

Storørret i Bandak og Tokkeåi

Dokumentasjon, kunnskapsoppsummering
og utfordringer

Morten Kraabøl



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Norsk institutt for naturforskning

Storørret i Bandak og Tokkeåi

**Dokumentasjon, kunnskapsoppsummering
og utfordringer**

Morten Kraabøl

Kraabøl, M. 2010. Storørret i Bandak og Tokkeåi. Dokumentasjon, kunnskapsoppsummering og utfordringer - NINA Rapport 544. 30 s.

Lillehammer, april 2010

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426- 2119-1

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Morten Kraabøl

KVALITETSSIKRET AV

Stein I. Johnsen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Børre K. Dervo (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Statkraft Energi AS

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Jostein Kristiansen

FORSIDEBILDE

Storørret på 15,5 kg tatt på garn i Bandak i 2003 av Ivar Haukelidseter. Storørreten er utstoppet og henger i resepsjonen på Dalen Hotell. Foto: Morten Kraabøl

NØKKEWORD

- Dalen, Tokke kommune i Telemark.
- Ørret, storørret, niøye, sik, trepigget stingsild, bunndyr.
- Ferskvannsbiologiske undersøkelser, revisjon av vilkår.
- Lio kraftverk, Tokke-Vinje vassdraget.
- Gytevandring, vannføring, terskler, beskatning.

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Gaustadalléen 21

0349 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø

Polarmiljøsentret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkeltgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Sammendrag

Kraabøl, M. 2010. Storørret i Bandak og Tokkeåi. Dokumentasjon, kunnskapsoppsummering og utfordringer - NINA Rapport 544. 30 s.

Storørreten i Bandak og Tokkeåi har med stor sikkerhet etablert seg som følge av naturlig innvandring etter istiden, og kan derfor kategoriseres som en klassisk storørretbestand med store bevaringsbiologiske interesser. Denne rapporten tar sikte på å dokumentere forekomsten, samt presentere nøkkeldata på bestandsstatus, livshistorie og historiske fangster for å løfte statusen opp til en "sikker" forekomst. Hovedformålet med rapporten er å vurdere en rekke økologiske problemstillinger knyttet til reguleringene i Tokkeåi og Bandak. Følgende 7 hovedproblemstillinger er belyst med grunnlag i eksisterende litteratur, befaringer og møter. Senere korrespondanse med Statkraft, Bandak Fiskarlag og sportsfiskere er også lagt til grunn i denne sammenheng.

1. Oppvandring av gytemoden storørret fra Bandak til Tokkeåi: Det sterkt regulerede vannføringsregimet i Tokkeåi antas å påvirke oppgangen av gytemoden storørret negativt. Oppgangen av gytemoden ørret kan derfor bli vesentlig forsinket i perioder med lav og konstant vannføring. Dette har sannsynligvis medført opphopning av gytefisk i deltaområdet om sommeren, men påfølgende økt fangbarhet hos garnfiskerne i nordre del av Bandak.
2. Optimal fordeling av gytefisk i elva: Kombinasjonen av lav og konstant vannføring og 17 stein- og betongterskler uten tilrettelegginger for forbivandring av storvokst ørret opp til 15 kg vurderes som begrensende faktorer med hensyn til optimal fordeling av gytefisk i elva. Befaringer ved de fleste terskler ved vannføringer på $3,7 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ og $18,7 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ga imidlertid et klart inntrykk av at terskelkonstruksjonene med stor sannsynlighet påfører vandringsproblemer for gytemoden storørret. Det anses derfor som sannsynlig at summen av disse tersklene vil kunne medføre en mindre optimal fordeling av gytefisk.
3. Synkronisering av vannføring opp mot gyteforløp for å forhindre stranding av gytegroper og rogn: Det synes å være begrenset omfang av stranding av gytegroper ved lav restvannføring uten vanntilførsel fra Lio kraftverk. Dette gjelder i første rekke gytegroper som legges i terskelbassengene. Vannstanden holdes godt i disse bassengene, og forhindrer sannsynligvis tørrlegging. Det er imidlertid grunn til å tro at stillestående vann i bassengene ved lave vannføringer kan gi dårlig oksygentilførsel til rogn, og dette kan medføre dødelighet. Det er imidlertid knyttet stor grad av usikkerhet til dette, og undersøkelser bør gjennomføres. Gytegroper som legges i elveavsnitt mellom terskelbassenger er i noe større grad utsatt for tørrlegging under lavvannføringer, men det antas at den flate elveprofilen bidrar til å gjøre dette problemet av relativt begrenset omfang.
4. Returvandringsmuligheter for utgytt fisk: Returpassasje over de tallrike tersklene i Tokkeåi kan by på problemer dersom vannføringen er lav. Den utgytte ørreten blir da stengt inne i terskelbassengene gjennom vinteren. Dette kan medføre økt dødelighet som følge av utmagring og sykdom, og i særlig grad hos de største ørretene. Tersklene er gjerne noen titalls meter brede, og ved lav vannføring fordeles vannføringen noenlunde likt over hele terskelen, og det er grunn til å anta at vannsøylen over selve krona kan bli for lav i forhold til fiskepassasje.
5. Minstevannføringsregime i forhold til oppvekstforhold for ung ørret: Ungfisk i Tokkeåi har sannsynligvis blitt utsatt for betydelig dødelighet i forbindelse med driftsutfall i Lio kraftverk i ekstreme tørkeperioder. Tersklene synes imidlertid å redusere stranding av ungfisk under dagens manglende minstevannføringsregime. Tersklene representerer således et vellykket, dog utilsiktet, tiltak for å verne om denne delen av ørretens livshis-

torie. Men i et mer helhetlig perspektiv synes det nødvendig å evaluere tersklene nærmere.

6. Tersklens betydning for fiskevandring: Den samlede betydningen av 17 terskler på vandringsmønsteret hos voksen gytefisk kan ha betydelig omfang. Dette avhenger av i hvilken grad grenseverdiene for vannmengde er overskredet, det vil si hvor stor del av vandringsperioden det er akseptable eller uakseptable forhold for passasje av tersklene. Dersom grenseverdiene er kjønns- eller størrelsesspesifikke, kan de samlede effektene påføre seleksjonskrefter på gytebestandene som følge av ulik gytesuksess mellom forskjellige fraksjoner av gytebestandene, samt en forskjøvet operasjonell kjønnsratio på gyteplassene. Disse forholdene kan derfor ha en vesentlig betydning for utviklingen av gytebestandene i Tokkeåi over tid, og bør derfor undersøkes grundig.
7. Utvandring av ungfisk/smolt fra Tokkeåi til Bandak: Tersklene vurderes som mindre problematiske for utvandring av ungfisk/smolt fra Tokkeåi til Bandak. Dette begrunnes med at fisken er langt mindre, og at forholdet mellom fiskestørrelse og vannmengde over tersklene er mer gunstig. Dessuten har telemetristudier av elveørret på 18-36 cm vist at terskler kan passeres av ørret i denne størrelsen. Forholdene bør imidlertid undersøkes nærmere med vandringsstudier rettet mot ungfisk/smolt som vandrer ut av elva. Nærmere undersøkelser omkring nøyas livshistorie og leveområder, samt betydning som byttefisk for ørret i deltaet og nedre deler av Tokkeåi bør også undersøkes.

Morten Kraabøl, NINA, Fakkeltårnet, 2624 Lillehammer, morten.kraabøl@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	Error! Bookmark not defined.
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Områdebeskrivelse	8
2.1 Kort vassdragsbeskrivelse og nedbørfelt	8
2.2 Vannkraftreguleringer og restvannføringer	10
2.3 Selvpålagte miljørestriksjoner for Lio krafttverk	10
2.4 Terskler	10
2.5 Fiskefauna	10
3 Materiale og metode	12
4 Beskrivelse av Bandakørretens livssyklus med bakgrunn i fremkomne opplysninger 13	
4.1 Oppvekst.....	13
4.2 Habitatskiftet fra Tokkeåi til Bandak	13
4.3 Fiskedietten	13
4.4 Gytevandring	14
4.5 Gyting.....	14
4.6 Årlige gytebestander.....	14
4.7 Alder, vekst, gytefiskstørrelse og k-faktor	15
4.8 Beskatning	18
5 Hovedresultater og kommentarer	21
5.1 Oppvandring av gytemoden storørret fra Bandak til Tokkeåi	21
5.2 Optimal fordeling av gytefisk i Tokkeåi	21
5.3 Synkronisering av vannføring og gyteforløp for å forhindre stranding av gytegroper og rogn	21
5.4 Returvandringsmuligheter for utgytt fisk.....	22
5.5 Minstevannføringsregime i forhold til oppvekstforhold for ungfisk	23
5.6 Tersklenes betydning for fiskevandring	23
5.7 Utvandring av ungfisk/smolt fra Tokkeåi til Bandak	24
6 Konklusjoner	25
6.1 Hovedkonklusjoner	25
6.2 Delkonklusjoner	25
7 Videre utfordringer	27
8 Referanser	29

Forord

Norsk institutt for naturforskning (NINA) fikk i november 2009 i oppdrag fra Statkraft Energi AS å gjennomføre ferskvannsbiologiske undersøkelser i Tokkeåi. Undersøkelsene ble utsatt til desember som følge av flomforhold i Tokkeåi.

Det rettes en stor takk til miljøkoordinator Jostein Kristiansen og produksjonssjef Hege J. Verpe i Statkraft Dalen for viktige bidrag til forståelsen av reguleringene, samt manøvreringsdata for Tokkeåi og Bandak. Joacim Brattestå i Bandak Fiskarlag takkes for detaljerte opplysninger om fangst av storørret. Sportsfiskerne Bjørn Olav Haukelidseter og Tore Klas Tveiten har også bidratt med fangstopplysninger. Veteranfiskeren Ivar Haukelidseter takkes for hyggelig og informativt intervju om storørretfisket i Bandak. Naturforvalter Helge Kilan i Faun Naturforvaltning AS deltok på befaringen langs Tokkeåi og bidro med verdifull informasjon til rapporten. Forsker Jon Museth ved NINA Lillehammer takkes for hjelp til figurer samt redigering av rapporten.

Lillehammer, april 2010

Morten Kraabøl
Prosjektleder

1 Innledning

Storørretbestander representerer meget store biologiske og kulturelle verdier (*Dervo et al. 1996; Garnås et al. 1997*). Felles for alle storørretbestander er at de anses å være meget attraktive for sportsfiskere (*Kraabøl & Aass 1995; Kraabøl, Museth & Johnsen 2009*). I et historisk perspektiv har de også betydd mye for næringsfiskerier i store innlandsvassdrag, men vassdragsreguleringer fjernet i noen tilfeller grunnlaget for disse fiskeriene som følge av redusert rekruttering og gytebestand (for eksempel *Aass & Kraabøl 1999*). Storørretfisket anses i dag som svært eksklusivt, og er en av innlandsvassdragenes mest verdifulle fiskeressurser. Den negative utviklingen i lakse- og sjørørretfisket i anadrome vassdrag vil kunne medføre en betydelig økning i fisketrykket i vassdrag med høstbare bestander av storørret.

