

Jo Vegar Arnekleiv, Gaute Kjærstad,
Aslak D. Sjørksen, Lars Rønning, Jarl Koksvik
og Knut Alfredsen

Fiskebiologiske undersøkelser i Innfjordelva, Rauma kommune, 2004-2009





Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Vitenskapsmuseet
Rapport zoologisk serie 2010-4

Fiskebiologiske undersøkelser i Innfjordelva, Rauma kommune, 2004-2009

Jo Vegar Arnekleiv, Gaute Kjærstad, Aslak D. Sjursen, Lars
Rønning, Jarl Koksvik og Knut Alfredsen

Utgiver: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Vitenskapsmuseet
Seksjon for naturhistorie
7491 Trondheim
Telefon: 73 59 22 80
Telefaks: 73 59 22 95
e-mail: naturhistorie@vm.ntnu.no

Tidligere utgivelser i samme serie, se:
<http://www.ntnu.no/vitenskapsmuseet/zoologisk-rapportserie>

Forsidebilde: Parti fra Innfjordelva. Foto: Jo Vegar Arnekleiv

ISBN 978-82-7126-904-3
ISSN 0802-0833

REFERAT

Arnekleiv, J.V., Kjærstad, G., Sjursen, A.D., Rønning, L., Koksvik, J. & Alfredsén, K. 2010. Fiskebiologiske undersøkelser i Innfjordelva, Rauma kommune, 2004-2009. – NTNU Vitenskapsmuseet Rapp. Zool. Ser. 2010, 4: 1-42

Denne rapporten gir en statusbeskrivelse av laks- og sjørretbestanden i Innfjordelva, samt peker på mulige effekter av pulskjøring i Berild kraftverk på ungfiskebestandene og på bunndyr.

Tettheten av ungfisk av laks og ørret ble undersøkt på åtte stasjoner i anadrom del av elva i årene 2004-2006, samt 2008. For elva sett under ett varierte tettheten av 0+ laks mellom år fra 10-54 individer/100m², mens tettheten av 1+ og 2+ laks var svært lav gjennom hele undersøkelsesperioden (henholdsvis 0,65 - 4 og 0,1-0,3 fisk/100 m²). Den lave andelen av 1+ og 2+ antas å skyldes lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*, som forårsaker stor dødelighet på eldre laksunger. Tettheten av 0+ ørret varierte fra 18-70 fisk/100 m² mellom ulike år for hele elva sette under ett. For 1+ og ≥2+ varierte tilsvarende tettheter fra henholdsvis 9-19 og 5-8 fisk/100 m². Tettheten av ungfisk av ørret skyldes både naturlig rekruttering og utsatt fisk, men det var ikke mulig å skille ut settefiskene i fangstene.

Gjennomsnittslengde for 0+ og 1+ laks varierte fra henholdsvis 38,2-43,5 mm og 71,6-76,6 mm. For ørret variert gjennomsnittslengde for 0+, 1+ og 2+ fra henholdsvis 40,7-44,5 mm, 72,7-79,2 mm og 103,6-115,3 mm.

Offisiell fangststatistikk viser årlige fangster mellom ca.400-1000 kg laks i Innfjordelva i perioden 1970-1980, med en topp på 1555 kg i 1975 og en bunn på 67 kg i 1978. Fra 1980 har fangstene vært lave, med under 200 kg de fleste år. For sjørret var fangstene høyest i perioden 1970-1977, men med en nedadgående trend. I perioden 1979-1990 lå fangstene på 41,5 kg i årlig gjennomsnitt, mens det i de siste årene har vært under halvparten av dette gjennomsnittet.

Gytefisktellinger foretatt av elveeierlaget i perioden 1995-2009 indikerer mye gytefisk i 1999 og 2000, med totalt 365 registrerte sjørret og 89 laks i 2000. I perioden 2001-2004 ble det registrert 100-140 sjørret og 42-59 laks, mens antall registrerte sjørreter i årene etter 2004 er redusert med 83 % i forhold til perioden 2001-2004. Gytegroptellinger på anadrom strekning viste minimum 77 gytegroper i 2004 og minimum 125 gytegroper i 2005. Begge år ble det registrert flest gytegroper i elvas nedre del.

I forbindelse med pulskjøring av kraftverket utgjør vannstandsfluktuasjonen 8-12 cm ved Strokebrua og vannstandsreduksjonen er på om lag 1 cm/time. Oppmålinger i felt under pulskjøring i mars-april 2008 på områdene med størst påvirkte arealer viste at en elvebredde på ca. 40-100 cm var utsatt for tørrlegging under pulskjøring. Det ble kun påvist en død yngel i substratet etter nedkjøring av kraftverket, og med tanke på de små og langsomme endringene i vannstand, representerer neppe pulskjøringa noe vesentlig problem mht. stranding av fisk. Undersøkelsen viser også at de områdene som utsettes for periodevis tørrlegging under pulskjøring i stor grad blir benyttet av ørretunger, særlig årsyngel, som raskt trekker inn på nylig vanndekte områder, spesielt i august og på vårvinteren. Dette, sammen med de marginale og langsomme vannstandsendringene sannsynliggjør at pulskjøring av Berild kraftverk har små negative effekter på ørretens habitatbruk, og sannsynligvis liten negativ effekt i forhold til fiskens energiforbruk og ungfiskproduksjonen.

Bunndyrprøver ble tatt i mars, april og august og på samtlige tidspunkter var det vesentlig høyere bunndyr-tettheter på de permanent vanndekte arealene enn på de periodevis tørrlagte arealene. Noe av forskjellen tilskrives metodiske svakheter, men det er sannsynlig at noe av forskjellen også kan tilskrives opp- og nedkjøring av kraftverket. Hvorvidt noe redusert næringsdyrtetthet kan påvirke ungfiskproduksjonen på disse arealene er imidlertid usikkert.

Emneord: Elv – vassdragsregulering – pulskjøring – laks – ørret – ungfisk – gytegroper - bunndyr

Jo Vegar Arnekleiv, Gaute Kjærstad, Aslak Darre Sjursen, Lars Rønning, NTNU Vitenskapsmuseet, Seksjon for naturhistorie, N- 7491 Trondheim

Jarl Koksvik, Direktoratet for naturforvaltning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim

Knut Alfredsén, NTNU, Institutt for vann og miljøteknikk, N-7491 Trondheim

ABSTRACT

Arnekleiv, J.V., Kjærstad, G., Sjursen, A.D., Rønning, L., Koksvik, J. & Alfredsén, K. 2010. Studies on fish biology in the river Innfjordelva, Rauma municipality, 2004-2009. – NTNU Vitenskapsmuseet Rapp. Zool. Ser. 2010, 4: 1-42

This report gives a status of the stocks of Atlantic salmon and brown trout in River Innfjordelva, and identifies effects of hydropeaking from Berild power plant on juvenile fish and benthic macroinvertebrates.

Juvenile salmon and trout densities were examined on eight stations in the anadromous part of the river in 2004-2006, and in 2008. For the whole river densities of juvenile salmon (0+) varied between years with 10-54 individuals per 100 m², while densities of 1+ and 2+ were very low throughout the examined period (0.65 - 4 and 0.1-0.3 individuals per 100 m², respectively). The low densities of 1+ and 2+ is expected due to the presence of the salmon parasite *Gyrodactylus salaris*, which causes high mortality of juvenile salmon. The densities of juvenile trout (0+) varied from 18-70 individuals per 100 m² for the whole river. For 1+ and ≥2+ the densities were 9-19 and 5-8 individuals per 100 m², respectively.

Average body length of juvenile salmon (0+ and 1+) varied from 38.2-43.5 mm and 71.6-76.6 mm, respectively. For juvenile trout (0+, 1+ and 2+) the average body length varied from 40.7-44.5 mm, 72.7-79.2 mm and 103.6-115.3 mm, respectively.

Official catch statistics shows catches of approximately 400-1000 kg of adult salmon in River Innfjordelva during the period 1970-1980, with a maximum catch of 1555 kg in 1975 and a minimum catch of 67 kg in 1978. From 1980 the catches have been low, with less than 200 kg most years. Catches of sea trout were highest in the period 1970-1977, but with a decreasing trend. In 1979-1990 the catches had an yearly average value of 41.5 kg, while during the latest years the catches have been less than half this average.

Counting done by local river owners in 1995-2009 indicate relatively high densities of spawning fishes in the river with a total of 365 sea trout and 89 salmon in 2000. In the period 2001-2004 it was registered 100-140 sea trout and 42-59 salmon, but the number of sea trout after 2004 have decreased with 83 % compared to the period 2001-2004. Counting of spawning redds showed a minimum of 77 redds in 2004 and minimum 125 redds in 2005. In both years most of the spawning redds were situated in the lowest part of the river.

During hydropeaking the water level fluctuations compromised 8-12 cm at the bridge Strokebrua and the reduction of the water level was approximately 1 cm/hour. Measurements in the field during hydropeaking in March-April 2008 on the most affected areas showed that a river with of 40-100 cm was affected by hydropeaking. Only one dead juvenile fish was detected in substratum which was dried out. Because of the small and slow changes of water level, the hydropeaking represents probably no significant problem regarding to stranding of fish. The research shows that the areas exposed to hydropeaking were extensively used by juvenile trout, especially 0+, which quickly entered the "ramping zone" after it was covered by water, especially in August and March/April. Taking this fact together with the small and slow water level fluctuations in consideration, it seems that hydropeaking from Beril power plant probably has only minor negative effects on habitat use, energy use of juvenile trout and the trout production.

Samples of benthic invertebrates were taken in March, April and August, and on all occasions the densities were significantly higher on the areas with permanent water cover compared to the areas exposed to hydropeaking. We assume that at least some of the reasons for the registered differences may be due to hydropeaking. Whether reduced densities of fish food organisms may affect the production of juvenile fish in these areas, is however uncertain.

Keywords: River – hydropower regulation – hydropeaking – Atlantic salmon – Brown trout – juveniles – spawning redds – macroinvertebrates.

Jo Vegar Arnekleiv, Gaute Kjærstad, Aslak Darre Sjursen, Lars Rønning, NTNU Vitenskapsmuseet, Seksjon for naturhistorie, N- 7491 Trondheim

Jarl Koksvik, Direktoratet for naturforvaltning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim

Knut Alfredsén, NTNU, Institutt for vann og miljøteknikk, N-7491 Trondheim

INNHOOLD

REFERAT

ABSTRACT

FORORD.....	7
1 BAKGRUNN.....	8
2 VASSDRAGSBESKRIVELSE OG STATUS FOR FISKEBESTANDENE I INNFJORDELVA.....	8
3 PÅLAGTE UNDERSØKELSER OG VALGTE METODER	9
3.1 Pålagte undersøkelser	9
3.2 Ungfiskundersøkelser	9
3.3 Fangststatistikk, gytefisktellinger og gytegroppregistreringer	10
3.4 Strandingsundersøkelser.....	12
4 BERILD KRAFTVERK, MANØVRERING OG VANNSTANDSVARIASJONER... 13	
4.1 Berild kraftverk	13
4.2 Pulskjøring, vannstandsvariasjoner, temperatur og arealpåvirkning.....	13
5 UNGFISKUNDERSØKELSER	18
5.1 Tetthet av ungfisk	18
5.2 Vekst hos ungfisk	22
5.3 Lengdefordeling	22
5.4 Utsetting av fisk og mulig virkning på ungfiskresultatene.....	22
6 VOKSEN FISK.....	25
6.1 Fangststatistikk.....	25
6.2 Gytegroper og gytefisktelling.....	26
7 STRANDING AV FISK OG HABITATBRUK I ”REGULERINGSSONEN”	30
7.1 Stranding av fisk.....	30
7.2 Habitatbruk hos ungfisk under pulskjøring av kraftverket.....	30
7.3 Bunndyr i ”reguleringssonen”	33
8 LITTERATUR.....	37

VEDLEGG 1-3

FORORD

I Innfjordelva ble det i 1999 bygd et nytt Berild kraftverk til erstating for det gamle elvekraftverket. Innfjordelva ble smittet av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* og rotenonbehandlet i 1993, og den nye reguleringen betydde pulskjøring med vannstandsvariasjoner i Innfjordelva. Laks- og sjørretbestanden har derfor vært utsatt for ulike påvirkninger, og Miljømyndighetene ønsket en tilstandsbeskrivelse av laks- og sjørretbestanden i vassdraget og en undersøkelse av mulige negative effekter av regulering og pulskjøring på fiskebestandene.

Laboratoriet for ferskvannsøkologi og innlandsfiske (LFI) ved NTNU Vitenskapsmuseet ble engasjert av utbygger, Rauma Energi AS til å gjennomføre en slik undersøkelse i 2004. I perioden 2004-2006 ble det gjennomført ungfiskundersøkelser og gytetroptellinger i vassdraget, mens det i 2008 og 2009 ble gjennomført undersøkelser av mulig effekt av pulskjøringa på ungfisk og bunndyr. Knut Alfredsen har gjennomført modellering av vanndyp og tørrlagte arealer under ulike vannføringer med bistand fra studenter og LFI og takkes for innsatsen og samarbeidet. Innfjordelva elveigarlag har overlatt resultater av gytetelling fra en årrekke til prosjektet og ellers bidratt med nyttige opplysninger om elva og takkes for samarbeidet. Gjennomføring av undersøkelsen har forutsatt en god dialog med utbygger, og vi takker Rauma Energi, og særlig Ståle Sæterbø for godt samarbeid, god tilrettelegging og tilgang til vassføringsdata. Undervegs har det vært holdt møter med både utbygger og Elveigarlaget og vi takker alle som har bidratt med opplysninger og innspill.

Trondheim, mai 2010

Jo Vegar Arnekleiv
Prosjektleder

1 BAKGRUNN

I Innfjordelva ble det i 1998 gitt konsesjon til bygging av Berild kraftverk til erstatning for det gamle elvekraftverket (Berildfoss kraftverk) som ble satt i drift i 1939/1951. Det nye Berild kraftverk utnytter fallet på ca. 276 m mellom Berildvatn og Berildelva og driftes ut fra tilsigsforholdene, noe som medfører pulskjøring av kraftverket gjennom døgnet i perioder med lite tilsig. Pulskjøring, eller effektkjøring av kraftverk, hvor vannføringen varierer raskt og ofte flere ganger i døgnet og/eller uka, har i en del andre regulerte vassdrag som Altaelva og Nidelva vist seg å ha store negative konsekvenser for ungfisk av laks og ørret (Hvidsten 1985, Arnekleiv et al., 1994, Ugedal et al. 2002). Ved rask vannstandsreduksjon når kraftverket stopper, kan ungfisk bli liggende igjen på tørrlagte strandområder og dø av kvelning, såkalt stranding. Slike raske vannstandsvariasjoner kan også påvirke energisituasjonen til ungfisk som ikke direkte utsettes for stranding, men som hele tiden må forflytte seg med vannstandsvariasjonen (jf. Berg et al. 2006). I tillegg til en mulig negativ påvirkning av pulskjøring i kraftverket, ble laks- og sjørretbestanden i Innfjordelva negativt påvirket av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* og med påfølgende rotenonbehandling av vassdraget i 1993. Fiskebestander som i utgangspunktet er svake, kan være særlig utsatt for ytterligere negative påvirkninger som effekter av kraftverksreguleringer med effektkjøring. Dette var bakgrunnen for at Fylkesmannens miljøvernaveiding og Direktoratet for naturforvaltning ønsket en fiskebiologisk undersøkelse i vassdraget for å gi en status for laks- og sjørretbestanden og dernest en undersøkelse av effekten av pulskjøringa på ungfiskbestandene.

2 VASSDRAGSBESKRIVELSE OG STATUS FOR FISKEBESTANDENE I INNFJORDELVA

Innfjordvassdraget ligger i Rauma kommune i Møre og Romsdal fylke og dekkes av kartblad 1319 IV i M711-serien. Vassdraget (vassdragsnummer 103.2Z) kan karakteriseres som ei middels stor vestlandselv som har sitt utløp i Innfjorden, ca. 12 km vest for Åndalsnes. Vassdraget har et samlet nedbørfelt på 103,3 km² og en midlere vannføring over året på 6,64 m³/s. Ca. 1/3 av nedbørfeltet drenerer til Berdalselva som ikke er berørt av utbyggingen.

Dalbunnen er flat i nedre del, og elva slynger seg i rolige holer og småstryk i jordbrukslandskap opp til Strokebrua (jf. fig.1). Herfra er det mer stigning, og elva blir striere gjennom et storsteinet landskap (ur) ved Stokkholmane opp til Svarthølen, ca. 5 km fra sjøen på ca. kote 40. Svarthølen er angitt som øvre grense for anadrom strekning. I tillegg er det et sideløp ved Gjerde på ca. 1 km som er laks- og sjørretførende slik at total anadrom strekning er ca. 6 km. Fra Svarthølen og opp til Urdavatnet (59 moh.) går elva i grov steinur og dels usynlig i ura. Også på strekningen Vårsetra – Svarthølen deler Innfjordelva seg opp i flere løp som dels går usynlig i steinura. Likeså er elva dels usynlig i steinur mellom Uravatnet og Demmedalsvatnet (80 moh.). Herfra går elva mest i småstryk opp til Berill, ca. 7 km fra sjøen, der elva deler seg i to trange sidedaler, Berilldalen og Berdalen hvor elveløpene i bunnen har en bratt stigning opp mot høgfjellet. Grensen for nedbørfeltet går på alle kanter opp mot 1400-1600 m høye fjellrygger og er typisk eksempel på ”Møretindlandskap” hvor det også ligger mindre brearealer som gir tilførsel av smeltevatn utover sommeren. Med lite tilsig, spesielt om vinteren, kan lavvannføringa i Innfjordelva være ned mot 0,5 m³/s. Avrenningen fra de bratte fjellsidene er imidlertid høy i nedbørsperioder, og Innfjordelva kan karakteriseres som ei flomelv hvor vannføringa raskt kan stige til 20 m³/s.

Innfjordelva var tidligere kjent som ei god smålakselv, men det ble også tatt bra med sjørret. I dag er laksestammen vurdert som direkte utryddingstruet og sjørretstammen er vurdert som sårbar (DN lakseregisteret, 2006). En av de viktigste årsakene til denne situasjonen er lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* som først ble påvist i 1991 og som medførte en sterk nedgang i ungfiskbestanden av laks. Elva ble overvåket årlig fra 1983 til 1999 (Haukebø og Eide 1987, 1989, Eide et al. 1992, 1993, Eide 1994, 1996, 1997, 1998, 2000, Bruun og Eide 1999). Innfjordelva ble behandlet med rotenon i 1993, noe som medførte en sterk reduksjon i både laks- og sjørretbestanden. Etter behandlingen ble det satt ut 400-500 større sjørret av stedegen stamme og de nærmeste årene etter behandlingen ble det også satt ut ungfisk av laks og ørret fra Herje smoltanlegg. Lakseparasitten ble på ny påvist i vassdraget i 1999. I tillegg til laks og sjørret i anadrom del er det innlandsørret i elver og innsjøer oppover i vassdraget. I nedslagsfeltet ligger det flere store og små vatn som til en viss grad demper avrenningen.

3 PÅLAGTE UNDERSØKELSER OG VALGTE METODER

3.1 Pålagte undersøkelser

I påleggsbrevet fra Direktoratet for naturforvaltning til Rauma Energi AS av 20.04.2004 ble det fastsatt et relativt detaljert undersøkelsesprogram:

1. Årlige ungfiskundersøkelser av laks og sjøaure. Tetthet og vekst hos ungfisk av laks og aure skal undersøkes på minimum seks stasjoner. Stasjonene skal være representative med tanke på vandedybde, vannhastighet og bunnsubstrat.
2. Forekomst og omfang av stranding av fiskeunger skal bli kartlagt i forbindelse med raske endringer i vannstand. Undersøkelsene skal skje under en rekke ulike forhold, ut fra vannføring (lav, middels og høy), tid på døgnet (natt og dag) og tid på året (vår, sommer, høst og vinter).
3. Dokumentasjon av hydrologiske forhold (vannføring, vannstand) som har dokumentert eller potensiell effekt på produksjon av laks og sjøaure i vassdragsområdene nedstrøms Berild kraftverk.
4. På bakgrunn av ungfiskundersøkelser, strandingsundersøkelser og hydrologiske data skal det beregnes hvilket årlig smolttap effekten av Berild kraftverk har for bestandene av laks og sjøaure i vassdraget.
5. Undersøkelser av gyteforhold og mengde gytefisk av laks og sjøaure i Innfjordelva. Et viktig formål er å se om det er tilstrekkelig med gytefisk til å utnytte det produksjonspotensial som ligger i vassdraget.

3.2 Ungfiskundersøkelser

For å undersøke tetthet og vekst til laks- og ørretunger i Innfjordelva ble det, etter en befaring, valgt ut åtte lokaliteter for elfiske (fig. 1). Stasjonene ble valgt slik at de skulle representere ulike type elvepartier i hele den anadrome strekningen. Tettheten av laks- og ørretunger i Inn-

fjordelva er beregnet en gang hvert år fra 2004 til 2008, med unntak av 2007, hvor vannføringssituasjonen gjorde innsamling svært vanskelig og usikker. Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat (Paulsen-apparat) på oppmålte arealer på hver stasjon hvert av årene. På noen stasjoner ble hele elveprofilen (elvetverrsnittet) fisket, eller det ble fisket fra ene bredden til minimum midtpartiet av elva, eller så dypt det var effektivt å fiske (ca. 70 cm dyp). Tettheten ble beregnet etter tre omgangers suksessivt fiske av et fast avmerket areal pr. lokalitet (Zippin-metoden, Bohlin et al. 1989). Metoden bygger på at tettheten av fisk beregnes ut fra nedgangen i fangst mellom hver omgang. På lokaliteter med lave fisketettheter og/eller vanskelige fiskeforhold kan beregningene ofte bli usikre. I de tilfeller der 95 % konfidensintervall blir større enn tetthetsestimatet har vi brukt summen av de tre fiskeomgangene som uttrykk for fisketettheten. Utviklingen i tettheten av ungfisk er undersøkt separat for hver enkelt stasjon. Tettheten av ungfisk er beregnet for årsyngel (0+) og eldre, men vi har også beregnet tettheten for årsklasser (1+, 2+) separat. Ut fra morfologiske kriterier og erfaring fra undersøkelser i Driva (Arnekleiv et al. in prep.) ble en del ungfisk bestemt til hybrider – krysninger mellom laks og ørret.

