



Konsekvenser og avbøtende tiltak for ørret i forbindelse med utbygging av små kraftverk

Svein Jakob Saltveit, Universitetet i Oslo
Ragnhild Wendelbo, Universitetet i Oslo

5
2012



RAPPORT MILJØBASERT VANNFØRING

FoU-programmet Miljøbasert vannføring

Programmet Miljøbasert vannføring skal styrke det faglige grunnlaget for god forvaltning av regulerte vassdrag. Det skal bidra til at miljøhensyn blir ivaretatt på en balansert og åpen måte med spesiell fokus på fastsettelse av minstevannføring og andre avbøtende tiltak.

Miljøkunnskap er aktuelt i forbindelse med nye vassdragskonsesjoner, revisjon av vilkår i gamle konsesjoner, miljøtilsyn og oppfølging av vannressursloven og EUs vanndirektiv. Programmet finansieres av Olje- og energidepartementet, og er forankret i Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE).

Programmets fase II har en tidsramme på fem år (2007-2011). Programmet er organisert med en styringsgruppe, bestående av representanter fra NVE, Direktoratet for naturforvaltning og energibransjen. Ressurspersoner fra nasjonale og regionale myndigheter bistår med fagkompetanse. Den daglige ledelsen av programmet er knyttet til Skred- og vassdragsavdelingen i NVE.

Konsekvenser og avbøtende tiltak for ørret i forbindelse med utbygging av små kraftverk

Rapport nr. 5 – 2012

Konsekvenser og avbøtende tiltak for ørret i forbindelse med utbygging av små kraftverk

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfattere: Svein Jakob Saltveit og Ragnhild Wendelbo,
Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI),
Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo

Trykk: NVEs hustrykkeri

ISSN: 1502-234X

ISBN: 978-82-410-0792-7

Forsidefoto: Svein Jakob Saltveit

Foto i rapporten: Ragnhild Wendelbo

Sammendrag: I en rekke nye konsesjoner for små kraftverk er det gitt pålegg om minstevannføring for å opprettholde produksjon av fisk. Målsettingen med prosjektet var å skaffe kunnskap om effekter av slipp av ulike minstevannføringer på fisk i vassdrag med små vannkraftverk for å gi forvaltningen et bedre grunnlag for å fastsette vannføring. Undersøkelsene ble utført i 2010 og omfattet tre vassdrag. Til innsamling av fisk ble det benyttet et elektrisk fiskeapparat, og tettheten av fisk ble beregnet ut fra avtak i fangst. Generelt sett var det ingen nedgang i tetthet av ørret/laks totalt på berørte strekninger med minstevannføring, og disse strekningene benyttes både til gyting og oppvekst. Berørte strekninger har imidlertid langt mindre totalt vanndekket areal og derved langt mindre totalproduksjon. Forundersøkelsene var mangelfulle og tok ikke sikte på å skulle dokumentere effekten av minstevannføringer. Det er derfor gitt anbefalinger til hva slike undersøkelser bør omfatte.

Emneord: Småkraftverk, effekt av minstevannføring, ørret, laks.

Norges vassdrags- og energidirektorat
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no

Mai 2012

Innhold


Sammendrag	9
1 Innledning.....	11
2 Materiale og metode	14
2.1 Valg av elver og stasjoner.....	14
2.1.1 Melseiva.....	14
2.1.2 Myklebustelva.....	17
2.1.3 Myklebustdalselva	19
2.2 Ungfiskundersøkelser	20
2.3 Habitattilbud	21
3 Resultater og kommentarer.....	22
3.1 Melseiva.....	22
3.1.1 Fiskebestand.....	22
3.1.2 Tetthet av ørret- og laksunger	23
3.2 Myklebustelva.....	26
3.2.1 Fiskebestand.....	26
3.2.2 Tetthet av ørret- og laksunger	27
3.3 Myklebustdalselva	28
3.3.1 Fiskebestand.....	28
3.3.2 Tetthet av ørretunger.....	28
4 Diskusjon.....	30
4.1 Melseiva.....	31
4.1.1 Konklusjon.....	32
4.2 Myklebustelva.....	32
4.2.1 Konklusjon.....	33
4.3 Myklebustdalselva	33
4.3.1 Konklusjon.....	35
4.4 Anbefalinger	35
4.4.1 Konklusjon.....	36
Referanser	37

Forord

I mange vassdragskonsesjoner vil prosjektet berøre elvestrekninger med en bestand av stasjonær ørret. Krav om minstevannføring som avbøtende tiltak skal i slike tilfeller blant annet ivareta ørretbestanden. Kompetansen om effekten av fastsatt minstevannføring på ørretbestander er sterkt begrenset. Dersom grensen for minstevannføring er satt for lavt, vil det medføre at den påvirkete strekningen mister sin betydning som produksjonsområde for ørretbestanden.

Målet med dette prosjektet har vært å frambringe kunnskap om effekter av slipp av ulike minstevannføringer på ørret i vassdrag med små vannkraftverk. Et sentralt poeng har vært å belyse hvorvidt ørretbestanden fremdeles benyttet den påvirkete elvestrekningen til gyte- og oppvekstområde etter at kraftverket ble satt i drift.

Prosjektet er gjennomført av LFI, Universitetet i Oslo, som er ansvarlig for etterundersøkelsen og tolking av resultatene.



Steinar Schanche
leder styringsgruppe



Anne Haugum
programleder

Sammendrag

Småkraftverk er samlebetegnelsen på mini-, mikro- og småkraftverk. Disse produserer elektrisitet ved å bruke vannet som til en hver tid er tilgjengelig i små bekker som faller bratt ned fjellssidene, uten bruk av magasinering. Imidlertid oppstår det brudd i vannstrengen mellom inntak og avløp fra kraftverket. Disse kraftverkene berører ofte bare elve-/bekkestrekningen ovenfor et naturlig vandringshinder for fisk. Enkelte kraftverk har imidlertid avløp lenger ned i elvestrengen eller direkte i innsjø eller større elv. Her vil arealer som kan produsere fisk, få sterkt redusert vannføring eller bli tørrlagt. I en rekke nye konsesjoner for små kraftverk er det derfor gitt pålegg om minstevannføring som avbøtende tiltak for å opprettholde en produksjon av fisk.

Målsettingen med prosjektet var å:

- Frambringe mer kunnskap om effekter av slipp av ulike minstevannføringer på ørret i vassdrag med små vannkraftverk.
- Gi forvaltningen et bedre grunnlag for å fastsette en tilstrekkelig minstevannføring for fisk.

Undersøkelsene ble utført i 2010 og omfatter tre vassdrag som allerede er utbygd, og som har et pålegg om minstevannføring. Fiskebestanden før utbyggingene var dokumentert. Elvene som ble valgt var Melselva i Hordaland, Myklebustelva i Møre og Romsdal og Myklebustdalselva i Sogn og Fjordane. Til innsamling av fisk ble det benyttet et elektrisk fiskeapparat. Hver stasjon ble overfisket tre ganger, og tettheten av fisk ble beregnet ut fra avtak i fangst. For- og etterundersøkelsene er ikke utført på samme tid av året og derved ikke under de samme betingelser.

Problemstillinger som det var ønskelig å få belyst var:

- Har det vært en nedgang i tettheten av fisk på berørte strekninger?
- Benytter ørret- og laksunger berørte strekninger også etter utbygging?
- Er forundersøkelsene gode nok til å danne grunnlag for sammenlikning med etterundersøkelser?

Kunnskap om fiskebestanden, bestandsstruktur og bekkens funksjon for fisk før byggingen av kraftverket var imidlertid begrenset. Felles for alle var at datagrunnlaget i forundersøkelsene som etterundersøkelsene bygger på, var for lite til å kunne dokumentere hvilke effekter den reduserte vannføringen og bruken av minstevannføring har på fiskebestandene.

I Melselva dokumenteres en nedgang i tetthet av ørret på berørt strekning med minstevannføring. Berørt strekning har i tillegg et langt mindre totalt vanddekket areal, noe som totalt sett gir lavere fiskemengde. Tettheten av laksunger har økt noe, og dette hemmer trolig produksjon av ørret. Strekningene med minstevannføring benyttes både til gyting og oppvekst. Inntaksdammer til to kraftverk hindrer oppvandring av anadrom fisk.

I Myklebustelva var det ingen nedgang i tetthet av ørret på berørt strekning, men denne strekningen hadde et redusert totalt vanndekket areal og derved mindre fisk etter utbygging. Funn av årsunger av ørret viste at berørt strekning med minstevannføring benyttes både til gyting og oppvekst. Det var en nedgang i tetthet av ørret totalt sett og på strekning med minstevannføring i Myklebustdalselva. Funn av årsunger viste at strekningen med minstevannføring benyttes til gyting.

Det anbefales at dersom forundersøkelsene skal danne grunnlag for økt kunnskap om bruk av minstevann, må forundersøkelsene være langt mer omfattende enn i dag og inneholde flere ikke biologiske parametre.

- Gytemuligheter for fisk kartlegges, fordi redusert vannføring kan medføre at gyteområder blir borte, tørrlegges eller at vannføringen blir for lav til at fisk kan gyte.
- Kartlegging av vanndekket areal gjøres både sommer og vinter før og etter utbygging.
 - Om vinter ved laveste vannføring før og etter for vurdering av effekt på gyting og rogn.
 - Om sommeren for endringer i produksjonsareal.

Enkelte endringer viser seg først etter mange år, slik som økt begroing og sedimentasjon på strekning med redusert vannføring og økt erosjon på strekning nedstrøms kraftverk. Vannet på strekningen mellom inntak og kraftstasjon går i rør og påvirkes derfor ikke av lufttemperatur, noe som kan gi kaldere vann nedenfor kraftstasjonen. Spesielt kan dette få store konsekvenser for rekruttering i elver påvirket av kaldt brevann. Driv av næringsdyr fra berørt strekning blir borte eller sterkt redusert. Lange tidsserier eller nye undersøkelser etter noen år er derfor viktig for å:

- øke kunnskapen om både direkte og indirekte virkninger av endret vannføring
- belyse effekt av redusert vanntemperatur om sommeren på rekruttering nedstrøms kraftverk
- belyse variasjoner i fisketettheter som følge av naturlig variasjon i rekrutteringen
- øke kunnskapen om slipp av minstevannføring, slik at en i framtiden skal kunne tilrå minstevannføring på et bedre faglig grunnlag.

Ved sammenliknende studier er det også viktig at undersøkelsene utføres på samme tid av året og ved omtrent samme vanntemperatur. Tetthetsestimater må relateres til vanndekket areal med foretrukket habitat for fisk.

1. Innledning

For produksjon av elektrisk kraft har bekker og mindre elver i de senere år fått økt fokus. Deres verdi som kilde til fornybar energi er mer ettertraktet. I Soria Moria-erklæringen har regjeringen fastslått at ”*bruken av små-, mini- og mikrokraftverk må økes, uten å komme i konflikt med naturverninteresser*” (Stoltenberg et al. 2005). Småkraftverk er samlebetegnelsen på mini-, mikro- og småkraftverk med en installert effekt på henholdsvis <100 kW, 100-1000 kW og 1-10 MW (Frilund 2010). Småkraftverk produserer elektrisitet ved å bruke vannet som til en hver tid er tilgjengelig i den naturlige vannføringen, altså uten bruk av magasinering.

Det er imidlertid klare likhetstrekk mellom små kraftverk og store vannkraftutbygginger ved at det oppstår brudd i vannstrengen mellom inntak og avløp fra kraftverket. Småkraftverk skiller seg fra større anlegg ved at disse i langt større grad utnytter små elver og bekker som faller bratt ned fjellsidene eller renner i bratte juv. Mange av disse kraftverkene har avløp til bekken før denne flater ut i dalbunnen og berører derved ofte bare elve-/bekkestrekningen ovenfor et naturlig vandringshinder, altså uten fisk eller med opplagt små og ubetydelige bestander. Dersom kraftverket ikke har noen form for magasin, vil vannføringsforholdene nedenfor kraftverket ikke endres.