De fleste storørretvassdrag i Norge er regulert til kraftformål, og denne typen inngrep er regnet som den mest alvorlige trusselen for storørret i Norge. Flere av reguleringskonsesjonene skal nå opp til revisjon enten med begrunnelse i Vannressursloven eller Vassdragsreguleringsloven innen 2022. Hovedformålet med vilkårsrevisjoner av regulerte vassdrag er å bedre miljøforholdene slik at miljømålene i EUs Vannrammedirektiv oppfylles så langt det er mulig.

Definisjonen av storørret som økologisk livsform skiller ikke mellom bestandenes opprinnelse. Definisjonen som *Dervo et al. (1996)* fremsatte er godt egnet for å skille ut storørret som en forvaltningsenhet, men senere forskning har vist at variasjonen mellom storørretbestander er såpass stor at det er behov for en mer detaljert klassifisering. Grov sett kan det skilles mellom klassiske og kunstige storørretbestander.

De klassiske storørretbestandene etablerte seg gjennom naturlig innvandring og kolonisering av breelver og innsjøer under istidens slutfase. Disse storørretbestandene har derfor sin opprinnelse som sjørørret, og har blitt avstengt fra fjorder og marint miljø som følge av landhevingen. Disse bestandene representerer store bevaringsbiologiske verdier. Typiske vassdrag med klassiske storørrestammer er bl.a. Mjøsa/Gudbrandsdalslågen, Randsfjorden/Dokka, Tyrifjorden/Storelva/Drammenselva.

De kunstige storørretbestandene er enten introdusert som følge av utsettinger i eldre eller nyere tid. De kan enten ha blitt storørret som følge av at de naturlige forholdene lå til rette for en slik livshistorie, eller ved at økosystemet er manipulert gjennom for eksempel tynningsfiske på byttfiskbestander. Slike introduserte eller biomanipulerte storørretbestander er gjerne svært attraktive sportsfiskeressurser, men de bevaringsbiologiske verdiene er noe mer begrenset. Disse bestandene har imidlertid en viss kulturhistorisk interesse ved at genetiske analyser kan belyse aspekter ved tidligere kolonisering, bosetting og naturhushold.

Storørreten i Bandak og Tokkeåi har med stor sikkerhet etablert seg som følge av naturlig innvandring etter istiden, og kan derfor kategoriseres som en klassisk storørretbestand med store bevaringsbiologiske interesser. Bestanden er registrert som "usikker" i statusrapporten for storørret i Norge (*Dervo et al. 1996*). Dette skyldes manglende kunnskapsgrunnlag og dokumentasjon på forekomsten av storørret i systemet. Denne rapporten tar derfor sikte på å dokumentere forekomsten, samt presentere nøkkeldata på bestandsstatus, livshistorie og historiske fangster for å løfte statusen opp til en "sikker" forekomst. Hovedformålet med rapporten er å vurdere en rekke økologiske problemstillinger knyttet til reguleringene i Tokkeåi og Bandak.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Kort vassdragsbeskrivelse og nedbørfelt

Skienstvassdraget drenerer et samlet nedbørfelt på om lag 10 500 km² og har en midlere vannføring på 307 m³s⁻¹ ved utløpet til havet ved Skien. Vassdraget har svært mange og varierte kvaliteter, som for eksempel et meget høyt vannkraftpotensiale, de berømte slusesystemene i Telemarkskanalen, samt fortsatt gode fiskeressurser i de fleste vann og elver.

Skienstvassdraget har sine utspring fordelt på tre ulike vassdrag.; 1) Tokke-Vinje vassdraget med innsjøene Totak, Bandak, Kviteseidvatnet og Flåvann, 2) Bøvassdraget med Sundsbarmvatnet og Seljordvatnet og 3) Tinnvassdraget med Møsvatnet, Kalhovdfjorden, Tinnsjø og Heddalsvatnet.

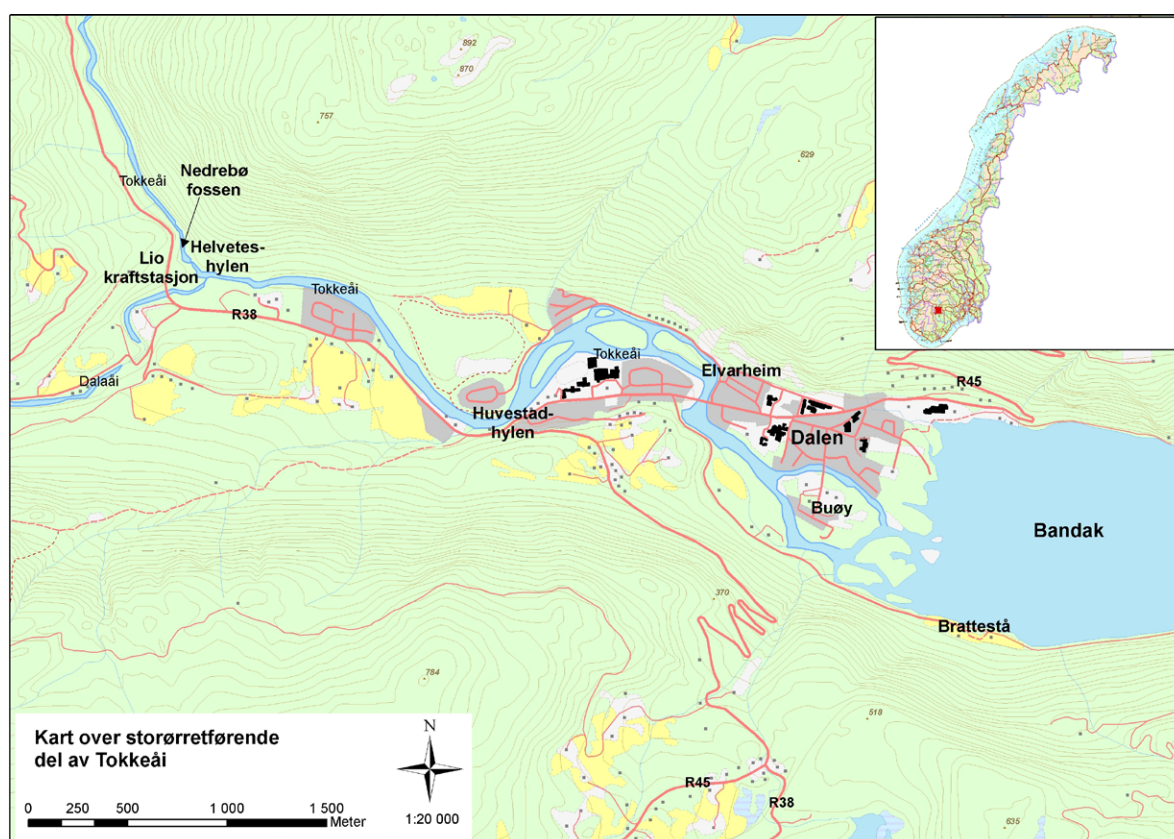
Tokkeåi tilhører Tokke-Vinjevassdraget og samler to mindre forgreninger (Songa/Tokkeåi og Vinjeåi) som drenerer de vestlige deler av Hardangervidda, og munner ut i Bandak ved Dalen i Tokke kommune i Telemark. I nedre deler tilføres vann fra Rukkeåi og Dalaåi fra vest. Elva tilhører den vestlige hovedgrenen av vassdraget med Bandak (72 m o.h.) som det øverste av de såkalte Vestvannene.

Den storrettførende delen er 4,8 km lang fra elvedeltaet i nordre del av Bandak og opp til Helveteshylen ved utløpstunnelen fra Lio kraftverk (**figur 1**). Elveleiet nedenfor utløpet fra Lio kraftverk er drøyt 340 000 m² og faller med 23 høydemeter fra Helveteshylen til Bandak (fallgradient 1:209).

Tokkeåis totale nedbørfelt (målt ved utløpet til Bandak) er 2800 km², og kan betegnes som gjennomregulert til kraftformål. Reguleringsgraden (forholdet mellom totalt magasinivolum og midlere årlig tilsig) er 63 %. Den midlere uregulerte vannføringen gjennom året ved Tokkeåi sitt utløp i Bandak er målt til 88,9 m³s⁻¹, mens dagens midlere vannføring som følge av reguleringene er 20,4 m³s⁻¹. Dagens regulerte vannføring utgjør mellom 9,7 % (juni) og 86,1 % (februar) av den uregulerte vannføringen (**tabell 1**). Reguleringene har medført en betydelig reduksjon av vannføringen i tillegg til at flomtoppene er utjevnet. Det opptrer imidlertid fortsatt betydelige flommer i forbindelse med snøsmelting om våren og nedbør utover høsten (*Pettersson 2000*).

Tabell 1. Måned- og årsmiddelvanntføringer (m^3s^{-1}) for Tokkeåi (målestasjon Elvarheim 16.117) før og etter reguleringene (kilde: Pettersson 2000).

Måned	Før regulering (1919-1957)	Etter regulering (1973-1998)	Regulert vannføring i % av uregulert vannføring
Januar	20,7	13,7	66,2
Februar	16,6	14,3	86,1
Mars	14,9	9,8	65,8
April	29,5	13,0	44,1
Mai	180,7	32,5	18,0
Juni	262,8	25,4	9,7
Juli	164,5	27,7	16,8
August	103,4	25,4	24,6
September	99,9	24,9	24,9
Oktober	89,0	26,9	30,2
November	49,4	16,9	34,2
Desember	31,3	14,9	47,6
Årsmiddel:	88,9	20,4	39,0



Figur 1. Kart over den størørretførende delen av Tokkeåi mellom utløpet av Lio kraftverk i Helveteshylen og ned til "grunnane" i elvedeltaet i nordre del av Bandak.

2.2 Vannkraftreguleringer og restvannføringer

Utbyggingen av Tokke kraftverk i 1961 reduserte vannføringen i Tokkeåi med $12 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, og det er kun den naturlige restvannføringen fra nedbørfeltet nedstrøms Vinjevatn som faller ut ved Nedrebøfossen i Helveteshylen (øverste punkt på storørretførende strekning). I 1969 ble Lio kraftverk satt i drift, med utløp av driftsvannføring ved tunnelutslag i Helveteshylen. Lio kraftverk regulerer Byrtevatn, og gir ved full drift en vannføring på $12 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ inn i Tokkeåi. Driftsvannføringen fra Lio kraftverk utgjør derfor størstedelen av vannføringen på den storørretførende delen av Tokkeåi. Det normale mønsteret er høy vintervannføring som følge av kraftverksdrift, og en utjevning av flomtopper om våren, sommeren og høsten som følge av magasinering av snøsmeltings- og nedbørbasert tilsig i Byrtevatn. Ved driftstans eller revisjoner av Lio kraftverk stenges denne vanntilførselen helt, og det er da hovedsaklig resttilsig fra Dalaåi like nedstrøms Helveteshylen som sikrer en viss vannføring i Tokkeåi ned mot Bandak. Den samlede restvannføringen i slike perioder varierer som regel mellom 2 og $4 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, avhengig av tilsigsforholdene.