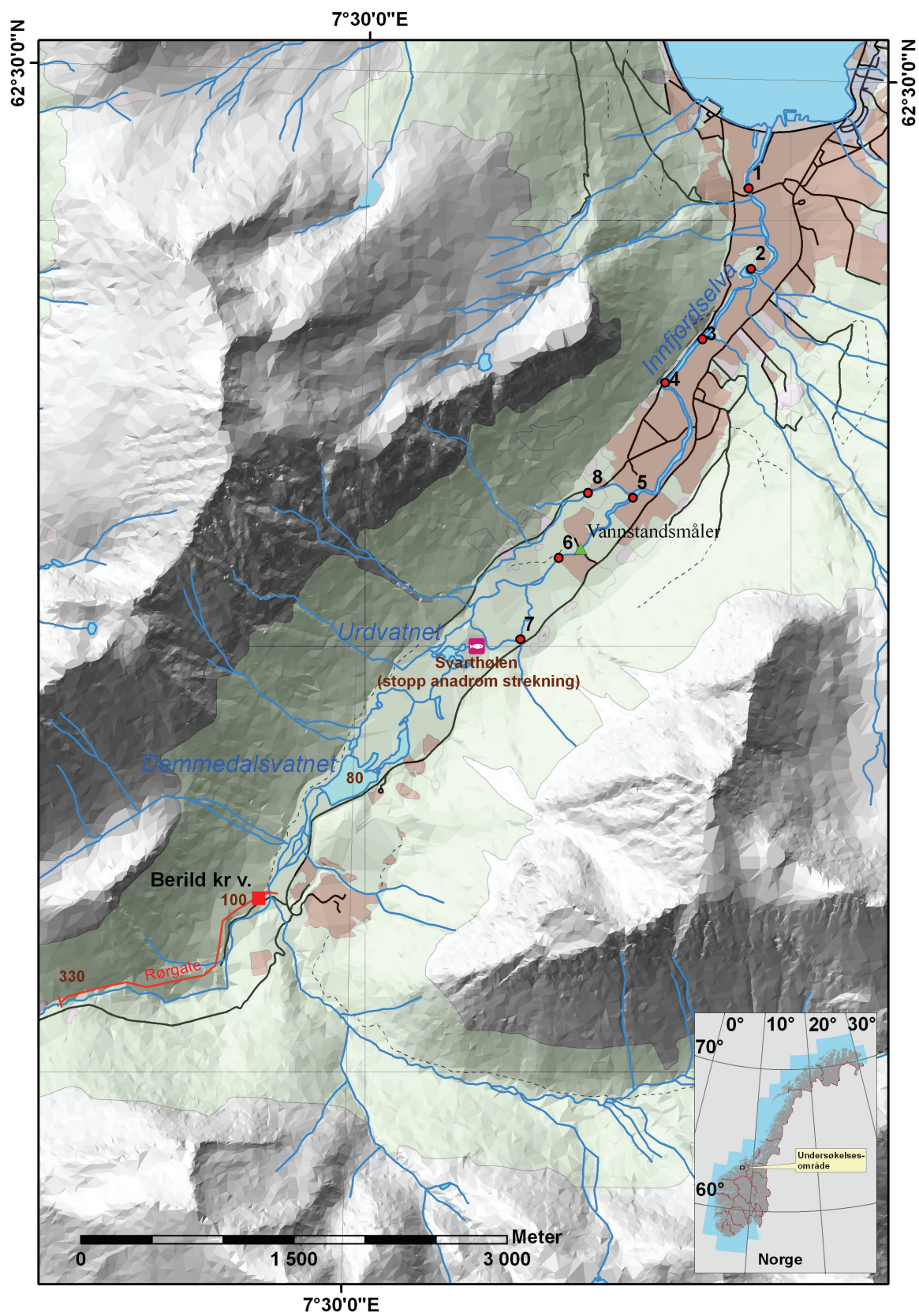
Avhengig av elvas bunnsubstrat, dyp og vannhastighet vil områdenes egnethet som oppvekstområder variere. Fangbarheten til ungfisken vil også variere avhengig av miljøforholdene under innsamlingen (Jensen & Johnsen 1988, Bohlin et al. 1989). De viktigste faktorene er vannføring, endring (spesielt økning) i vannføring i dagene før innsamling foruten temperatur og turbiditet. I Innfjordelva er ungfiskundersøkelsene så langt mulig lagt til perioder med lav vannføring i august/september. I tillegg ble det samlet ungfiskmateriale til vekstanalyse i oktober 2005.

3.3 Fangststatistikk, gytefisktellinger og gytegroppregistreringer

Utviklingen i fangstene av laks og sjøørret i vassdraget er basert på offisiell fangststatistikk (jf. www.lakseregisteret.no). Oppgaver over fangst av laks og ørret er ikke nevnt for alle år, og som i mange mindre vestlandselver må en regne med at fangstene har vært underrapportert (jf. Munitz 1997). Elva har vært fredet for fiske etter laks i årene 1991- 1994 på grunn av infeksjon av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*.

Innfjordelva Elveeigarlag har i mange år registrert gytefisk i Innfjordelva. Registreringene er foretatt ved observasjon fra land mellom Gammelbrua og Svarthølen, og gjennomført 1-3 ganger pr. sesong av samme person (er). Tellingene er foretatt fra medio september til medio november. Det er forsøkt skilt på sjøørret, laks og oppdrettslaks. Dataene er sammenstilt og presentert i denne rapporten.

I 2005 og 2006 ble det i tillegg gjennomført gytegroptellinger på mesteparten av den anadrome strekningen ved at to personer gikk elveløpet og kartfesta alle synlige gytegroper på økonomisk kartverk i målestokk 1: 5000. Gytegroppregistreringene ble foretatt den 20.-21. oktober 2004 og den 25. oktober 2005, begge år på lav vannføring og med gode observasjonsforhold.



Figur 1. Oversiktskart over Innfjordelva med angitte elfiskestasjoner (1-8).

3.4 Strandingsundersøkelser

Etter drøfting med DN ble det enighet om å utsette gjennomføringen av påleggets pkt. 2 til en hadde dokumentasjon over fordeling og tetthet av anadrom fisk i vassdraget og nærmere karakterisering av vannstandsvariasjonene relatert til driften av Berild kraftverk.

Pulskjøringa i Berild kraftverk viste seg å ikke medføre raske dropp i vannstanden, men en langsom variasjon over døgnet (jf. kap. 4). Etter samråd med DN ble det, i stedet for å utføre en detaljert undersøkelse av strandet fisk i substratet, eventuelt ved bruk av innhegninger, valgt å undersøke fiskens habitatbruk under pulskjøring.

Selv om strandingsdødelighet av fisk ikke vil representere et problem, vil de områdene som stadig tørlegges i perioder med pulskjøring potensielt kunne påvirke produksjonen av fisk gjennom tap av habitater (leveområder) og redusert produksjon og tilgang på næringsdyr (gjennom uttørking og frost). Ørret- og laksunger hevder territorier og benytter normalt hele det vanndekte arealet til oppvekst. Når deler av dette arealet stadig tørlegges (ca. en gang i døgnet) må fisken forflytte seg. Dette krever ekstra energiressurser, og det er vist at slike forflytninger kan tære såpass mye på fiskens fettlagre at dødeligheten øker (Arnekleiv et al. 2000, Berg et al. 2006). Det kan også være at fisken unngår å benytte disse arealene som jevnlig tørlegges (reguleringssonen) på grunn av habitatdegradering eller mangel på næring i disse områdene (jf. Arnekleiv et al. 1994). For å oppfylle påleggets punkt 2 ga DN sin støtte til at en registrering av bruken av arealene i ”reguleringssonen” og beregning av eventuelt tapt produksjonsareal framfor en mer omfattende strandingsundersøkelse. Arealer som ble berørt av pulskjøring på de enkelte lokalitetene ble likevel gått over (grov kartlegging) for telling av eventuelt strandet fisk.

For å undersøke habitatbruk hos fisk og forekomst av bunndyr på de arealene som berøres under pulskjøring ble det gjennomført elfiske og bunndyrinnsamling fra aktuelle arealer ved:

- Detaljert oppmåling og merking av berørt areal under ulike driftssituasjoner på tre områder i elva.
- Elektrofiske av berørt areal når dette er vanndekt for å avdekke om fisk benytter arealet og i tilfelle hvilke arter og størrelsesgrupper. Området ble fysisk avgrenset før elfiske (steinsatt finmasket garn) for å hindre skremming av fisk ut av arealet.
- Enkel registrering av næringsdyr på berørt areal og permanent vanndekt areal utenfor (R1-prøver)
- Undersøkelsen ble utført til ulike årstider og under ulike driftsforhold på vårvinter og seinhøst da pulskjøring gir størst effekt i forhold til tørrlagt areal på lave vannføringer.

Elfiske ble gjennomført med en omgang overfiske av oppmålt og fysisk avgrenset areal på vekselvis vanndekt og tørrlagt område (”reguleringssonen”) og tilsvarende overfiske av oppmålt areal på permanent vanndekt areal. Innfanget fisk ble artsbestemt og lengdemålt i felt og deretter sluppet tilbake på samme område i elva. Undersøkelsene ble gjennomført i periodene 10.-12. mars 2008, 3.-5. april 2008 og 4.-6. august 2009.

Bunndyr

Prøvetaking av bunndyr ble gjort ved hjelp av ett-minutts sparkeprøver med en langskaffet håv med 25 x 25 cm ramme påmontert en håvpose med maskevidde på 0,25 mm. Prøvene ble helfiksert i etanol i felt for seinere gjennomgang under stereolupe på lab.

For hver stasjon ble det tatt en sparkeprøve både på permanent vanndekt areal og på periodevis tørrlagt areal. I mars og april 2008 ble det tatt prøver på stasjonene 2; 5; 3 og 6 i Innfjordelva. I tillegg til stasjon 6 i Innfjordelva ble det i august 2009 også tatt prøver i "kanalen" like nedstrøms utløpet fra Berild kraftverk, samt i den uregulerte Berdalselva.

4 BERILD KRAFTVERK, MANØVRERING OG VANNSTANDSVARIASJONER

Påleggets pkt. 3 (dokumentasjon av hydrologiske forhold) ble gjennomført av utbygger, ved at det ble etablert en vannstandsmåler ved Strokebrua (jf. fig. 1). I tillegg ble det etablert en temperaturlogger på samme lokalitet i desember 2004. Denne ble analysert av NVE og har logget temperatur en gang pr. døgn i årene 2005-2009. I tillegg la vi ut en temperaturlogger i 2008 med tidsoppløsning hver fjerde time, for å kunne måle temperaturendringer gjennom døgnet under pulskjøring. For å gjennomføre en mer detaljert kartlegging av fysisk habitat og beregninger av tørrlagte arealer på utvalgte områder i forbindelse med pulskjøring av Berild kraftverk, ble det etablert samarbeid med førsteamanuensis Knut Alfredsen, Institutt for vann og miljøteknikk NTNU.

4.1 Berild kraftverk

Tillatelse til bygging av nytt Berild kraftverk ble gitt i kongelig resolusjon av 12.05.1998. Kraftverket erstatter gamle Berildfoss kraftverk fra 1939 og er basert på eksisterende regulering av Taskedalsvatn, Sjøbolet og Berildvatn. I tillegg er det overført vann fra Gjølbottalen til Berildvatn som er inntaksmagasin til kraftverket og har en regulering på 1m. Fra vanninntaket i Berildvatn (kote 370,7) føres vatnet via rørledning og tunnel til Berild kraftverk på kote 95. Herfra føres vatnet i en avløpskanal til samløpet med elva fra Berdalen og videre i naturlig løp til Demmedalsvatn (kote 80, jf. fig. 1). I Berildelva mellom Berildvatn og kraftstasjonen er det en pålagt minstevannføring på 0,2 m³/s i perioden 15.mai – 31. august. Magasinet i Berildvatn er ikke tilstrekkelig til at Berild kraftverk kan kjøre kontinuerlig i lavvannsperioder, og kraftverket driftes derfor med utpreget pulskjøring gjennom døgnet. Kraftverkets maskin kan kjøre mellom en minste last på 3,0 MW, tilsvarende en slukeevne på 1,35 m³/s, og en maksimal last på 11,3 MW tilsvarende en slukeevne på 4,7 m³/s.

4.2 Pulskjøring, vannstandsvariasjoner, temperatur og arealpåvirkning

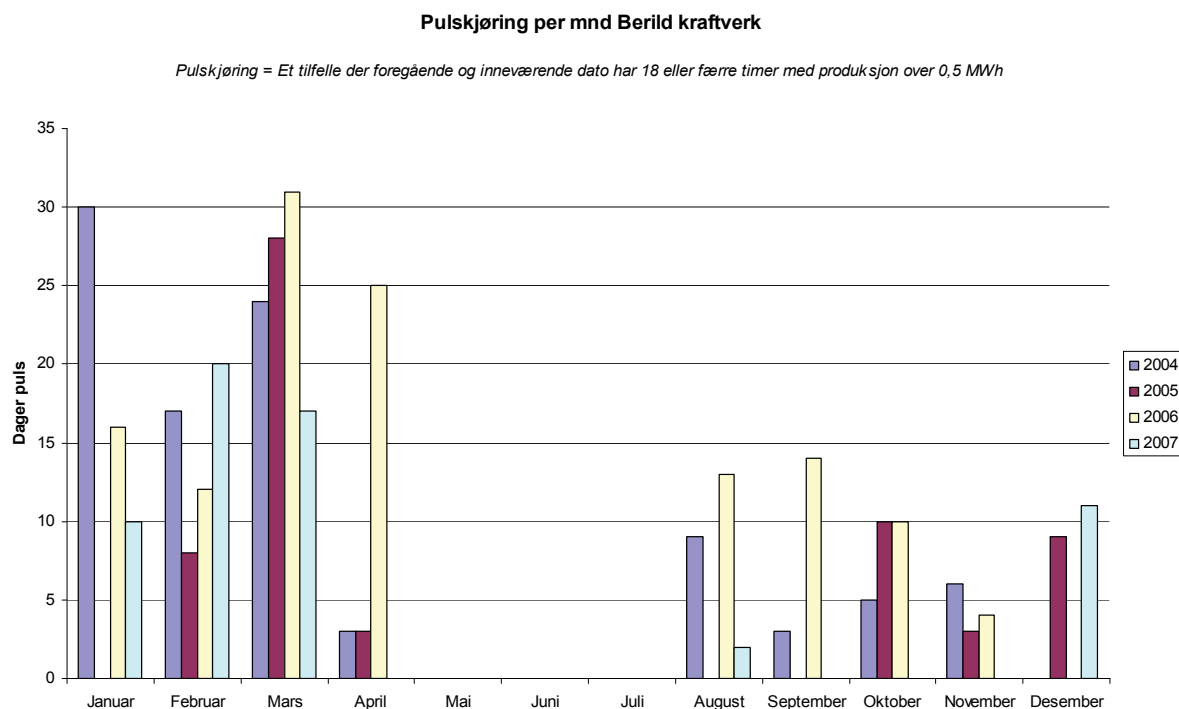
Maskininstallasjonen i Berild kraftverk og tilgjengelige vannmengder krever at kraftverket må kjøres med mye start og stopp (pulskjøring) i lavvannsperioder, særlig i vinterhalvåret. Driftserfaringer viser at ved vannføringer under 1,5 m³/s blir kraftverket kjørt med start og stopp, som regel ved at kraftverket driftes om dagen (normalt fra ca. kl. 0800) og stenges om ettermiddagen (normalt kl. 17-18). Ved vassføringer på mer enn slukeevnen (4,7 m³/s) slippes

overskuddsvannet i elva. På vannføringer under 4,7 m³/s er det en tilsigsstyrt kjøring av kraftverket.

Konsekvensutredningen (Munitz 1997) pekte på flere mulige negative effekter av en slik pulskjøring for fisk og bunndyr i Innfjordelva, og dette er også noe av bakgrunnen for kravet om fysiske og biologiske undersøkelser i vassdraget. For dokumentasjon av de hydrologiske forholdene som har potensiell effekt på laks- og sjørretbestandene, etablerte kraftselskapet en vannstandslogger ved Strokebrua (jf. fig. 1), og det ble etablert en sammenheng mellom vannføring og vannstand basert på relativt få målepunkter (vedlegg 1). Vi har valgt å presentere vannstandsmålingene relatert til pulskjøring i kraftverket for utvalgte perioder ut fra tilsendt informasjon fra Rauma Energi AS. I forhold til tørrlagt areal og mulig produksjonstap av fisk, er det situasjonene med pulskjøring fra 0 til 3 MW i lavvannsperioder som er mest aktuelt å vurdere. Figur 2 viser en oversikt over antall dager med pulskjøring fordelt på måned for årene 2004-2007. Det er særlig i vintermånedene januar-mars at en har slik pulskjøring, foruten noe på høsten.

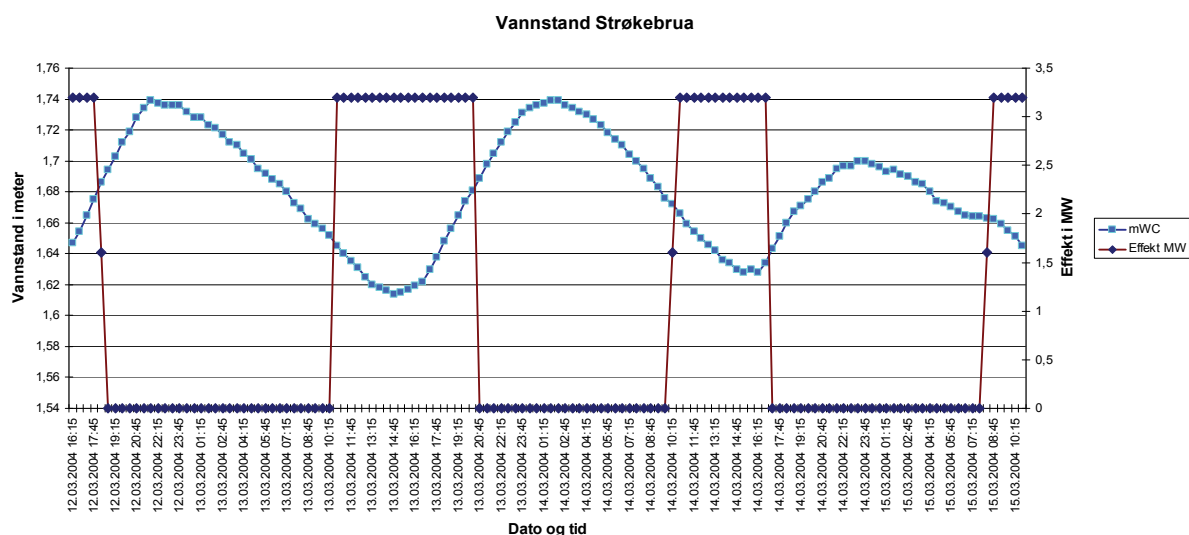
I perioder med pulskjøring viser vannstandsmåleren ved Strokebrua at vannstanden varierer langsamt og forskjøvet i tid i forhold til start og stopp i kraftverket (fig. 3 og 4).

Figur 3 illustrerer en typisk situasjon ved lav vintervannføring under pulskjøring av Berild kraftverk. Når kraftverket starter kl. 10 om formiddagen med en produksjon på 3,3 MW, tilsvarende en vannføring på 1,4 m³/s gjennom turbinen, skjer det en langsom økning i vannføring ved Strokebrua etter ca. 4 timer, og økningen når en topp ca. kl. 02 på natta, 16 timer etter start av kraftverket. Tilsvarende skjer det en langsom reduksjon i vannstanden (og vannføring) når kraftverket stopper, og reduksjonen i vannstanden foregår heller noe langsommere enn økningen, om lag 1 cm pr. time. Denne pulskjøringen representerer en vannstandsvariasjon på 8-12 cm ved Strokebrua.

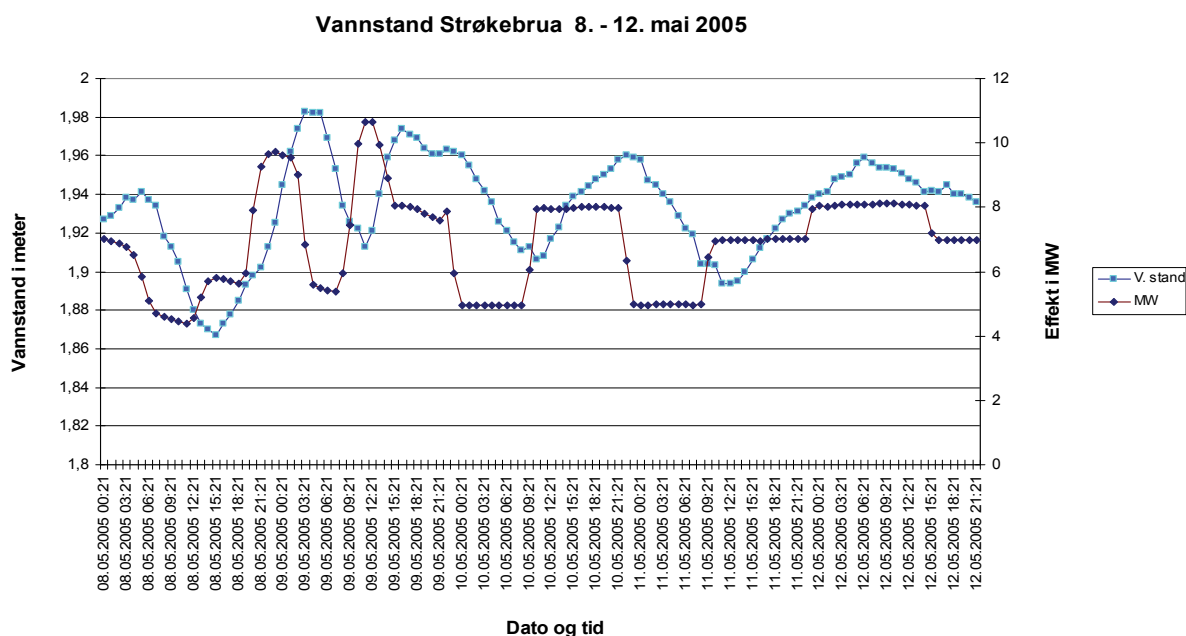


Figur 2. Antall dager pr. måned med pulskjøring i Berild kraftverk (Data fra Rauma Energi AS).