I de senere årene er det imidlertid gitt konsesjoner til små kraftverk som berører vassdrag med mindre fall og som da også i større grad berører fiskebestander (Øystein Grundt, pers. medd.). Dette er kraftverk som enten har avløp lenger ned i elvestrengen eller direkte i innsjø eller større elv. Her vil arealer som kan produsere fisk få sterkt redusert vannføring eller bli tørrlagt, og det vil være sannsynlig at det her oppstår konflikter med fiskeinteresser (OED 2007). Uten kompensierende tiltak som tar hensyn til miljøkravene i elva, kan de negative konsekvensene av regulering bli betydelige (Johnsen & Hvidsten 2004).

Små bekker kan være svært produktive og kan ha tette bestander av laksefisk (Jonsson 1985, Johansen et al. 2005). Dette kan være stasjonære ”bekkebestander” eller fisk fra innsjø/større elv som benytter småbekker som gyte- og oppvekstområder. Det er lite kjent hvilke faktorer som styrer inn- og utvandring, men mye tyder på at det primært er ørret/sjørret som gyter i sidevassdragene til større elver. En sterkt redusert vannføring eller tørrlegging vil berøre både gyte- og oppvekstforhold, men det kan også tenkes at dette skjer i naturtilstanden, fordi det ofte dreier seg om temporære vassdrag med store naturlige endringer i vannføringsforholdene.

Miljøeffekter av store vannkraftutbygginger er relativt godt dokumentert, men kunnskap om miljøeffekter av små kraftverk er mangelfull (L'Abée-Lund 2005). I en rekke nye konsesjoner for små kraftverk er det gitt pålegg om minstevannføring som avbøtende tiltak for å opprettholde en produksjon av fisk. Det finnes imidlertid lite dokumentert kunnskap om effekter av slike tiltak. Kunnskap om bestanden, bestandsstruktur og bekkens funksjon for fisk før byggingen av kraftverket er også begrenset.

Prosjektet ”Konsekvenser og avbøtende tiltak for ørret i forbindelse med utbygging av små vannkraftverk” skal:

- frambringe mer kunnskap om effekter av slipp av ulike minstevannføringer på ørret i vassdrag med små vannkraftverk
- gi forvaltningen et bedre grunnlag for å fastsette en tilstrekkelig minstevannføring for fisk.

En sentral problemstilling vil være hvorvidt den pålagte minstevannføring fører til at ørret også etter utbygging fortsatt kan benytte berørt strekning som gyte- og oppvekstområde.

Endring i vannføring blir trukket fram som den mest alvorlige trusselen mot økologisk bærekraft i elver (Bunn & Arthington 2002). Som en konsekvens av endret vannføring kan de biologiske og fysiske prosessene i elva påvirkes, noe som fører til endrede betingelser for fisk (Borgstrøm & Aass 2000; Saltveit et al. 2006). Vannføringsendring endrer både kvaliteten og kvantiteten på habitatet (Anderson et al. 2006). Fordi laks og ørret, og aldergruppene innen begge arter stiller ulike krav til habitat, vil vannføringsendring kunne påvirke artene og størrelsesgruppene forskjellig (Borgstrøm & Aass 2000; Saltveit et al. 2006). En direkte konsekvens av endring i de fysiske forholdene kan være at fisken må endre habitatbruk til suboptimale habitat, eller ikke finner egnete habitat (Bogen et al. 2002; Saltveit et al. 2006). Indirekte får dette konsekvenser for bestandsstørrelsen og fiskeproduksjonen (Saltveit et al. 2006).

Det er gjennomført en undersøkelse av habitat og vurdering av endringene etter bygging av småkraftverk (Wendelbo 2010). Resultatene er benyttet i vurderingene og i anbefalingene til undersøkelser før og etter bygging av småkraftverk for å kunne belyse effekter og kunne treffe rette tiltak.

Prosjektet omfatter to typer vassdrag:

Type 1: Vassdrag som allerede er utbygd, og der det finnes dokumentasjon av fiskebestanden før utbygging.

Type 2: Vassdrag hvor det er gitt konsesjon, men der bygging ennå ikke er påbegynt.

Denne rapporten omfatter *Type 1* vassdrag, og undersøkelser ble utført i tre elver med allerede installert små kraftverk i Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal og Hordaland. Det forelå dokumentasjon av bestanden før utbygging.

Utvelgelsen av typiske vassdrag ble gjort i samarbeid med NVE. Forutsetning for valg var:

- at det forelå dokumentasjon av ungfiskbestandene av laks og ørret før utbygging og
- at det var et pålegg om minstevannføring på berørt elvestrekning.

Imidlertid er begge kraftverkene i den valgte Melselva i Hordaland konsesjonsfrie uten krav om minstevannføring (Fylkesmannen i Hordaland 2010). Melselva ble

likevel valgt fordi slukeevnen til det nederste kraftverket er mindre enn til det øvre kraftverket, slik at vann må slippes forbi.

Problemstillinger:

- Har det vært en nedgang i tettheten av fisk på berørt strekning?
- Benytter ørret- og laksunger berørte strekninger også etter utbygging?
- Er forundersøkelsene gode nok til å danne grunnlag for sammenlikning med etterundersøkelser?

Når det gjelder *Type 2*: vassdrag hvor det er gitt konsesjon, men der bygging ennå ikke er påbegynt, vil undersøkelser i disse vassdragene gjennomføres og rapporteres i løpet av 2012.

2. Materiale og metode

2.1 Valg av elver og stasjoner

Utvelgelsen av vassdrag ble gjort i samarbeid med NVE. Elvene som ble valgt var Melselva i Hordaland, Myklebustelva i Møre og Romsdal og Myklebustdalselva i Sogn og Fjordane (Figur 2.1). I de valgte vassdragene er det anlagt små kraftverk, og det foreligger også dokumentasjon av ungfiskbestandene av laks og ørret før utbygging. Innsamlingslokaliteter var de samme som ved tidligere undersøkelser.



Figur 2.1. Oversiktskart som viser plassering av de tre vassdragene som ble valgt for undersøkelse av ungfiskbestanden etter anleggelse av små kraftverk, og hvor det forelå dokumentasjon av bestandene før utbygging (kartet er hentet fra www.ngu.no).

2.1.1 Melselva

Melselva ligger i Kvinnherad kommune i Hordaland og er den nordlige delen av Hattebergvassdraget (Figur 2.2; Tabell 2.1). Hattebergvassdraget er det nest største vassdraget i kommunen (Kålås & Johnsen 1997). Melselva har sitt utspring i Juklavatnet ved foten av Juklavas tind (1434 moh.). Ned til Myrdalsvatnet renner elva i jevnt fall. Fra utløpet av Myrdalsvatnet renner Melselva sørvestover gjennom Melsdalen, før den munner ut i Hattebergselva i Rosendal. Som del av Hattebergvassdraget ble Melselva vernet mot kraftutbygging i verneplan IV, 1993 (St. prp. nr. 118 (1991-1992)). Vedtaket gjelder imidlertid ikke opprusting av eksisterende kraftverk.

Tabell 2.1. Informasjon om de tre undersøkte elvene ved undersøkelsen i 2010.

Vassdrag	Melselva	Myklebustelva	Myklebustdalselva
Fylke	Hordaland	Møre og Romsdal	Sogn og Fjordane
Vassdragsnr.	045.4AZ	095.BA	087.CZ
UTM32N	6656806 N; 334532 Ø	6899813 N; 357181 Ø	6847428 N; 368718 Ø
Nedbørsfelt	33,44 km ²	7 km ²	115 km ²
Fiskearter	Laks; ørret	Laks; ørret	Ørret
Oppstart kraftverk	1957/ 2000	2009	2007
Forundersøkelser	Januar 1997	April 2006	Oktober 2003
Etterundersøkelse	August 2010	August 2010	September 2009; August 2010
Vanntemperatur	19 °C (luft)	11 °C	9,6 °C
Antall stasjoner/areal	5/alle 100m ²	4/alle 100m ²	3/160m ² ; 230m ² ; 100m ²
Antall laks	117	84	Ingen bestand
Antall ørret	135	181	117

Melselva har bestander av laks og sjørøtt. Det er fanget laks og sjørøtt i Myrdalsvatnet, noe som tyder på at hele elva har vært brukt som rekrutteringsområde for anadrom fisk (Kålås & Johnsen 1997). Fra Myrdalsvatnet til samløpet med Hattebergselva er Melselva ca. 6 km lang. Samlet nedbørsfelt for Melselva er 33,44 km² (NVE Atlas). Gjennomsnittlig årlig vannføring er 2,3 m³/s og minste naturlige vannføring er 0,6 m³/s (NVE Atlas).



Vannkraftutbygging i Melselva

Det er installert to kraftverk i Melselva. Rosendal kraftverk ble satt i drift i 1957 og har vanninntak ved kote 125, noen kilometer nedenfor Myrdalsvatnet. Samlet nedbørsfelt ned til kraftverket er 31 km² (Kålås & Johnsen 1997). Vannet føres i et 650 m langt rør fra inntaksdammen ned til kraftverket. Rosendal kraftstasjon har slukeevne på 0,7m³/s, og fallhøyden er 77 m. Midlere årlig produksjon er 3,3 GWh (NVE 1997).



Figur 2.2. Kart over Melselva med oversikt over de fem stasjonene som ble elfisket ved undersøkelsene i 1997 og 2010. Kraftverkene Rosendal (kraftstasjon 1) og Vollekvernfaller (kraftstasjon 2) med tilhørende inntak er inntegnet (kartet er hentet fra www.ngu.no).

Vollekvernfaller kraftverk (vannkraftverknr. 1002) ble opprustet og satt i drift i 2000. Kraftverket er det samme som fram til 1984 forsynte Kvinnherad Ullvarefabrikk med kraft (Kålås & Johnsen 1997). Kraftverket utnytter vannet fra Rosendal kraftverk i en 315 m lang rørgate ned til kraftverket, med avløp til elva ved kote 22. Fallhøyden er 22 m. Vollekvernfaller har slukeevne 0,6 m³/s, og installert effekt er 160 kW (Tørris Skaaluren, pers. medd.). Slukeevnen er ikke stor nok til å utnytte alt vannet som kommer fra Rosendal kraftverk (Tørris Skaaluren, pers. medd.). Midlere årlig produksjon er 1,105 GWh. Dette er 20-25 % mindre enn det kraftverket har tillatelse til å produsere (Knut J. Helvik, pers. medd.). Området med redusert vannføring i Melselva er fra kote 125 til kote 22 (Kålås & Johnsen 1997).

I forbindelse med gjenoppstartning av Vollekvern-fallet kraftverk utførte Rådgivende Biologer AS en undersøkelse av ungfisitettheten i Melselva 21. januar 1997 på fem stasjoner (Kålås & Johnsen 1997) (Figur 2.2). Disse lå ovenfor inntak Rosendal kraftverk (stasjon 1 og 2), på da regulert strekning (stasjon 3), på da planlagt regulert (stasjon 4) og nedenfor Vollekvern-fallet kraftverk (stasjon 5). De samme stasjonene inngikk i undersøkelsen i 2010.

2.1.2 Myklebustelva

Myklebustelva ligger i Follestadalen i Ørsta kommune i Møre og Romsdal (Figur 2.3; Tabell 2.1). Myklebustelva renner ut i Follestadelva, den nordligste greina til Ørstaelva. Ørstaelva er et nasjonalt laksevassdrag (St. prp. nr. 79 (2001-2002)). Nedbørsfeltet til Myklebustelva er 7 km² og middelvannføringen er 0,6 m³/s (NVE 2007). Det er store høydekontraster i området, med bratte fjell opp mot 1200 moh. Før samløpet med Follestadelva renner Myklebustelva gjennom jordbruksområder. Sjøørret og laks utnytter ca. 900 m av Myklebustelva som gyte- og oppvekstområde (Størset 2006).





Figur 2.3. Kart over Myklebustelva med oversikt over de fire stasjonene som ble elfisket ved undersøkelsene i 2006 og 2010. Kraftstasjonen med inntak er inntegnet (kart hentet fra www.ngu.no).

Sweco Grøner AS utførte prøvefiske på fire stasjoner i Myklebustelva i april 2003 (Størset 2006). Hensikten var å kartlegge lengden på anadrom strekning. Stasjon 1-3 ligger nedenfor utløpet av kraftverket, og stasjon 4 ligger på det som i dag er berørt strekning, like ovenfor utløpet av kraftstasjonen.