2.3 Selvpålagte miljørestriksjoner for Lio kraftverk

Statkraft har siden 2004 gjennomført selvpålagte restriksjoner for å redusere dødelighet hos ungfisk i Tokkeåi. Driftstans i Lio kraftverk forsøkes unngått i perioden 15. september til 15. november. I de tilfeller hvor driftstans likevel er nødvendig, skal dette skje over 2 t og 15 minutter (maksimalt 5 MW pr. 30 minutter for intervallet fra 40 og ned til 20 MW, og maksimalt 5 MW pr. 15 minutter for intervallet fra 20 og ned til 0 MW; referert fra *Heggenes et al. 2009*).

2.4 Terskler

For å bedre de estetiske forholdene etter reguleringen av Tokkeåi ble det i periodene 1971-72 og 1984 bygget 15 løsmasseterskler og 2 steinblokkterskler på de nederste 3,8 km av elva. Den øverste kilometeren opp til Helveteshylen har et tilnærmet naturlig elveleie. Disse tersklene har gitt tilsvarende antall terskelbassenger som beholder størstedelen av vannspeilet når Lio kraftverk har driftstans. Tersklene har ingen tilrettelegginger for fiskevandring, og overløpet skjer jevnt langs hele terskelbredden. Tersklene ble restaurert i 1990-1991.

2.5 Fiskefauna

I Tokkeåi er det regulære forekomster av ørret, trepigget stingsild, elvenisøye og ørekyt. Ørekyt ble satt ut i Bandak tidlig på 1970-tallet (Eie 2003), og har kolonisert den storørretførende delen av Tokkeåi. I deltaområdet og Bandak finnes også abbor, sik og røye (*Mathiesen 1997; Tranmæl & Midttun 2005; Heggenes et al. 2009*). Røya har også en dypvannsbestand som lokalt kalles "gautefisk". Individuer på 4-5 kg er fanget på garn under dypvannsfiske, og disse røyene mangler fargepigmenter i huden og fremstår derfor som hvite (*B-O. Haukelidseter, pers. medd*).

Det ble ikke gjennomført fiskeribiologiske undersøkelser i Tokkeåi forkant av reguleringsinngrepene. Det er heller ikke gjennomført etterundersøkelser i denne elva, og det foreligger derfor sparsomt med kunnskap om fiskefaunaen i Tokkeåi. Det er imidlertid gjennomført noen fiskeundersøkelser som omfatter storørret, og følgende publikasjoner nevnes spesielt; fiskeundersøkelser på storørret i 1997 (*Mathiesen 1997*), masteroppgave på ørret (*Tranmæl & Midttun 2005*) og en omfattende rapport om rehabilitering av elvehabitatet (*Heggenes et al. 2009*).



Øverste bilde: Terskel i Tokkeåi ved vennføring på $3,7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. (Foto: Morten Kraabøl)
Nederste bilder: Storørret fanget på garn i nordre del av Bandak (Foto utlånt av K.J. Brattestå)

3 Materiale og metode

Denne overordnede sammenstillingen av informasjon om ferskvannsbiologiske forhold i Tokkeåi og Bandak baseres på informasjon som fremkom under en befarings langs vassdraget den 15. og 16. desember 2009. Befaringene ble gjennomført med personell fra Statkraft Dalen, Bandak Fiskarlag, Faun Naturforvaltning AS og sportsfiskere.

Den primære målarten for undersøkelsene er storørret som har Bandak og Tokkeåi som leveområde. I denne sammenheng er det også gitt noen vurderinger av de antatte nøkkelartene elvenioye, trepigget stingsild og sik, som i følge dagens kunnskapsstatus synes å inneha stor betydning for storørretforekomsten i Bandak og Tokkeåi.

De følgende 7 hovedproblemstillingene i prosjektet er besvart/belyst med grunnlag i eksisterende litteratur, befarings og møtene. Senere korrespondanse med Statkraft, Bandak Fiskarlag og sportsfiskere er også lagt til grunn i denne sammenheng.

1. Oppvandring av gytemoden storørret fra Bandak til Tokkeåi
2. Optimal fordeling av gytefisk i elva
3. Synkronisering av vannføring og gyteforløp for å forhindre stranding av gytegroper og rogn
4. Returvandringsmuligheter for utgytt fisk
5. Minstevannføringsregime i forhold til oppvekstforhold for ung ørret
6. Tersklenes betydning for fiskevandring
7. Utvandring av ungfisk/smolt fra Tokkeåi til Bandak

Fangstjournaler og fotodokumentasjon fra to sentrale storørretfiskere er også samlet inn. Disse opplysningene har meget stor verdi som dokumentasjon på storørretforekomsten, samt biologiske forhold som vandringstidspunkt og størrelse på gytefisken. I denne sammenheng ble Bandak Fiskelag ved *K.J. Brattestå* og sportsfisker *B.O. Haukelidseter* bedt om å utarbeide en liste over alle kjente storørreter over 10 kilo som kan dokumenteres i perioden 1980-dags dato. Denne lista styrker dokumentasjonen av storørretforekomsten, spesielt med tanke på maksimal kroppsstørrelse.

Vannføringskurver for Tokkeåi og Bandak er også vurdert for å gi et foreløpig innblikk i miljøforholdene som vassdragsreguleringene har gitt.

Ettersom storørreten i Bandak har offisiell status som "usikker" (*Dervo et al. 1996*) gis det først en beskrivelse av Bandakørretens livssyklus med bakgrunn i opplysningene som ble innhentet både fra fiskere, regulant og tidligere publisert faglitteratur. Denne fremstillingen er ikke kvalitetssikret i form av faglige studier, og bør derfor kun anses som en foreløpig forståelse av livshistorien til denne storørretbestanden. Fangstopplysningene er derimot å anse som sikker dokumentasjon.

4 Beskrivelse av Bandakørretens livssyklus med bakgrunn i fremkomne opplysninger

4.1 Oppvekst

Ørretungene klekker i gytegrupene som legges i Tokkeåi fra øvre deler av deltaområdet og opp til Helveteshylen. I ungfiskstadiene ernærer de seg av et økende antall invertebratgrupper. Tettheten av ungfisk varierer mellom 9 og 56 individer pr. 100 m², avhengig av lokalitet og tid på sommeren/høsten (*Tranmæl & Midttun 2005*).

4.2 Habitatskiftet fra Tokkeåi til Bandak

Det foreligger ingen spesifikk kunnskap om utvandringen av ungfisk/smolt fra elv til innsjø i dette systemet. Men forekomsten av gytemoden storørret viser at dette klassiske habitatskiftet skjer hos en vesentlig andel av bestanden. Informasjon fra både garn- og stangfiske i deltaområdet viser et noe komplisert bilde av situasjonen. Under garnfiske med 22 omfar (29 mm) maskevidde fanges det ved enkelte anledninger sølvblank ørret på 20-30 cm (*K.J.Brattestå, pers. medd*). Dette tyder på klassisk smoltifisering hos ørret med opprinnelse som sjørørret (*Aass.1993; Lysfjord 1987*). Under både garn- og stangfiske fanges det også mye små- og mellomstor ørret opp til 1 kilo i deltaområdet. Dette er ørret med vanlig utseende som i stor grad ernærer seg på elvenløye og trepigget stingsild. Frem begynnelsen av 2000-tallet ble det observert løye i magene på en stor andel av disse ørretene.

Den foreløpige tolkningen av disse presise og samstemte opplysningene fra fiskerne indikerer at deltaområdet har en viktig funksjon som en mellomfase i habitatskiftet fra elv til innsjø. Det er mulig at smoltifiseringen som fysiologisk prosess er noenlunde intakt, og at ørreten ernærer seg i en eller flere sesonger på løye og trepigget stingsild i deltaområdet før den går ut i pelagiske vannmasser i Bandak. Det er også mulig at dette bildet reflekterer en todelt bestandsstruktur, men en andel som vandrer direkte ut i Bandak og en andel som kun vandrer ut i deltaområdet. Det er imidlertid grunn til å tro at en direkte overgang til sikdiett ute i Bandak er vanskelig for ungfisk/smolt på 20-30 cm. Sikbestanden i Bandak er i følge fiskerne lite beskattet, og har trolig en bestandsstruktur med store individer med en "topptung" og akkumulert aldersstruktur. Det konkluderes derfor foreløpig med at deltaområdet har en viktig funksjon som mellomfase før ørreten blir stor nok til å gå over på sikdiett i Bandak. Tilsvarende betydning av et elvedelta med løyebestand er funnet hos storørretbestanden i Losnavatnet i Gudbrandsdalslågen (*Kraabøl 2001*).

4.3 Fiskedietten

Det antas at trepigget stingsild, løye og sik er de viktigste byttefiskene for storørret i Bandak-systemet. Trepigget stingsild er funnet i magene på ørret større enn 29 cm i deltaområdet, og funn av opptil 20 stingsild i en mage er dokumentert (*Mathiesen 1997*). Løye er funnet i magene på ørret fra samme størrelse, og antas å være den viktigste byttefiskarten hos umoden ørret som oppholder seg i deltaet. Sik er funnet i magene hos storørret over 2-3 kg som er fanget ute i Bandak (*K.J.Brattestå, pers.medd*).

Videre antas det at ørekyte også inngår i menyen hos ungfisk både i elvefasen og i deltafasen. Hvorvidt storørreten beiter på røye, abbor eller artsfrender er ikke kjent.

4.4 Gytevandring

Gytevandringen til storørret starter ute i Bandak. Fordelingen av gytemoden ørret i Bandak er ikke kjent, med et antas at den i stor grad fordeler seg etter forekomster av sik i store deler av innsjøen. Tilbakevandringen til Tokkeåi skjer tidligst i midten av juli, men månedsskiftet juli-august er den mest vanlige startfasen på oppgangstiden. Oppvandringen av gytefisk øker i intensitet utover i august og september. Etter regulering ser det ut til at oppgangsperioden er noe forskjøvet mot høsten som følge av lav vannføring i perioder. Betydelige flommer forekommer likevel som følge av nedbør, og deler av det opprinnelige flommønsteret er derfor fortsatt intakt. Men reguleringen antas likevel å være den viktigste årsaken til at oppvandringen av gytefisk skjer om lag en måned senere enn normalt.

Forflytningen av gytefisk oppover den 4,8 km lange gytestrekningen skjer sannsynligvis raskt når det er tilstrekkelig vannføring i elven. Den normale varigheten på selve elvefasen av oppvandringen antas derfor å bære begrenset til få døgn.

Den andre delen av gytevandringen er returvandringen tilbake til Bandak. Det er uvisst om det forekommer, eller er en del av gytebestanden som overvintrer i elva. Det er imidlertid grunn til å anta at en viss fraksjon av gytebestanden i enkelte år blir tvunget til å overvintrer som følge av tersklene. Studier gjennomført i ett enkelt år viste ingen tegn til overvintrende storørret i terskelbassengene. Men dette er sannsynligvis vannføringsavhengig, og kan derfor variere mye mellom år. De naturgitte forholdene tyder imidlertid på at hverken elvetopografien, vandringslengden eller energiforbruket i forbindelse med vandringene skulle tilsi høy grad av overvintring før reguleringen.