I situasjoner med noe større tilsig, og hvor kraftverket kjører med større effekt, vil vannstandsvariasjonen kunne bli noe større (12-16 cm), men variasjonene, og særlig reduksjonen i vannstand, vil fortsatt foregå langsomt som illustrert i figur 4. Fra 8.-9.mai kl. 10.00 var kraftverksdriften vannstandsregulert, dvs at en kjører på vannføringen i inntaket og ikke bruker magasinbeholdningen i Berildvatnet. Første del av vannstandskurven i figur 4 viser derfor tilnærmet naturlig vannstandsvariasjon. Størrelsen på denne er i dette tilfelle omtrent den samme som ved start/stopp kjøring på lav vintervannføring.



Figur 3. Vannstand (i meter) og effektkjøring (i MW) i Innfjordelva i perioden 12.- 15. mars 2004 med tidsoppløsning på 1 time. (Data fra Rauma Energi AS).



Figur 4. Vannstand (i meter) og effektkjøring (i MW) i Innfjordelva i perioden 8.-12. mai 2005 med tidsoppløsning på 1 time. (Data fra Rauma Energi AS).

Ved en vannstand på om lag 1,9-2,0 m ved Strokebrua vil elvesenga i de fleste områder være helt vanddekket. Døgnvariasjon i kraftverksdriften ved vannføringer større enn denne vannstanden (ca. 1,9 m tilsvarende ca. 5 m³/s), vil ikke gi vesentlig tørrlegging av arealer.

Kortvarige (få timer) stopp i kraftverket synes ikke å influere synlig på vannstanden i Innfjordelva som illustrert ved en stopp-situasjon i august 2006 (vedlegg 2.1). I vedlegg 2 er det illustrert ulike situasjoner av kraftverksdrift og vannstandsvariasjoner.

Årsaken til den langsomme responsen i vannføringsvariasjon i Innfjordelva på pulskjøring i Berild kraftverk må være at Demmedalsvatnet og Urdvatnet virker som flomdempingsmagasiner, og at vannet i tillegg stuves opp av rasura omkring Urdvatnet. Stikkprøver av vannstandsvariasjonen i Demmedalsvatnet under pulskjøring av kraftverket, viste at vannstanden i Demmedalsvatnet fluktuerte langsomt over et nivå på 10-20 cm i døgnet under pulskjøring.

For å få mer detaljert dokumentasjon på hvor store arealer som ble påvirket ved ulike vannføringer og av pulskjøring i kraftverket, ble det foretatt innmåling av vannlinjer, elvegeometri og vannhastigheter på tre stasjoner i elva: Bruhølen (stasjon 1), Rønningshølen (stasjon 3) og elfiskestasjon 5. Disse områdene har grusører der en effekt av pulskjøringa vistes godt, og representerer de elvepartiene hvor en vil ha størst arealmessig effekt av pulskjøringa. Innmålingene ble foretatt på to ulike vannføringer, deretter ble det kjørt simuleringer og beregnet vanddyp og tørrlagte arealer for ulike vannføringssituasjoner. Resultatet av disse oppmålingene og simuleringene av tørrlagt areal er presentert i vedlegg 3. Ved simuleringene har en tatt utgangspunkt i den antatt mest kritiske situasjonen for fisk, der det er pulskjøring under en lavvannssituasjon om vinteren.

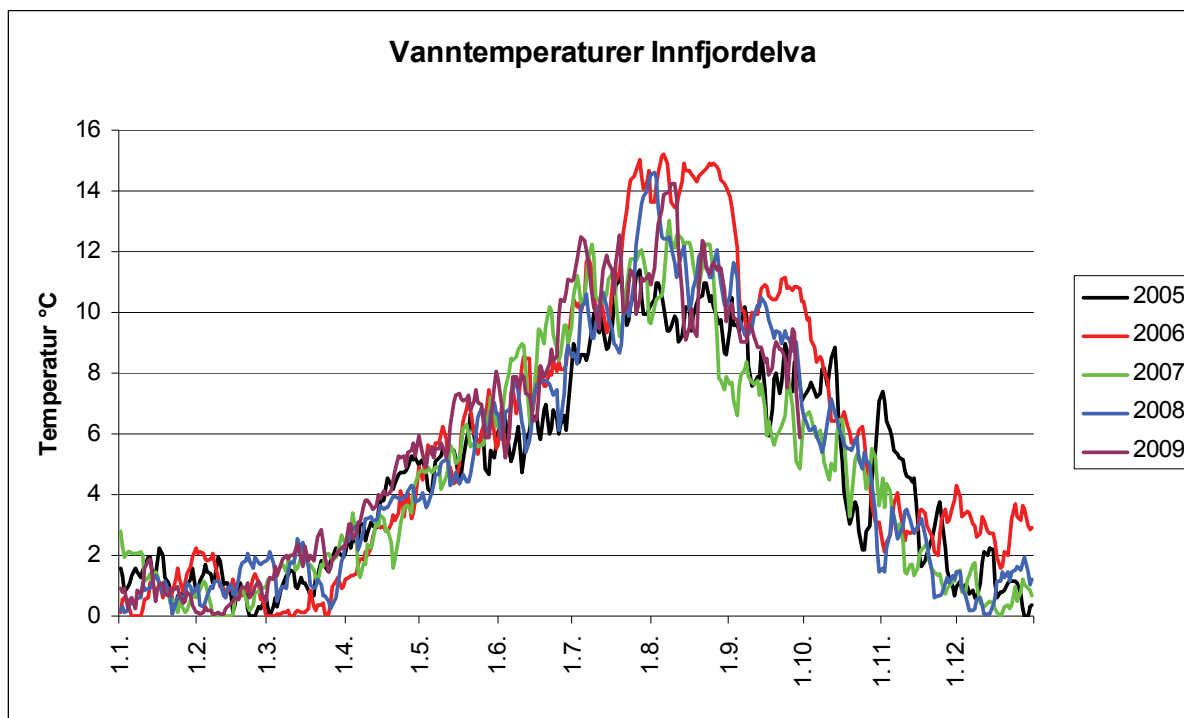
Simuleringene viste at ved Rønningshølen ville en på lav vintervannføring (0,53 m³/s) få et vanddekt areal på 330 m² ved pulskjøring, og hvorav 90 m² (27%) ville være utsatt for vekselvis vanddekke og tørrlegging (jf. tabell 1, vedlegg 3). For de to andre feltene vil andelen areal som tørrlegges i forhold til arealet ved maks vannstand ved pulskjøring være 40 % og 16 % (jf. tabell 2 og 3, vedlegg 3). Oppmålinger under reelle feltsituasjoner ved denne type pulskjøring i mars-april 2008 viste at en elvebredde på ca. 40-100 cm på de flate grusørene var utsatt for tørrlegging under pulskjøring. Dette representerer de områdene med størst påvirkte arealer under pulskjøring. Totalt sett for hele elva gir pulskjøringa derfor relativt sett små tørrlagte arealer.

Vanntemperaturen i Innfjordelva vil være påvirket av tilsiget fra de ulike delfeltene, fra grunnvann og fra kjøringa av Berild kraftverk. Vi har imidlertid ikke data som kan vise hvor stor endring i vanntemperatur driften av Berild kraftverk kan representere til ulike årstider. Dette innvirkes bl.a. av temperaturprofilen i inntaksmagasinet, kjøremønstret i kraftverket og andelen vann som kommer fra driften relatert til frifeltene.

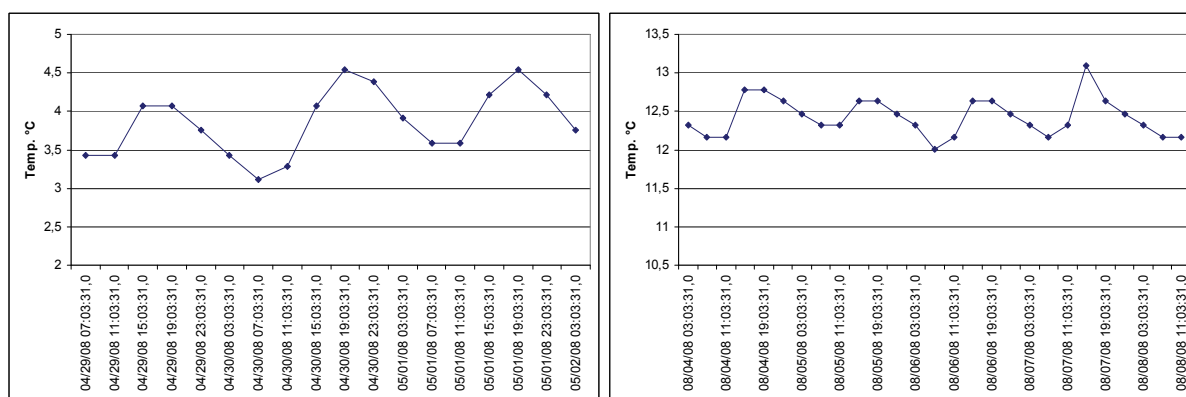
Vanntemperaturen (døgnmiddel) gjennom året målt ved Strokebrua viser at temperaturen har variert en del mellom årene, spesielt har variasjonen vært betydelig mellom år i perioden juli-september (fig. 5). Men også temperauren utover høsten og førjulsvinteren har variert mer mellom år enn temperaturen på våren og forsommeren (mars-juni). Figuren viser at vanntemperaturen når opp i 12-15 °C i juli-august og at temperaturen på sommeren og høsten i 2006 var høyere enn de andre årene.

Vanntemperaturen under pulskjøring i april og august 2008 varierte med 0,3-1,5 °C gjennom døgnet (fig.6). Denne variasjonen kan skyldes en kombinasjon av naturlig døgnvariasjon og

eventuelt påvirkning fra pulskjøring av kraftverket. Datamaterialet gir ikke grunnlag for å fastslå om, og eventuelt hvor mye pulskjøringa bidrar med til denne døgnvariasjonen i vann-temperatur.



Figur 5. Vanntemperatur (døgnmiddel) gjennom året målt ved Strokebrua for årene 2005-2009 (Data fra NVE).



Figur 6. Vanntemperatur gjennom døgnet i en uke med pulskjøring i april og august 2008, basert på temperaturlogging hver 4. time ved Strokebrua (egne data).

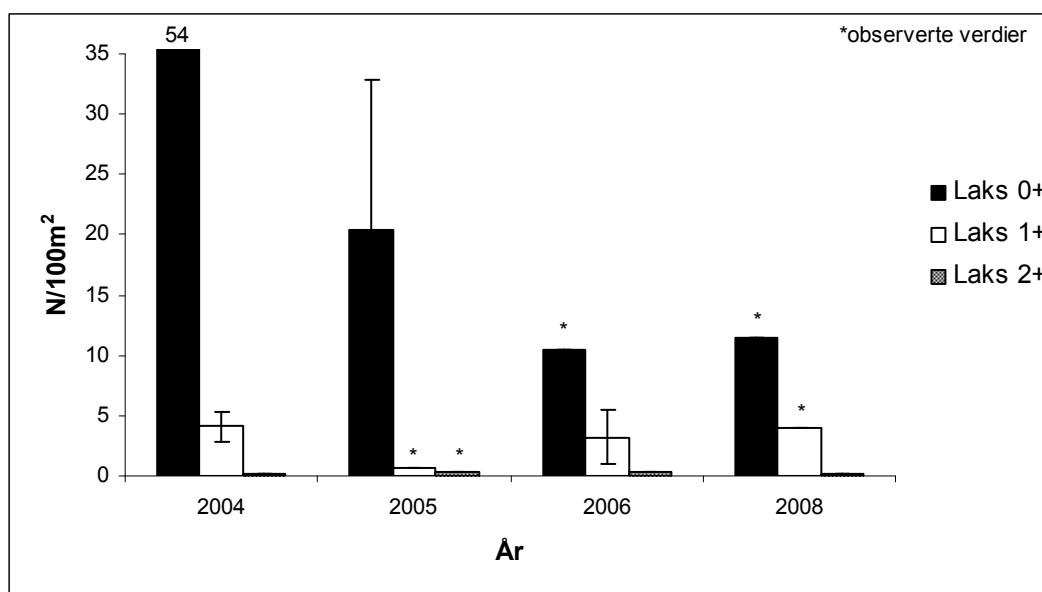
5 UNGFISKUNDERSØKELSER

En av målsettingene med den fiskebiologiske undersøkelsen var å gi en tilstandsbeskrivelse av ungfiskbestanden av laks og sjøørret gjennom el-fiske på totalt 8 stasjoner. Dette er utført i 4 år, og dataene presenteres mht tetthet og vekst.

5.1 Tetthet av ungfisk

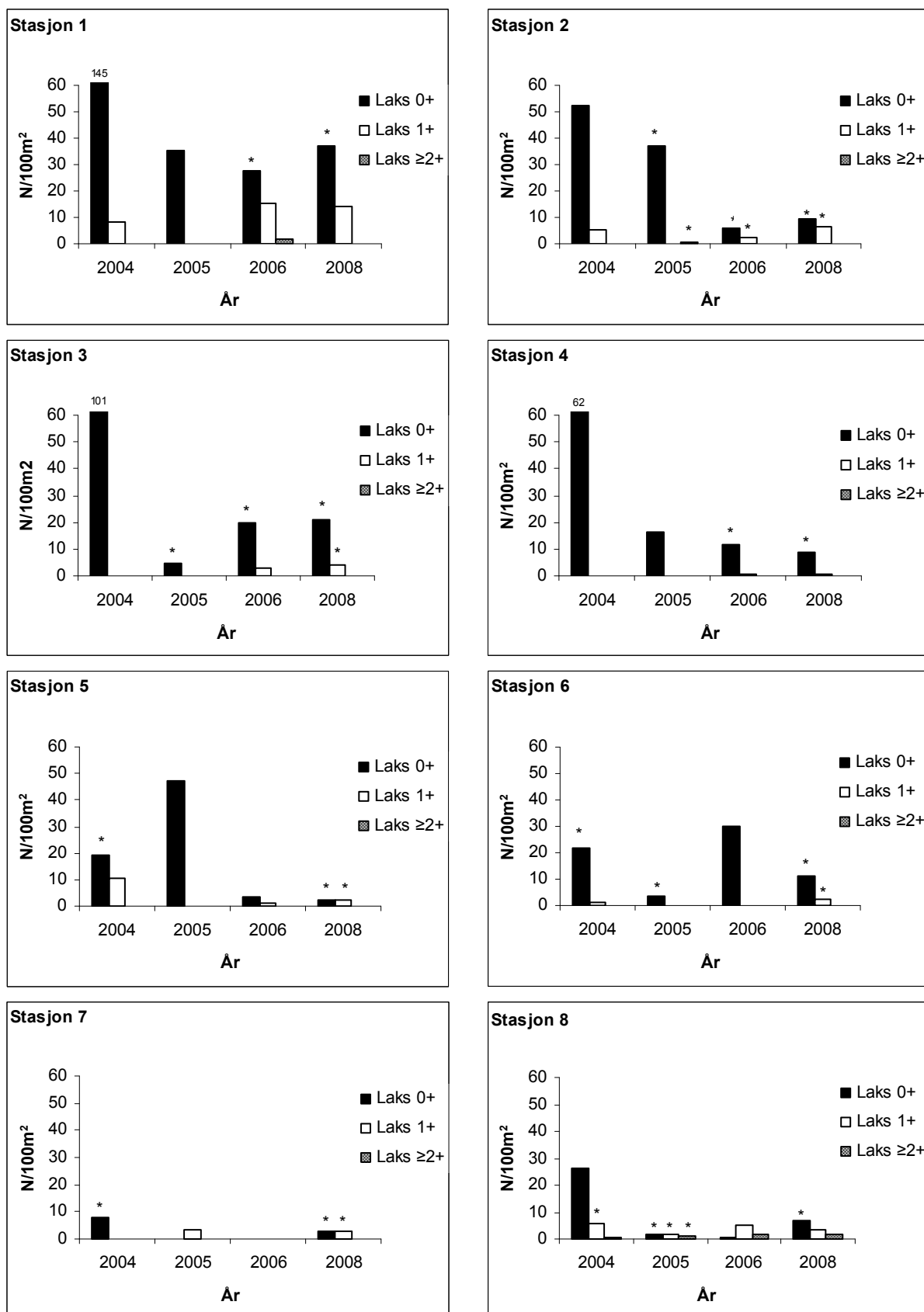
Det ble fanget totalt 2837 ungfisk under tetthetsfiske i Innfjordelva i årene 2004 til 2007, samt 2008. Av disse var 853 laks (*Salmo salar*), 1948 ørret (*Salmo trutta*) og 36 hybrider (kryssninger mellom laks og ørret, 1,3 % av totalfangst). Det ble fanget til sammen 8 ørret som var merket (klippet brystfinne). Det ble i tillegg registrert ål (*Anguilla anguilla*), tre-pigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) og skrubbeflyndre (*Platichthys flesus*) i elva.

Beregnet tetthet av årsyngel av laks var på 54 fisk per 100 m² for hele elva sett under ett i 2004 (fig. 7). Tettheten av årsyngel var lavere både i 2005 (20 fisk/100 m²), 2006 (10 fisk/100m²) og 2008 (11 fisk/100 m²). Tettheten av 1+ laks var generelt lav i hele undersøkelsesperioden, og for hele elva varierte antall 1+ laks per 100 m² fra 0,65 til 4,0 (fig. 5). Tettheten av laks på 2 år og eldre var svært lav i samtlige undersøkte år (0,1-0,3 fisk/100 m²).



Figur 7. Tetthet av ulike årsklasser av laks ($\pm$ 95% c.i.) i Innfjordelva august 2004-2008.

Beregnet og observert tetthet av laks på de 8 el-fiske stasjonene er vist i figur 8. Tettheten av årsyngel (0+) i perioden 2004-2008 var generelt størst på stasjon 1. I 2004 ble det registrert relativt høye tettheter av 0+ på stasjon 1 og 3. I 2005 ble det registrert mest 0+ på stasjon 1, 2 og 5, mens det i 2006 var høyest tetthet på st. 1 og 6. I 2008 var tettheten klart høyest på st. 1. Stasjon 1 hadde også generelt høyest tetthet av laks 1+, bortsett fra i 2005 da det kun ble fanget noen få 1+ på stasjon 7 og 8. Tettheten av laks på 2 år eller eldre var som sagt svært lav, og disse ble kun registrert på stasjon 1 (2006), 2 (2005) og 8 (alle år).



Figur 8. Tetthet av laks på ulike stasjoner i Innfjordelva august 2004-2008. Søyler merket med * er observerte tettheter.

Årsklassefordelingen av laksunger med så lav andel 1+ og 2+ laksunger er sannsynligvis sterkt påvirket av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* som forårsaker en stor dødelighet på eldre laksunger. Ungfiskhabitatet på stasjonene, med unntak av stasjon 4, vurderes som gunstig også for eldre laksunger.

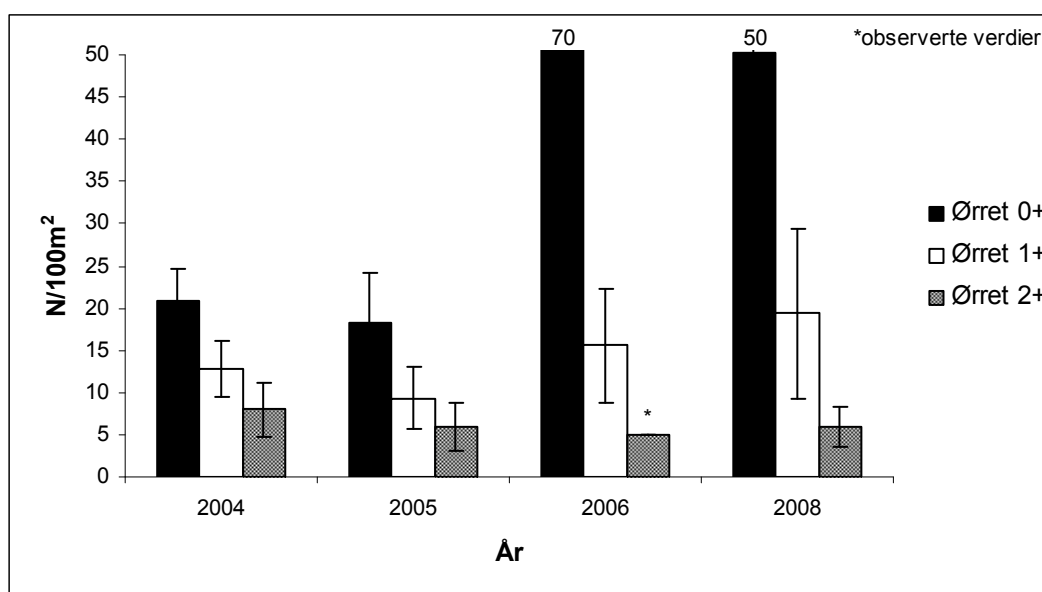
Tettheten av 0+ ørret varierte fra 18 til 70 fisk per 100 m² for hele Innfjordelva sett under ett i perioden 2004-2008 (fig. 9). Tettheten var klart størst i 2006 (70 fisk/100 m²) og 2008 (50 fisk/100 m²). De gode tetthetene i 2006 kan ha sammenheng med relativt god oppgang av sjøørret og stort antall gytegroper i 2005 (jf. kap. 6.2), men kan også skyldes tilfeldigheter. For 2007 har vi ikke gytegroptellinger som kan settes i sammenheng med årsyngeltettheter året etter. Gytefisktellingsene viste generelt lave antall i perioden 2005-2009, men kan ha vært påvirket av dårlige observasjonsforhold i enkeltår (jf. kap. 6.2).

Tettheten av ørret 1+ varierte fra 9-19 fisk per 100 m², med lavest tetthet i 2005 (9) og høyest tetthet i 2008 (19). Tettheten av ørret $\geq 2+$ var høyest i 2004 (8 fisk/100 m²) og lå på 5-6 fisk per 100 m² i 2005-2008.

