

1002 Undersøkelser av bekkeniøye i Bandakdeltaet og Tokkeåi, Telemark

Resultater fra undersøkelsene i 2012 og 2013

Eivind Schartum og Morten Kraabøl

NINA Rapport



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.

Undersøkelser av nøye i Bandakdeltaet og Tokkeåi, Telemark

Resultater fra undersøkelsene i 2012 og 2013

Eivind Schartum
Morten Kraabøl

Schartum, E. og Kraabøl, M. 2013. Undersøkelser av bekkeniøye i Bandakdeltaet og Tokkeåi, Telemark - Resultater fra undersøkelserne i 2012 og 2013. - NINA Rapport 1002. 37 s.

Bergen og Lillehammer, januar 2014

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2612-7

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Morten Kraabøl

KVALITETSSIKRET AV

Jon Museth

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Jostein Skurdal (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Statkraft Energi AS

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Jostein Kristiansen

FORSIDEBILDE

Ammocoetes fra Tokkeåi. Foto: Jostein Kristiansen

NØKKEWORD

- Norge, Telemark, Tokke, Dalen, Bandak, Tokkeåi
- Niøye, bekkeniøye, ammocoetes, *Lampetra planeri*, *Lampetra spp.*, ørret, storørret
- Ferskvannsbiologiske undersøkelser, vannkraftregulering
- Vilkårsrevisjon

KEY WORDS

- Norway, Telemark, Tokke, Dalen, Bandak, Tokkeåi
- Lamprey, brook lamprey, *Lampetra planeri*, ammocoetes, larvae, trout
- Hydro power, water level reduction, hydropеaking
- Environmental impact assessment

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
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

Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00
Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkellgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 61 22 22 15

Sammendrag

Schartum, E. og Kraabøl, M. 2013. Undersøkelser av bekkeniøye i Bandakdeltaet og Tokkeåi, Telemark - Resultater fra undersøkelsene i 2012 og 2013. - NINA Rapport 1002. 37 s.

I Bandakdeltaet og Tokkeåi ble det funnet bekkeniøye fra 1,7 meters dyp på deltaflaten, og helt opp til en bakevje i Helveteshylen. I øvre del av elva er det imidlertid begrenset med egnet habitat for alle livsstadier. Lenger opp i Dalaåi ble niøye ikke påvist. I tillegg finnes niøye i de uregulerte sidebekkene Heibøåi og Eidsborgbekken. Habitatene på deltaflaten er hovedsakelig på sørsiden, der vannet er i bevegelse og bunnen består av mudder eller grovt organisk materiale som tilføres fra Tokkeåi. Egnede habitater i elva er hovedsakelig i høler og terskeldammer med ansamlinger av organisk materiale og mudder. Beverhytter i form av oversvømte kvisthauger er meget gode habitat for niøye. Der habitatet er egnet er den gjennomsnittlige tettheten av niøye i Tokkeåi beregnet til 15,2 ind./m² (SD=16,1, n=27), men fordelingen er aggregert og preget av betydelige variasjoner.

Gytetiden for niøye er om våren og forsommeren. De migrerer oppstrøms når temperaturen blir 7-8 °C, og gyter ved 10-11 °C. I andre elver foregår gytingen vanligvis over et kort tidsrom, og er derfor synkron med opptil flere hundre niøyer på et lite område. I Tokkeåi derimot strekker gytesesongen seg over en lang tidsperiode, fra mai til juli, og tetthetene er lave. Den asynkronne gytingen skyldes trolig lav temperatur. Vanligvis gyter niøye ved at flere individer graver en gytetrop sammen i grus på blankstryk. I Tokkeåi ble derimot flest gytetropen observerte i sand under steiner, en adferd som ikke er kjent fra annen litteratur. Om denne gytetadferden skyldes mangel på gytetgrus eller er en antipredatoradferd er uvisst.

Av 193 ørret som ble fanget hadde kun 8 ørret niøye i magen. Lokale fiskere forteller om store mengder niøye i ørreten for noen år tilbake, noe som kan indikere en bestandsreduksjon hos niøye. Trolig er asynkron gyting kombinert med relativt lave tettheter årsak til at vi ikke fant mer niøye i ørretmagene.