4.5 Gyting

Det er dokumentert gytelokaliteter for storørret fra øvre deler av deltaområdet og opp til strømmene mellom Helveteshylen og Geishylen (**figur 1**). I Helveteshylen er det ved flere anledninger fanget storørret om høsten både med garn og stang. I tillegg er det mektige grusmasser i selve Helveteshylen, og det er derfor svært sannsynlig at storørreten også gyter i denne kulpen. Hele elvestrekningen er derfor i bruk som gyteområde for storørret.

Terskelbassengene er også gyteplasser for storørret. Særlig gjelder dette ned mot terskelkantene hvor strømmen akselererer gradvis. Egnede lokaliteter for gyting bestemmes av kombinasjonen av tre faktorer; substrattekstur, dyp og vannhastighet. Substratteksturen er konstant gjennom gyteperioden, mens både dybde og vannhastighet i stor grad bestemmes av vannføringen. Ettersom vannføringen kan variere sterkt gjennom gyteperioden vil også arealet av områder med egnede gyteforhold variere tilsvarende i takt med vannføringen. Det er derfor grunn til å tro at påbegynte gytegroper under høy vannføring kan bli forlatt av hunnfiskene dersom vannføringen kommer ned på laveste nivå i løpet av gyteperioden. Dette vil medføre en viss andel falske gytegroper, og antall gytegroper trenger derfor ikke å speile årets gytebestand.

4.6 Årlige gytebestander

Grunnlaget for å anslå det totale antall storørret som ankommer Tokkeåi for å gyte hvert år (årlig gytebestand) er gitt av *Thue & Wollebæk (1999)*; *Wollebæk et al. (2003)*; *Tranmæl & Midttun (2005)*, som foretok tellinger av antall gytegroper på deler av elvestrekningen. Konklusjonen fra disse tellingene er at den gjennomsnittlige årlige gytebestanden av storørret er om lag 100 individer (50 hanner og 50 hunner). I tillegg regnes 100 individer av kjønnsmoden fisk som tar hvileår uten oppvandring i elv inn i den samlede gytebestanden (*Tranmæl & Midttun 2005*). Anslagene kan være for høye som følge av muligheten for falske groper, men dette er ikke undersøkt.

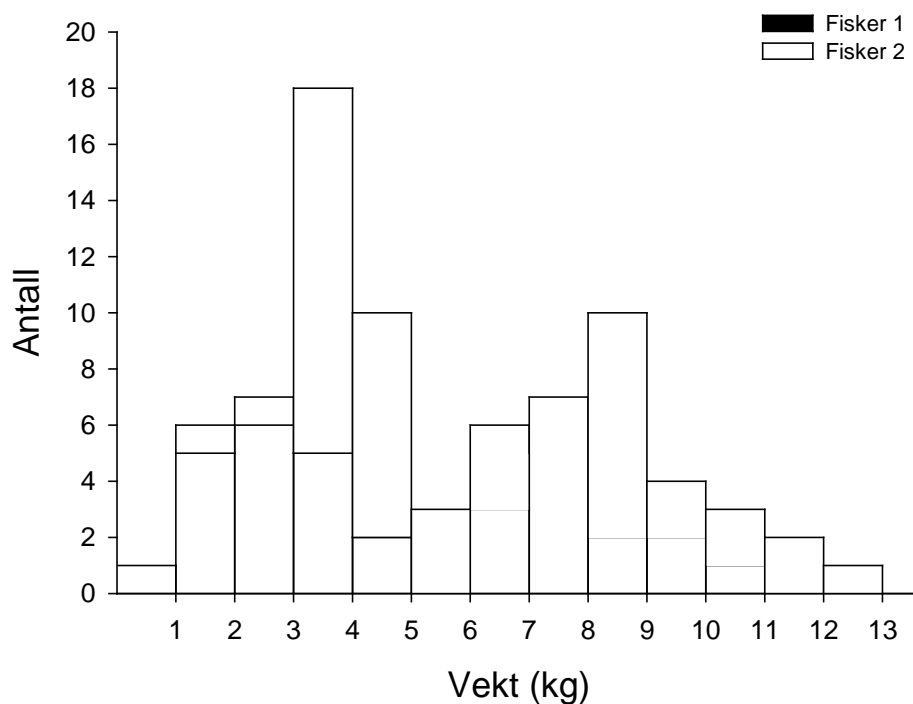
Den gjennomsnittlige årlige gytebestanden er betenkelig lav, og er derfor i stor grad sårbar for beskatning. Lav gytebestandstørrelse medfører at populasjonen er lite robust overfor miljøendringer over tid (*Hendry & Stearns 2004*).

4.7 Alder, vekst, gytefiskstørrelse og k-faktor

Et karakteristisk trekk ved storørreten i Bandak og Tokkeåi er at både vekstforløpet og aldersstrukturen avviker noe fra andre storørretstammer (se definisjon i *Dervo et al. 1996*). Det typiske vekstomslaget som normalt forekommer i forbindelse med habitatskiftet fra elv til innsjø fremkommer ikke ved skjell- og otolittstudier av storørret i denne bestanden. Vekstkurvene til 15 storørreter (0,5-7,3 kg) ble studert av *Mathiesen (1997)*, og livsforløpet bar preg av god og utholdende vekst gjennom hele livet opp til 10-12 års alder. Overgangen fra elv til delta/innsjø så ut til å inntreffe ved 4-6 års alder, tilsvarende kroppslengder på ca. 22-35 cm. Enkelte ørreter skifter veksthastighet i løpet av livet, og kan indikere noe variasjon i diett og levested. Årsvariasjoner med sterkere og svakere årlig tilvekst indikerer gyting og hvileår.

Alder og vekst hos storørretbestanden i Bandak og Tokkeåi viser at de største ørretene trenger mellom 10 og 15 år på å oppnå kroppsstørrelser over 10 kg. Disse storørretene er derfor sårbare for høy beskatning fordi de gjennomfører flere gytevandring i løpet av livet, og er sårbare overfor høy risiko for fangstrelatert dødelighet. Storørretbestanden tåler derfor ikke høy beskatning, og det bør være et prioritert mål å styrke årlig gytebestand for å øke muligheten for en bærekraftig beskatning som også gir grunnlag for et attraktivt og eksklusivt fiske.

Størrelsen på gytefisk av ørret i Tokkeåi varierer fra noen få hekto til 15-16 kilo. Størrelsen til gytefisk som ble fanget like utenfor deltaområdet i nordenden av Bandak på 1990-tallet gir et innblikk i størrelsesfordelingen til gytemoden storørret som har brukt deltaområdet og/eller Bandak som ernæringsområde frem til kjønnsmodning. I følge fangstjournaler fra fiskerne Brattestå og Haukelidseter viser størrelsesfordelingen en betydelig bimodalitet i fordelingen (**figur 2**). Dette tolkes som at ørret i størrelsesklassene 1-4 kg i større grad oppholder seg i nordre del av Bandak for å beite på niøye og trepigget stingsild, og at elvedeltaet derfor har en viktig funksjon for mellomstor storørret ved at de kan vokse seg tilstrekkelig store til å utnytte sikbestanden ute i Bandak. Returnerende storørret fra Bandak er derfor meget store, og når gjerne kroppsvekter på 6-10 kilo eller mer.



Figur 2. Bimodal størrelsesfordeling hos storørret (N= 78) fanget på garn i 1996 av *Haukelid-seter* (fisker 1) og *Brattestå* (fisker 2)

I forbindelse med dokumentasjonsarbeidet av storørretforekomsten har Bandak Fiskarlag utarbeidet en liste over alle dokumenterte storørreter over 10 kilo som er fanget i nordre del av Bandak og i Tokkeåi fra 1980 og frem til 2003 (**tabell 2**). Denne lista er ikke fullstendig, og en rekke fangster er utelatt som følge av manglende bekreftelser i form av fiskejournal, fotografier eller vitner.

Av disse 29 storørretene er 21 stk kjønnsbestemt. Kjønnsfordelingen hanner:hunner var 13:8. Denne skjevheten i favør av hanner antas ikke å være representativ for bestanden ettersom de er fanget på garn. Hannørreter med krok på underkjeven har sannsynligvis større fangbarhet i garnmaskene sammenlignet med hunnørretene.

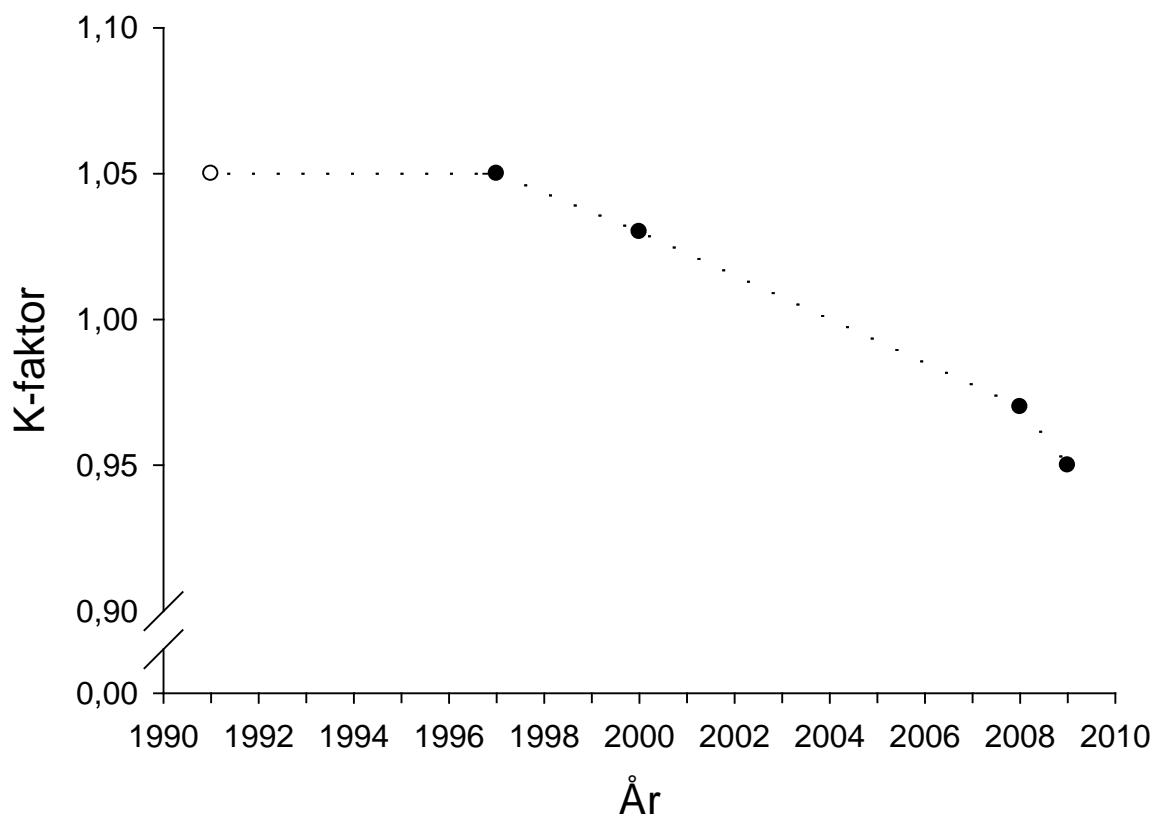
Til sammen 8 storørreter ble oppgitt både med lengde og vekt, og dermed også k-faktor. K-faktoren varierte mellom 1,42 og 1,61 (gjennomsnittlig $k=1,52$), og er usedvanlig høyt til å være storørret (*Qvenild et al. 2009*). De største storørretene i Bandak har derfor svært gunstige vekstvilkår, og dette skyldes antakeligvis meget god tilgang på sik som byttfisk.