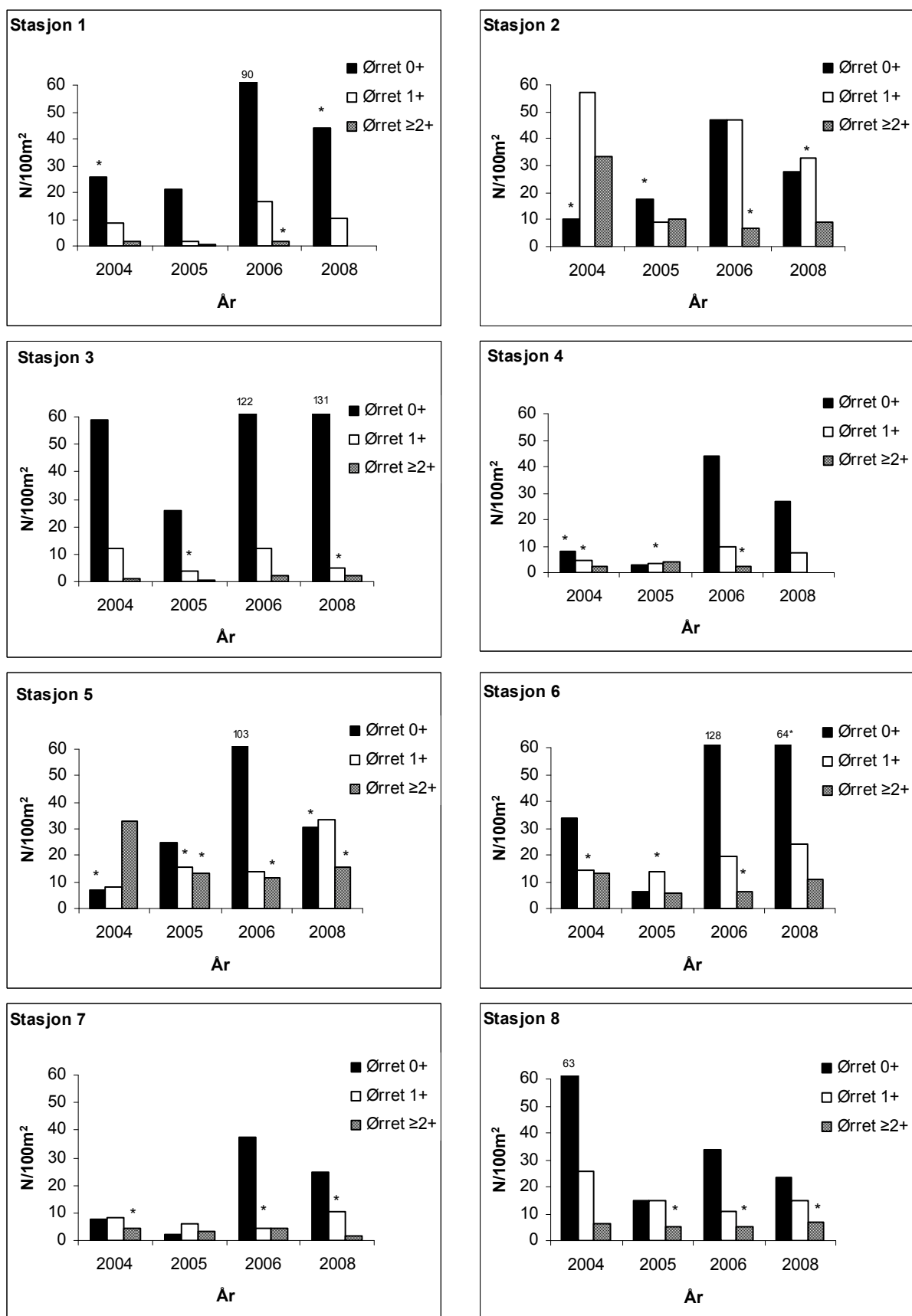
Beregnet og observert tetthet av ørret på de 8 el-fiske stasjonene er vist i figur 10. Stasjon 3 hadde de høyeste tetthetene av ørret 0+ alle årene (2004-2008) sett under ett, med tettheter fra 26-131 fisk per 100 m². Stasjon 7 hadde generelt de laveste tetthetene av 0+ med tettheter på 2-37 fisk per 100 m² i årene 2004-2008.

Stasjon 2 hadde en relativt høy tetthet av ørret 1+ i 2004, 2006 og 2008, spesielt i 2004 (57 fisk/100 m²). Stasjon 5 og 6 hadde gode tettheter av ørret 1+ i 2008. Stasjon 4 og 7 hadde relativt lave tettheter av ørret 1+ og $\geq 2+$ i 2004-2008. Tettheten av ørret 1+ karakteriseres ellers som moderate.

Tettheten av ørret ≥ 2 var relativt høye på stasjon 2 og 5 i 2004, og disse stasjonene var også de med generelt mest ørret ≥ 2 i perioden 2004-2008. Stasjon 1 og 3 hadde lave tettheter av ørret ≥ 2 alle år (tettheter på 0-2 fisk/100 m²).



Figur 9. Tetthet av ulike årsklasser av ørret ($\pm$ 95% c.i.) i Innfjordelva august 2004-2008.



Figur 10. Tetthet av ørret på ulike stasjoner i Innfjordelva august 2004-2008. Søylar merket med * er observerte tettheter.

5.2 Vekst hos ungfisk

Gjennomsnittlig lengde og tilvekst hos laks 0+ og 1+ var relativt jevn i Innfjordelva i årene 2004-2008 (fig. 11). Gjennomsnittlig lengde/tilvekst for 0+ varierte fra 38,2-43,5 mm, med høyest gjennomsnittslengde i 2006. For 1+ varierte gjennomsnittlig lengde fra 71,6-76,7 mm og tilveksten varierte fra 33,2-36,2 mm. Lengde og vekst varierte en god del for laks 2+, men her var antallet fisk kun 2-3 fisk per år i 2005-2008. Laks 3+ ble kun fanget i 2004 (ett individ).

Gjennomsnittslengden for 0+ ørret varierte fra 40,7-44,5 mm i perioden 2004-2008 og var størst i 2006 (fig. 12). 1+ ørret varierte i lengde fra 72,7-79,2 mm, mens 2+ ørret varierte i lengde fra 103,6-115,3 mm. Ørret 3+ varierte i lengde fra 122,5-131,5 mm. Det ble ikke fanget ørret 3+ i 2005, og det ble fanget lite 3+ i 2004 (8), 2006 (7) og 2008 (2). Ørret 4+ ble kun fanget i 2004 og 2005 (ett individ begge årene).

5.3 Lengdefordeling

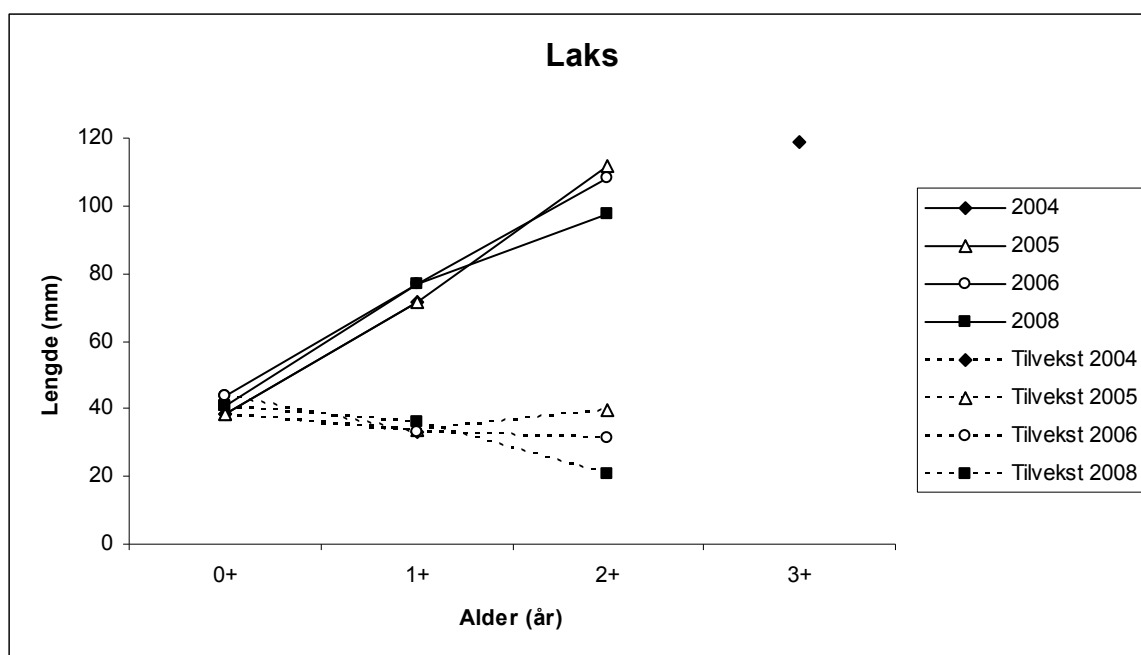
Lengdefordelingen av ungfisk hos laks og ørret de enkelte årene er vist i figur 13. Ungfisken av laks fanget i Innfjordelva i perioden 2004-2008 fordelte seg på lengder fra 27-121 mm. De enkelte årsklassene av laks er relativt greie å skille ut i fra lengdefordelingskurvene, mens det var større overlapp i lengde mellom aldersklasser hos ørret.

5.4 Utsetting av fisk og mulig virkning på ungfiskresultatene

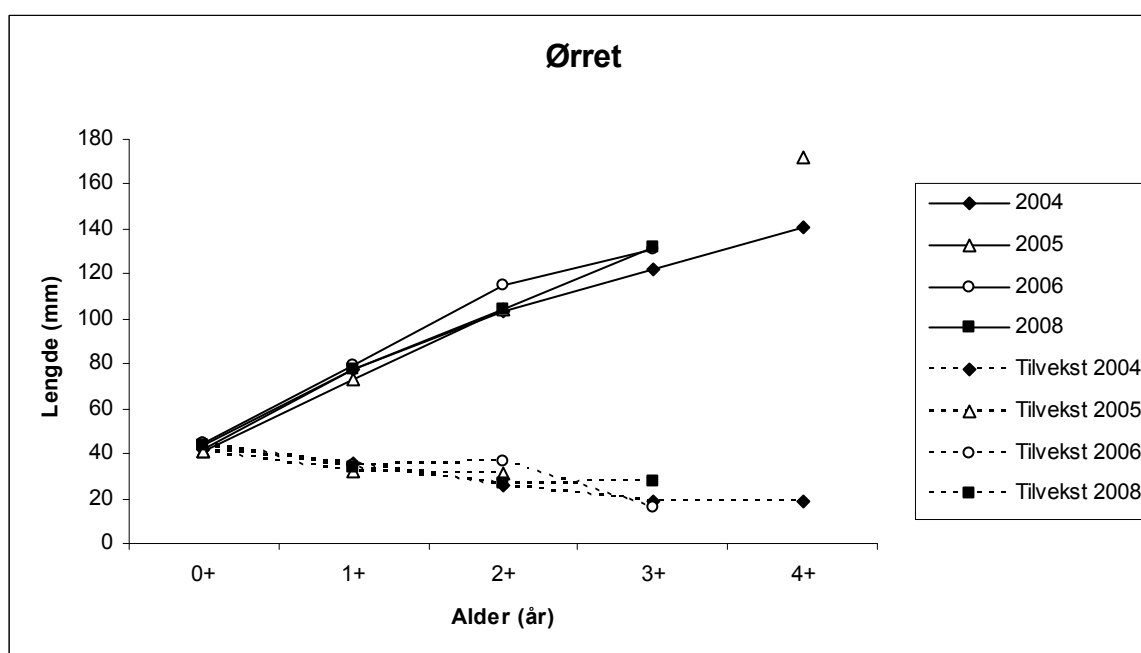
I undersøkelsesperioden har det foregått utsetting av settefisk og smolt i Innfjordelva fra Herje smoltanlegg. Dette er gjort på frivillig basis dels fra Innfjordelva elveeigarlag, og fisken har vært av ulik art og alder og i hovedsak "overskuddfisk" fra Herje smoltanlegg. Etter rotnonbehandlingen i 1993 ble det utover på 90-tallet satt ut både plommeseekkyngel, parr og smolt av laks i forsøk på gjenoppbygging av laksebestanden i elva (tabell 1). Siste utsetting av lakseparr ble gjort i 1998 og har derfor ikke hatt noen direkte påvirkning på de tetthetene av ungfisk av laks vi har registrert i Innfjordelva fra 2004. I 2004 og 2005 ble det satt ut smolt, og denne ble satt ut med brønnbåt og har sannsynligvis heller ikke påvirket de tetthetene vi har registrert.

Ungfisk av ørret har blitt satt ut hvert år i perioden 2004-2007, og i betydelig antall særlig i 2005 (tabell 1). Bortsett fra 2 300 fettfinneklippet 2-årig ørret i 2004, har all ørret (totalt 207 050 stk.) vært umerket. Vi har forsøkt å finne vekstmønster i skjellprøvene som kunne gjøre det mulig å skille villfisk fra utsatt fisk. Dette har ikke vært mulig, dels fordi det er utsatt flere årsgrupper, og dels fordi ensomrig settefisk ble satt ut etter at vi hadde gjennomført feltarbeidet på høsten, og kom inn i våre fangster etter en ny vekstsesong året etter. Heller ikke i 2007, hvor settefisken ble satt ut i juni/juli kunne vi skille settefisk/villfisk i fangstene.

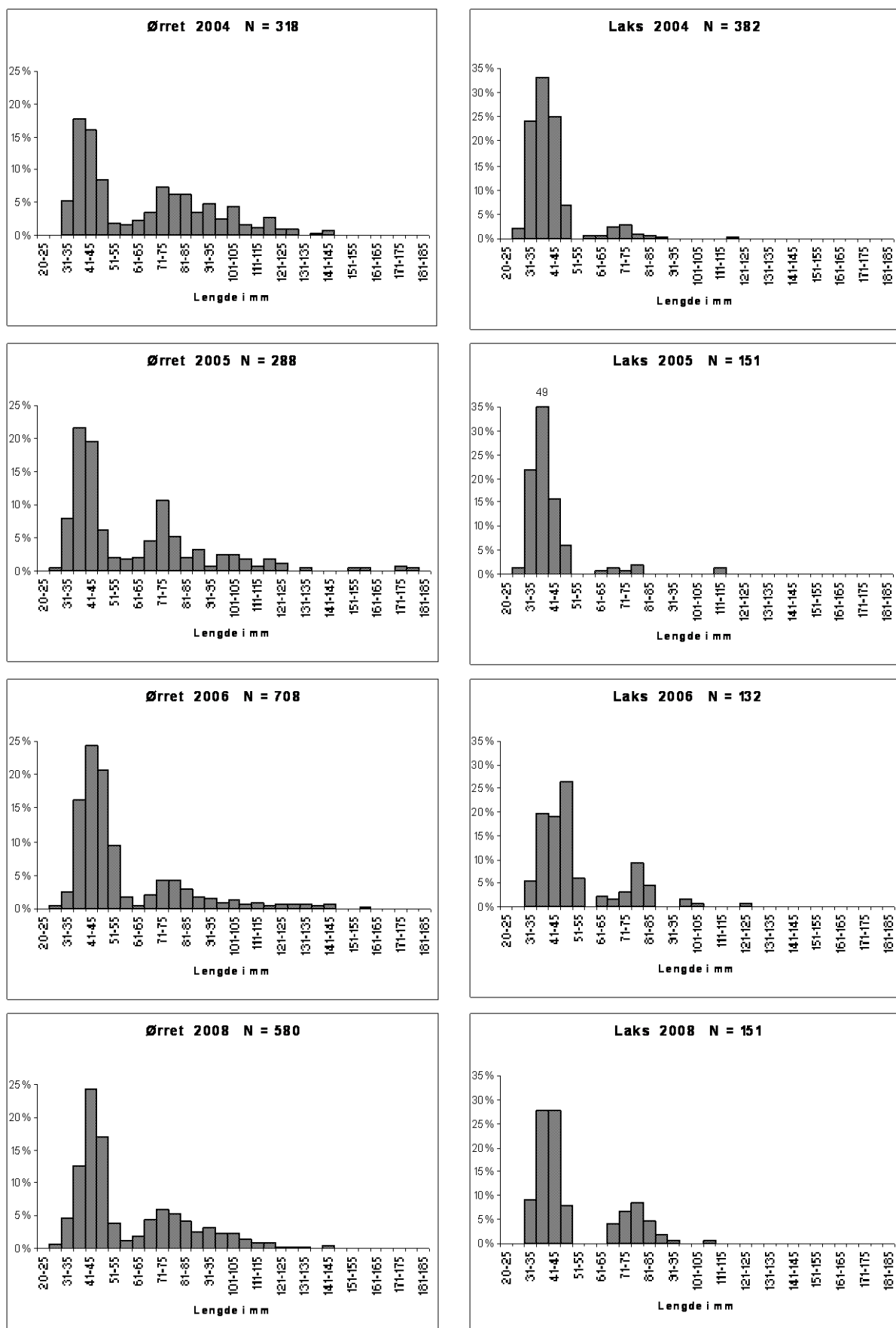
Dette betyr at våre framlagte tall på tetthet for ørret i Innfjordelva er uttrykk for en samla tetthet av både settefisk og villfisk. Tallene kan derfor ikke tas til inntekt for resultatet av naturlig rekruttering i elva. Vi vil også forvente at den utsatte fisken vil påvirke resultatene for lengdeveksten i forhold til bare villfisk.



Figur 11. Gjennomsnittlig lengde og årlig tilvekst hos laks i Innfjordelva.



Figur 12. Gjennomsnittlig vekst og årlig tilvekst hos ørret i Innfjordelva.



Figur 13. Lengdefordeling hos ørret og laks i Innfjordelva i august 2004-2008.

Tabell 1. Antall og årsklasse av ungfisk av laks og ørret satt ut i Innfjordelva i perioden 1997-2007 (data fra Herje smoltanlegg).

Laks

År	Plomme- sekkyngel	1-årig	2-årig smolt		Sted	Merking
1995			6500		Elva	Finneklippet
1995		6500			Elva	Umerket
1995	300				Elva	Umerket
1996		100			Elva	Umerket
1996	2000				Elva	Umerket
1998	1500				Elva	Umerket
2004			9000		Med brønnbåt	Umerket
2007			16000		Med brønnbåt	Umerket

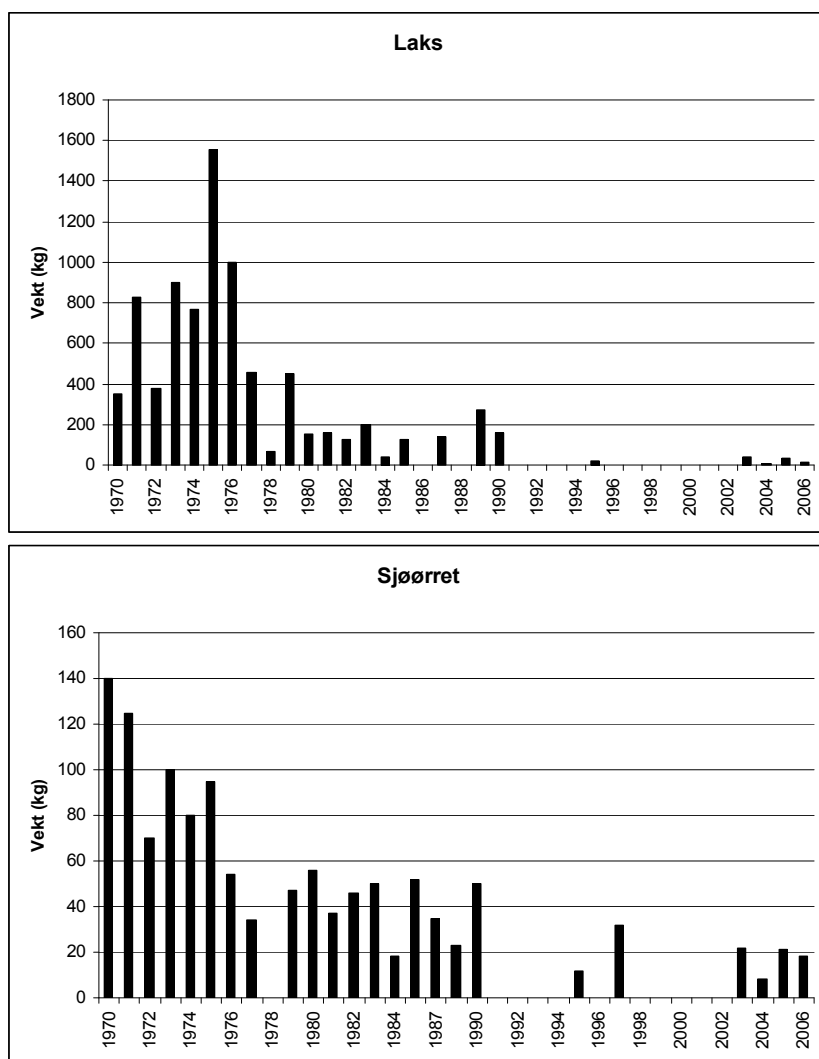
Ørret

År	0+	1-årig	2-årig	3-årig	4-årig	Dato	Sted	Merking
1998	15 000						Elva	
1999	10 000						Elva	Umerket
2004			2 000	250		11.06.2004	Elva	Umerket
			2 300			19.10.2004	Elva	Fettfinneklippet
2005	90 000					09.10.2005	Elva	Umerket
		10 000	5 000	300		10.06.2005	Elva	Umerket
2006	45 000		700			07.09.2006	Elva	Umerket
			1 000	500	100	06.06.2006	Elva	Umerket
2007	50 000					21.07.2007	Elva	Umerket
			1 400	800		5.-9.06.2007	Elva	Umerket

6 VOKSEN FISK

6.1 Fangststatistikk

Den offisielle fangststatistikken for Innfjordelva viser variable fangster mellom ca. 400- 1000 kg laks pr. år i perioden 1970-1980, med en topp på 1555 kg i 1975 og en bunn på bare 67 kg i 1978 (fig. 14). I perioden 1980-1990 har fangstene av laks vært på et lavere nivå, jevnt over < 200 kg. *G. salaris* ble første gang påvist i 1990, mens en serie år med lave fangster allerede startet i 1980. Årsaken til denne nedgangen er ikke kjent. Vassdraget ble fredet i perioden 1991-1994 og 1999-2002 men var åpent for fiske i årene mellom og etter 2002. Laksefangstene har imidlertid vært svært lave de seinere årene.