Vannkraftutbygging i Myklebustelva

Myklebust kraftverk ble satt i drift i 2009 (Per Reidar Myklebust, pers. medd.). Inntaket er plassert på kote 381, og vannet føres i en 1200 m lang rørgate ned til kraftstasjonen (Ole Per Schei, pers. medd.). Fallhøyden er 250 m. I tillegg er vann fra Langerygggrova tatt inn på kote 394 og overført til inntaket til kraftstasjonen gjennom et 100 m langt nedgravd rør. Kraftstasjonen er plassert på kote 125, med avløp ovenfor vandringshinderet for anadrom laksefisk (Ole Per Schei, pers. medd.). For å hindre at stopp i kraftstasjonen ikke skal få konsekvenser for fisk nedenfor kraftstasjonen, er det installert en omløpsventil i kraftverket. Denne har kapasitet på 30 % av maksimal driftsvannføring (Per Reidar Myklebust, pers. medd.).

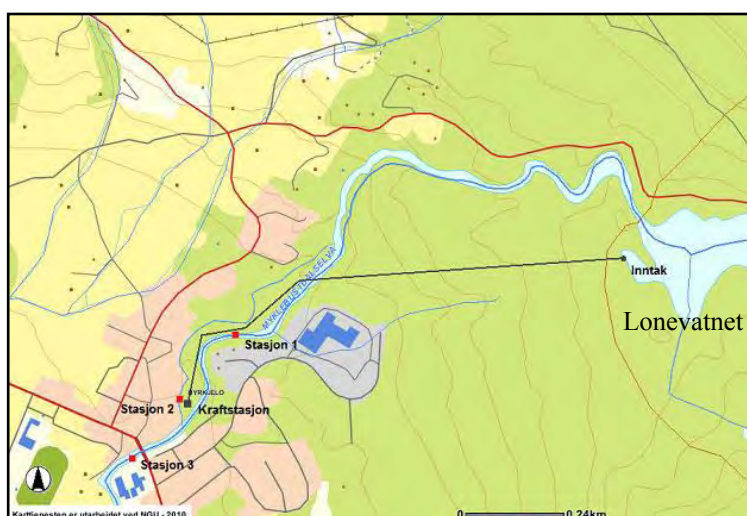
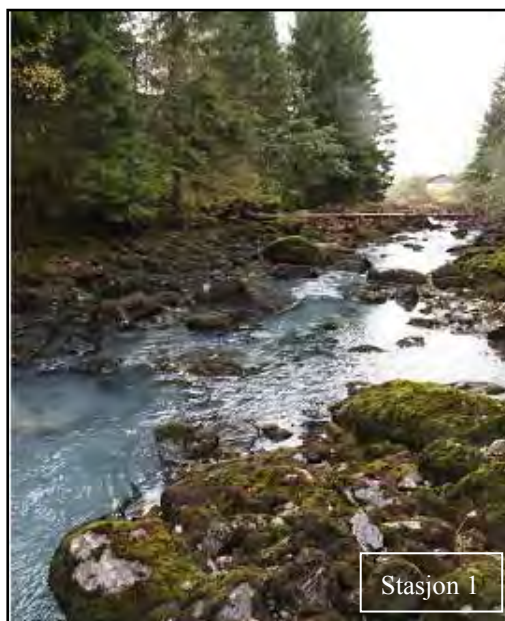
Slukeevnen til kraftverket er 0,91 m³/s, og utnytter 73 % av vannføringen ved inntaket (NVE 2007). Kraftverket har en effekt på 2 MW og en årlig produksjon på 5,8 GWh (Per Reidar Myklebust, pers. medd.).

Det er fastsatt at det i perioden 1. mai-30. september skal slippes en vannføring på 100 l/s og 30 l/s i perioden 1. oktober-30. april (NVE 2007). Hele tilsiget skal slippes forbi inntaket dersom tilsiget er mindre enn den fastsatte minstevannføringen.

2.1.3 Myklebustdalselva

Myklebustdalselva ligger i Gloppen kommune i Sogn og Fjordane (Figur 2.4; Tabell 2.1). Den renner fra Sandalsvatnet, gjennom Lonevatnet, og har ved samløpet med Storelva et nedbørsfelt på 115 km² (NVE Atlas). Store deler av nedbørsfeltet er dekket av Myklebustbreen, og elva er derfor sterkt påvirket av bresmelting, noe som fører til store forskjeller mellom sommer- og vinteravrenning (Kålås et al. 2004).

Det er ørret i hele vassdraget. Det er ikke gytemuligheter for fisk i Lonevatnet og heller ikke videre nedover før elva flater ut. På denne strekningen er det kun ørret som slipper seg ned fra øvre deler av vassdraget ovenfor Lonevatnet (Kålås et al. 2004). Videre nedover, til hovedløpet går sammen med sideløpet, er deler av elva egnet som gyte- og oppvekstområde. Fra samløpet og ned til Storelva er hele elva egnet som gyteområde (Kålås et al. 2004).



Figur 2.4. Kart over Myklebustdalselva med oversikt over de tre stasjonene som ble elfisket ved undersøkelsene i 2003 og 2009/2010. Kraftstasjonen, inntak og rørgate er inntegnet (kartet er hentet fra www.ngu.no).

Rådgivende Biologer AS undersøkte elva 21.-22. oktober 2003 (Kålås et al. 2004). Undersøkelsene ble utført for å kartlegge gyte-, oppvekst- og vandringsforholdene for ørret i elva. Alle stasjonene lå mellom utløpet av Lonevatnet og innløpet til Storelva. Stasjon 1 og 2 ligger i dag på berørt strekning, mens stasjon 3 ligger nedenfor utløpet av kraftverket.

Kraftutbygging i Myklebustdalselva

Byrkjelo kraftverk ble satt i drift i 2007 (NVE Atlas). Inntaket til kraftverket er plassert i Lonevatnet, og middelavrenningen her er $9,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Ved inntaket til kraftverket er nedbørsfeltet $112,3 \text{ km}^2$. Kraftverkets maksimale slukeevne er $11,6 \text{ m}^3/\text{s}$, og utnyttelsesgraden er 70 % av vannmengden. Vannet føres i et 1,1 km langt rør ned til kraftstasjonen, som er plassert på vestsida av elva i Byrkjelo sentrum, ca. 150 m ovenfor E39. Fallhøyden er 137 m. Kraftverket har en installert effekt på 12,8 MW, og har en årlig produksjon på 61,50 GWh (NVE Atlas).



I konsesjonen ble det fastsatt at det i perioden 1. september-14. mai skal slippes en minstevannføring på $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ og $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ i perioden 15. mai-31. august fra Lonevatnet. Dersom det naturlige tilsiget er mindre enn kravet til minstevannføring, skal hele tilsiget slippes.

2.2 Ungfiskundersøkelser

Til registrering og innsamling av fisk i 2009 (bare Myklebustdalselva) og 2010 ble det benyttet et elektrisk fiskeapparat av typen FA3, konstruert av ing. Steinar Paulsen og produsert av Geomega AS, Trondheim. Maksimum spenning er 1600 V og puls-frekvensen er 86 Hz.

Hver stasjon ble overfisket tre ganger, og tettheten av fisk ble beregnet ut fra avtak i fangst (successive removal) (Zippin 1958, Bohlin et al. 1989). Samme metode og framgangsmåte ble benyttet ved undersøkelsen i Melselva i 1997 (Kålås & Johnsen 1997) og i Myklebustdalselva i 2003 (Kålås et al. 2004), men ikke i Myklebustelva (Størset 2006). Her ble stasjonene bare fisket én gang, og tetthet lar seg derfor ikke beregne ut fra ovennevnte metode. Tetthet er her beregnet basert på fangbarhet. Dersom en antar lik fangbarhet for et større sett av estimater, fant Lobòn-Cervia & Utrilla (1993) at populasjonsestimater etter én utfisking ga pålitelige resultater.

Fisken ble artsbestemt og målt til nærmeste mm. I beregningene ble det skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk (>0+), primært basert på lengde frekvensfordeling. Etter at fisket var ferdig, ble fisken satt ut igjen på stasjonen. For aldersbestemmelse av fisk ved hjelp av otolitter, ble det imidlertid tatt med et mindre utvalg fisk fra hver lengdegruppe fra Melselva og Myklebustelva (Wendelbo 2010). Tettheten ble oppgitt som antall individer pr. 100 m^2 .

Elektrofisket ble utført på fem stasjoner 19.-20. august 2010 i Melselva, på fire stasjoner 26. august 2010 i Myklebustelva og på tre stasjoner 21. september 2009 og 27. august i 2010 i Myklebustdalselva (Tabell 2.1). Tidspunktene for forundersøkelsene er også vist i Tabell 2.1, og som det framgår av tabellen er for- og etterundersøkelsene i de tre elvene ikke utført på samme tid av året og derved ikke under de samme betingelser. Forundersøkelsene er utført enten senere på høsten eller om vinteren. For eksempel vil vanntemperaturen være forskjellig, noe som vil påvirke fangbarheten av fisk. Dette kan ha påvirket resultatene og derved sammenlikningene og vurderingen av effekter på fisk (se kap. 4 Diskusjon).

2.3 Habitattilbud

I Myklebustelva og Myklebustdalselva ble det utført analyser for beskrivelse av det totalt tilgjengelige habitat på de ulike stasjonene ved hjelp av transekt metodikk (Bovee 1982). Resultatene av habitatstudiene er presentert i Wendelbo (2011), men er benyttet i vurdering av resultatene i denne rapporten og i forslag til anbefalinger knyttet til effektstudier.

3 Resultater og kommentarer

I Melselva ble forundersøkelsene utført 21. januar 1997 (Kålås & Johnsen 1997), i Myklebustelva 25. april 2006 (Størset 2006) og i Myklebustdalselva 21.-22. oktober 2003 (Kålås et al. 2004). For- og etterundersøkelsene i de tre elvene er ikke utført på samme tid av året og derved ikke under de samme betingelser. For eksempel var vanntemperaturen forskjellig. I Melselva var vanntemperaturen 1°C (Kålås & Johnsen 1997), mens den i Myklebustdalselva i oktober 2003 i gjennomsnitt var 3,4 °C (Kålås et al. 2004) og 9,6 °C i august 2010. Dette kan ha påvirket resultatene og derved sammenlikningene og vurderingen av effekter. Etterundersøkelsene er alle utført på sensommer/høst (Tabell 2.1).

Ved lave temperaturer blir fisk mindre påvirket av elektrisk strøm grunnet en tilstand av immobilitet, og fangbarheten reduseres (Zalewski & Cowx 1990; Forseth et al. 2010). Valg av habitat vil også variere, særlig mellom sommer og vinter, både for ørret og laks. Ørret foretrekker mer skjul og lave vannhastigheter ved lave vann-temperaturer (Karlström 1977, Cunjak og Power 1986) og søker derved ned i substratet (Heggenes og Saltveit 1990) og/eller forflytter seg til dypere områder av elva (Elliott 1986). Ungfisk av laks vil også søke skjul nede i substratet om vinteren (Rimmer et al. 1983, Cunjak 1988, Heggenes og Saltveit 1990). Dette betyr at habitatkravene er snevrere om vinteren enn om sommeren for begge arter. Allen (1940) fant at laksunger i River Eden i England flyttet seg fra stryk til kulper og gikk dypere ned i substratet ved temperaturer under 7 °C. Slike forhold kan derfor ha ført til at fangbarheten var lavere ved forundersøkelsene i alle de tre elvene, og dette kan påvirke fangstsammenlikningen.

En annen faktor som vanskeliggjør sammenlikning av fangstene i de tre elvene, er at vannføringen trolig ikke var den samme da for- og etterundersøkelsene ble utført. Vannføringen kan ha stor betydning for resultatet, i det fangbarheten avtar med økende vannføring (Bohlin et al. 1989). Når vannføringen øker, øker også vanddekket areal, og fisken får større område å fordele seg på. Som et resultat av dette blir det en lavere tetthet pr. arealenhet ved høye vannføringer (Saksgård & Heggberget 1990), mens forholdet blir motsatt ved lav vannføring, altså høyere tetthet pr. arealenhet (Jensen & Johnsen 1988).

3.1 Melselva

For- og etterundersøkelsene er utført til ulike tider av året, og en sammenlikning må derfor gjøres med forsiktighet. Fangbarheten av fisk vil være svært forskjellig, og tettheten av fisk kan variere grunnet forskjeller i valg av habitat mellom sommer og vinter. Det var sannsynligvis også ulik vannføring disse to årene som påvirket vanddekket areal og derved tetthet av fisk (se ovenfor).