Tabell 2. Rangert liste over 29 dokumenterte storørreter over 10 kilo fra nordre Bandak (N=25) og Tokkeåi (N=4) for perioden 1971-2005 (utarbeidet av *K.J. Brattestå* og *B.O.Haukelidseter*).

Nr.	Dato/mnd/år	Fisker	Fangst- sted	Kjønn	Lengde (cm)	Omkrets (cm)	k-faktor	Vekt (kg)
1	21. aug. 2003	Ivar Haukelidseter	Bandak	Hann	100	64	1,55	15,5
2	Sept. 1980	Olav Brattestå	Bandak	Hunn	92	60	1,60	12,5
3	Sept. 1985	Olav Brattestå	Bandak	Hunn	-	-	-	12,0
4	Aug. 1999	Olav Langelid	Bandak	Hann	93	58	1,49	12,0
5	21. sept. 2004	Dag Morten Solheim	Tokkeåi	Hann	92	60	1,49	11,6
6	1991	Ivar Haukelidseter	Bandak	Hann	-	-	-	11,6
7	1990	Olav Brattestå	Bandak	Hann	91	-	1,52	11,5
8	1982	Ivar Haukelidseter	Bandak	-	-	-	-	11,5
9	Juli 1997	May Anette og Astrid Brattestå	Bandak	Hann	-	-	-	11,5
10	1971	Ove Kjell Huvestad	Tokkeåi	Hann	-	-	-	11,5
11	1974	Olav Brattestå	Bandak	Hann	-	-	-	11,4
12	Sept. 2004	Knut Våmartveit	Bandak	-	-	-	-	11,3
13	1982	Ivar Haukelidseter	Bandak	-	-	-	-	11,0
14	3. sept 1986	Ivar Haukelidseter	Bandak	Hann	88	66	1,61	11,0
15	1972	Olav Brattestå	Bandak	Hunn	-	-	-	11,0
16	1977	Olav Brattestå	Bandak	Hunn	-	-	-	10,9
17	1982	Olav Brattestå	Bandak	Hann	-	-	-	10,8
18	Aug. 1986	Ivar Haukelidseter	Bandak	Hann	91	63,5	1,42	10,7
19	2002	Ivar Haukelidseter	Bandak	Hann	-	-	-	10,6
20	(Før 1996)	Ivar Haukelidseter	Bandak	-	-	-	-	10,5
21	1977	Olav Brattestå	Bandak	Hann	-	-	-	10,5
22	Sept. 2005	Bjarne Moen og Knut Våmartveit	Bandak	Hunn	-	-	-	10,5
23	Aug. 1986	Olav Brattestå	Bandak	-	-	-	-	10,5
24	Sept. 2004	Knut Våmartveit	Bandak	-	-	-	-	10,0
25	1980-tallet	Sondre Kringlåk	Tokkeåi	-	-	-	-	10,0
26	1980-tallet	Sondre Kringlåk	Tokkeåi	-	-	-	-	10,0
27	1995	Olav Brattestå	Bandak	Hunn	88	-	1,46	10,0
28	1986	Olav Brattestå	Bandak	Hunn	-	-	-	10,0
29	1973	Olav Brattestå	Bandak	Hunn	-	-	-	10,0

Kondisjonsfaktoren hos mindre ørret (hovedsakelig 20-50 cm, enkelte større og mindre ørreter) som fanges i selve deltaområdet er målt i årene 1991, 1997, 2000, 2008 og 2009 av *K.J.Brattestå*. Årlig ble om lag 150 ørreter fanget med garn og storruse utenfor Brattestå. Basert på et totalmateriale på ca. 750 ørreter avdekkes en tydelig negativ trend på k-faktor hos denne ørreten som beiter i deltaområdet (**figur 3**). Dette kan skyldes flere forhold. Den mest sannsynlige årsaken synes å være bortfall av niøye fra både deltaområdet og Tokkeåi på begynnelsen av 2000-tallet. I følge fiskere skjedde dette samtidig med hyppigere nedtappinger av Bandak (*K.J.Brattestå*, *B.O.Haukelidseter* og *T.C.Tveiten, pers.medd*). Frem til 2009 er niøye fortsatt svært lite representert i mageprøver fra ørret som er fisket i deltaområdet. I så fall er det grunn til å tro at nedgangen i k-faktor skyldes næringsmangel. En alternativ forklaring er

at de selvpålagte restriksjonene i forhold til avstengning av Lio kraftverk har medført økt produksjon av ørret til deltasystemet, og at k-faktoren av den grunn er avtakende som følge av næringskonkurranse (*J.Kristiansen, pers. medd*). Det kan heller ikke utelukkes at ørekyta er en betydelig konkurrent til ørreten i dette systemet. Disse forholdene bør avklares nærmere ved undersøkelser fordi deltaområdet og niøeforekomsten kan representere et helt nødvendig mellomstadium for storørretens livssyklus før den kan utnytte sik som byttefisk i Bandak. I så fall er miljøforholdene i deltaområdet av meget stor betydning for å opprettholde storørret i systemet.



Figur 3. Utviklingen i k-faktor hos ca. 750 mellomstore ørreter fanget i deltaområdet i 1991, 1997, 2000, 2008 og 2009 (kildemateriale fra *K.J.Brattestå*)

4.8 Beskatning

Det finnes ingen offisiell statistikk over beskatningen av storørret i Bandak og Tokkeåi. Under befaringene i desember 2009 ble det samlet inn fangstjournaler og fotografier av storørretfangster fra nordre del av Bandak. Garnfiskerne Brattestå og Haukelidseter drev et aktivt fiske etter storørret i flere år, og disse opplysningene har meget stor verdi som dokumentasjon på storørretforekomsten. Både tidspunkt for fangst og størrelsesfordelingen gir et godt grunnlag for å karakterisere storørretforekomsten.

Anslagsvis ble det fanget mellom 50 og 80 individer av gytevandrende storørret hvert år på 1970-, 1980-, 1990- og deler av 2000-tallet fordelt på garn og andre redskapstyper. Opptil 50 % av årlig gytebestand kunne derfor fiskes opp hvert år.

I tillegg har det helt frem til nylig foregått et omfattende fiske etter mellomstor ørret i deltaområdet (*K.J.Brattestå, pers.medd*). Fangstopplysninger fra dette fisket bidrar i stor grad til forståelse av ørretens livshistorie i systemet. Dette fisket foregår både med garn, storruse og stang, hovedsakelig i perioden juni-oktober. Garnfisket har foregått med 20 omfars (31 mm) garnlenker. Storrusa består av et fangstkammer med to 30 meters garn ut til hver side. Fra åpningen til fangstkammeret er det et 90 meter langt ledegarn som styrer vandrende fisk inn mot ruseåpningen. Sportsfisket foregår ved meite-, flue- og sluk/spinnerfiske.

Garn- og rusefisket besørger leveranser av ørret til Dalen Hotel. Gjennomsnittsvekten hos den garnfangede ørreten ligger omkring 300 gram. I noen år frem til 2008 ble det årlig fanget mellom 700 og 1000 ørreter, tilsvarende 210-300 kg, mens det i 2008 ble det tatt ut 1000 ørreter, tilsvarende 300 kg. Som en følge av avtakende k-faktor på ørreten ble garninnsatsen, i tråd med generelle anbefalinger ved slike tilfeller, intensivert betydelig i 2009. Til sammen 2500 ørret ble fisket ut både med garn (ca. 1500 stk) og storruse (ca. 1000 stk). Gjennomsnittsvekten hos disse ørretene var noe lavere som følge av at storrusa fanget ørret helt ned til 15 g. Det anslås at om lag 600 kg ørret ble tatt ut med disse redskapstypene i 2009.

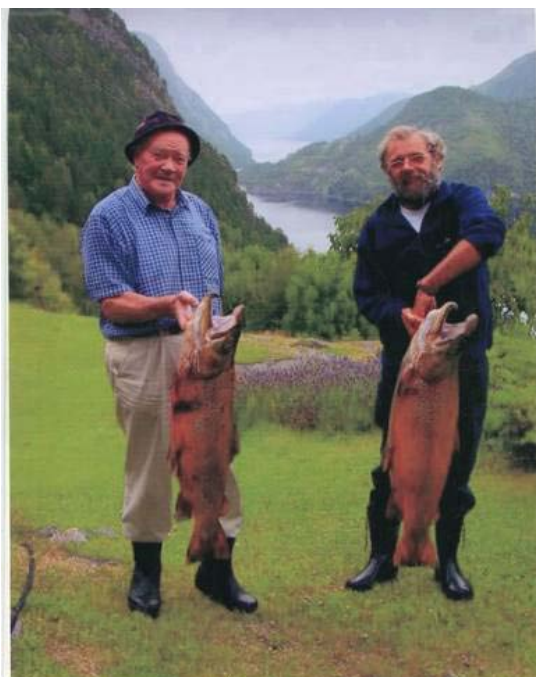
I tillegg foregår det et relativt intensivt sportsfiske etter ørret i deltaområdet. En av de ivrigste fiskerne tar alene mellom 500 og 600 ørreter pr. år. Snittvekten på disse ørretene er noe høyere som følge av innslag av enkelte større ørreter opp til 1,5 kg, samt gjenutsetting av ørret under steikefiskstørrelse. I tillegg er det flere fiskere som i sum tar anslagsvis 500 ørreter av samme størrelse pr. år (*K.J.Brattestå, pers. medd*). Dette gir grunnlag for å anslå at sportsfiskere fanger årlig om lag 1000 ørreter i deltaområdet, tilsvarende 400 kg.

Den samlede beskatningen av mellomstor ørret i deltaområdet gjennom det siste tiåret har derfor variert mellom 1700 og 3500 ørreter pr. år, tilsvarende 610-1000 kg. I tillegg kommer 50-80 storørreter med gjennomsnittsvekt på ca. 5 kg, tilsvarende 250-400 kg. Den totale årsavkastningen fra ørretfisket i nordre Bandak og deltaområdet kan derfor anslås til 1.250 – 1.400 kg.

Fangstopplysningene fra fisket etter mellomstor ørret i deltaet viser at dette området har en meget stor verdi for ørret. I 2009 ble det også observert at ørretfisket med garn og storruse ble vesentlig dårligere på slutten av sesongen. Dette indikerer at beskatningen var for altfor hard. Nedgangen i k-faktor hos ørret hadde sannsynligvis sammenheng med nedtapping av Bandak med påfølgende massedød av niøye, og økt beskatning anses derfor som lite hensiktsmessig. Fisket etter mellomstor ørret i deltaet bør i stedet reduseres betydelig i årene fremover.

