorden

Saliniteten i Nævestadfjorden var på et nivå der aluminium er på en slik tilstandsform at en forventer akkumulering på gjeller til utvandrende laksesmolt gjennom hele smoltutvandringsperioden i 2017 (**Figur 7**). I Sandnesfjorden var saliniteten derimot høy i den aktuelle perioden (feltmålinger under slep), slik at en ikke vil forvente belastning på slept fisk som ble sluppet her.



Figur 7: Kontinuerlig måling (dag middel) av salinitet på to dyp i Nævestadfjorden gjennom smoltutvandringsperioden (1m og 2,5m). Stiplede røde linjer indikerer områder (mellom 1 og 10) der aluminium er på tilstandsformen der en forventer belastning på utvandrende smolt. Det mangler data for perioden 23.04-08.05.

5 Diskusjon

Saliniteten i fjordområdene utenfor Storelva våren 2017 var på et nivå der en vil forvente at tilstandsformen til aluminium vil være akkumulerbar på fiskegjeller. Utvandring gjennom dette fjordområdet vil antagelig være en betydelig belastning for smolten. Tidligere forsøk har påvist redusert sjøoverlevelse hos laksesmolt som vandrer gjennom fjorden under slike forhold. Vi vil derfor forvente økt sjøoverlevelse for smoltårgang 2017 som følge av slepene som ble utført. Fangst og slep av laksesmolt er tidkrevende og krever personell med kunnskap og erfaring med denne type arbeid. Vi vil likevel anbefale dette som tiltak siden behandling av elvevannet med silikat vil være betydelig mer kostnadskrevende.

Det var behov for slep gjennom hele utvandringsperioden i 2017, og slepet måtte forbi Lagstrømmen før saliniteten kom opp på et tilstrekkelig høyt nivå. Vi har tidligere målt større variasjon i salinitet og perioder der utbredelsen (i tid og rom) av brakkevannslaget er betydelig mindre enn i 2017. Vi kan karakterisere forholdene i de indre fjordområdene som relativt stabile gjennom sesongen, men kritisk med tanke på utvandrende smolt.

Vanntemperatur ser fremdeles ut til å være en god indikator for når smoltutvandringen starter i Storelva. Det er kostnadsbesparende å etablere en modell for hvilke miljøvariabler som styrer smoltutvandringen i de kalkede elvene slik at perioden med forhøyet pH-mål blir tilpasset fiskens utvandringsforløp samt at feller for fangst av smolt blir satt ut i rett tid.

Antall laksesmolt fanget de siste årene ser ut til å stabilisere seg på rundt 2000 individer. Fangststopp under årets utvandring var uheldig og sammenfaller antagelig med en smoltutvandringstopp. Det er imidlertid vanskelig å unngå korte perioder med fangststopp under flom og liknende. Gjennom mange år har vi erfart at det er bedre å sette fellene ute av drift under slike perioder. Da unngår vi å ødelegge utstyr og drepe fisk, samt at vi kan være klar til å fange smolt med en gang forholdene bedrer seg i stedet for å måtte bruke mange ekstra dager før fellene igjen er operative.

6 Referanser

- Bjerknes, V., Fyllingen, I., Holtet, L., Teien, H.C., Rosseland, B.O. and Kroglund, F., 2003. Aluminium in acidic river water causes mortality of farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) in Norwegian fjords. *Marine Chemistry*, 83(3-4): 169-174.
- Haraldstad, T., Kroglund, F., Kristensen, T., Jonsson, B., & Haugen, T. O. (2016). Diel migration pattern of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and sea trout (*Salmo trutta*) smolts: an assessment of environmental cues. *Ecology of Freshwater Fish*.
- Kristensen, T. and Rustadbakken, A., Kroglund, F., Guttrup, Jim., Johansen, Åsmund., Hawley, K., Rosten, C., Kjøsnes, Arne Jørgen., 2010. Gjeddas betydning som predator på laksemolt: Populasjonsstørrelse, adferd og predasjonsomfang på laksemolt i Storelva, Aust-Agder.. NIVA. Rapport I. nr OR-6085. 31 s.
- Kroglund, F., Haraldstad, T., Güttrup, J. 2014 Sjøoverlevelse til smolt eksponert for aluminium i brakkvann Tilbakevandring av gytelaks til Storelva i 2010-2013. NIVA-rapport 6663 56 s.
- Kroglund, F. and Finstad, B., 2003. Low concentrations of inorganic monomeric aluminum impair physiological status and marine survival of Atlantic salmon. *Aquaculture*, 222(1-4): 119-133.
- Kroglund, F., Finstad, B., Stefansson, S.O., Nilsen, T.O., Kristensen, T., Rosseland, B.O., Teien, H.C. and Salbu, B., 2007a. Exposure to moderate acid water and aluminum reduces Atlantic salmon post-smolt survival. *Aquaculture*, 273(2-3): 360-373.
- Kroglund, F., Guttrup, J., Kleiven, E., Stefansson, S., Barlaup, B. and Teien, H.C., 2007b. Aluminium, et miljøproblem for laks i Sandnesfjorden, Aust-Agder? NIVA rapport 5366-2007: 47.
- Kroglund, F., Haraldstad, T., Hagem, T., Rosten, C., Hawley, K., Guttrup, J. and Johansen, Å., 2012. Påvirkes laksemolt av aluminium i brakkvann? Gjenfangst av oppvandrende laks merket og satt ut som smolt i Storelva i Holt, Aust-Agder i 2009 og 2010. . NIVA rapport 6291. 45 s.
- Rosseland, B.O., Bjerknes, V., Guldborg, B., Håvardson, B., Kroglund, F., Kvellestad, A., Litlabø, A., Rosten, T., Teien, H.C., Toften, H., Tørud, B. and Åtland, Å., 2007. Episoder med dårlig vannkvalitet som har ført til produksjonsslidelser eller tap av fisk. I: Vannkvalitet og smoltproduksjon (Bjerknes, V., red), Juul forlag, pp 9-55.
- Rosseland BO. 2005. Vann og gjelleanalyser av laks i forbindelse med fiskedød i Fedafjorden. NIVAnotat.
- Teien, H. C., Standing, W. J., & Salbu, B. (2006). Mobilization of river transported colloidal aluminium upon mixing with seawater and subsequent deposition in fish gills. *Science of the total environment*, 364(1), 149-164.
- Tjomsland, T. and Kroglund, F., 2010. Modellering av strøm og saltholdighet i Sandnesfjorden ved Risør. NIVA. Rapport I. nr OR-6049. 31 s.

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 samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

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