3.1.1 Fiskebestand

Det ble totalt fanget 135 ørret og 117 laks i Melselva i 2010, mens det i januar 1997 ble fanget 165 ørret- og 25 laksunger (Kålås & Johnsen 1997). Det ble totalt fanget 33 % flere fisk pr. 100 m² ved undersøkelsen i 2010 sammenliknet med 1997.

Undersøkelsen i 2010 påviste færre ørret, men langt flere laks. Det var ikke laks i fangstene på stasjon 1 og 2 i 2010, mens det i 1997 ikke ble funnet laks på stasjon 2 (Tabell 3.1). Ørret dominerte totalt sett ved begge anledninger, men laks dominerte på stasjon 4 og 5, dvs. på nedre berørte strekning og nedenfor utløpet av nedre kraftstasjon.

Det ble funnet fire årsklasser av ørret og laks (0+, 1+, 2+ og 3+) i 2010. Årsunger (0+) og ettåringer dominerte. Andelen 0+ ørret var 27,7 %, mens andelen 0+ laks utgjorde 15,5 %. Samlet på de fem stasjonene ble det fanget ørretunger i lengdeintervallet 38-199 mm (Wendelbo 2010). Laksunger fordelte seg i lengdeintervallet 40-140 mm. Det var ikke overlapp i lengdefordelingen mellom 0+ og eldre ørret og laks. Årsunger (0+) laks ble kun påvist på stasjon 4 og 5 både i 1997 og 2010.

Tabell 3.1. Antall og bestandstetthet av årsunger (0+) og eldre ørret og laks fanget på ulike stasjoner i Melselva i januar 1997 og august 2010.

ØRRET	1997				2010			
	Areal	Antall	0+	Eldre	Areal	Antall	0+	Eldre
1	100	22	12,3	10,9	100	66	57,3	29,4
2	100	49	16,1	35,6	100	26	6,0	24,7
3	100	37	3,0	37,8	100	18	4,0	22,4
4	100	30	1,0	30,4	100	14	3,1	12,3
5	100	27	18,5	21,0	100	11	6,0	5,0
Total	500	165	8,3	27,0	500	135	15,6	16,0

LAKS	1997				2010			
	Areal	Antall	0+	Eldre	Areal	Antall	0+	Eldre
1	100	1	0	1,0	100	0	0	0
2	100	0	0	0	100	0	0	0
3	100	4	1,0	3,1	100	11	0	15,3
4	100	1	0	1,0	100	78	47,5	40,9
5	100	19	1,0	21,3	100	28	1,0	31,4
Total	500	25	0,4	4,9	500	117	9,5	16,8

3.1.2 Tetthet av ørret- og laksunger

Det ble påvist årsunger (0+) og eldre ørretunger på alle fem stasjonene både i 1997 og 2010 (Figur 3.1). Tettheten av 0+ i 1997 varierte fra 1 til 18,5 fisk pr. 100 m², mens variasjonen i 2010 var fra 3,1-57,3 fisk pr. 100 m² (Figur 3.1). De høyeste 0+ tetthetene i 1997 ble påvist på stasjon 1, 2 og 5, mens det i 2010 bare var stasjon 1, ovenfor Skålaverket kraftstasjon, som hadde høye 0+ tettheter av ørret. Lavest tetthet av 0+ ørret ble i 2010 påvist på stasjon 3, 4 og 5, dvs. berørt strekning nedenfor inntak, og kraftstasjoner med beregnet tetthet på fra 3,1 til 6,0 individer pr. 100 m². Høy tetthet øverst skyldes trolig nærhet til innsjø.

Tetthet av eldre ørretunger i 2010 varierte fra 5-29,4 individer pr. 100 m². Også for denne gruppen var tetthetene høyest øverst i elva.

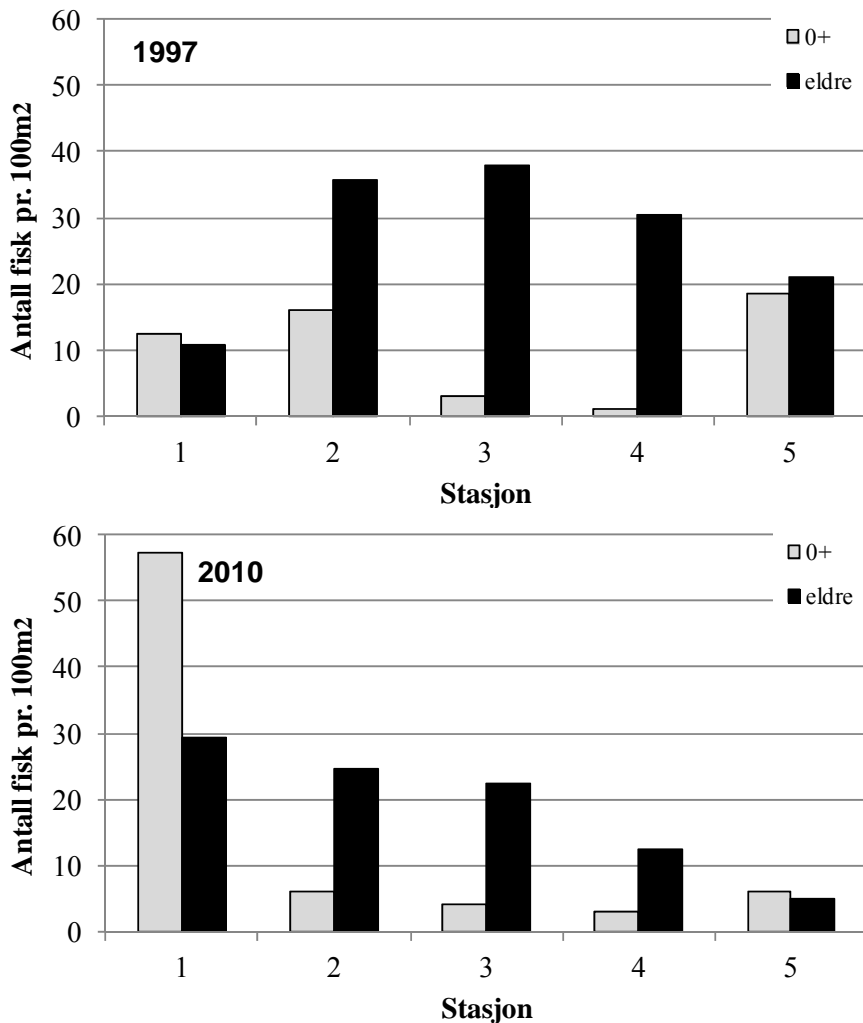


Fig. 3.1. Tetthet (antall fisk pr. 100 m²) av årsunger (0+) og eldre ørretunger i Melselva i 1997 og 2010.

Det ble fanget laksunger på stasjon 3, 4 og 5 i 2010 (Fig. 3.2). Årsunger (0+) ble bare påvist på stasjon 4 og 5. Beregnet 0+ tetthet på stasjon 4 var 47,5 individer pr. 100 m². På stasjon 5 ble det kun fanget én 0+. Beregnet tetthet av eldre laksunger varierte mellom 15,3-40,9 individer pr. 100 m². Lavest tetthet ble påvist på stasjon 3 (Fig. 3.2).

Antall 0+ laks var betydelig høyere i 2010, og dette kan indikere at i alle fall årsklasse 2010 var vesentlig større enn årsklasse 1996 i Melselva. Samtidig er det også tatt ut langt flere eldre laksunger på de nedre stasjonene i 2010 enn i 1997, og samlet indikerer dette at det nå er flere laksunger i elva. Dette kan ha gått ut over ørretmengden på grunn av økt konkurranse med laksungene (Bremset & Heggnes 2001).

Ifølge Fylkesmannen i Hordaland (2010) ligger en betydelig del av produksjonspotensialet for sjøørret og laks ovenfor inntaket til den øverste kraftstasjonen, men det forutsetter at laks og sjøørret kan vandre opp til disse strekningene. Ut fra fangstdataene for laks både i 1997 og 2010 kan det se ut som om dette ikke er tilfelle.

Inntaksdammene kan være vandringshindre for oppvandrende gytefisk (Fylkesmannen i Hordaland 2010).

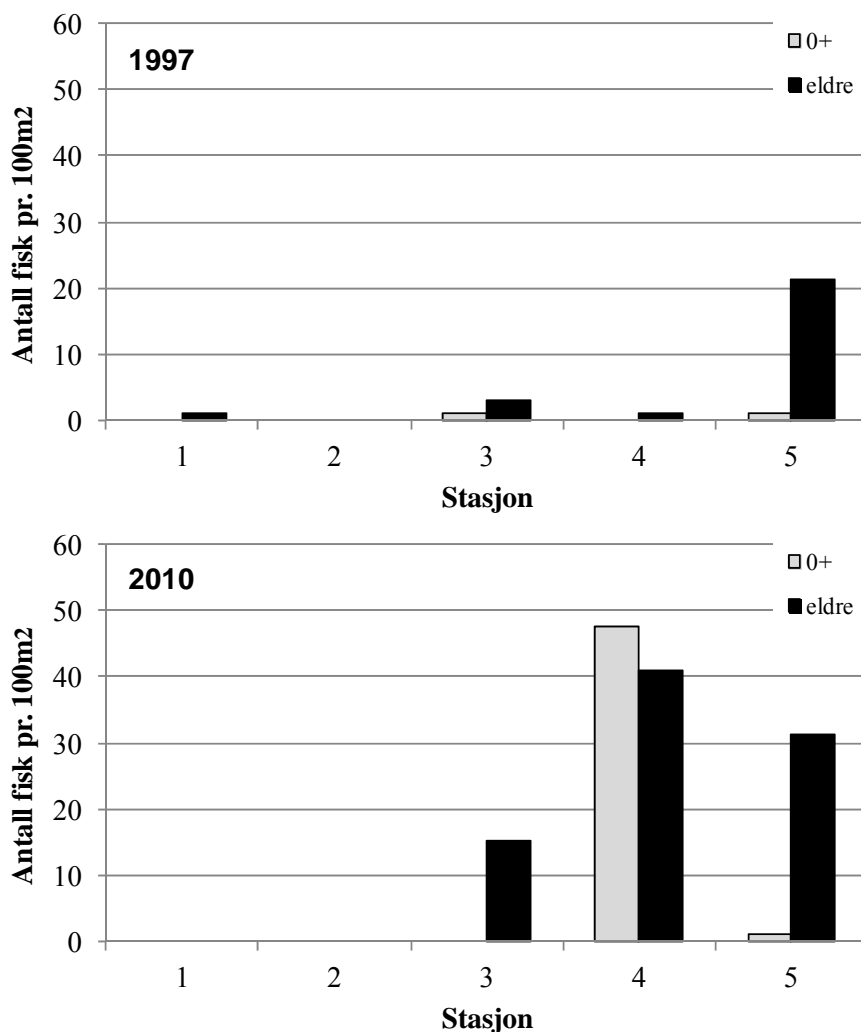


Fig. 3.2. Tetthet (antall fisk pr. 100 m²) av årsunger (0+) og eldre laksunger i Melselva i 1997 og 2010.

Den reduserte vannføringen på stasjon 3 og 4 kan ha ført til en reduksjon i vann- dybden. Det kan derfor være med på å forklare nedgangen i fangsten av ørret i 2010 sammenliknet med 1997, fordi mangel på dypere områder, spesielt i små elver, kan begrense antall større ørret (Kennedy & Strange 1982). Heggenes et al. (1996) fant at laks har en bredere habitatnisje når det gjelder vanndybde og substrat sammenliknet med ørret, og økningen av laks i fangstene kan forklares med at laksungene i større grad enn ørretungene greier å utnytte grunnere areal (Heggenes & Saltveit 1990).

En annen faktor som kan være med på å forklare økningen i fangstene av laks på stasjon 3 og 4 i 2010 sammenliknet med 1997, kan være at det i senere år er påvist betydelige mengder rømt oppdrettslaks i elver i Hardanger. Skoglund et al. (2009) registrerte innslaget av rømt oppdrettslaks i 17 vassdrag i Hordaland, og i perioden

2004-2008 ble det registrert rømt oppdrettslaks i alle de undersøkte vassdragene. Melselva ble ikke undersøkt, men en kan likevel ut fra funnene i de andre vassdragene anta at rømt oppdrettslaks også har gytt i Melselva.