Figur 14. Årlig fangst (kg) av laks (øverst) og sjørørret (nederst) i Innfjordelva i henhold til offisiell statistikk (data fra DN-lakseregisteret).

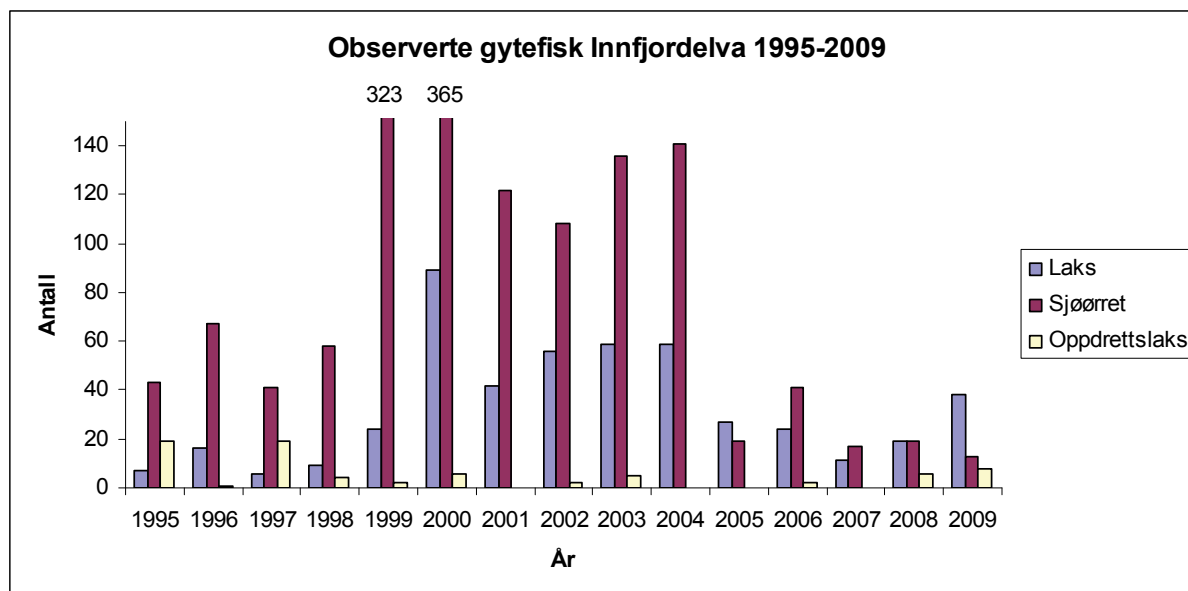
Fangstene av sjørørret viser størst fangster, men med en nedadgående trend i perioden 1970-1977. I perioden 1979-1990, lå årlig fangst på i gjennomsnitt 41,5 kg. De siste årene har fangstene vært lave og under halvparten av dette gjennomsnittet (fig.14). Mangel på fangster i periodene 1991-1994 og 1998-2002 kan dels skyldes fredningsperioder (1991-94 og 1999-2002). Det er imidlertid sannsynlig at fangststatistikken har vært ufullstendig for både laks og sjørørret (jf. Muniz 1997). De seinere årene synes også oppgangen av sjørørret å ha skjedd relativt seint på høsten (Per Even Gjerde pers. medd.), og hovedsakelig etter at fiskesesongen er slutt. Lave sjørørretfangster de seinere årene faller imidlertid sammen med nedgang i rapporterte sjørørretfangster i en rekke vassdrag på Vestlandet og i Midt-Norge de siste 8-10 årene (DN 2009). Fangstene av sjørørret er redusert med om lag halvparten i regionen de siste fem årene (DN 2009).

6.2 Gytegrøper og gytefisketelling

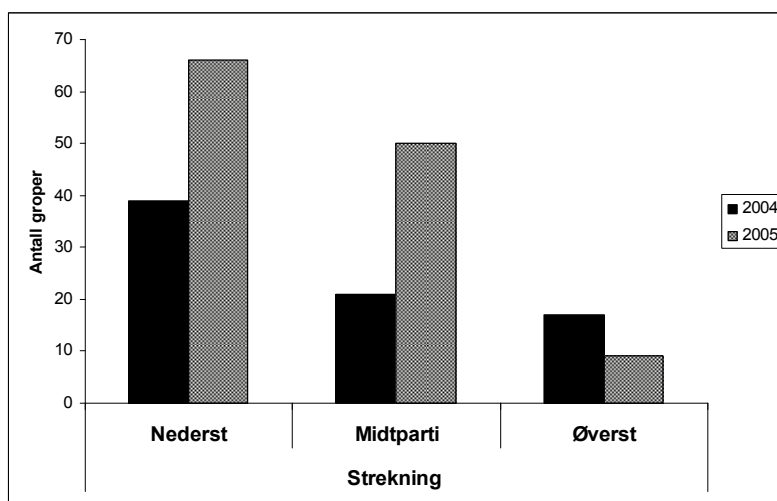
Elveeierlaget har foretatt telling av gytefisk fra land 1-3 tidspunkter hvert år i perioden 1995-2009. Observert gytefisk hvert år er oppsummert i figur 15. Det var spesielt mye gytefisk i 1999 og 2000, med totalt 365 registrerte sjørørret og 89 laks i 2000. Også i perioden 2001-2004 ble det årlig registrert 100-140 sjørørret og 42-59 laks i elva. For perioden 2005-2009 er antallet

registrerte sjørret (gytefisk) i gjennomsnitt redusert med 83 % i forhold til tellingene i 2001-2004. Hvorvidt denne reduksjonen i observerte gytefisk er reell eller også kan skyldes dårlige observasjonsforhold og andre tilfeldigheter vet vi ikke, men nedgangen samsvarer med den observerte nedgangen i fangst av sjørret på Nord-Vestlandet i samme periode (DN 2009).

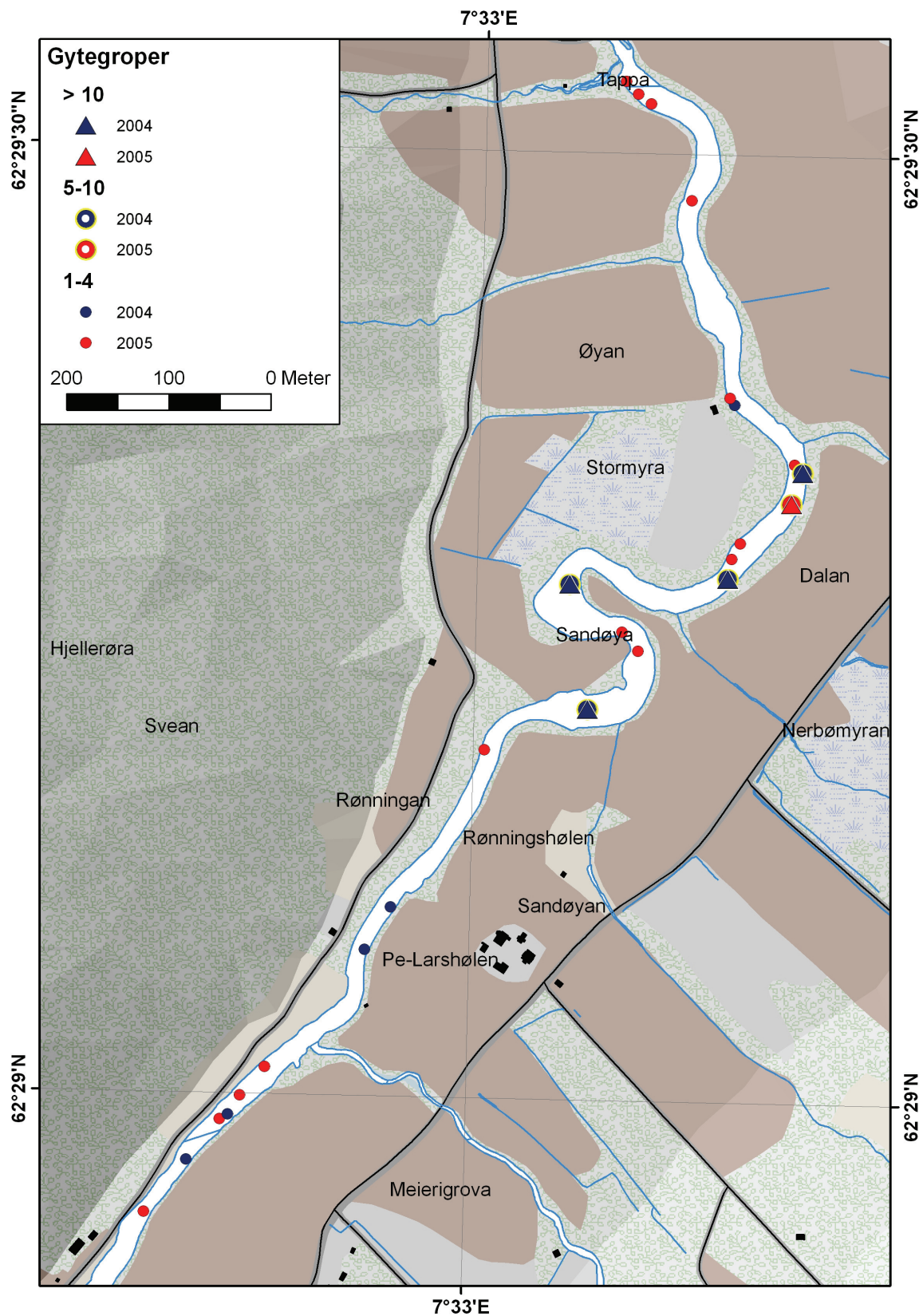
I oktober 2004 og 2005 ble det registrert og kartfesta gytegroper på hele den anadrome strekningen av Innfjordelva. Fordelingen av gropene i ulike elvepartier er oppsummert i figur 16, mens fordelingen i elva hvert år er framstilt på kart (figur 17-18). I 2004 ble det totalt registrert minimum 77 gytegroper og i 2005 minimum 125 grop. Begge år ble det registrert flest groper i nedre del av elva. Kartframstillingen viser at gytefelt med mange groper var samla i området Stormyra-Sandøya og ved Krokhølen, mens det var enkeltgroper spredt over større elvepartier (fig. 9-10). Det ble registrert få gytegroper i øverste del av anadrom strekning mellom Stokkholmane og Svarthølen (utenom kartbladet, fig. 10). Det ble ikke skilt på groper av laks og ørret. Noen av gropene i de dypere partiene var helt klart av laks, men ut fra beliggenhet og bunnsubstrat vurderes de aller fleste å være av sjørret.



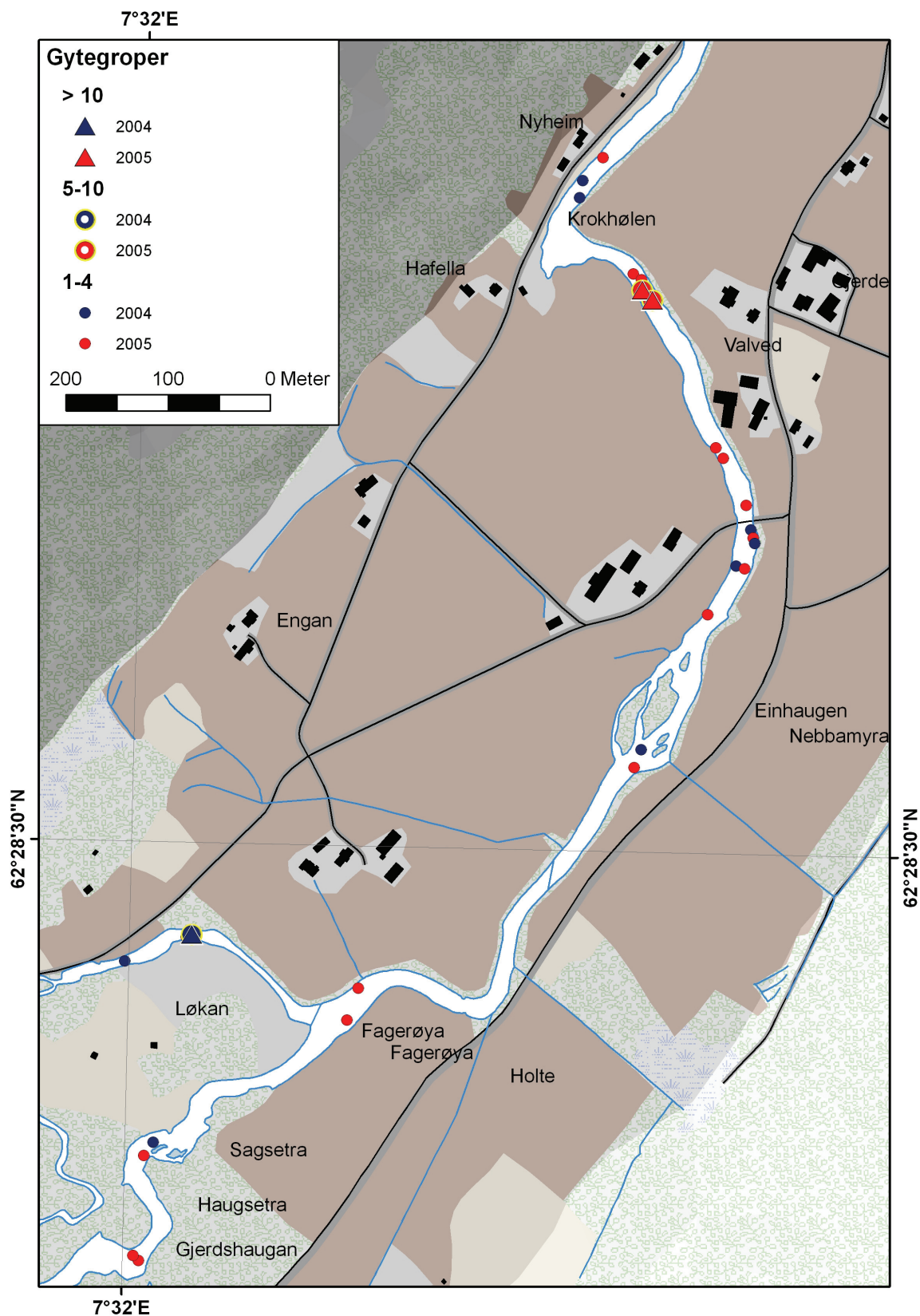
Figur 15. Antall registrerte gytefisk av laks, sjørret og oppdrettslaks i Innfjordelva i perioden 1995-2009 basert på gytefisktellinger fra land (data fra Innfjordelva elveeigarlag).



Figur 16. Fordeling av gytegroper i nedre del (Gammelbrua – Rønningshølen), midtparti (Rønningshølen – Engan) og øvre del (Engan – Svarthølen) av anadrom strekning i Innfjordelva i 2004 og 2005.



Figur 17. Fordeling av registrerte gytegrøper i oktober 2004 og 2005 i nedre halvdel av anadrom strekning i Innfjordelva.



Figur 18. Fordeling av registrerte gytegrøper i oktober 2004 og 2005 i øvre halvdel av anadrom strekning i Innfjordelva.

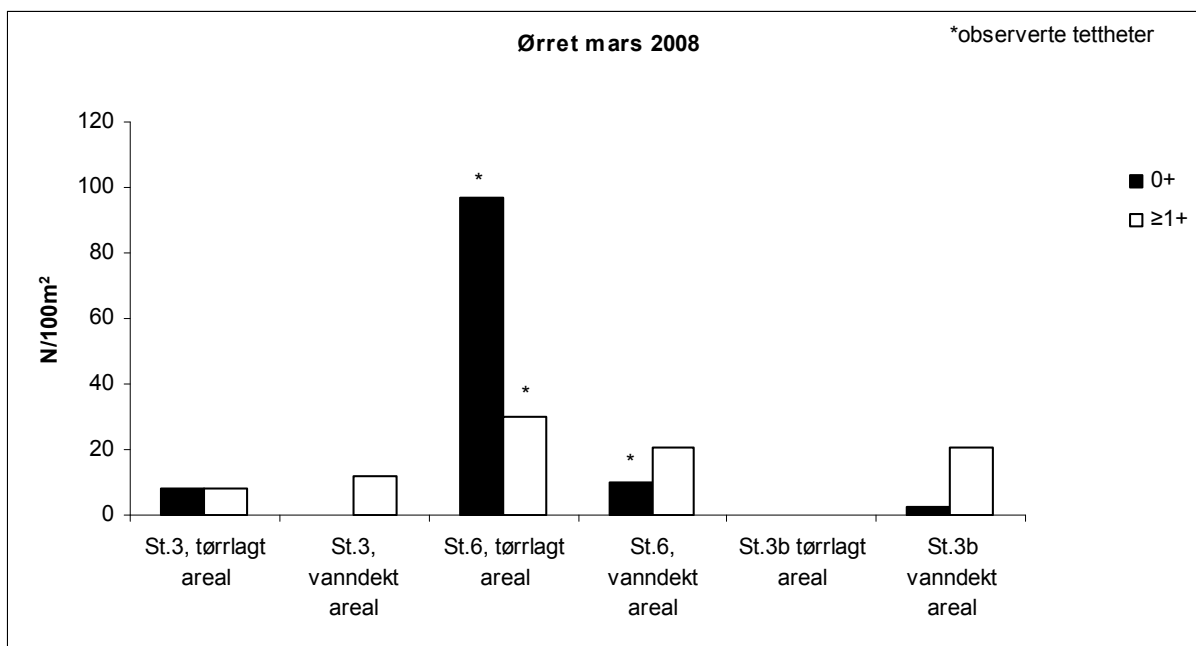
7 STRANDING AV FISK OG HABITATBRUK I "REGULERINGS- SONEN"

7.1 Stranding av fisk

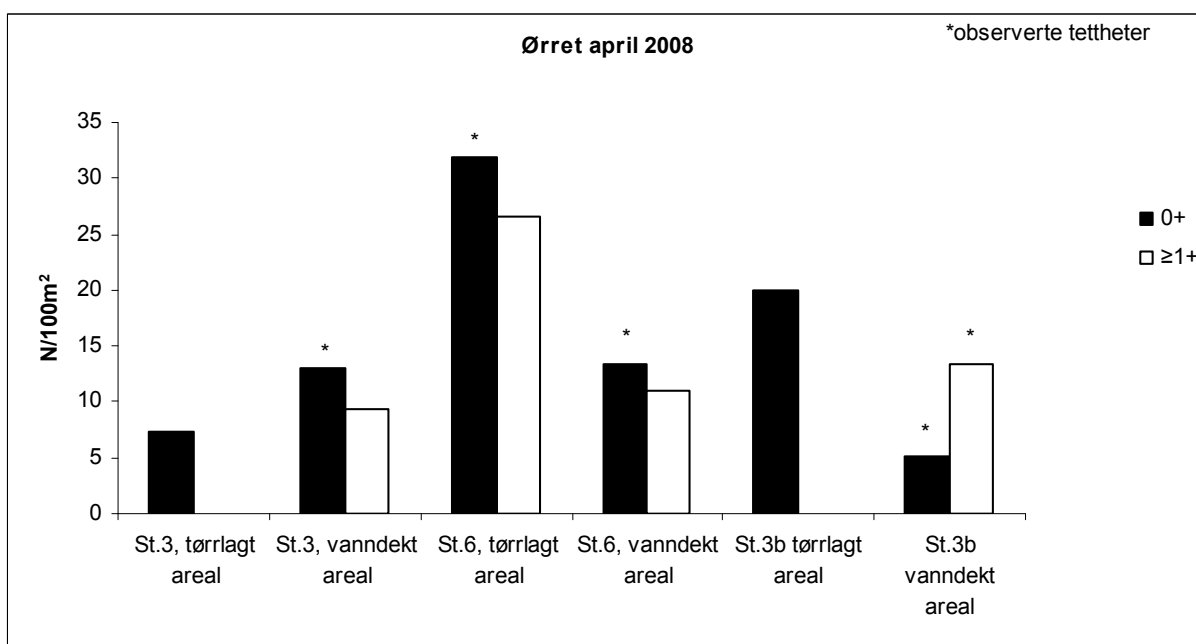
Økt dødelighet hos ungfisk ved stranding gjennom hurtige vannføringsreduksjoner og tørrlegging har vist seg å være et problem ved effektkjøring av kraftverk (Arnekleiv et al. 1994, Hvidsten 1985, Ugedal et al. 2002). På grunn av den langsomme vannføringsvariasjonen under effektkjøring i Berild kraftverk ble det ikke prioritert en nøye kartlegging og telling av strandet fisk, men både under det ordinære tetthetsfiske og under kartleggingen av habitatbruk ble de undersøkte lokalitetene også gått over med tanke på funn av strandet fisk i substratet. Totalt er det sjekka 8 lokaliteter til 4 tidspunkter under ordinært elfiske samt tre lokaliteter til tre tidspunkter under habitatundersøkelsen. Særlig under habitatundersøkelsen ble områdene som vekselvis er vanndekt og tørrlagt, samt avstengte småpytter/fuktige områder sjekket for mulig strandet fisk. Det ble kun til ett tidspunkt (25.10.2005) funnet 1 stk. død årsyngel av ørret på stasjon 1. Det er imidlertid uklart om denne var død som følge av stranding eller andre årsaker. Selv om telling av død fisk i substratet etter raske vannføringsreduksjoner har vist seg å være en grov metode (Saltveit et al. 2001), har tellinger av strandet fisk i elver der dette er et betydelig problem vist høye tall (Hvidsten 1985). I Innfjordelva var vannstandsreduksjonen under pulskjøring av kraftverket om lag 1 cm pr. time (jf. kap. 4), og det ble registrert raskere vannstandsreduksjoner etter et naturlig regnskyll. På bakgrunn av strandingsforsøk med ungfisk av ørret i renner anbefalte Halleraker et al. (2003) langsom stopp i kraftverk slik at vannstanden synker < 10 cm pr. time for å redusere/hindre strandingsdødelighet. Siden vi har funnet kun 1 død yngel i substratet og vannstandsreduksjonen ved pulskjøring i kraftverket er så langsom som ca. 1 cm pr. time (jf. kap. 4), er det overveiende sannsynlig at strandingsdødelighet på grunn av drift av Berild kraftverk er meget liten og ikke representerer noe vesentlig problem.