Ørretfisket i deltaområdet har også gitt noe innsikt i ørretens vandringsmønster gjennom året. Med bakgrunn i ulik fangst pr. innsats på ulike steder og til forskjellige årstider skisseres følgende vandringsmønster hos ørret: På senhøsten står ørreten samlet på marbakkekanten i nordre Bandak og i de dypeste veitene i deltavifta. Dette er sannsynligvis et overvintringsområde for mye av ørreten i Tokkeåi også. I april og mai beveger ørretene seg gradvis innover veitene og sprer seg utover i større deler av deltaet og oppover i Tokkeåi utover forsommeren.

Den mellomstore ørreten som går oppover i elva har gjennomgående bedre kvalitet og er noe større enn ørret som fanges utover i deltaområdet. Dette kan ha sammenheng med at det er de største ørretene som følger gytevandringene til niøye oppover Tokkeåi.



Torsdag 7. august 2003: 4 store ørreter i garnet 15,5 kg + 8,6 kg. Bass og Gjøge har med og tok bilder av fangstene.



Øverst til venstre: To ørreter på henholdsvis 15,5 kg og 8,6 kg fanget på garn i nordre Bandak i august 2003 (Foto: utlånt av Haukelidseter). Øverst til høyre: Haukelidseter leverer storørret til kokken på Dalen Hotel (Foto utlånt av Haukelidseter) Nederst: Storørret tatt på garn i nordre Bandak av Brattestå (Foto: utlånt av Brattestå).

5 Hovedresultater og kommentarer

5.1 Oppvandring av gytemoden storørret fra Bandak til Tokkeåi

Ifølge fiskere med noen tiårs erfaringer med ulike fiskemetoder i både i elv og deltaområdet starter oppgangen av gytemoden storørret i månedsskiftet juli-august (*K.J.Brattestå, pers.medd*). Perioder med lav vannføring i Tokkeåi utover sensommeren kan medføre at oppgangen forskyves til høsten.

Det sterkt regulerede vannføringsregimet i Tokkeåi antas derfor å påvirke oppgangen av gytemoden storørret på en negativ måte. Dette har sannsynligvis medført opphopning av gytefisk i deltaområdet om sommeren, men påfølgende økt fangbarhet hos garnfiskerne. Den høye beskatningen av storørret på 1990-tallet (*Mathiesen 1997; K.J. Brattestå og O.Haukelidseter, pers.medd.*) hadde sammenheng med vandringsproblemer for oppvandrende gytefisk fra Bandak og opp i Tokkeåi.

5.2 Optimal fordeling av gytefisk i Tokkeåi

Kombinasjonen av lav og konstant vannføring og 17 stein- og betongterskler uten tilrettelegginger for forbivandring av storkvart ørret opp til 15 kg vurderes som begrensende faktorer med hensyn til optimal fordeling av gytefisk i elva. Det er imidlertid godt kjent at gytegroper av storørret er funnet helt opp til øverste del av den storørretførende strekningen (*Wollebæk, Thue & Heggenes 2003; Heggenes, Sageie & Kristiansen 2009*). Tersklene representerer derfor ikke permanente hindringer for oppvandring. Befaringer ved de fleste terskler ved vannføringer på $3,7 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ og $18,7 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ga imidlertid et klart inntrykk av at terskelkonstruksjonene med stor sannsynlighet påfører vandringsproblemer for gytemoden storørret. Det anses derfor som sannsynlig at summen av disse tersklene vil kunne medføre en mindre optimal fordeling av gytefisk. Dette vil trolig være mest fremtredende i år med sein oppgang av fisk som følge av lav og konstant vannføring gjennom ettersommeren. Gytemoden fisk med velutviklede gonader har gjerne en redusert vandringslyst/-kapasitet. Seine gytevandrere kan derfor i større grad møte passasje problemer ved tersklene, og gytefiskbestanden kan dermed fordele seg lengre ned i elva i gytetiden sammenlignet med en situasjon med fravær av terskler. Tilrettelagte terskler i kombinasjon med skånsomme kanaliseringer i elveleiet kan også motvirke skjev fordeling av gytefisk i elva.

5.3 Synkronisering av vannføring og gyteforløp for å forhindre stranding av gytegroper og rogn

Gyteperioden for storørret i Tokkeåi er tidfestet til perioden medio oktober til medio november (*Tranmæhl & Midttun 2005; Wollebæk, Thue & Heggenes 2008*). Undersøkelser av gytegroper fra storørret i 1998 antydte at ekstrem lav vannføring i gytetiden var årsaken til det lave antallet gytegroper som ble funnet (*Wollebæk et al. 2008*).

Det synes å være begrenset omfang av tørrlegging av gytegroper ved lav restvannføring uten vanntilførsel fra Lio kraftverk. Dette gjelder i første rekke gytegroper som legges i terskelbassengene. Vannstanden holdes godt i disse bassengene, og forhindrer sannsynligvis tørrlegging. Det er imidlertid grunn til å tro at stillestående vann i bassengene ved lave vannføringer kan gi dårlig oksygentilførsel til rogn, og dette kan medføre dødelighet. Det er imidlertid knyttet stor grad av usikkerhet til dette, og undersøkelser bør gjennomføres. Gytegroper som legges i elveavsnitt mellom terskelbassenger er i noe større grad utsatt for tørrlegging under lavvannføringer, men det antas at den flate elveprofilen bidrar til å gjøre dette problemet av relativt begrenset omfang.

Årsaken til at terskelbassengene benyttes som gytelokaliteter for storørret er at vannstrømmen i perioder med høy vannføring gir tilfredsstillende gyteforhold. Det er derfor grunn til å tro at gyteaktiviteten hos storørret er avhengig av en tilstrekkelig vannføring for å strøms sette terskelbassengene. *Tranmæhl & Midttun (2005)* registrerte at de første gytegrøpene ble lagt i forbindelse med vannføringsøkning, og tilsvarende sammenhenger mellom gyteaktivitet og vannføringsøkning er rapportert fra Måna (Tinn i Telemark) av *Heggenes et al. (2000)*. Det konkluderes derfor med at omfanget av gyteaktiviteten i Tokkeåi, særlig i terskelbassengene, er avhengig av tilstrekkelig vannføring. Lav vannføring i gyteperioden kan medføre opphør av gyteaktivitet i terskelbassengene og økt gyteaktivitet i de strømmende delene av elva. Tilsvarende vannføringsavhengig gyteaktivitet er også dokumentert hos storørret i Gudbrandsdalslågen (*Kraabøl 2007*). En kunstig høy ansamling av gytefisk i strømmende områder vil medføre økt intraspesifikk konkurranse og lavere produksjon som en naturlig følge.

5.4 Returvandringsmuligheter for utgytt fisk

Returvandring hos utgytt fisk har i liten grad har i liten grad stått i fokus både i norsk og internasjonal fiskeforvaltning (*Kraabøl et al. 2009*). Dette til tross for at de fleste norske fiskearter i innlandet er flergangsgytere. Typisk for ørret er at den gyter to eller flere ganger i løpet av livsløpet. En bærekraftig forvaltning av denne arten, og særlig ivaretagelse av eldre og storvokste individer, krever derfor at eventuelle vandringsproblemer under returvandringen vektlegges tilsvarende som oppvandringsproblemer.

Utgytt ørret har en redusert fysiologisk tilstand etter gyting. I tillegg synker vanntemperaturen relativt raskt om høsten etter gyting, og den vekselvarme ørretens svømmekapasitet avtar derfor i takt med vanntemperaturen. Returpassasje over de tallrike tersklene i Tokkeåi kan derfor by på problemer dersom vannføringen er såpass lav at den utgytte ørreten blir stengt inne i terskelbassengene gjennom vinteren. Dette kan medføre økt dødelighet som følge av utmagring og sykdom, og i særlig grad hos de største ørretene.

I løpet av de siste årene har det vært økende fokus på returvandring av utgytt fisk forbi kraftverk, dammer og andre kunstige hindringer både i Norge og internasjonalt (for eksempel *Kraabøl & Arnekleiv 1997*; *Arnekleiv, Kraabøl & Museth 2007*; *Keefer et al. 2008*; *Kraabøl, Arnekleiv & Museth 2008*; *Calles & Greenberg 2009*; *Kraabøl et al. 2009*). De viktigste konklusjonene fra denne forskningen er at overflatevann er avgjørende for passasje av flomluker i kraftverksdammer. Tersklene i Tokkeåi tilfredsstiller således den utgytte ørretens krav i så måte, men det synes å være et problem knyttet til vannmengden over terskelkrona. Tersklene er gjerne noen titalls meter brede, og ved lav vannføring fordeles vannføringen noenlunde likt over hele terskelen. Det er derfor grunn til å anta at vannsøylen over selve krona kan bli for lav ved lav vannføring. Ved dykking etter gyting i 2004 ble det ikke observert gjenværende storørret i Tokkeåi.

Ved Hunderfossen kraftverk i Gudbrandsdalslågen ble det gjort forsøk med å definere terskelverdien for vannsøylen over luketoppen for returvandring av utgytt storørret (kroppslengder 60–91 cm). Resultatene viste at ingen av storørretene passerte luka når vannsøylen var 12 cm (tilsvarende $1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ over en 8 m bred luketopp), mens 39 % av de som ble observert inntil lukkekanten passerte når vannsøylen var 36 cm (tilsvarende $4 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) (*Arnekleiv et al. 2007*). Det antas derfor at grenseverdien for passasje av terskelkronene i Tokkeåi ligger i denne størrelsesorden. Det kan også være grunn til å anta at ujevnhetene i terskelkronene som er forårsaket av store steiner kan gi tilstrekkelige variasjoner i vannsøylen langs terskelen, men det er utvilsomt behov for en nærmere evaluering av denne problematikken.

5.5 Minstevannføringsregime i forhold til oppvekstforhold for ungfish

Det foreligger ingen krav til minstevannføring i Tokkeåi. Elveleiet blir likevel ikke tørrlagt når Lio kraftverk er avslått. Dette skyldes tilsig av restvannføring nedstrøms driftvannsutløpet i Helvetshylen og byggingen av terskler som gir vannspeil i store deler av elva selv om restvannføringen er meget lav.

Ungfish i Tokkeåi har derfor sannsynligvis blitt utsatt for betydelig dødelighet i forbindelse med for eksempel driftsutfall i Lio kraftverk og ekstreme tørkeperioder. Tersklene synes imidlertid å redusere graden av stranding for ungfish under dagens manglende minstevannføringsregime. Tersklene representerer således et vellykket, dog utilsiktet, tiltak for å verne om denne delen av ørretens livshistorie. Men i et mer helhetlig perspektiv synes det, som nevnt ovenfor, nødvendig å evaluere tersklene nærmere.