3.2 Myklebustelva

Formålet med undersøkelsen som ble gjennomført i 2006, var å kartlegge gyting av anadrom fisk, artsforekomst og i tillegg angi vandringshindre. Formålet var ikke å gi en konsekvensvurdering av inngrepet basert på tetthetsestimater eller i etterkant å kunne vurdere minstevannføringens betydning. Tallene er derfor ikke direkte sammenliknbare med resultatene fra 2010 og må brukes med store forbehold. For likevel å få et visst bilde av tetthet er beregnet fangbarhet i 2010 benyttet ved beregning av tetthet i 2006 (se Kap. 2.2). Tallene må tolkes med stor forsiktighet av samme grunner som nevnt for Melselva, siden fisket i 2006 ble utført i april, mens det i 2010 ble utført i august. I tillegg kommer usikkerheten i et estimat basert på én gangs overfiske.

3.2.1 Fiskebestand

I 2003 ble stasjonene kun overfisket én gang (Størset 2003). Selv om et langt større areal også ble overfisket i 2003, var antall fisk fanget da langt lavere enn antallet etter én gangs overfiske i 2010 (Tabell 3.2). Det ble ikke påvist laks på stasjon 4. Ørret var dominerende fiskeart, men laks dominerte på stasjon 3 i 2010. I 2003 var ørret dominerende, og laks ble bare funnet i et lite antall på to stasjoner (Tabell 3.2).

Tabell 3.2. Antall og bestandstetthet av årsunger (0+) og eldre ørret og laks fanget på ulike stasjoner i Myklebustelva i april 2006 og august 2010. I 2006 ble stasjonene overfisket én omgang. Antall fisk fanget etter 1. omgang i 2010 er derfor vist i parentes.

ØRRET	2006				2010			
	Areal	Antall	0+	Eldre	Areal	Antall	0+	Eldre
1	200	15	5,1	5,5	100	79 (50)	77,8	11
2	300	14	4	2,9	100	35 (26)	13,5	22,2
3	200	9	0	5,5	100	29 (22)	1,0	28,3
4	200	7	0	4,6	100	38 (30)	2,0	36,5
Total	900	45			400	181 (128)		

LAKS	2006				2010			
	Areal	Antall	0+	Eldre	Areal	Antall	0+	Eldre
1	200	0	0	0	100	23 (11)	22,9	4,4
2	300	5	0	2,9	100	27 (18)	13,9	15,3
3	200	2	0	1,8	100	34 (14)	0	43,5
4	200	0	0	0	100	0	0	0
Total	700	7			300	84		

Årsunger av ørret (0+) var i 2010 mellom 39-58 mm, mens eldre ørret var fra 73 til 172 mm og besto av årsklassene 1+, 2+, 3+ og 4+. Det var altså ikke overlapp i lengdefordelingen mellom 0+ og eldre ørret. Dette var heller ikke tilfelle i 2006, da minste 1+ var 72 mm. Årsunger (0+) av laks var fra 43-59 mm, men 0+ ble kun funnet på stasjon 1 og 2. Det var ikke overlapp i lengdefordelingen mellom 0+ og eldre laksunger. Eldre laksunger var fra 81 til 152 mm og besto av årsklassene 1+ og 2+. I 2006 ble det ikke fanget årsunger av laks.

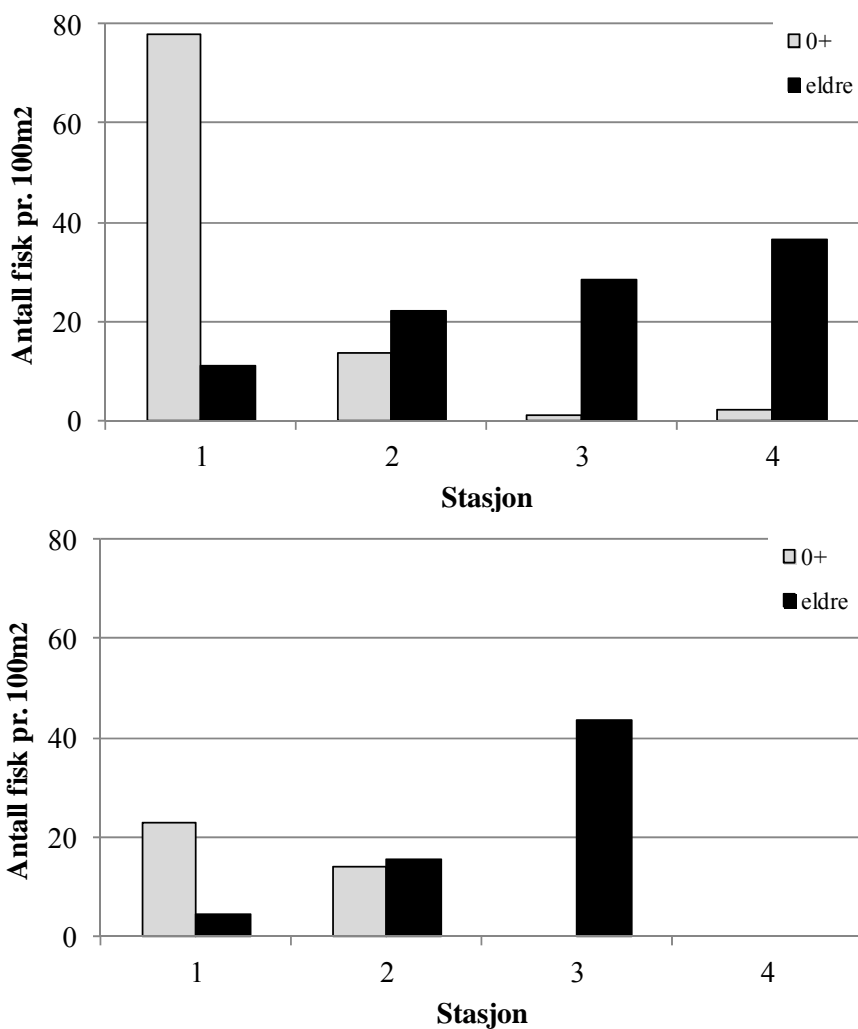


Fig. 3.3. Tetthet (antall fisk pr. 100 m²) av årsunger (0+) og eldre ørret- og laksunger (nederst) i Myklebustelva i 2010.

3.2.2 Tetthet av ørret- og laksunger

Selv om beregningene utført i 2006 er forbundet med en stor grad av usikkerhet, er det en høyere tetthet av ørret i 2010. Det gjelder også på stasjon 4, til tross for at vannføringen her er betydelig redusert.

Beregnet tetthet av årsunger i 2010 varierte fra 13,5-77,8 individer pr. 100 m², og tettheten var størst på den nederste stasjonen (Figur 3.3). Beregnet tetthet for eldre ørretunger varierte mellom 11-36,5 individer pr. 100 m². Beregnet tetthet for denne

alderskategorien var høyest på stasjon 4, dvs. øverst og på berørt strekning. En mulig forklaring på dette kan være at vanddekket areal var mindre ved undersøkelsene i 2010 sammenliknet med 2006 grunnet redusert vannføring, og at det derfor var flere fisk pr. arealenhet. Det grove substratet på stasjonen kan ha bidratt til opprettholdelse av tilgjengelig habitat for eldre ørretunger. Beregnet tetthet i 2006 basert på fangbarhet er langt lavere, og for eldre ørret er det ikke store forskjeller mellom stasjonene.

Laks ble fanget på stasjon 1, 2 og 3 i 2010. Det ble ikke påvist årsunger (0+) laks i 2006 og ikke på stasjon 3 i 2010. Tilstedeværelse av årsunger i relativt høye tettheter tyder nå på vellykket reproduksjon hos laks i elva, mens høye tettheter av eldre laksunger i tillegg tyder på god overlevelse. Beregnet tetthet av 0+ laks på stasjon 1 og 2 var henholdsvis 22,9 og 13,9 fisk pr. 100 m² i 2010, mens den for eldre laksunger varierte mellom 4,4-43,5 fisk pr. 100 m² (Figur 3.3). Laks er imidlertid begrenset til den 900 m lang strekningen nedenfor kraftverket (Størset 2006). Et vandringshinder like nedenfor utløp av kraftstasjonen gjør at laks og sjøørret ikke kan vandre videre opp elva, og ørret på stasjon 4 er derfor stasjonær fisk.

Det er ingen regulering av vannføringen og kraftverket kjøres på tilsig, noe som medfører uendrete vannføringsforhold nedstrøms kraftstasjonen, bortsett fra i situasjoner når kraftstasjonen må stanses.

3.3 Myklebustdalselva

3.3.1 Fiskebestand

Ørret var eneste fiskeart i elva. I 2003 ble det totalt fanget 120 individer, mens det i 2009/2010 totalt ble fanget 117 individer fra 45- 250 mm. Skille mellom årsunger (0+) og eldre ørret er basert på lengdefordelingen. Andelen 0+ i fangstene var liten, men større i 2003 enn i 2010, henholdsvis 17,5 og 8,3 % av den totale fangsten. Det ble ikke påvist 0+ ørret på stasjon 3 i 2010, mens det i 2003 ikke var 0+ på stasjon 1.

Tabell 3.3. Antall og bestandstetthet av årsunger (0+) og eldre ørret fanget på ulike stasjoner i Myklebustdalselva i oktober 2003 og september 2009 og august 2010.

ØRRET	2003				2010			
	Areal	Antall	0+	Eldre	Areal	Antall	0+	Eldre
1	100	22	0	23,0	230	60	7,3	29,9
2	100	68	8,7	60,9	160	49	0,6	31,3
3	100	30	14,5	19,7	100	8	0	8,1
Total	300	120	7,7	34,1	490	117	3,1	24,1

3.3.2 Tetthet av ørretunger

Tettheten av årsunger (0+) var generelt lav ved begge anledninger. I 2003 var den høyest nederst i elva, mens den var høyest på stasjon 1 i 2010 (Tabell 3.3 og Fig. 3.4). Tetthet av eldre ørretunger varierte mellom 20 og 61 individer pr. 100 m² i

2003, og variasjonen var mellom 8-31 individer pr. 100 m² i 2010. Beregnet tetthet for denne gruppen var størst på stasjon 2 ved begge anledninger.

Det har vært en viss nedgang i tetthet etter utbygging, både av 0+ og eldre ørret. Årsaken ligger i en betydelig reduksjon i tetthet på stasjon 2 og 3. På stasjon 2 kan det skyldes at den reduserte vannføringen har ført til mangel på dypere områder der større fisk kan oppholde seg. Analysen av substrattilbudet viste ingen signifikante forskjeller mellom stasjon 1 og 2 (Wendelbo 2010). Stasjon 2 har imidlertid et mindre innslag av kulper som kan opprettholde tilstrekkelig vanndybde, enn stasjon 1. Det var også signifikant lavere vanndybder på stasjon 2 sammenliknet med stasjon 1 (Wendelbo 2010). Mangel på dypere områder, spesielt i små elver, kan føre til en reduksjon i antall større fisk (Kennedy & Strange 1982). En mulig årsak til betydelig lavere tetthet av ørret nedenfor kraftverket kan være den økte vannføringen som følge av kraftverket.