7.2 Habitatbruk hos ungfisk under pulskjøring av kraftverket

Arealer av elvesenga som vekselvis er tørrlagt og vanndekt som følge av pulskjøring i kraftverket ("reguleringssonen") kan tenkes å ha sterkt nedsatt produksjon, eller påvirket slik at fisk ikke benytter disse arealene. Det ble derfor gjennomført en undersøkelse av habitatbruken til fisk og bunndyr på tre slike områder når disse var vanndekt, og sammenlignet med permanent vanndekte arealer lenger ut i elvesenga. Tettheten av ungfisk av ørret på disse arealene under pulskjøring i mars og april 2008 er vist i figur 19-20. I mars var det høye tettheter av 0+ ørret (97 ind./100 m²) i "reguleringssonen" på stasjon 6, men det forekom også ørret-yngel i tilsvarende område på stasjon 3. Eldre ørretunger ble i større grad påvist på de permanent vanndekte områdene lenger ut i elva enn i "reguleringssonen", men det var også bra tetthet (30,3 ind./100 m²) av eldre ørretunger på st.6 i "reguleringssonen". Også i april var det relativt høye tettheter av både 0+ og eldre ørretunger i "reguleringssonen" på stasjon 6 (fig. 20), og også bra tettheter av ørret-yngel i "reguleringssonen" på stasjon 3 og 3b. Eldre ungfisk ble ikke registrert i "reguleringssonen" på stasjon 3 og 3b, men i alle permanent vanndekte områder. Undersøkelsen viser at områdene som utsettes for periodevis tørrlegging under pulskjøring ("reguleringssonen") ble benytta av særlig ørret-yngelen i de timene de var vanndekt på vårvinteren, og at ørreten foretar inn- og utvandring av disse områdene.

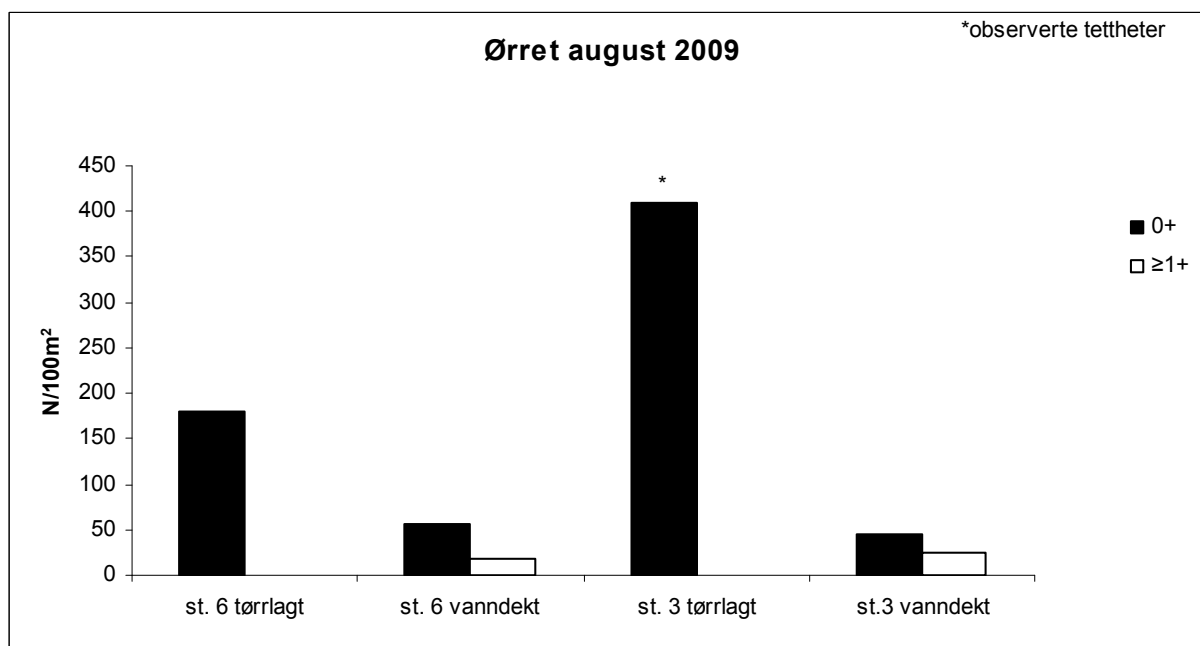


Figur 19. Tetthet av ørret 0+ og ørret $\geq 1+$ i områder som var vekselvis vanndekket og tørrlagt (tørrlagt areal) og permanent vanndekket (vanndekt areal) på ulike stasjoner i Innfjordelva under en periode med pulskjøring i Berild kraftverk, mars 2008.



Figur 20. Tetthet av ørret 0+ og ørret $\geq 1+$ i områder som var vekselvis vanndekket og tørrlagt (tørrlagt areal) og permanent vanndekket (vanndekt areal) på ulike stasjoner i Innfjordelva under en periode med pulskjøring i Berild kraftverk, april 2008.

Under pulskjøring i kraftverket i august 2009 var det meget høye tettheter av ørretyngel (0+) i ”reguleringssonen” på stasjon 3 (410 ind./100 m²), og også høye tettheter i denne sonen på stasjon 6 (181 ind./100 m²). Tetthetene av årsyngel var langt høyere på de grunne partiene når disse var vanndekt, enn på permanent vanndekte arealer lenger ut i elvesenga (fig. 21). Det var meget lave tettheter av eldre ørretunger denne perioden, og bare på permanent vanndekte arealer. Undersøkelsen viser at årsyngel av ørret i stor grad tar i bruk de grunne, vanndekte arealene nær land i perioder med pulskjøring i august.



Figur 21. Tetthet av ørret 0+ og ørret ≥1+ i områder som var vekselvis vanndekket og tørrlagt (tørrlagt areal) og permanent vanndekket (vanndekt areal) på ulike stasjoner i Innfjordelva under en periode med pulskjøring i Berild kraftverk, august 2009.

Fordelingen av ungfisk i ulike elvearealer er påvirket av en rekke faktorer utenom effekten av pulskjøring. Særlig vil substratets beskaffenhet og vannhastigheten ha stor betydning for fiskehabitatets egnethet for ulike størrelsesgrupper ungfisk. Årsyngel av ørret preferer finere substrat og noe lavere vannhastighet enn større ørret, og også i uregulert elv vil årsyngelen av ørret i større grad dominere de grunne områdene langs land enn større ørret. På de undersøkte lokalitetene var det imidlertid et variert steinsubstrat med forholdsvis grovsteina elveør på stasjon 6, noe mindre steinstørrelse på stasjon 3 og relativt småsteina elveør på stasjon 3b. Særlig i august, hvor ørretyngelen fortsatt var relativt liten kan både substratets karakter og eventuell nærhet til gyteplass ha betydning for den høye tettheten registrert på stasjon 3. Elfiskemetoden vil også være mer effektiv på grunt vann i forhold til dypere elvepartier. Dette kan ha underestimert mengden fisk på permanent vanndekte arealer, men det ble heller ikke på permanent vanndekte arealer fiska dypere enn ca.40-50 cm, og med klart vann. For å kunne si noe mer sikkert om effekten av pulskjøringa i forhold til fordeling av fisk i elvesenga skulle en gjort parallelle undersøkelser i et kontrollområde i uregulert elv. Dette var ikke mulig å finne i Innfjordelva siden hele anadrom strekning var påvirket av kraftverksdriften, og den uregulerte Berdalselva var uegnet både mht lave ungfisktettheter og elvemorfologi (stri elv).

Undersøkelsene viser likevel at områdene som utsettes for pulskjøring i Berild kraftverk og som er vekselvis vanndekt og tørrlagt, i stor grad benyttes som habitat av ørretungene, særlig av årsyngelen både i august og på vårvinteren. Også områder med et grovere substrat velegna for større ungfisk, slik som stasjon 6, ble benytta av eldre ørretunger i perioder med vanndekke. Områder i "reguleringssonen" synes derfor å være benytta når de er vanndekt, og er ikke ute av produksjon. Hvorvidt de imidlertid kan ha en noe redusert produksjonskapasitet kan denne undersøkelsen ikke gi noe svar på. Vi vet heller ikke om, og i tilfelle i hvilket omfang, ørreten som benytter disse arealene og flytter seg med vannstandsendingene vil kunne ha et økt energiforbruk i forhold til uten pulskjøring. Det er også lite støtte å finne i annen forskning på dette feltet. Berg et al.(2006) antok at lite fettlagring hos laksunger i Stjørdalselva om sommeren ett år kunne ha sammenheng med effektkjøring i kraftverket. Undersøkelser av stressnivå hos ørret i en innendørs kanal med plutselig og variert vannføring viste forhøya cortisolnivåer i blodet, men at fisken tilpassa seg situasjoner med påfølgende "effektkjøringer" uten stress-symptomer (Flodmark et al. 2002). I Innfjordelva varierer imidlertid vannstanden på grunn av pulskjøringa langsomt, og det er godt kjent at ungfisk av både ørret og laks tar i bruk nylig oversvømte arealer under naturlige vannføringsvariasjoner. Dette, sammen med resultatene som viser at ørreten tar i bruk arealene i "reguleringssonen" sannsynliggjør at pulskjøringa av Berild kraftverk også har små negative effekter på ørretens habitatbruk og sannsynligvis liten negativ effekt i forhold til ungfiskproduksjonen. Hvorvidt noe redusert næringsdyrtetthet (jf .kap. 7.3) kan påvirke ungfiskproduksjonen på disse arealene er imidlertid usikkert.

7.3 Bunndyr i "reguleringssonen"

I Innfjordelva lå antall individer pr. sparkeprøve på 1600-2400 på permanent vanndekt areal i mars og april (tabell 2 og 3). Tilsvarende tall for periodevis tørrlagte arealer var 80-450 individer. I "kanalen" like nedstrøms Berild kraftverk lå totalantallet på 2700 (tabell 3). I Innfjordelva i august var totalt antall individer lavere enn i mars/april, med henholdsvis ca.800 og 90 individer på permanent vanndekt areal og periodevis tørrlagt areal (tabell 4). I Berdalselva i august lå totalantallet pr. sparkeprøve på ca.130 individer midt i elva og ca.180 individer ved bredden (tabell 5).

I Innfjordelva ble det tatt bunndyrprøver i mars, april og august. Ved samtlige prøvetakinger var antall individer på de permanent vanndekte arealene betraktelig høyere enn på de periodevis tørrlagte arealet. I mars og april lå tettheten pr R1- prøve på de vanndekte arealene på +-2000 individer, mens på de periodevis tørrlagte arealene lå på under 500 individer. Det er tidligere vist at elvebredder som utsettes for periodevis tørrlegging i forbindelse med kraftverkskjøring kan ha reduserte bunndyrtettheter som følge av effektkjøring (Arnekleiv et al. 1994, Harby et al. 2004). Ved prøvetaking på de periodevis tørrlagte arealene i Innfjordelva var det imidlertid gjennomgående lite vann og relativt lav vannhastighet. Dette vil forårsake lavere vanngjennomstrømning (og færre dyr) inn i håven enn på de permanent vanndekte arealene der vanddybde og vannhastighet var mye større. Forskjellene mellom de to ulike arealene er derfor neppe så stor som resultatene indikerer. Det er vanskelig å si hvor mye denne metodefeilen utgjør. Vi antar likevel at noe av forskjellene kan tilskrives opp- og nedkjøring av kraftverket, bl.a. fordi det var små forskjeller i tetthet og artssammensetning mellom prøver tatt langs bredden og midt ute i den nærliggende, uregulerte Berdalselva.

Tabell 2. Antall individer av bunndyr pr. sparkeprøve på stasjon 2.5, stasjon 3 og stasjon 6 i Innfjordelva i mars 2008.

	Mars 2008					
	Stasjon 2.5		Stasjon 3		Stasjon 6	
	Vanndekt	Tørrlagt	Vanndekt	Tørrlagt	Vanndekt	Tørrlagt
Døgnfluer						
<i>Ameletus inopinatus</i>		1		1		1
<i>Baetis rhodani</i>	420	11	443	9	910	13
<i>Ephemerella aurivillii</i>	23	4	20	8	17	3
<i>Siphonurus</i> sp.	7	2		10		3
Steinfluer						
<i>Amphinemura borealis</i>	7	2		2	130	9
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	23	24	33	58	27	28
<i>Brachyptera risi</i>	100	2	20		47	
<i>Capnia atra</i>	3	11	3			
<i>Capnopsis schilleri</i>		5		6		1
<i>Diura nanseni</i>	10		3	2	20	
<i>Isoperla grammatica</i>	3		3		37	2
<i>Leuctra hippopus</i>		1			3	
<i>Leuctra</i> sp.	87	8	7	2	77	
<i>Nemoura</i> sp.				1		1
<i>Protonemura meyeri</i>	3		3	2	23	2
Vårfluer						
<i>Apatania</i> sp.	10		13	1	7	5
<i>Limnephilidae</i>			3	5		1
<i>Rhyacophila nubila</i>	27		23		33	
Oligochaeta (fåbørstemark)	100	6	13	14	140	11
Ostracoda (muslingkreps)	27	1	17	2		2
Elmis aenea (klobille)	3		13		13	
Ceratopogonidae (sviknott)				1		
Chironomidae (fjærmygg)	1107	191	1013	193	760	89
Psychodidae (sommerfuglmygg)	10		7			
Simuliidae (knott)	210	6	3		83	
Diptera (tovinger, ubestemte)	27	5	13	8	27	2
Hydracarina (vannmidd)	3		17	5	13	1
Totalt	2210	280	1670	330	2367	174

Tabell 3. Antall individer av bunndyr pr. sparkeprøve på stasjon 2,5, stasjon 3, stasjon 6 og i ”kanalen” ved utløpet av kraftverket i Innfjordelva i april 2008.

April 2008							
	Stasjon 2.5		Stasjon 3		Stasjon 6		Stasjon 6
	Vanndekt	Tørrlagt	Vanndekt	Tørrlagt	Vanndekt	Tørrlagt	"Kanalen"
Døgnfluer							
<i>Ameletus inopinatus</i>				7	20		47
<i>Baetis rhodani</i>	737	54	710	112	1057	7	1820
<i>Ephemerella aurivillii</i>	23		30	11	43		
<i>Siphonurus</i> sp.	3	5		13			17
Steinfluer							
<i>Amphinemura borealis</i>	7		3	4	107		30
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	13	1	7	24	73	1	3
<i>Brachyptera risi</i>	110	2	3		3		10
<i>Capnia atra</i>		1	3	4	3		3
<i>Capnopsis schilleri</i>		1	3				
<i>Diura nanseni</i>	7		3		7		3
<i>Isoperla grammatica</i>		3	3		10		10
<i>Leuctra hippopus</i>					3		
<i>Leuctra</i> sp.	53	2	37	9	120		
<i>Nemoura</i> sp.		1		1			
<i>Protonemura meyeri</i>	3	2			20		
Vårfluer							
<i>Apatania</i> sp.	3		13		10	1	
<i>Limnephilidae</i>				6	3		
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>							7
<i>Rhyacophila nubila</i>	40		30	1	17		
Oligochaeta (fåbørstemark)	70	11	27	6	170	36	150
Ostracoda (muslingkreps)	3		10				10
Elmis aenea (klobille)	3	1	7	1	13		
Ceratopogonidae (sviknott)	3		7		3		
Chironomidae (fjærmygg)	707	208	893	253	443	37	583
Diptera (tovinger, ubestemte)	10	2	27	8	20	1	10
Psychodidae (sommerfuglmygg)				1			
Simuliidae (knott)	73	4	17		7		
Hydracarina (vannmidd)	10		13	3	3		7
Totalt	1878	298	1846	464	2155	83	2710

Tabell 4. Antall individer av bunndyr pr. sparkeprøve på stasjon 6 i Innfjordelva i august 2009.

	August 2009	
	Vanndekt 6,1	Tørrlagt 6,2
Døgnfluer		
<i>Baetis rhodani</i>	80	
<i>Baetis subalpinus</i>	3	
<i>Ephemerella aurivillii</i>	53	3
Steinfluer		
<i>Amphinemura borealis</i>		2
<i>Capnia</i> sp.	7	
<i>Diura nanseni</i>	13	1
<i>Leuctra fusca</i>	3	2
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	3	
Vårfluer		
Limnephilidae		2
<i>Rhyacophila nubila</i>	7	
<i>Elmis aenea</i> (klobille)	30	9
Chironomidae (fjærmygg)	550	38
Diptera (tovinger, ubestemte)	23	6
Simuliidae (kott)	3	
Acari (Hydracarina)	40	6
Totalt	815	92

Tabell 5. Antall individer av bunndyr pr. sparkeprøve i Berdalselva i august 2009.

	August 2009	
	Midt i elva 1,1	Ved bredden 1,2
Døgnfluer		
<i>Ameletus inopinatus</i>		1
<i>Baetis rhodani</i>	56	50
Steinfluer		
<i>Amphinemura borealis</i>		
<i>Amphinemura sulcicollis</i>		
<i>Brachyptera risi</i>		
<i>Capnia atra</i>		
<i>Capnia pygmaea</i>		
<i>Diura nanseni</i>	23	23
<i>Isoperla</i> sp.		
<i>Leuctra fusca</i>	15	12
<i>Leuctra hippopus</i>		
<i>Leuctra</i> sp.		
<i>Nemoura</i> sp.	1	
<i>Protonemura meyeri</i>	3	1
Vårfluer		
<i>Philopotamus montanus</i>		1
<i>Rhyacophila nubila</i>	3	4
Limnephilidae	1	
Oligochaeta (fåbørstemark)	5	11
Ostracoda (mulingkreps)		
Chironomidae (fjærmygg)	16	64
Simuliidae (knott)	1	1
Diptera (tovinger, ubestemte)	2	8
Hydracarina (vannmidd)	1	1
Totalt	127	177

I august var tetthetstallene mye lavere enn i mars og april, noen som har sammenheng med at noen arter har klekket i løpet av sommeren, og er ute av elva som voksne, flygende individer, mens andre ligger som egg på elvebunnen.

Sammensetningen av bunndyr var også noe ulik mellom periodevis tørrlagte og permanent vanndekte arealer. Eksempelvis var det i motsetning til de fleste andre taksa gjennomgående høyere tetthet av døgnflueslekta *Siphonurus* på periodevis tørrlagt areal enn på permanent vanndekt areal. Denne slekta er imidlertid kjent for å foretrekke sakteflytende/stille vann og finnes ofte helt inne ved land også i uregulerte elver, samt i bakevjer, kulper og innsjøer. Dominans av denne slekta på de periodevis tørrlagte arealene kan derfor ikke tilskrives regulerings effekter.

I april ble det tatt en prøve i "kanalen" like nedstrøms utløpet av Berild Kraftverk. Total tetthet var noe høyere sammenlignet med stasjonene som ble prøvetatt på de permanent vanndekte arealene lenger ned i vassdraget. Antall taksa var imidlertid noe lavere i kanalen, bl.a. ble det ikke gjort funn av døgnfluearten *Ephemerella aurivillii*, steinfluerslekta *Leuctra* eller vårfluearten *Rhyacophila nubila*. Alle tre taksaene ble imidlertid funnet relativt høye tettheter på de øvrige stasjonene under samme innsamlingsrunde.

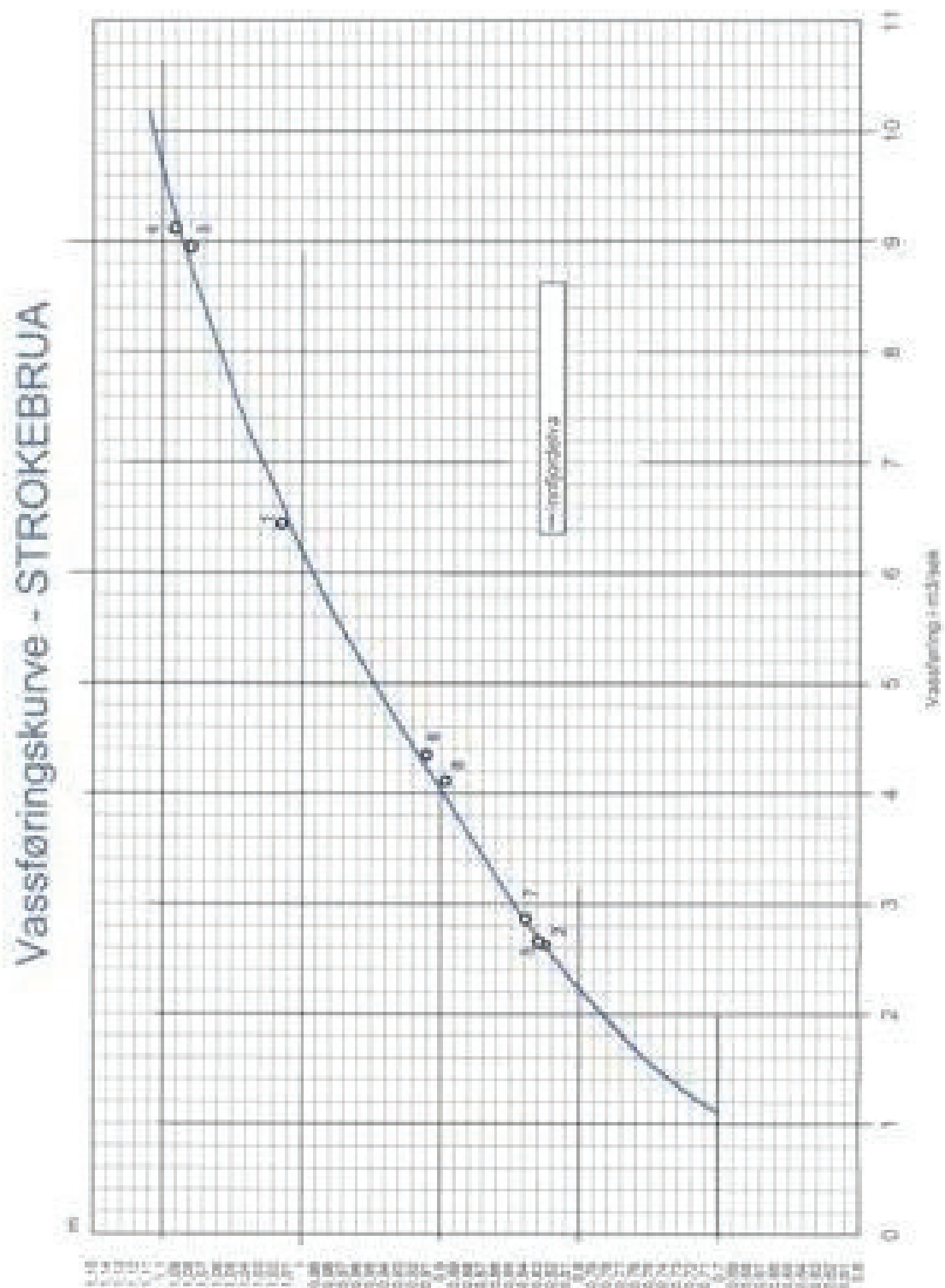
E. aurivillii er kjent for å foretrekke mosebevokste områder og finnes som regel i høyere tettheter her enn i omkringliggende substrat (Maurer & Brusven 1983, Hessen et al. 1992). Substratet i "kanalen" var i mye større grad enn ellers i elva dekket av trådformede alger, noe som kan være årsaken til at noen arter/slekter så ut til å "mangle" her.