5.6 Tersklenes betydning for fiskevandring

Som nevnt ovenfor vurderes tersklene å føre til vannføringsavhengige vandringsproblemer for gytemoden storørret under oppvanding og returvandring i Tokkeåi. Den samlede betydningen av 17 terskler på vandringsmønsteret hos voksen gytefisk kan ha betydelig omfang. Dette avhenger av i hvilken grad grenseverdiene for vannmengde er overskredet, det vil si hvor stor del av vandringsperioden det er akseptable eller uakseptable forhold for passasje av tersklene. Dersom grenseverdiene er kjønns- eller størrelsesspesifikke, kan de samlede effektene påføre seleksjonskrefter på gytebestandene som følge av ulik gytesuksess mellom forskjellige fraksjoner av gytebestandene, samt en forskjøvet operasjonell kjønnsratio på gyteplassene. Disse forholdene kan ha en vesentlig betydning for utviklingen av gytebestandene i Tokkeåi over tid, og bør derfor undersøkes grundig.



En vannføring i Tokkeåi på $3,7 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ er ikke tilstrekkelig for å opprettholde vandringsmuligheter ved enkelte terskler (Foto: Morten Kraabøl).

5.7 Utvandring av ungfisk/smolt fra Tokkeåi til Bandak

Terskelbassengene har sikret en viss produksjon av ungfisk i Tokkeåi til tross for manglende minste vannføringsreglement. Produksjonen av ungfisk ble ytterligere forbedret ved at Statkraft innførte selv pålagt restriksjoner i form av skånsom reduksjon av vannføring i tråd med anbefalinger fra SINTEF. Fra utbyggingen og frem til 2004 ble det ikke tatt hensyn til strandingsproblematikk hos ung ørret i elva, og dødeligheten kunne være relativt omfattende ved slike hendelser (*J.Kristiansen, pers. medd*). Disse miljøhensyn har i årene etter 2004 antakeligvis medført økt utvandring av ung ørret til deltaområdet og Bandak. Hvorvidt dette har ført til tettere bestander av ørret i disse beiteområdene er usikkert. Det anses som lite sannsynlig at beiten de ørret i Bandak vil oppleve intraspesifikk næringskonkurranse av betydning. Muligheten er imidlertid noe større dersom ung ørret beiter og holder til i deltaområdet ett eller flere år før utvandring. Det vurderes likevel som usannsynlig at Tokkeåis produksjonskapasitet av ung ørret er så stor at deltaområdets bæreevne blir overskredet. Det er likevel grunn til å legge merke til at overtallighet med påfølgende redusert k-faktor er et vanlig fenomen for øvrig i Tokke-Vinje vassdraget (*J.Kristiansen, pers. medd*). Kombinasjonen av deltaområdets begrensede areal, samt forekomst av ørekyte, bør også vurderes i denne sammenheng. Betydningen av elvedeltaet som beiteområde bør uansett undersøkes nærmere, både med hensyn til bestandstetthet hos ørret og ørretens byttefiskarter.

Tersklene vurderes som mindre problematiske for utvandring av ungfisk/smolt fra Tokkeåi til Bandak. Dette begrunnes med at fisken er langt mindre, og at forholdet mellom fiskestørrelse og vannmengde over tersklene er mer gunstig. Dessuten har telemetristudier av elvelevende ørret på 18-36 cm vist at terskler kan passeres av ørret i denne størrelsen (*Tranmæl & Midttun 2005*). Forholdene bør imidlertid undersøkes nærmere med vandringsstudier rettet mot ungfisk/smolt som vandrer ut av elva.

Tokkeåi munner ut i et elvedelta i nordre del av Bandak. Slike deltaområder har gjerne en nøkkel-funksjon i økosystemet (for eksempel *Kraabøl & Museth 2009*). I følge personer med lang fartstid som fiskere i deltaområdet omtales elvenløye og trepigget stingsild som svært viktige byttefiskarter for mellomstor ørret (*K.J. Brattestå, B.O. Haukelidsæter og T.C. Tveiten pers. medd*). I tillegg ble ørekyte satt ut i Bandak på begynnelsen av 1970-tallet (*Eie 2003*), og har antakeligvis fått en viss betydning som byttefisk for ørret i deltaområdet og i elva. Fiskerne (både garn- og stangfiskere) har til enhver tid observert niøye i magene på mellomstor ørret (250 g til 1,5 kg) som ble fanget i nedre del av elva og i deltaområdet. Det var vanlig å finne flere niøyer i hver fisk om sommeren. I tillegg ble det observert til dels store mengder av død niøye i Tokkeåi. De største mengdene ble sett nedenfor Elvarheim bru, og et mindre antall ovenfor denne brua. Niøye gyter kun en gang i løpet av sin livssyklus, og massedød i etterkant av gytingen er derfor et naturlig fenomen. I forbindelse med nedtappinger av Bandak har det også blitt funnet betydelige mengder død niøye på de blottlagte mudderbankene, noe som sannsynligvis skyldes strandingsproblematikk under nedtappingen. Tidlig på 2000-tallet avtok observasjonene av niøye sterkt både i elva, i deltaområdet og i ørretmagene (*K.J. Brattestå, B.O. Haukelidsæter og T.C. Tveiten pers.medd*). Dette synes å ha sammenheng med økt nedtappingsfrekvens i Bandak fra 2002 og 2003., selv om det foreligger lite konkret kunnskap niøye og dens sårbarhet overfor vassdragsreguleringer. Nærmere undersøkelser omkring niøyas livshistorie og leveområder i deltaet bør undersøkes nærmere.

6 Konklusjoner

6.1 Hovedkonklusjoner

Hovedkonklusjonene i denne rapporten er at dagens tilstand for den klassiske og bevaringsverdige storørreten i Tokkeåi og Bandak er bekymringsfull. Dette begrunnes i en samlet vurdering av forholdene i Tokkeåi og i deltaområdet i nordre del av Bandak.

I Tokkeåi er det gjennomført tiltak i form av en rekke terskler som sikrer vanndekket areal ved driftstans i Lio kraftverk og tørre perioder. Tersklernes hensikt anses som vellykket i så måte, og har utvilsomt bidratt til relativt god overlevelse hos ungfisk i et kraftig regulert elvesystem uten krav om minstevannføring. Imidlertid er tersklene kun tiltenkt en begrenset del av livssyklusen til ørret, og denne type tiltak er ikke lenger representative for moderne fiskeforvaltning. Tersklene vurderes som vannføringsavhengige problemområder for både opp- og nedvandring av gytemoden storørret fra Bandak. Enkle tiltak kan bedre disse forholdene.

Deltaområdet ved Tokkeåis utløp i Bandak vurderes som et nøkkelhabitat for storørretforekomsten. Høye tettheter av elvenioye og trepigget stingsild i dette området har etter alt å dømme gitt utvandret ungfisk/smolt fra Tokkeåi et rikt næringstilbud og gode vekstbetingelser de første årene etter utvandring fra elv. Overgangen til sikdielt i Bandak synes derfor å være helt avhengig av den økologiske funksjonaliteten i deltaområdet. Siden begynnelsen av 2000-tallet har forekomsten av elvenioye vært meget sparsom, og dette kan settes i sammenheng med uheldig manøvrering av Bandak i samme tidsperiode. Denne funksjonssvikten vurderes som svært alvorlig for forekomsten av storørret i dette systemet, og bør utredes nærmere i lys av vilkårene om hensyn til fiskebestandene i Hogga-regulativet.

Konsesjonsvilkårene i vassdraget skal revideres i nær fremtid. Dette innebærer en modernisering og ajourføring av vilkårene som tidligere er gitt for reguleringene. Dette åpner for mulighetene til å sette nye vilkår som er basert på oppdatert kunnskap omkring økologiske forhold og relevante tiltak i regulerte vassdrag, og på den måten rette opp skader og ulemper som er påført allmenne interesser. Bredt anlagte undersøkelser anses derfor som avgjørende for å oppfylle de miljømål som EUs vannrammedirektiv har satt for regulerte vassdrag.

6.2 Delkonklusjoner

- Storørretforekomsten i Bandak og Tokkeåi klassifiseres som en klassisk storørretbestand med naturlig innvandringshistorie. Det er derfor knyttet store bevaringsbiologiske og rekreasjonsmessige interesser til bestanden.
- Den naturlige livssyklusen i systemet karakteriseres ved 4-6 års oppvekst i Tokkeåi før utvandring til deltaområdet og nordre del av Bandak. I dette området ernærer ørreten seg av elvenioye og trepigget stingsild før den utnytter større deler av Bandak, og går over til sik som hovedføde. Disse habitatskiftene gir en jevn og utholdende vekst gjennom hele livsløpet, og de største individene oppnår kroppsvekter på 10-16 kilo. Tilbakevandringen til Tokkeåi starter tidligst i slutten av juli, og intensiteten øker i august og september. Gytetiden varer fra medio oktober til medio november.
- Beskatningen av storørret i systemet har sannsynligvis vært hard etter reguleringen. Garnfiske i deltaområdet og i Tokkeåi har anslagsvis tatt opptil halvparten av årlig gytebestand, dvs. 50-80 individer. Fangbarheten til storørreten har vært høy som følge av antatt lang oppholdstid i deltaområdet som følge av perioder med lav vannføring. I elva har også lav vannføring medført lett tilgang på fisk med garn og annet utstyr.

- Den årlige gytebestanden i Tokkeåi er anslått til 100 individer, samt et tilsvarende antall hvilere som inngår i den totale gytebestand.
- Oppvandingen av gytefisk i Tokkeåi antas å være problematisk som følge av lav vannføring i oppgangsperioden og vandringsproblemer i forbindelse med passasje av terskler. Vannføringstopper avhjelper disse problemene dersom de er av en viss størrelse og varighet, men dette varierer mye mellom årene. Vannføringsavhengige vandringsproblemer kan medføre seleksjon på kjønn og kroppsstørrelse med tanke på fordeling av gytefisk i elva.
- Enkelte år kan fordelingen av gytefisk i Tokkeåi bli preget av høyere tettheter i nedre deler av elva som følge av oppvandringsproblemer. Dette vil medføre økt konkurranse og dødelighet hos avkommet. I 2004 ble det imidlertid observert størst konsentrasjon av gytefisk i øvre deler av elva. Kjønn kunne ikke bestemmes under dykkingen.
- Returvandring hos utgytt fisk kan være vanskelig som følge av fysiologisk tilstand hos fisken og lav og udefinert vannføring over tersklene. Dette kan medføre at gytefisk må overvintre i elva, med påfølgende økt risiko for økt sykdomsforekomst og dødelighet.
- Oppvekstforholdene for ung ørret i Tokkeåi ble vesentlig forbedret ved etablering av terskelbassengene. De sikrer naturlig rekruttering av utvandringsklar ungfisk/smolt ved at de skaper refugier ved driftstans i Lio kraftverk. Tiltaket er imidlertid kun orientert mot en del av livssyklusen, og anses som lite egnet i et helhetlig perspektiv.
- Utvandret ørret fra Tokkeåi oppholder seg etter alt å dømme i flere år i deltaområdet, hvor dietten består av elvenløye og trepigget stingsild. Deltaområdet innehar derfor en svært viktig rolle i form av et "mellom-habitat" som muliggjør overgang til sikdielt ute i Bandak ved en oppnådd kroppsstørrelse på 2-4 kg.
- Bestanden av elvenløye i deltaområdet og nedre deler av Tokkeåi kollapset sannsynligvis på begynnelsen av 2000-tallet. Dette synes å ha sammenheng med lavere nedtapping av Bandak i samme periode. Etter denne tid har det vært langt mindre elvenløye både i magene hos mellomstor ørret i deltaområdet og i gyteperiodene for løye i Tokkeåi. Elvenløye vurderes å være en viktig nøkkelart i storørretsystemet, og det er påvist nedgang i k-faktor hos mellomstor ørret fanget i deltaområdet. Disse mulige årsakssammenhengene bør ses i sammenheng med Hogga-regulativet med tilhørende vilkår for hensyn til fiskeressurser.