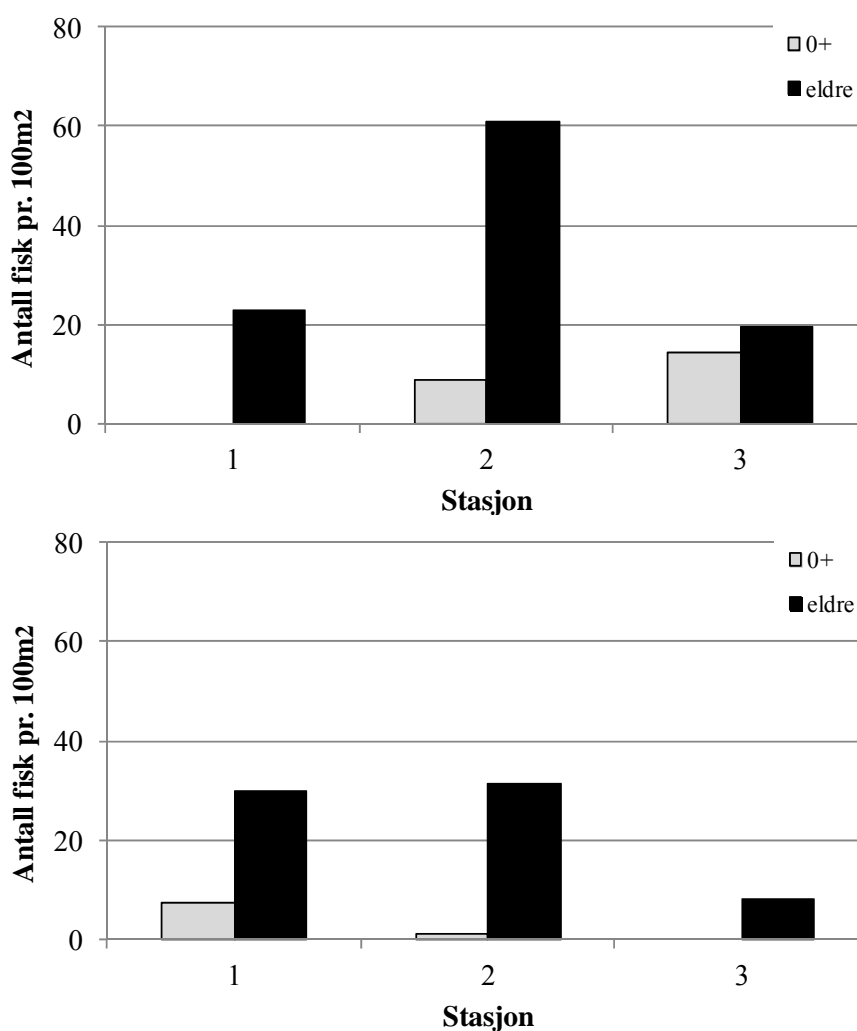


Fig. 3.4. Tetthet (antall fisk pr. 100 m²) av årsunger (0+) og eldre ørretunger i Myklebustelva i 2003 (øverst) og 2010 (nederst).

4 Diskusjon

Denne undersøkelsen omfatter *Type 1* vassdrag, der forutsetningen var en dokumentasjon av fiskebestanden før utbygging. Type og grad av dokumentasjon før utbygging viste seg imidlertid svært forskjellig for de tre vassdragene som ble valgt, spesielt med tanke på å kunne vurdere en effekt av minstevannføring. Det har tidligere blitt påpekt at undersøkelser før bygging av småkraftverk er for lite spesifikke til å danne grunnlag for sammenlikning og gi kunnskap om effekter gjennom etterundersøkelser (Gaarder & Melby 2008; Frilund 2010). Hovedformålet med forundersøkelser har hittil vært å kartlegge verdier i utbyggingsområdet og hvordan disse kan berøres, og danner i utgangspunktet ikke grunnlag for effektstudier i etterkant av utbygging (Frilund 2010). Forundersøkelsene i disse tre elvene var for lite spesifikke og omfattende og noen var metodisk uegnet og hadde begrensninger i nødvendige fysiske og hydrologiske parametre. Det er dermed vanskelig å trekke sikre konklusjoner om effekter av minstevannføring ut fra en sammenlikning mellom tettheter før og etter utbygging. Det mangler også et godt faglig grunnlag for å kunne anbefale kompensierende tiltak i elver med planlagt bygging av små kraftverk (Gaarder & Melby 2008; Björck & Vistad 2009).

En sentral problemstilling var om hvorvidt den pålagte minstevannføring fører til at ørret og laks også etter utbygging fortsatt kan benytte berørt strekning som gyte- og oppvekstområde. Berørt strekning med minstevannføring vil være strekningen mellom inntak og utløp kraftstasjon.

Problemstillinger:

- Har det vært en nedgang i tettheten av fisk på berørt strekning?
- Benytter ørret- og laksunger berørte strekninger også etter utbygging?
- Er forundersøkelsene gode nok til å danne grunnlag for sammenlikning med etterundersøkelser?

En studie i 23 elver i Den tsjekkiske republikk avdekket signifikante endringer i fiskebestanden på berørte strekninger i 20 av elvene med installert småkraftverk (Kubeka et al. 1997). Endringene besto bl.a. i dominans av fisk av liten størrelse og lavere biomasse, mens antall fisk på avfisket areal kunne være det samme eller høyere. Dermed kan fisket bli sterkt berørt selv om elva fortsatt produserer like mange ørret- og laksunger. Det er nærliggende å anta at effektene av redusert vannføring i disse tre elvene vil kunne ha liknende virkning. Undersøkelsen av disse tre elvene viser også generelt sett ingen nedgang i tetthet av ørret- og laksunger på berørte strekninger, dvs. minstevannføringsstrekningen mellom inntak og utløp kraftstasjon. Her vil derfor eventuelle endringer i vanndecket areal ha stor betydning for den totale mengden fisk.

Imidlertid medfører et mindre vanndecket areal til en totalt sett lavere mengde fisk og derved fiskeproduksjon. Endring i habitat som nå er tilgjengelig for fisk, som vannhastigheter, dyp og substrat, gir også en endring både i forholdet mellom arter og størrelses sammensetning. En vurdering av tetthet alene er derfor ikke tilstrekkelig til å

kunne avdekke endringer i tetthet, endring i fiskebestanden og årsak til disse endringene på berørt strekning.

Det kan imidlertid ikke utelukkes at endring i tetthet mellom år for alle elvene kan skyldes naturlig variasjon. Elliott (1984) sine undersøkelser i Black Brows Beck i Lake District gjennom perioden 1966-1983 viste at årsklassestyrken hos ørret kunne variere betydelig, avhengig av blant annet tettheten av gytefisk og vannføringer. Bohlin (1978) fant signifikante forskjeller i tettheten av sommergamle og ettårige ørretunger mellom ulike år i Jörlandaån, en liten elv på sørvestkysten av Sverige. En toårig variasjon i populasjonen med vekslende topp mellom sommergamle og ettåringer ble funnet, og Bohlin forklarte dette med konkurranse mellom de to årsklassene. Liknende forhold kan godt tenkes å gjøre seg gjeldende i de undersøkte vestlandselvene.

4.1 Melselva

Totalt sett var fisketettheten i 2010 høyere enn i 1997, noe som skyldes en langt høyere tetthet av laksunger. I 2010 var det bare den øverste stasjonen som hadde høyere tetthet av ørretunger. De to øverste stasjonene ligger ovenfor inntaket til Rosendal kraftverk, og vannføringene her er ikke endret. Det ovenforliggende Myrdalsvatnet har her stor betydning for bestanden av ørret. Selv om det var en langt høyere tetthet av 0+ ørret på stasjon 1 i 2010, er det totalt sett ikke store forskjeller i ørretbestanden i dette området mellom 1997 og 2010.

Inntaksdammene til kraftverkene hindrer at laks og sjøørret kan vandre opp og utnytte den øverste strekningen som gyte- og oppvekstområde. Ifølge Fylkesmannen i Hordaland (2010) ligger en betydelig del av produksjonspotensialet for anadrom fisk ovenfor inntaket til den øverste kraftstasjonen. Siden begge undersøkelsene er utført etter at Rosendal kraftverk ble bygget, lar det seg ikke gjennom undersøkelser å dokumentere strekningens betydning for anadrom fisk og effekt av inntaksdam.

På de tre andre lokalitetene er tettheten av ørret i 2010 lavere eller nær den samme som i 1997. For årsunger av ørret var ikke forskjellene mellom disse to årene særlig store, mens det for eldre ørret var en betydelig nedgang i tetthet. Dette kan skyldes en økning i tettheten av laksunger, som for både 0+ og eldre er langt høyere i 2010 enn i 1997. Økt tetthet av laks kan ha gått ut over ørretmengden på grunn av økt konkurranse med laksungene (Bremset & Heggnes 2001). Denne konkurransen er fraværende på de to øverste stasjonene, og her var det som sagt heller ikke store forskjeller i tetthet av ørret mellom år.

Det er ikke gjennomført studier av fiskehabitat eller beregninger av vanddekket areal i Melselva. Slik informasjon ville ha gitt nyttig tilleggsinformasjon om årsaken til endring i tetthet og forholdet mellom laks og ørret.

Effekten av redusert vannføring på fisk gjør seg kun gjeldende på stasjon 3 og 4, som ligger nedenfor inntak til henholdsvis Rosendal og Vollekvernfallet kraftstasjon. Redusert vannføring på stasjon 3 og 4 kan ha ført til en reduksjon i vanddybden.

Det kan derfor være med på å forklare nedgangen i fangsten av ørret i 2010 sammenliknet med 1997, fordi mangel på dypere områder, spesielt i små elver, kan begrense antall større ørret (Kennedy & Strange 1982). Heggenes et al. (1996) fant at laks har en bredere habitatnisje når det gjelder vanndybde og substrat sammenliknet med ørret, og økningen i tettheten av laks kan forklares med at laksungene i større grad enn ørretungene greier å utnytte grunnere arealer (Heggenes & Saltveit 1990). En annen faktor som kan være med på å forklare økningen i fangstene av laks på stasjon 3 og 4, er at det i de senere år er påvist betydelige mengder rømt oppdrettslaks i elver i Hardanger (Skoglund et al. 2009) (se foran).

Selv om det ut fra tetthet kan se ut som om samlet mengde laks- og ørretunger ikke viser store forskjeller før og etter utbyggingen på den berørte strekningen, fører likevel en redusert vannføring til et mindre produksjonsareal. Redusert vannføring får også stor negativ betydning for utøvelsen av fisket i elva.

4.1.1 Konklusjon

- Det dokumenteres en nedgang i tetthet av ørret på berørt strekning med minstevannføring. Berørt strekning har i tillegg langt mindre totalt vanndekket areal og redusert vanddybde. Redusert vanndekket areal gir derfor totalt sett lavere fiskemengde. Økt tetthet av laks hemmer også produksjon av ørret.
- Berørt strekning benyttes både til gyting og oppvekst.
- Forundersøkelsene tok ikke sikte på å dokumentere effekten av minstevannføring.
- Inntaksdammer hindrer oppvandring av anadrom fisk.

4.2 Myklebustelva

Konsesjonen for utbygging av Myklebustelva ble gitt under forutsetning av at det ble sluppet en minstevannføring på strekning mellom inntak og utløp kraftstasjon. Undersøkelsene på fisk som ble gjennomført før utbyggingen, tok imidlertid kun sikte på å vurdere elvas verdi for anadrom fisk og konsekvensene av en utbygging for anadrom fisk (Størset 2006). Anadrom strekning i elva er 900 m (opp til vandringshinder), og hele denne strekningen ligger nedenfor utløpet av kraftstasjonen. Pålegg om minstevannføring omfatter derfor kun strekning med stasjonær ørret.

I den grad det er mulig å sammenlikne med forundersøkelsene, har det etter utbyggingen vært en økning i tetthet av både ørret og laks. Dette gjelder både strekning med redusert vannføring og strekningen nedenfor utløpet av kraftstasjonen. En signifikant høyere vanndybde, større stabilitet i vannføring og et grovere substrat enn på de andre stasjonene (Wendelbo 2010), bidrar til opprettholdelse av et rimelig stort tilgjengelig habitat for ørret til tross for redusert vannføring. Funn av årsunger tyder også på gyting på strekningen med redusert vannføring.

Nedenfor kraftverket dokumenteres også nå langt høyere tettheter av både laks og ørret. Økningene er så pass store at endringene ikke alene kan tilskrives at under-

søkelsene er gjennomført til ulike tider av året og noe ulik metodikk. Funn av årsunger av laks viser at elva er viktig for gyting av anadrom fisk, mens økt tetthet av eldre laksunger viser god overlevelse.