8 LITTERATUR

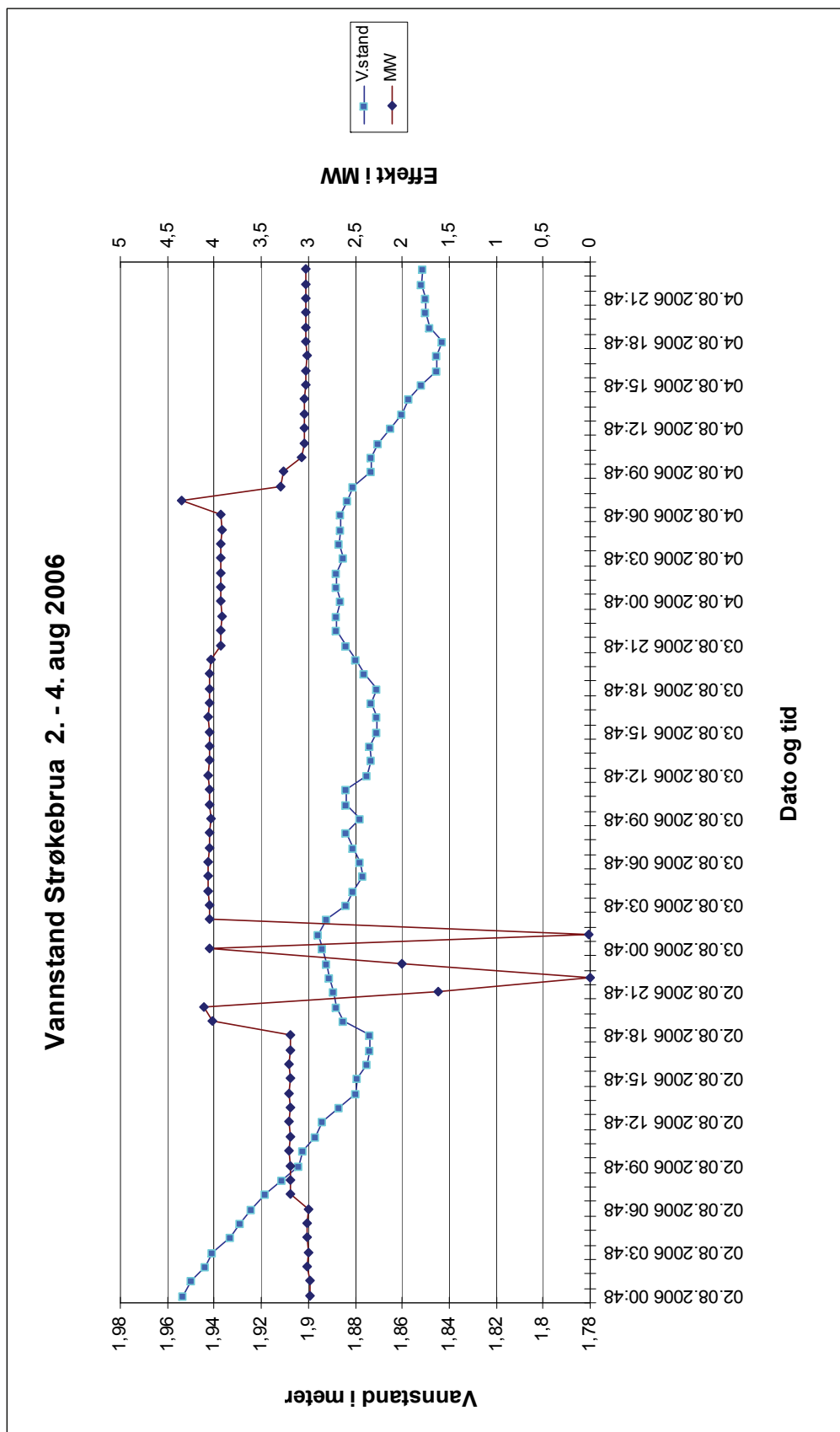
- Arnekleiv, J.V., Koksvik, J.I., Hvidsten, N.A. & Jensen, A.J. 1994. Virkninger av Bratsbergreguleringen (Bratsberg kraftverk) på bunndyr og fisk i Nidelva, Trondheim (1982-1986). Vitenskapsmuseet Rapport Zoologisk Serie 1994-7: 1-56.
- Bruun, P. og Eide, O. 1999. Status for lakseførende vassdrag i Møre og Romsdal i 1998. Fylkesmannen i Møre og Romsdal, Mijøvernadelinga Rapport 1999:02
- Direktoratet for naturforvaltning 2009. Bestandsutvikling hos sjørret og forslag til forvaltningstiltak. DN Notat 2009-1: 1- 28.
- Eide, O. 1995. Undersøkelser vedrørende lakseparasitten Gyrodactylus salaris i Møre og Romsdal 1994. Fylkesmannen i Møre og Romsdal, Mijøvernadelinga Rapport nr. 6-1995.
- Eide, O. 1996. Undersøkelser vedrørende lakseparasitten Gyrodactylus salaris i Møre og Romsdal 1995. Fylkesmannen i Møre og Romsdal, Mijøvernadelinga Rapport nr. 3-1996.
- Eide, O. 1997. Undersøkelser vedrørende lakseparasitten Gyrodactylus salaris i Møre og Romsdal 1996. Fylkesmannen i Møre og Romsdal, Mijøvernadelinga Rapport nr. 1-1997.
- Eide, O. 1998. Undersøkelser vedrørende lakseparasitten Gyrodactylus salaris i Møre og Romsdal 1997. Fylkesmannen i Møre og Romsdal, Mijøvernadelinga Rapport nr. 1-1998.
- Eide, O. 2000. Status for lakseførende vassdrag i Møre og Romsdal i 1999. Fylkesmannen i Møre og Romsdal, Mijøvernadelinga Rapport 2000:01.

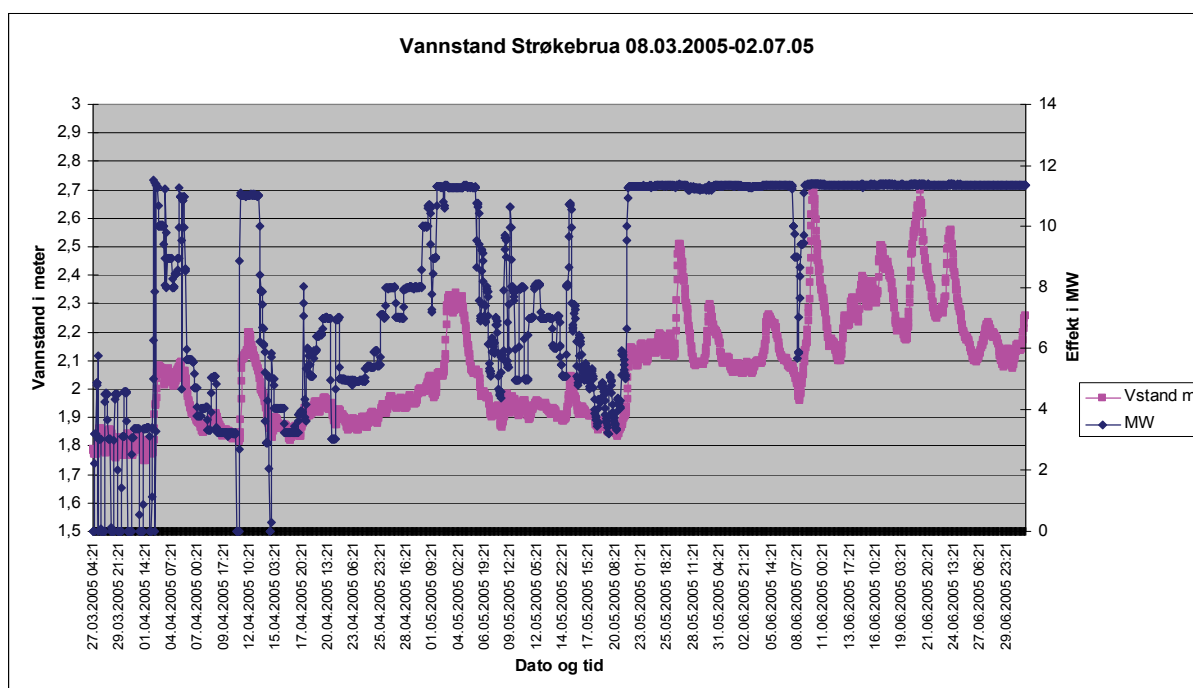
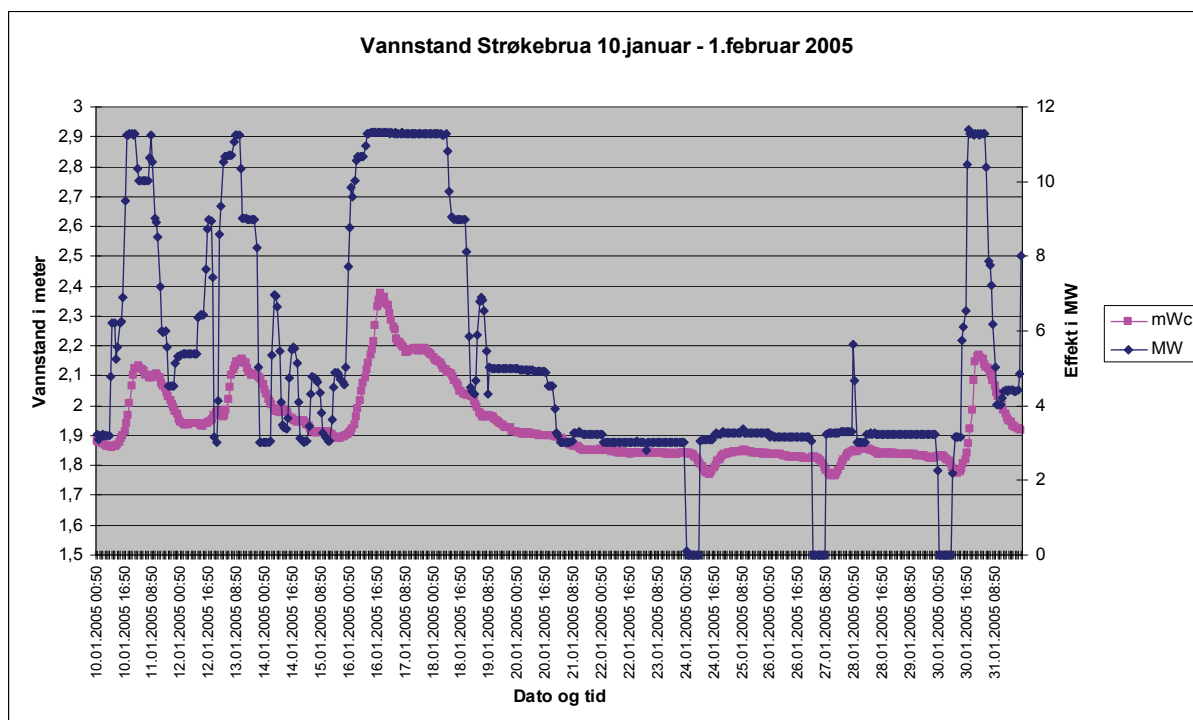
- Eide, O., Bruun, P. Og Haukebø, T. 1992. Undersøkelser vedrørende lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* i Møre og Romsdal 1988, 1989, 1990 og 1991. Fylkesmannen i Møre og Romsdal, Miljøvern-avdelinga Rapport nr. 1-1992.
- Eide, O., Bruun, P. Og Haukebø, T. 1993. Undersøkelser vedrørende lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* i Møre og Romsdal 1992. Del Romsdal. Fylkesmannen i Møre og Romsdal, Miljøvern-avdelinga Rapport nr. 5-1993
- Flodmark, L.E.W., Urke, H.A., Halleraker, J.H., Arnekleiv, J.V., Vøllestad, L.A. & Boleo, A.B.S. 2002. Cortisol and glucose responses in juvenile brown trout subjected to a fluctuating flow regime in an artificial stream. *Journal of Fish Biology* 60: 238-248.
- Halleraker, J.H., Saltveit, S.J., Harby, A., Arnekleiv, J.V., Fjeldstad, H.P. & Kohler, B. 2003. Factors influencing stranding of wild juvenile brown trout (*Salmo trutta*) during rapid and frequent flow decreases in an artificial stream. *River Research and Applications* 19: 589-603.
- Harby, A., Alfredsén, K., Arnekleiv, J.V., Flodmark, L.E.W., Halleraker, J.H., Johansen, S. & Saltveit, S.J. 2004. Raske vannstandsninger i elver – virkninger på fisk, bunndyr og begroing. SINTEF Teknisk Rapport A5932: 1-39.
- Haukebø, T. Og Eide, O. 1987. Undersøkelser vedrørende lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* i Møre og Romsdal i 1983, 1984 og 1985. Fylkesmannen i Møre og Romsdal, Miljøvern-avdelinga Rapport nr. 2-1987.
- Haukebø, T. Og Eide, O. 1989. Undersøkelser vedrørende lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* i Møre og Romsdal i 1986 og 1987. Fylkesmannen i Møre og Romsdal, Miljøvern-avdelinga Rapport nr. 4-1989.
- Hessen D., Brandrud T.E., Bækken T., Kjellberg G., Lindstrøm E.-A., Mjelde M. & Rørslett B. 1992. Etterundersøkelser ved Osa kraftverk, Strandfossen kraftverk og Braskereidfoss kraftverk, Hedmark. NINA Rapport 0-86143, 0-46144, 0-86145: 1-146.
- Maurer M.A. & Brusven M.A. 1983. Insect abundance and colonization rate in *Fontinalis neo-mexicana* (Bryophyta) in an Idaho Batholith stream, USA. *Hydrobiologia* 98: 9-15.
- Saltveit, S.J., Halleraker, J.H., Arnekleiv, J.V. & Harby, A. 2001. Field experiments on stranding in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) during rapid flow decreases caused by hydropeaking. *Regulated Rivers: Research & Management* 17: 609-622.

Vedlegg 1. Vassføringskurve Strokebrua. Fra Rauma Energi AS



Vedlegg 2. Vannstand ved Strokebrua (m) og kraftverksdrift (MW) i Berild kraftverk i ulike perioder i 2004–2006. Data fra Rauma Energi AS.





Vedlegg 3. Utrekning tørrlagt areal – notat fra Knut Alfredsen.



Notat

Til: Jo Vegar Arnekleiv

Frå: Knut Alfredsen

Kopi til:

Om: **Utrekning av tørrlagde areal i Innfjordelva**

Saksbehandlar: Knut Alfredsen

Dato: 12.06.2006 Signatur:

Arkiv:

Dette notatet gir ei oppsummering av utrekninga av tørrlagde areal i Innfjordelva. Vi har data frå tre stasjonar i elva: Bruhølen, Rønningshølen og Elektrofiskestasjon 5. Data for geometri, vasslinjer, vasskant og kontrollpunkt vart målt inn i august 2005 ved ei vassføring på $5.28 \text{ m}^3/\text{s}$, og nye vasslinjer, vasskantar samt nokre tilleggsdata for geometri i Bruhølen vart målt ved ei vassføring på $1.28 \text{ m}^3/\text{s}$ i oktober 2005. Utrekning av vassdekt areal og tørrleggingsområde er gjort ved hjelp av programmet HEC-RAS. Hovudfokus er strekninga ved Rønningshølen som er den av dei tre stasjonane der nedtappinga gir størst effekt.

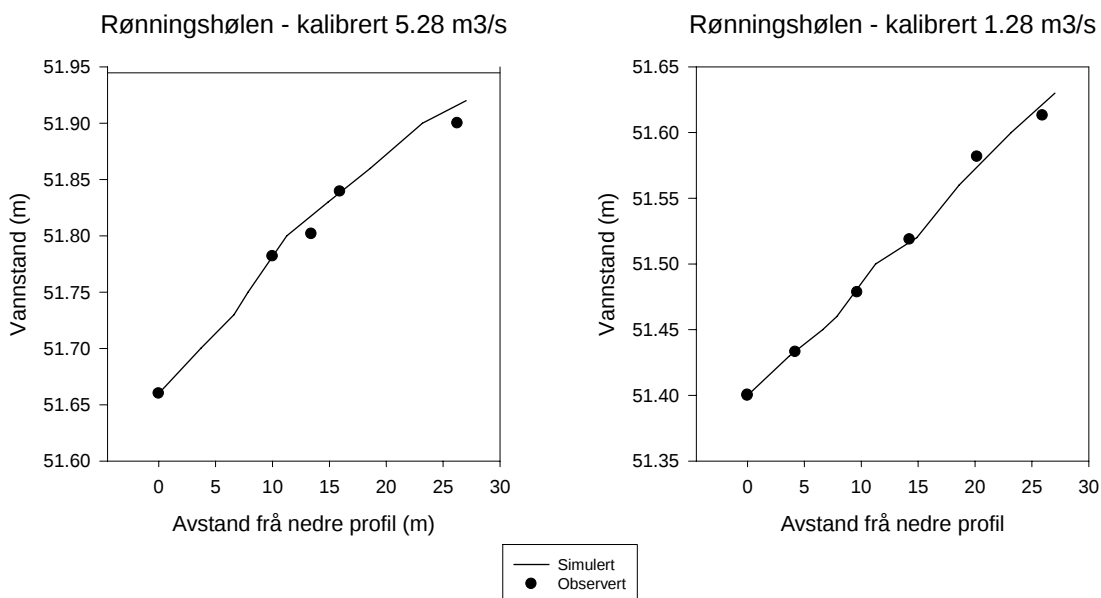
Vassføringar brukt i utrekninga

Modellane er kalibrert og kontroller ved dei målte vassføringane ved 1.28 og $5.28 \text{ m}^3/\text{s}$. Vi har så gått ut i frå at den mest kritiske situasjonen for fisken vil vere nedtappingar midtvinters når vi har lavt resttilsig i elva. Det er difor gjort simuleringar av elva med lavt vintervatn og produksjonsvassføring gjennom kraftverket (maks $4.5 \text{ m}^3/\text{s}$ og min $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$). Innfjordelva har ein vannstandsmålør ved Strøkebrua, men det er ikkje etablert kurve for denne målåren. I og med at serien i tillegg er ganske kort er det difor vanskeleg å bruke denne som utgangspunkt for å rekne ut minimumsvassføringa om vinteren. For å finne denne vassføringa har vi skalert vassføringsdata frå vassmerket Alstad (100.1.1.1001.1). Dette vassmerket har feltstorleik på 209 km^2 og spesifikk avrenning på $63 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$. Innfjordelva har feltareal på 104 km^2 og spesifikk avrenning på $46 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$. Alstad er og påverka av at Langvatnet heilt i ytterkant av feltet vert overført til Verma. Vi vel likevel dette som utgangspunkt for å finne ei minste vintervassføring i Innfjordelva.

Dette gir ei minimumsvassføring i vinterperioda på $0.21 \text{ m}^3/\text{s}$ og for vinterperioda midlare sju døgns minimumsvassføring på $0.53 \text{ m}^3/\text{s}$. Bruk av NVE sin regionale metode gir midlare lavvassføring for vinteren lik $0.51 \text{ m}^3/\text{s}$. Vel difor å ta utgangspunkt i ei vassføring på $0.53 \text{ m}^3/\text{s}$ som eit minimum for simuleringa av vassdekt areal.

Simulering av Rønningshølen

Rønningshølen vart kalibrert for vassføringar på 1.28 og $5.28 \text{ m}^3/\text{s}$ (sjå figur 1). For simuleringane har vi brukt manningstal frå kalibreringa for vassføringa på 1.28 for den minste vassføringa, og for produksjonsvassføringane har vi brukt ein kombinasjon av dei to kalibreringsvassføringane. Simuleringa av den minst vassføringa går ut over kalibreringsområdet, og det gjer at der er ein viss usikkerhet knytt til val av nedre vannstand for denne.



Figur 1 Kalibrering av Rønningshølen

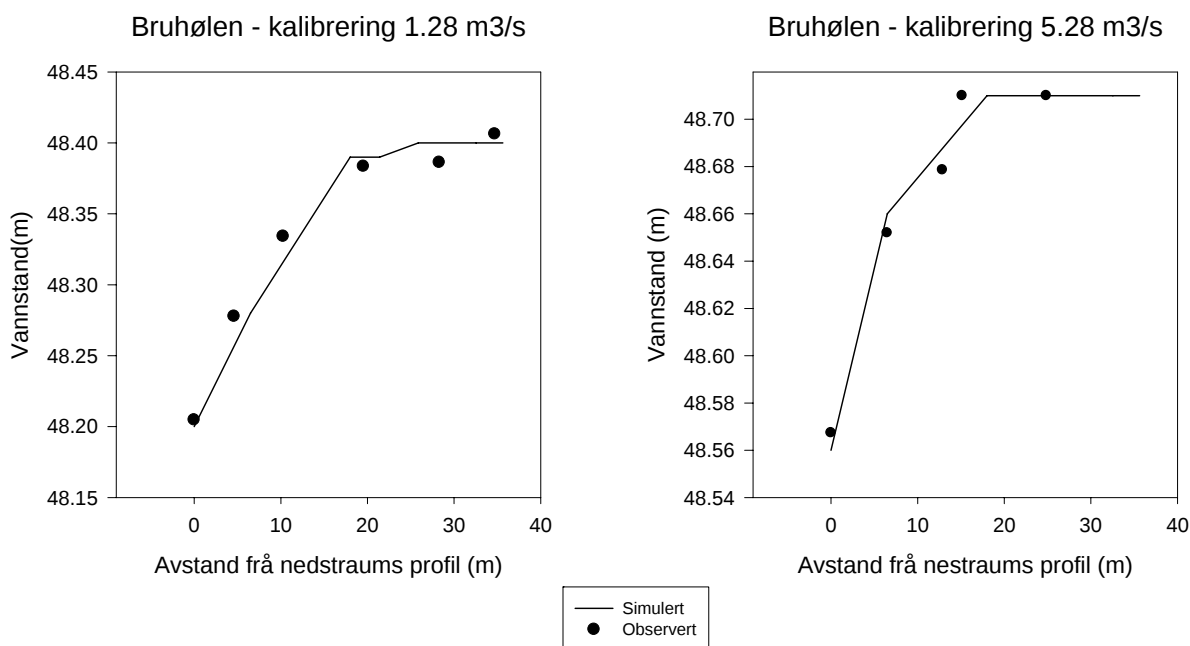
Basert på kalibreringa for 1.28 m³/s er vintervassføringa køyrd. Totalarealet i modellen er på 540 m² basert på utrekning av dei tverrprofilane som ligg til grunn for køyringa med HecRAS. Vassdekt areal for dei ulike simuleringane er gitt i tabell 1. Vasskanten vart målt inn for vassføringa på 5.28 m³/s, og samanliknar ein denne med resultata her så ser ein at det tørrlagde arealet vart målt litt større enn det som blir rekna ut i simuleringa. Det dreiar seg om eit lite område på venstre side av elva øvst på stasjonen som vi ikkje fangar opp i tilstrekkeleg grad med tverrprofilane. Men sidan dette ikkje er av det arealet som vert tørrlagd når produksjonen stoppar opp så er dette ikkje justert inn. Det vart og målt inn nokre steinsamlingar som var tørre ved største vassføring. Desse fell utanfor tverrprofilane og vil heller ikkje verte rekna inn i det tørre arealet.