7 Videre utfordringer

Storørreten i Bandak og Tokkeåi kan klassifiseres som klassisk storørret med naturlig innvandringshistorie. Bestanden er derfor svært verdifull både med tanke på bevaringsbiologiske og rekreasjonsmessige hensyn. Ettersom det skal gjennomføres en revisjon av de gamle reguleringskonsesjonene bør denne statusen hos storørretforekomsten i Bandak og Tokkeåi legges til grunn for prioriteringer i dette arbeidet. Storørretbestanden med tilhørende næringsfauna og leveområde vurderes som sterkt negativt påvirket av de vanligste trusselfaktorene for storørret; vassdragsreguleringer med skadelige vannførings- og vannstandsvariasjoner, kanalisering, opprenskning i elveleiet, forbygninger, masseuttak, utfyllinger og overbeskatning (*Dervo et al. 1997*).

Dersom storørretbestanden i Bandak og Tokkeåi gis prioritet ved vilkårsrevisjonene bør det gjennomføres ferskvannsbiologiske undersøkelser som har en holistisk vinkling. Den overordnede målsetningen bør være å bedre forholdene i alle livsfaser for storørreten. Tatt i betraktning at denne storørretbestanden består av landets mest storvokste individer, og at den eneste gyteelva er kraftig regulert uten bestemmelser om minstevannføring, tilsier dette at disse forholdene bør forandres for å bedre livsvilkårene til bestanden.

Problemstillingene som reises i denne sammenheng er komplekse og spenner over flere fagfelt innen ferskvannsbiologien. Kunnskapsstatusen om bestanden betegnes som lav, og det bør derfor også legges vekt på undersøkelser som dokumenterer økosystemet og funksjonen til de ulike arter og dyregrupper som er omtalt i denne rapporten. I tillegg kommer betydelige hydrologiske vurderinger av vannføringer gjennom året som grunnlag for å etablere et minstevannføringsregime og driftsmønster som prioriterer livet i elva framfor fyllingsgrad i ovenforliggende reguleringsmagasiner.

Det anbefales derfor at eventuell videre oppfølgende undersøkelser i forbindelse med revisjonsarbeidet gjøres over en romslig skala både når det gjelder tid og rom. Undersøkelsene bør spenne over 3-5 år for å fange opp variasjoner i systemet. I romlig skala bør større deler av Tokke-Vinjevassdraget vurderes som en helhet, slik at helhetlige miljøforbedringer for fisk ikke nødvendigvis vil medføre tappt kraftproduksjon. Dette betinger imidlertid en overordnet prioritering både av miljø- og fiskeressurser og kraftressurser i hele vassdraget. Videre bør de konkrete undersøkelsene i Tokkeåi og Bandak favne om hele gytetrekningen for storørret i Tokkeåi, deltaområdet og fiskesamfunnet i Bandak. Funksjonen til de ulike områdene og artene bør avklares gjennom slike undersøkelser.

De faglige utfordringene som ligger i dette arbeidet krever spisskompetanse på flere fagområder knyttet til miljøproblemer i regulerte vassdrag, og disse nevnes i uprioritert rekkefølge;

- Hydrologi i forhold til følgende relevante problemstillinger for miljøbasert vannføring.
- Miljøforhold under inkubasjonstiden for rogn.
- Klekking-oppsvømming og fordeling av ungfisk.
- Nærings- og vekstforhold hos ungfisk.
- Temperatursvingningers betydning for bunndyr og fisk.
- Vandringer hos ungfisk med spesiell fokus på habitatskiftet mellom elv-delta-innsjø.
- Avklare deltaområdets økologiske funksjon for storørret og dens næringsdyr.
- Ernæringsforhold i Bandak.
- Gytevandring opp i elv i forhold til regulert vannføringer, lokkeflommer og terskler.
- Fordeling av gytefisk i elva i forhold til vannføring og terskler (gytegroptellinger).
- Returvandring av utgytt storørret i forhold til vannføring og terskler.
- Kartlegging av bunndyr- og byttefiskfauna.

- Definere flaskehalser, terskelverdier for produksjon, samt fiskevandringar som optimaliserer forholdet mellom kraftproduksjon og miljøhensyn for fisk og bunndyr.
- Forslag til / gjennomføring av presise tiltak med oppfølgende undersøkelser og evaluering.

8 Referanser

- Aass, P. 1993. Stocking strategy for the rehabilitation of a regulated brown trout (*Salmo trutta*) river. *Regulated Rivers; Research & management* **8**; 135-144..
- Aass, P. & Kraabøl, M. 1999. The exploitation of a migrating brown trout (*Salmo trutta* L.) population; change in fishing methods due to river regulation. *Regulated Rivers: Research & Management* **15**; 211-219.
- Arnekleiv, J.V., Kraabøl, M. & Museth, J. 2007. Efforts to aid downstream migrating brown trout (*Salmo trutta* L.) kelts and smolts passing a hydroelectric dam and a spillway. *Hydrobiologia* **582**: 5-15.
- Calles, O. & Greenberg, L. 2009. Connectivity is a two-way street – the need for a holistic approach to fish passage problems in regulated rivers. *River Research and Applications*
- Dervo, B., Taudbøl, T. & Skurdal, J. 1996. Storørret i Norge. Status, trusler og erfaringer med dagens forvaltning. Østlandsforskning Rapport nr. **10/1996**, 100 sider + vedlegg.
- Eie, J.A. 2003. Ørekyte: Vurdering av mulig spredning av ørekyte via regulantpålagte utsettinger av ørret fra A/L Settefisk. Drammen. Promitek AS.
- Garnås, E., Hegge, O., Kristensen, B., Næsje, T., Qvenild, T., Skurdal, J., Veie-Rosvoll, B., Dervo, B., Fjeldseth, Ø. & Taugbøl, T. 1996. Forslag til forvaltningsplan for storørret. Utredning for Direktoratet for Naturforvaltning **1997-2**, 41 sider.
- Heggenes, J., Bremnes, T., Dokk, J.G. & Pavels, H. 2000. Undersøkelser av gyteplasser og gytebestander til storaure i Måna, Tinn i Telemark, 1994-1998. Laboratorium for Ferskvannsekologi og Innlandsfiske Rapport nr. 192.
- Heggenes, J., Sageie, J. & Kristiansen, J. 2009. Rehabilitering av elvehabitat i Tokkeåi, Dalen i Telemark: Tilstand og tiltak. Høgskolen i Telemark/Statkraft, HiT skrift 2/2009, 85 sider + vedlegg.
- Hendry & Stearns 2004. *Evolution illuminated: Salmon and their relatives*. Oxford University Press, New York, 376 sider + vedlegg.
- Keefer, M.L., Wertheimer, R.H., Evans, A.F., Boggs, C.T. & Perry 2007. Iteroparity in Colombia River summer-run steelhead (*Oncorhynchus mykiss*): implications for conservation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* **65**; 2592-2605.
- Kraabøl, M. 2001. Storørret i Lågen mellom Hunderfossen og Harpefoss. Fiskets historikk, bestandskarakteristikk, beskatning og ernæring. Miljøtjenester Rapport 1/2001, 61 sider.
- Kraabøl, M. 2006. Gytebiologi hos hunderørret i Gudbrandsdalslågen nedenfor Hunderfossen kraftverk. NINA rapport 217, 34 sider.
- Kraabøl, M. & Aass, P. 1995 Stangfiske etter hunderørret nedenfor Hunderfossen 1965-1994. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapport 3/1995, 27 sider.
- Kraabøl, M. & Arnekleiv, J.V. 1997. Utvandring av vinterstøing og smolt av hunderørret fra Gudbrandsdalslågen i relasjon til manøvrering av Hunderfossen kraftverk –pilotforsøk med radiotelemetri. NTNU Vitenskapsmuseet, zoologisk notat 1997-1, 22 sider + vedlegg.
- Kraabøl, M., Arnekleiv, J.V. & Museth, J. 2008. Emigration patterns among trout, *Salmo trutta* (L.), kelts and smolts through spillways in a hydroelectric dam. *Fisheries Management and Ecology* **15**; 417-423.

- Kraabøl, M. & Museth J. 2008. Etablering av terskel og fiskepassasjer i Åkersvika. *Problemstillinger og utredningsbehov knyttet til fiskevandring* – NINA Rapport 374,
- Kraabøl, M., Johnsen, S.I., Museth, J. & Sandlund, O.T. 2009. Conserving iteroparous fish stocks in regulated rivers; the need for a broader perspective! *Fisheries Management and Ecology* 16; 337-340.
- Lysfjord, G. 1987. Sammenligning av smoltifisering hos laks (*Salmo salar*), ørret (*Salmo trutta*) og regnbueørret (*Salmo gairdneri*). Hovedfagsoppgave i generell zoologi, Universitetet i Trondheim. Zoologisk institutt, 54 sider.
- Mathiesen, R. 1997. Fiskeundersøkelser i Tokke kommune. Naturforvaltning, Bø i Telemark. Notat, 10 sider + vedlegg.
- Pettersson, L.-E. 2000. Flomberegning for Tokkeåi ved Dalen. Flomsonekartprosjektet. Norges Vassdrags- og Energidirektorat, dokument nr. 16, 27 sider. ISSN: 1501-2840.
- Qvenild, T. Kraabøl, M. & Rustadbakken, A. 2009.
- Thue, R.E. & Wollebæk, J. 1999. Storørret i Telemark – gytebestand og valg av hydro-fysiske forhold ved gyting i Tinnelva, Bøelva, Tansåi og Tokkeåi. Hovedoppgave ved Institutt for natur-, helse- og miljøvern. Høgskolen i Telemark, juli 1999.
- Tranmæl, E. & Midttun, L. 2005. Vandrings- og bestandsundersøkelser av ørret (*Salmo trutta*) i et sterkt regulert elvøkosystem. Masteroppgave ved Avdeling for allmenne fag. Høgskolen i Telemark, 80 sider + vedlegg.
- Wollebæk, J., Thue, R. & Heggenes, J. 2003. Valg av gyteplasser og karakterisering av gytegroper til storørret på elv – kvantitativ modellering av gytehabitat. Upublisert rapport. Laboratorium for Ferskvannsekologi og Innlandsfiske, Oslo (sitert i Tranmæl & Midttun 2005).
- Wollebæk, J., Thue, R. & Heggenes, J. 2008. Redd site microhabitat utilization and quantitative models for wild large brown trout in three contrasting boreal rivers. *North American Journal of Fisheries Management* 28; 1249-1258.

NINA Rapport 544

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426- 2119-1



Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

www.nina.no