Gyting og utbredelse av de ulike årsklasser kan forklares ut fra forskjeller i substrat. Årsunger (0+) av både laks og ørret dominerer på de to nederste stasjonene; 1 og 2. Dette skyldes at sommergamle laksunger primært finnes i områder med grus og småstein (2-30 cm), og at de ved økende fiskelengde bruker grovere substrat (10-50 cm og grovere) (Heggenes & Saltveit 1990; Karlström 1977). Det samme gjelder ørret, der også preferansen for grovere substrat øker med økende fiskelengde (Bohlin 1977; Heggenes 1988b). Grovt substrat er viktig for å gi skjul, både med hensyn til høy vannhastighet og predatorer (Heggenes 1988a). Stasjon 1 og 2 hadde større andel finere substrat enn stasjon 3 og 4. På stasjon 1 var grov grus (32,1-64 mm) den dominerende substrattypen. Små stein (64,1-128 mm) dominerte på stasjon 2, stein (128,1 mm) og stor blokk (>512 mm) på stasjon 3 og stasjon 4 (Wendelbo 2010).

De største konsekvensene for fisk på strekningen nedenfor kraftverket ville være en periode med sterkt redusert vannføring, for eksempel dersom kraftstasjonen stoppes. For å begrense effekten av tørrlegging og stranding av fisk er det installert en omløpsventil i kraftverket. Denne har kapasitet på 30 % av maksimal driftsvannføring (Per Reidar Myklebust, pers. medd.).

En annen og mer langsiktig konsekvens på nedenforliggende strekning vil være økt erosjon. Dette vil føre til substratendringer og derved endret fiskeproduksjon.

4.2.1 Konklusjon

- Det dokumenteres ingen nedgang i tetthet av ørret på berørt strekning. Berørt strekning har imidlertid langt mindre totalt vanddekket areal.
- Berørt strekning benyttes både til gyting og oppvekst.
- Forundersøkelsene tok ikke sikte på å skulle dokumentere effekten av minstevannføring og er heller ikke egnet til å dokumentere effekten av utbyggingen.

4.3 Myklebustdalselva

Tre stasjoner inngår i undersøkelsen. To, stasjon 1 og 2, ligger ovenfor utløpet av kraftstasjonen og har et pålegg om minstevannføring (se foran). Vurderingene av minstevannføringen betydning for ørret er basert på en konsekvensutredning gjennomført høsten 2003 (Kålås et al. 2004). Formålet med denne var å kartlegge gyte-, oppvekst- og vandringsforholdene for ørreten.

Det er altså heller ikke her gjennomført forundersøkelser med tanke på å vurdere betydningen av en minstevannføring.

Rekrutteringsområdet for ørret i Myklebustelva er konsentrert til området fra elvesletta ved meieriet og ned til elvens samløp med Storelva. Fra elvesletten ved

meieriet og ned til utløp kraftstasjon, en strekning på ca. 400 m, er kun deler av elva egnet som gyte- og oppvekstområde (Kålås et al. 2004). Denne strekningen består av et hovedløp og et sideløp. Minstevannføringen går utelukkende i hovedløpet og skal altså primært ivareta rekruttering og oppvekst på en 400 m lang strekning. Ifølge Kålås et al. (2004) utgjør strekningen under 20 % av det samlede areal i Myklebustdalelva som er egnet som gyte- og oppvekstområde for ørret.

Nedenfor utløpet av kraftstasjonen og ned til samløpet med Storelva er Myklebustdalselva godt egnet som gyte- og oppvekstområde (Kålås et al. 2004). Denne strekningen får ikke redusert vannføring med mindre kraftverket stopper og det kjøres på tilsig. Stopp i kraftverket betyr derfor hurtig reduksjon i vannføring til minstevannføring (se side 20) og tørrlegging av deler av elva inntil vannet fra inntaksstedet når ned til strekningen. Det er ikke kjent at kraftverket har omløpsventil.

Det er få muligheter for rekruttering av fisk på strekningen fra Lonevatnet og ned til elvesletten ved meieriet (Kålås et al. 2004). Ørret på denne strekningen er ifølge Kålås et al. (2004) fisk som slipper seg ned fra strekningen ovenfor Lonevatnet.

Det ble totalt fanget 46 % færre fisk ved undersøkelsen i 2009/2010 sammenliknet med 2003 (Wendelbo 2010). Det var totalt en høyere tetthet på stasjon 1, mens den var lavere på stasjon 2 og 3 i 2010. På stasjon 1 var det en høyere tetthet av både årsunger og eldre ørret, mens det var betydelig lavere tetthet av eldre ørret på stasjon 2 og 0+ tetthet på stasjon 3 i 2010. Den reduserte vannføringen har ført til mangel på dypere områder på stasjon 2 som større ørret kan oppholde seg i. Mangel på dypere områder, spesielt i små elver, kan føre til en reduksjon i antall større fisk (Kennedy & Strange 1982). Varmere vann på strekningen ovenfor kraftverket kan virke positivt.

En lavere vannhastighet kan ha virket positivt for 0+, siden tetthetene på berørt strekning enten er uendret eller har økt. Det produktive areal er imidlertid betydelig redusert. Det foreligger ingen målinger på vannhastighet før utbygging, men stasjon 3 hadde signifikant lavere gjennomsnittshastighet (25,31 cm/s) sammenliknet med stasjon 1 (47,45 cm/s) og 2 (52,79 cm/s) (t-test $p < 0,05$). På bakgrunn av dette er det derfor vanskelig å forklare mangel på 0+ på stasjon 3 i 2010. En mulig årsak til endringen kan være den til tider høyere vannføringen på stasjon 3, som følge av utløpet til kraftverket. Dette vannet er sannsynligvis også kaldere siden det slippes direkte fra Lonevatnet som er brepåvirket og derfor negativt for rekrutteringen på strekningen. Videre kan stans i kraftverket også gi redusert fisketetthet.

Analysen av substrattilbudet viste ingen signifikante forskjeller mellom stasjon 1 og 2 (Wendelbo 2010). Stasjon 2 har imidlertid mindre innslag av kulper som kan opprettholde tilstrekkelig vanndybde. Analysen viste også signifikant lavere vanndybder på stasjon 2 sammenliknet med stasjon 1. Gjennomsnittlig vanndybde på stasjon 1 (35,15 cm) var signifikant høyere enn på stasjon 2 (25,26 cm) og også den på stasjon 3 (25,31 cm) (t-test $p < 0,05$) (Wendelbo 2010). På stasjon 1 var det da heller ingen større endring i tetthet av eldre ørret.

4.3.1 Konklusjon

- Det dokumenteres en nedgang i tetthet av ørret totalt sett og på strekning med minstevannføring. Berørt strekning har også langt mindre totalt vanddekket areal.
- Berørt strekning benyttes både til gyting og oppvekst.
- Kaldere vann nedstrøms kraftverket kan ha negativ effekt på rekrutteringen.
- Forundersøkelsene tok ikke sikte på å skulle dokumentere effekten av minstevannføring.

4.4 Anbefalinger

Datagrunnlaget i forundersøkelsene, som etterundersøkelsene bygger på, er for lite til å kunne dokumentere hvilken effekt den reduserte vannføringen og bruken av minstevannføring har for fiskebestanden. Dersom forundersøkelsene i framtiden skal danne grunnlag for økt kunnskap om effektene av redusert vannføring og bruk av minstevann, må forundersøkelsene være langt mer omfattende enn i dag og inneholde flere ikke biologiske parametre.

I tillegg til ungfiskeundersøkelser bør gytemuligheter for fisk kartlegges, i første rekke fordi redusert vannføring kan medføre at gyteområder blir borte, tørlegges eller at vannføringen blir for lav til at fisk kan gyte (Barlaup & Saltveit 2006). Tilstedeværelse av årsunger viser at gyting finner sted, men ikke en eventuell reduksjon i betydningen av strekningen for gyting.

Kartlegging av vanddekket areal må derfor gjøres både sommer og vinter før og etter utbygging. Om vinteren ved laveste vannføring før og etter for vurdering av effekt på gyting og rogn. Om sommeren for endringer i produksjonsareal. Habitatregistreringer bør inngå i forundersøkelsene. Dette for at en bedre skal kunne vurdere endringene i produksjonsforhold for fisk og bestandssammensetning etter bygging av kraftverk.

Lange tidsserier er viktig for å øke kunnskapen om virkninger av endret vannføring (Saltveit et al. 2006). Enkelte endringer viser seg først etter mange år, slik som økt begroing og sedimentasjon på strekning med redusert vannføring og økt erosjon på strekning nedstrøms kraftverk. Vannet på strekningen mellom inntak og kraftstasjon går i rør og påvirkes derfor ikke av lufttemperatur, noe som kan gi kaldere vann nedenfor kraftstasjonen. Spesielt kan dette få store konsekvenser for rekruttering i elver påvirket av kaldt brevann.

Driv av næringsdyr fra berørt strekning blir borte eller sterkt redusert. Siden denne strekningen ofte mangler fisk eller har lave tettheter, vil produksjon av næringsdyr for fisk på nedenforliggende strekninger ofte være høy (Wipfli and Baxter 2010).

Lange tidsserier vil dokumentere variasjoner i tettheter som følge av naturlig variasjon i rekrutteringen. Lange tidsserier vil også kunne øke kunnskapen om slipp av minstevannføring, slik at en i framtiden skal kunne tilrå minstevannføring på faglig grunnlag.

Sikkerheten i bestandsestimater av ungfisk økes ved bruk av merke-gjenfangst-metoden. Denne metoden er mer arbeidskrevende enn gjentatt utfisking (Rosenberger & Dunham 2005), men Heggberget & Hesthagen (1979) fant at merke-gjenfangst gir et mer korrekt resultat sammenliknet med gjentatt utfisking, som kan underestimere bestanden. Merke- gjenfangstmetoden er også brukt i lange tidsserier i elver i Norge (Borgstrøm & Skaala 1999).

Ved sammenliknende studier er det også viktig at undersøkelsene utføres på samme tid av året og ved omtrent samme vanntemperatur. Dette gir samme fangbarhet og medfører at fisk oppholder seg på samme habitater. Etterundersøkelsene kan ikke gjennomføres ved samme vannføring, og tetthetsestimater må derfor relateres til vanddekket areal med foretrukket habitat.

4.4.1 Konklusjon

- Det dokumenteres generelt sett ingen nedgang i tetthet av ørret/laks totalt sett på strekning med minstevannføring. Berørt strekning har imidlertid langt mindre totalt vanddekket areal og derved langt mindre totalproduksjon.
- Berørt strekning benyttes både til gyting og oppvekst.
- Forundersøkelsene tar ikke sikte på å skulle dokumentere effekten av minstevannføring.
- Etterundersøkelsene viser forskjeller i habitatforhold som vannhastighet, dyp og substrat mellom strekningene.

Referanser

- Anderson, E. P., Freeman, M. C. & Pringle, C. M. (2006). Ecological consequences of hydropower development in Central America: Impacts of small dams and water diversion on neotropical stream fish assemblages. *River Research and Application*, 22: 397-411.
- Barlaup, B. T. & Saltveit, S. J. (2006). Gyting, rognutvikling og tidspunkt for første næringsopptak. I: Saltveit, S. J. (red.) *Økologiske forhold i vassdrag - konsekvenser av vannføringsendringer. En sammenstilling av dagens kunnskap*, s. 80-87. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Björck, M. & Vistad, O. I. (2009). Småkraftverk - interesser, konflikter og muligheter. En fokusgruppestudie med vekt på nærings- og miljøaktører. *NINA Rapport*, 470. 57 s.
- Bogen, J., Bremnes, T., Bønsnes, T., Heggenes, J., Johansen, S. & Saltveit, S. J. (2002). Fiskehabitat i Suldalslågen. Et studie av sedimentasjonsdynamikk, begroing, habitattilbud og habitatbruk hos fisk. *Suldalslågen-Miljørapport*. Oslo. 82 s.
- Bohlin, T. (1978). Temporal changes in the spatial distribution of juvenile sea-trout *Salmo trutta* in a small stream. *Oikos*, 30: 114-120.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggeberget, T. G., Rasmussen, G. & Saltveit, S. J. (1989). Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia*, 173: 9-43.
- Borgstrøm, R. & Skaala, Ø. (1993). Size-Dependent Catchability of Brown Trout and Atlantic Salmon Parr by Electrofishing in a low Conductivity Stream. *Nordic Journal of Freshwater Research*, 68: 14-21.
- Borgstrøm, R. & Skaala, Ø. (1999). Betydninga av lange tidsserier i forvaltningsrelatert havbruksforskning: Sjøaure i Hardangerfjorden - Årlege svingingar i antal og vekst hos parr og vekst hos postsmolt. *Fisken og Havet*, 11: 1-25.
- Borgstrøm, R. & Aass, P. (2000). Miljøendringer. Vassdragsreguleringer. I: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.) *Fisk i ferskvann. Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning*, s. 216-246. Ås/Oslo: Landbruksforlaget.
- Bovee, K. D. 1982. A guide to stream habitat analysis using the Instream Flow Incremental Methodology. Instream Flow Info. Paper No. 12, FWS/OBS-82/26, Cooperative Instream Flow Service Group, Fort Collins Colorado, 248, p. 41.
- Bremset, G. & Heggenes, J. (2001). Competitive Interactions in Young Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) and Brown Trout (*Salmo trutta* L.) in Lotic Environments. *Nordic Journal of Freshwater Research*, 75: 127-142.
- Bunn, S. E. & Arthington, A. H. (2002). Basic Principles and Ecological Consequences of Altered Flow Regimes for Aquatic Biodiversity *Environmental Management*, 30: 492-507.
- Cunjak, R.A. 1988. Behaviour and microhabitat of young Atlantic salmon (*Salmo salar*) during winter. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 45: 2156-2160.
- Cunjak, R.A. and G. Power. Winter habitat utilization by stream resident brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and brown trout (*Salmo trutta*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43: 1970-1981.