Tabell 1 Areal av stasjonen Rønningshølen ved ulike vassføringar.

Situasjon	Vassdekt areal (m²)	Tørt areal (m²)
Vintervassføring, 0.53 m³/s	240	300
Maks produksjonsvassføring 4.5 m³/s	520	20
Minste produksjonsvassføring 1.8 m³/s	330	210
Oppmålt vassføring 1.28 m³/s	310	230
Oppmålt vassføring 5.28 m³/s	530	10

Simulering av Bruhølen

Kalibreringsvassføringar for Bruhølen var 1.28 og 5.28 m³/s (sjå Figur 2). På tilsvarende måte som for Rønningshølen er simuleringa av dei andre vassføringane sett opp med utgangspunkt i desse kalibrerte datasetta. Det totale arealet av studieområdet i Bruhølen var 670 m². Det er og her knytt ei viss usikkerhet til den minste vassføringa i og med at startvannstanden må ekstrapoleras under det vi har data til.



Figur 2 Kalibrering av HECRAS for Bruhølen.

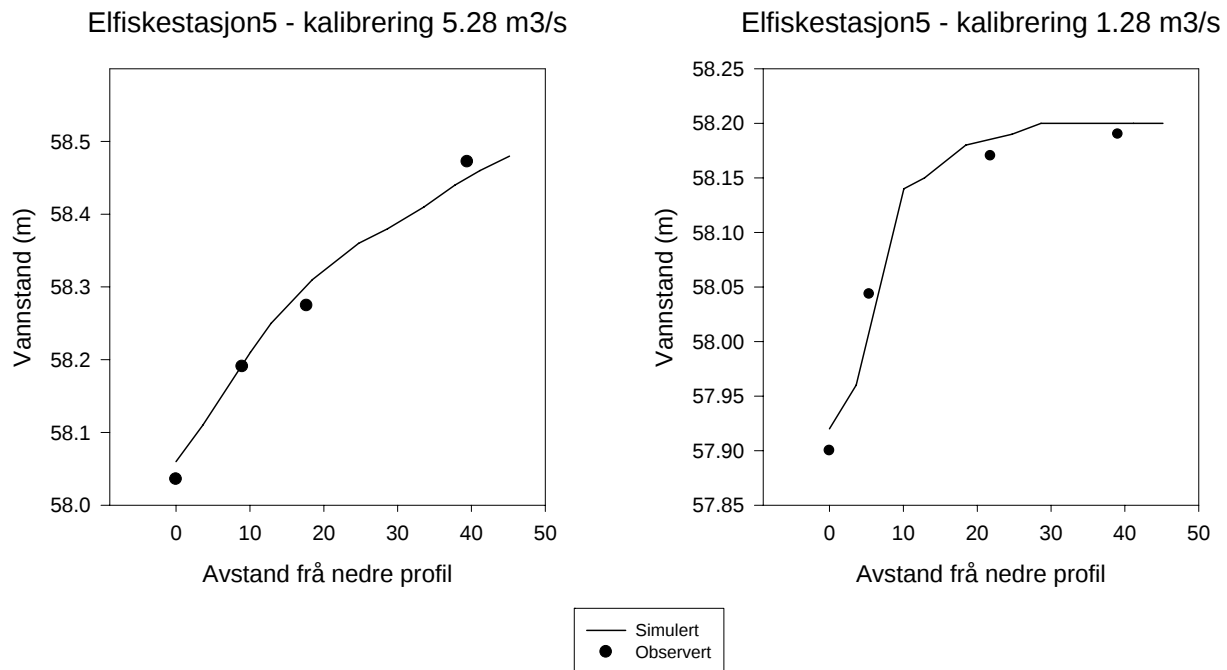
Tabell 2 Areal av stasjonen Bruhølen ved ulike vassføringer.

Situasjon	Vassdekt areal (m ²)	Tørt areal (m ²)
Vintervassføring, 0.53 m ³ /s	360	310
Maks produksjonsvassføring 4.5 m ³ /s	660	10
Minste produksjonsvassføring 1.8 m ³ /s	600	70
Oppmålt vassføring 1.28 m ³ /s	480	190
Oppmålt vassføring 5.28 m ³ /s	670	0

Simulering av elstasjon 5

Elstasjon 5 vart kalibrert på same måten som dei andre stasjonane. Det viste seg at vannlinja målt i oktober ikkje stemmer høgdemessig med punkta som var målte opp tidlegare. Det er ikkje lett å finne grunnen til dette pga at koordinat og høgde for fastpunkt og baksikt lagt inn ved målinga stemmer. Horisontal posisjon av kontrollpunkt stemmer og, men høgda er feil. Problemet kan ligge i instrumenthøgda eller reflektorhøgda brukt ved oppmålinga. Høgden er justerte ved hjelp av kontrollpunkta, men det ligg framleis ein del usikkerhet punkta, spesielt i nedstrøms vassnivå. Det ser ut frå simuleringa som om at målte tørrlagde areal stemmer nokonlunde overeins, så det er gjort beregningar for alle vassføringer på denne stasjonen og.

For den høgaste vassføringa er det ein del profil som ikkje har definerte endepunkt øverst på venstre side av elva pga vanskelege måleforhold på grunn av skog. Dette gjer at programmet simulerer vertikal elvekant i desse posisjonane. Sidan dette gjeld for dei høgaste vassføringane og at det er tørrlegging ved nedtapping som er viktig i prosjektet og ikkje tørt areal ved høg vassføring så har dette ikkje blitt justert. Elvekanten inne i skogen var og ganske vertikal så feilen vert uansett ikkje veldig stor. Simuleringa viser og overgang mellom under og overkritisk straum i nedre profil. Dette saman med problemet med den oppmålte vasslinja som er omtalt tidlegare vil medføre usikkerhet i oppsettet av grensene for simuleringa av minste vintervassføring i denne stasjonen.



Figur 3 Kalibrering av Elektrofiskestasjon 5.

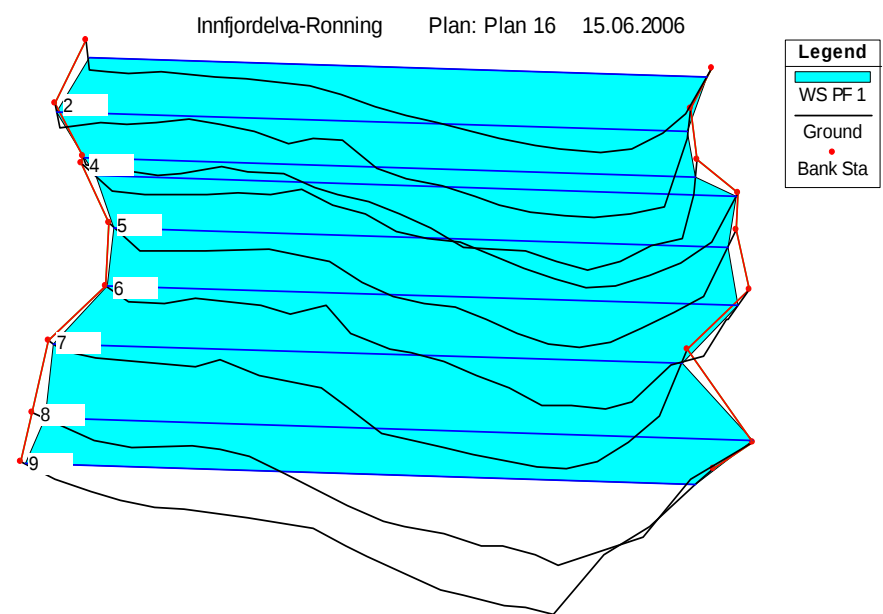
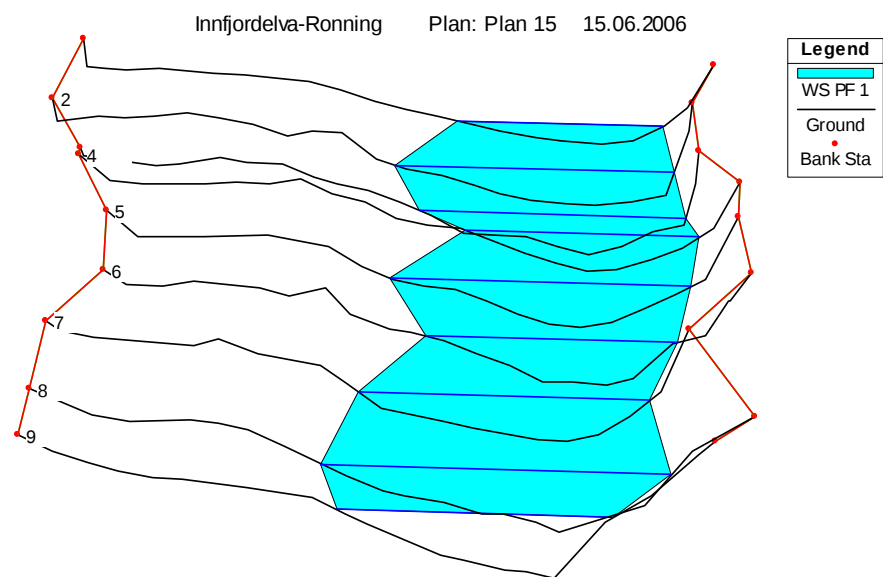
Totalt vassdekt areal for denne stasjonen er 850 m² som tilsvarar vått areal ved vassføringa på 5.28 m³/s som vart brukt for å kalibrere modellen.

Tabell 3 Areal av elektrofiskestasjon 5 ved ulike vassføringar

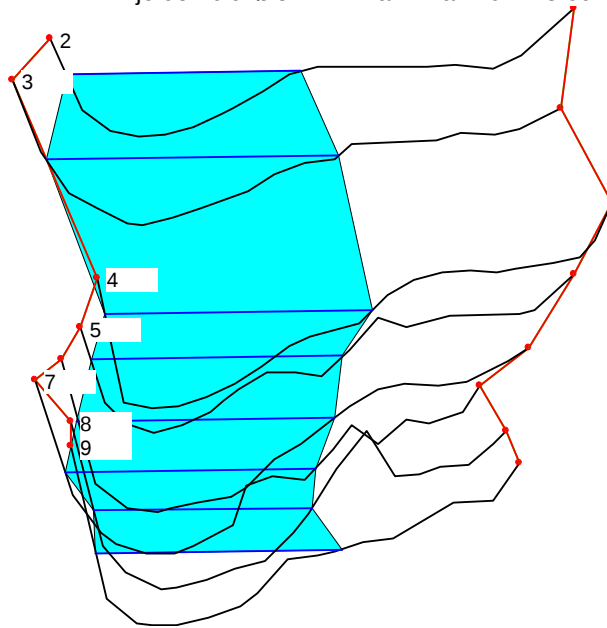
Situasjon	Vassdekt areal (m ²)	Tørt areal (m ²)
Vintervassføring, 0.53 m ³ /s	630	220
Maks produksjonsvassføring 4.5 m ³ /s	840	10
Minste produksjonsvassføring 1.8 m ³ /s	750	100
Oppmålt vassføring 1.28 m ³ /s	710	140
Oppmålt vassføring 5.28 m ³ /s	850	0

Plott av vassdekt areal.

Det vassdekte arealet er plotta i tverrprofil for kvar stasjon ved 0.53 og 4.5 m³/s.

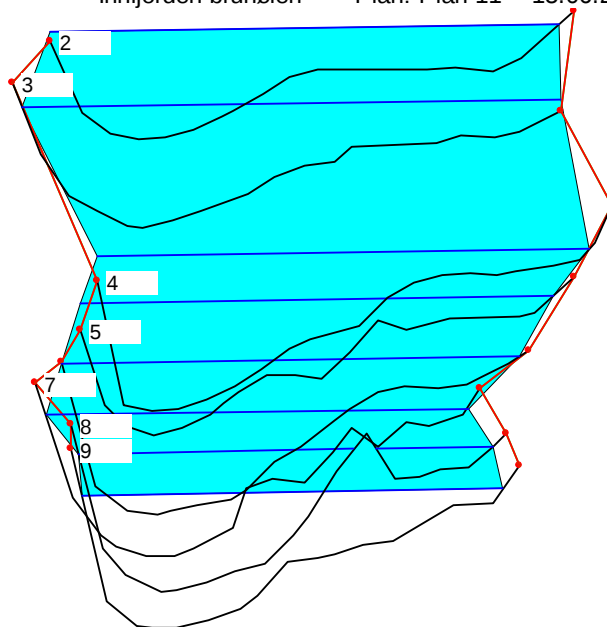


Innfjorden-bruhølen Plan: Plan 10 15.06.2006



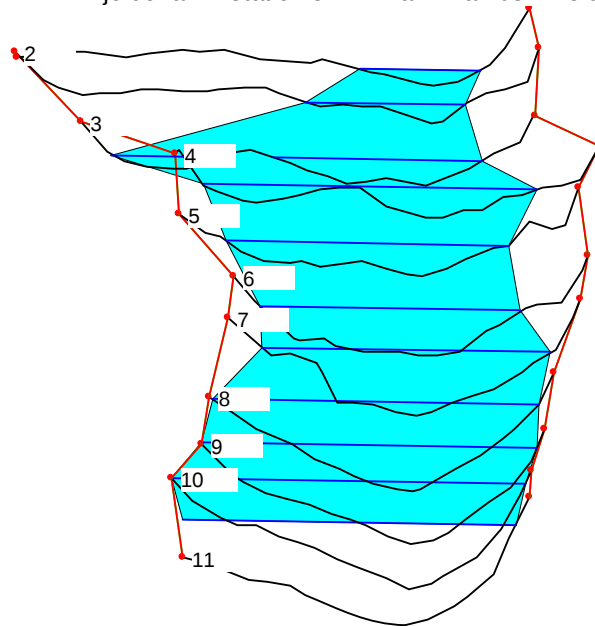
Legend	
	WS PF 1
	Ground
	Bank Sta

Innfjorden-bruhølen Plan: Plan 11 15.06.2006



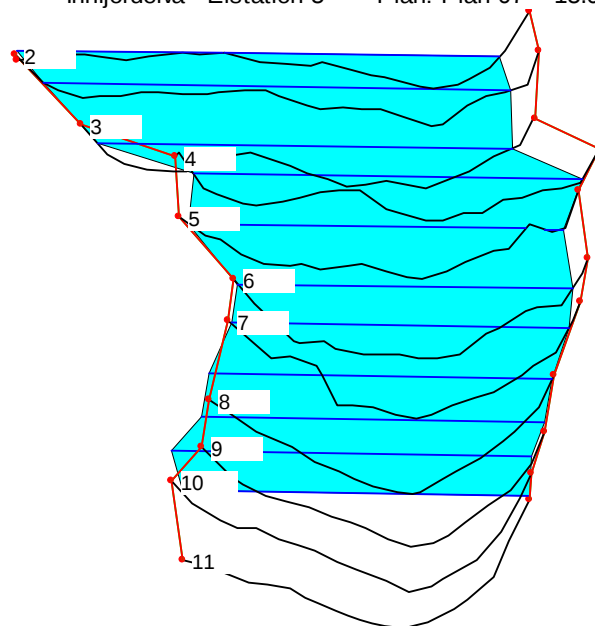
Legend	
	WS PF 1
	Ground
	Bank Sta

Innfjordelva - Elstation 5 Plan: Plan 08 15.06.2006



Legend	
	WS PF 1
	Ground
•	Bank Sta

Innfjordelva - Elstation 5 Plan: Plan 07 15.06.2006



Legend	
	WS PF 1
	Ground
•	Bank Sta

Rapportserien

«Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Vitenskapsmuseet Rapport zoologisk serie» er en videreføring av «Vitenskapsmuseet Rapport Zoologisk Serie» og presenterer stoff fra de zoologiske fagområdene ved Vitenskapsmuseet. Serien bringer i hovedsak arbeider fra oppdragsprosjekter og andre undersøkelser og forskning ved Seksjon for Naturhistorie. Serien er ikke periodisk og antall numre varierer pr. år. Serien startet i 1974 og det finnes parallelle botaniske og arkeologiske rapportserier ved Vitenskapsmuseet. Mindre arbeider og utredninger som av ulike grunner trenger en rask publisering og distribusjon presenteres i en egen notatserie: «Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Vitenskapsmuseet Zoologisk notat».

Til forfatterne

Manuskripter

Manuskripter bør leveres som papirutskrift og som tekstfil i Word. Vitenskapelige slekts- og artsnavn kursiveres. Manuskripter til rapportserien skal skrives på norsk, unntatt abstract (se nedenfor). Unntaksvis, og etter avtale med redaktøren, kan manuskripter på engelsk bli tatt inn i serien. Tekstfilen(e) skal inneholde en ren «brødtekst», dvs. med færrest mulig formateringskoder. Hovedoverskrifter skal skrives med store bokstaver, de øvrige overskrifter med små bokstaver. Manuskriptet skal omfatte:

1. Eget ark med manuskriptets tittel og forfatterens/forfatterenes navn. Tittelen bør være kort og inneholde viktige henvisningsord.
2. Et referat på norsk på maksimum 200 ord. Referatet innledes med bibliografisk referanse og avsluttes med forfatterens/forfatterenes navn og adresse(r).
3. Et abstract på engelsk som er en oversettelse av det norske referatet.

Manuskriptet bør for øvrig inneholde:

4. Et forord som ikke overstiger en trykkside. Forordet kan gi bakgrunnen for arbeidet det rapporteres fra, opplysninger om eventuell oppdragsgiver og prosjekt- og programtilknytning, økonomisk og annen støtte, institusjoner og enkeltpersoner som bør takkes osv.
5. En innledning som gjør rede for den faglige problemstillingen og arbeidsgangen i undersøkelsen.
6. En innholdsfortegnelse som viser stoffets inndeling i kapitler og underkapitler.
7. Et sammendrag av innholdet. Sammendraget bør ikke overstige 3 % av det øvrige manuskriptet. I spesielle tilfeller kan det i tillegg også tas med et «summary» på engelsk.
8. Tabeller og figurer leveres på separate ark og skrives i egne filer. I teksten henvises de til som «Tabell 1», «Figur 1» osv.

Litteraturhenvisninger

En oversikt over litteratur som det er henvist til i manuskriptteksten samles bakerst i manuskriptet under overskriften «Litteratur». Henvisninger i teksten gis som Haftorn (1971), Arnekleiv & Haug (1996) eller, dersom det er flere enn to forfattere, som Sæther *et al.* (1981). Om det blir vist til flere arbeider, angis det som «som flere forfattere rapporterer (Haftorn 1971, Thingstad *et al.* 1995, Arnekleiv & Haug 1996,)), dvs. forfatterne nevnes i kronologisk orden, uten komma mellom navn og årstall. Litteraturlisten ordnes i alfabetisk rekkefølge: det norske alfabetet følges: aa = å (utenom for nederlandske, finske og etniske navn), ö = ø osv. Flere arbeid av samme forfatter i samme år angis ved a, b, osv. (Elven 1978a, b). Ved lik alfabetisk prioritet går to forfattere foran tre eller flere («*et al.*»).

Eksempler:

Tidsskrift/serie

Slagsvold, T. 1977. Bird song activity in relation to breeding cycle, spring weather, and environmental phenology. – *Ornis Scand.* 8: 197-222.

Arnekleiv, J.V. & Haug, A. 1996. Fiskebiologiske undersøkelser i Holmvatnet og Rundtuvatnet, Rana kommune, Nordland, 1995. – *Vitenskapsmuseet Rapp. Zool. Ser.* 1996, 3: 1-22.

Kapittel

Nilsson, S.G. & Ericson, L. 1992. Conservation of plants and animal populations in theory and practice. s. 71-112 i Hansson, L. (red.). *Ecological principles of nature conservation*. – Elsevier Appl. Sci., London.

Monografi/bok

Urke, H. A. 2001. Utvikling av sjøtoleranse og vandringsatferd hos Atlantisk laks (*Salmo salar* L.) med og utan oppdrettsbakgrunn. – Cand.scient. oppgave i akvakultur. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Zoologisk institutt. 79 s. Upubl.

Haftorn, S. 1971. *Norges Fugler*. – Universitetsforlaget, Oslo. 862 s.

Illustrasjoner

Figurer (i form av fotografier, tegninger osv.) leveres separat, på egne ark, dvs. de skal ikke inkluderes eller monteres i brødteksten. På papirutskriften av manuskriptet skal det i venstre marg angis hvor i teksten figurene ønskes plassert. Strekfigurer, kartutsnitt o.l. figurer skal være trykkeferdige fra forfatterens hånd. Skal rapporten inneholde fargebilder, bør også disse leveres som jpg-filer.

ISBN 978-82-7126-904-3
ISSN 0802-0833