- Elliott, J. M. 1984. Numerical changes and population regulation in young migratory trout *Salmo trutta* in a Lake District stream. *Journal of Animal Ecology*, 53: 327-350.
- Elliott, J.M. 1987. Population regulation in contrasting populations of trout *Salmo trutta* in two Lake District Streams. *Journal of Animal Ecology* 56: 83-98.
- Forseth, T. og Forsgren, E. (red.). 2008. El-fiskemetodikk. Gamle problemer og nye utfordringer. NINA Rapport 488. 74 s.
- Frilund, G. E. (2010). Etterundersøkelser ved små kraftverk. Sumvirkninger på landskap. Botaniske verdier og småkraft. Bunndyr og småkraft. Konesjonsfrie mikro- og minikraftverk. *Rapport Miljøbasert vannføring 2: Norges vassdrags- og energidirektorat*. 130 s.
- Fylkesmannen i Hordaland. (2010). *Oppfølging av synfaring i Melselva i Kvinnherad kommune*. Førde. 2 s.
- Gaarder, G. & Melby, M. W. (2008). Små kraftverk. Evaluering av dokumentasjon av biologisk mangfold. *Miljøfaglig utredning*, 2008: 20. 108 s.
- Greenberg, L., Svendsen, P. & Harby, A. (1996). Availability of microhabitats and thier use by brown trout (*Salmo Trutta*) and grayling (*Thymallus*) in the river Vjomån, Sweden. *Regulated Rivers: Research & Management*, 12: 287-303.
- Heggberget, T. G. & Hesthagen, T. (1979). Population estimates of young Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L., by electrofishing in two small streams in North Norway. *Report Institute of Freshwater Research, Drottningholm*, 58: 27-33.
- Heggenes, J. (1988a). Physical Habitat Selection by Brown Trout (*Salmo trutta*) in Riverine Systems. *Nordic Journal of Freshwater Research*, 64: 74-90.
- Heggenes, J. (1988b). Substrate preferences of brown trout fry (*Salmo trutta*) in stream channels. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 45: 1801-1806.
- Heggenes, J. & Saltveit, S. J. (1990). Seasonal and spatial microhabitat selection and segregation in young Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and Brown trout (*S. trutta* L.) in a Norwegian river. *Journal of Fish Biology*, 36: 707-720.
- Heggenes, J., Saltveit, S. J. & Lingaas, O. (1996). Predicting fish habitat use to changes in water flow: modelling critical minimum flows for Atlantic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *S. trutta*. *Regulated Rivers: Research & Management*, 12: 331-344.
- Jensen, A. J. & Johnsen, B. O. (1988). The effects of flow on the results of electrofishing in a large Norwegian salmon river. *Verhandlungen Internationale Vereinung für Limnology*, 23: 1724-1729.
- Johansen, M., Elliott, J. M. & Klemetsen, A. (2005). A comparative study of juvenile salmon density in 20 streams throughout a very large river system in northern Norway. *Ecology of Freshwater Fish*, 14: 96-110.
- Johnsen, B. O. & Hvidsten, N. A. (2004). Krav til vannføring i sterkt regulerte småskalavassdrag. *Rapport Miljøbasert vannføring 4*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat. 68 s.
- Jonsson, B. (1985). Life history patterns of freshwater resident and sea-run migrant brown trout in Norway. *Transactions of the American Fisheries Society*, 114: 182-194.

- Karlström, Ö. (1977). Habitat selection and population densities of salmon (*Salmo salar* L.) and trout (*Salmo trutta* L.) parr in Swedish rivers with some references to human activities. *Acta univ. Upsaliensis*, 404: 1-12.
- Kennedy, G. J. A. & Strange, D. D. (1982). The distribution of salmonids in upland streams in relation to depth and gradient. *Journal of Fish Biology*, 20: 579-591.
- Kubecka, J., Matena, J. & Hartvich, P. (1997). Adverse ecological effects of small hydropower stations in the Czech Republic: 1. bypass plants. *Regulated Rivers: Research & Management*, 13: 101-113.
- Kålås, S. & Johnsen, G. H. (1997). Konsekvensvurdering for fiskebestandene i Melselva i Kvinnherad ved gjenoppstart av Vollekvernfall kraftverk. *Rapport Rådgivende Biologer AS*, 272. Bergen. 16 s.
- Kålås, S., Johnsen, G. H. & Urdal, K. (2004). Konsekvensutgreiing for utbygginga i Myklebustdalselva, Gløppen kommune. Deltema: Vasskvalitet og ferskvassbiologi. *Rapport Rådgivende Biologer AS*, 695. 33 s.
- L'Abée-Lund, J. H. (2005). Miljøeffekter av små kraftverk. Erfaringer fra Telemark og Rogaland. *NVE-Rapport 3*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat. 78 s.
- Lobón-Cervià, J. & Utrilla, C. G. (1993). A simple model to determine stream trout (*Salmo trutta* L.) densities based on one removal with electrofishing. *Fisheries Research*, 15: 369-378.
- OED. (2007). *Retningslinjer for små vannkraftverk - til bruk for utarbeidelse av regionale planer og i NVEs konsesjonsbehandling*. Oslo: Olje- og energidepartementet. 54 s.
- Rimmer, D.M., Paim, U. og Saunders, R.L. (1983). Autumnal habitats shift of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a small river. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 40: 671-680.
- Rosenberger, A. E. & Dunham, J. B. (2005). Validation of abundance estimates from mark-recapture and removal techniques for rainbow trout captured by electrofishing in small streams. *North American Journal of Fisheries Management*, 25: 1395-1410.
- Saksgård, L. & Heggberget, T. G. (1990). Estimates of presmolt Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a large north Norwegian river. I: Cowx, I. G. (red.) *Developments in Electric Fishing*, s. 102-108. Oxford: Fishing News Books.
- Saltveit, S. J. & Heggnes, J. (2000). Fisk i rennende vann - Miljø og produksjonsforhold. I: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.) *Fisk i ferskvann - Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning*, s. 21-38. Ås/Oslo: Landbruksforlaget.
- Saltveit, S. J., Brabrand, Å. & Barlaup, B. T. (2006). Ungfisk. I: Saltveit, S. J. (red.) *Økologiske forhold i vassdrag - konsekvenser av vannføringsendringer. En sammenstilling av dagens kunnskap*, s. 88-99. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Skoglund, H., Rugeldal Sandven, O., Barlaup, B. T., Wiers, T., Lehmann, G. B. & Gabrielsen, S.-E. (2009). Gytefisktellinger i Nordhordland, Hardanger og Ryfylke 2004-2008 - bestandsstatus for villfisk og innslag av rømt oppdrettslaks. *LFI-Unifob*, 163. Bergen. 62 s.
- Stoltenberg, J., Halvorsen, K., Haga, Å., Solberg, H.-M., Djupedal, Ø., Arnstad, M., Kolberg, M., Westhrin, H. & Meltveit Kleppa, M. (2005). *Plattform for regjeringssamarbeidet mellom Arbeiderpartiet, Sosialistisk Venstreparti og Senterpartiet 2005-09*. Oslo. 73 s.

- Størset, L. (2006). Myklebust kraftverk, Ørsta kommune i Møre og Romsdal. Konsekvenser for fisk. *SWECO Grøner AS*, 1. 20 s.
- Sægrov, I. & Fimreite, G. (1999). Miljøkonsekvenser av mini- og mikrokraftverk. *NVE-rapport 8*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat. 32 s.
- Wendelbo, R. (2010). Ørret- (*Salmo trutta*) og laksunger (*Salmo salar*) i tre vestlandselver før og etter bygging av små kraftverk. Masteroppgave 30 stp. Universitetet for miljø- og biovitenskap. Institutt for naturforvaltning. 56 s.
- Wipfli, M.S. & Baxter, C.V. (2010). Linking Ecosystems, food webs, and fish production: subsidies in salmonid watersheds. *Fisheries*, 35-8: 373-387.
- Zalewski, M. & Cowx, I. G. (1990). Factors affecting the efficiency of electric fishing. I: Cowx, I. G. & Lamarque, P. (red.) *Fishing with electricity. Applications in freshwater fisheries management*, s. 89-111. Oxford: Fishing New Books.
- Zippin, C. (1958). The removal method of population estimation. *Journal of Wildlife management*, 22: 82-90.

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i rapportserien **Miljøbasert vannføring, fase II**

- Nr. 1-09 Evaluering av ordningen med prøvereglement. Brian Glover, John Brittain, Svein Jakob Saltveit (49 s.)
- Nr. 2-09 Pilotstudie tilsigsstyrt minstevassføring. Knut Alfredsen, Tommi Linnansaari, Atle Harby, Ola Ugedal (41 s.)
- Nr. 3-09 Miljøvirkninger av vannkraft - forslag til undersøkelsesmetodikk. Lars Størset (51 s.)
- Nr. 4-09 Hvor viktig er vatn og vassføring for friluftsliv? Brukerstudier om aktiviteter, opplevelser, holdninger, kraftutbygging og konsesjonsvilkår. Odd Inge Vistad, Joar Vittersø, Oddgeir Andersen, Hogne Øian, Tore Bjerke (84 s.)
- Nr. 5-09 Modeller for simulering av miljøkonsekvenser av vannkraft. Atle Harby (red.) (51 s.)
- Nr. 1-10 Ål og konsekvenser av vannkraftutbygging - en kunnskapsoppsummering. Eva B. Thorstad (red.) (135 s.)
- Nr. 2-10 Etterundersøkelser ved små kraftverk. Sumvirkninger på landskap. Botaniske verdier og småkraft, Bunndyr og småkraft, Konsesjonsfrie mikro- og minikraftverk. Gunn E. Frilund (red.) (113 s.)
- Nr. 3-10 Temperaturforhold i elver og innsjøer. Tiltak for regulering av temperatur. Simuleringsmodeller. Kjetil Vaskinn (89 s.)
- Nr. 1-11 Vassdrag, vannføring og landskap. Trond Simensen, Priska Helene Hiller, Kjetil Vaskinn (55 s.)
- Nr. 2-11 Blodsugende knott og vassdragsreguleringer: Kan masseforekomst predikeres? Åge Brabrand, Trond Bremnes, Henning Pavels (34 s.)
- Nr. 3-11 Fossefall og småkraftverk: Bjørn Walseng, Kurt Jerstad (35 s.)
- Nr. 1-12 Miljøkonsekvenser av raske vannstandsendringer. Atle Harby, Jim Bogen (82 s.)
- Nr. 2-12 Kriterier for bruk av omløpsventil i små kraftverk. Lars Størset (red.) (57 s.)
- Nr. 3-12 Er det mulig å bli kvitt krypsivproblemene på Sørlandet? Torbjørn Danielsen, Edgar Vegge, Per Øyvind Grimsby (33 s.)
- Nr. 4-12 Suksesser i et terskelbasseng. Langtidstrender i utvikling av bunndyrsamfunn. Arne Fjellheim, Godtfred A. Halvorsen (37 s.)
- Nr. 5-12 Konsekvenser og avbøtende tiltak for ørret i forbindelse med utbygging av små kraftverk. Svein Jakob Saltveit, Ragnhild Wendelbo (40 s.)



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no