Bestanden av niøye kan økes ved å skape et mer variert strømbilde i Tokkeåi. Det var i særlig grad bakevjer med sedimentert finpartikulært og grovere organisk materiale som ga de høyeste tetthetene. Episoder med kritisk lav vannføring og rask reduksjon i vanndekt areal dreper mange ammocoetes og bør unngås. Vannstanden i Bandak bør ideelt sett holdes høy for å sikre et størst mulig produktivt areal for niøye på deltaflaten, selv om bevaring av en naturlig dynamikk som preger naturlige innlandsdeltaer anses som viktig.

Temperaturutviklingen i Tokkeåi i mai og juni bør være økende og uten temperaturfall. Niøyas gytesuksess og embryonal overlevelse vil bedres som følge av en høyere og mer naturlig temperatur. Bidraget av kaldt vann fra Lio kraftverk i gytetiden bør derfor holdes på et minimum. Vi anbefaler, som en forsøksordning, å la vannføringen i mai og juni kun bestå av restvannføring. Minstevannføringen kan sikres ved å slippe vann fra Vinjevatn. Installasjon av omløpsventil i Lio kraftverk vurderes som et svært viktig tiltak for å redusere antall episoder med kritisk lav vannføring i Tokkeåi. Med badetemperatur i kulpene, slik det har vært enkelte år, vil man trolig igjen oppleve store tettheter av gytende niøye.

Eivind Schartum, Harald Løvenskiolds vei 26, 0760 Oslo, schartum@gmail.com
Morten Kraabøl, Fakkeltgården, 2624 Lillehammer morten.kraabol@nina.no

Innhold

| | |
|---|-----------|
| Sammendrag | 3 |
| Innhold | 4 |
| Forord | 5 |
| 1 Innledning | 6 |
| 2 Biologien til niøyer | 7 |
| 2.1 Evolusjon og systematikk | 7 |
| 2.2 Elvenløye og bekkenløye | 7 |
| 2.3 Utbredelse | 7 |
| 2.4 Habitat og furasjering | 8 |
| 2.5 Metamorfose | 8 |
| 2.6 Gyting | 9 |
| 2.7 Romlig fordeling av ammocoetes | 9 |
| 2.8 Forskning på niøye | 10 |
| 2.9 Forekomst av niøyearter i Bandak | 10 |
| 3 Materiale og metoder | 11 |
| 3.1 Innledning | 11 |
| 3.2 Habitatkartlegging i Tokkeåi og på deltaet | 11 |
| 3.3 Gytregistreringer for niøye | 11 |
| 3.4 Elektrofiske etter niøye | 12 |
| 3.5 Vannføring og vannstand | 15 |
| 3.6 Vanntemperatur | 15 |
| 3.7 Niøye i dietten til ørret | 16 |
| 4 Resultater | 17 |
| 4.1 Kartlegging av gyte- og oppvekstområder for niøye i Tokkeåi og på deltaet | 17 |
| 4.2 Gytregistreringer for niøye | 18 |
| 4.3 Elektrofiske etter niøye | 20 |
| 4.4 Vannføring | 22 |
| 4.5 Vannstand | 25 |
| 4.6 Vanntemperatur | 27 |
| 4.7 Niøye i dietten til ørret | 29 |
| 5 Diskusjon | 31 |
| 5.1 Habitatkvalitet | 31 |
| 5.2 Gytregistreringer | 31 |
| 5.3 Bestandsvurderinger | 31 |
| 5.4 Variasjoner i vannføring i Tokkeåi | 32 |
| 5.5 Variasjoner i vannstanden i Bandak | 32 |
| 5.6 Vanntemperatur | 33 |
| 5.7 Niøye i dietten til ørret | 35 |
| 6 Referanser | 36 |

Forord

Sommeren 2011 kom Bjørn Haukeliseter innom Landbrukskontoret i Midt Telemark, der jeg hadde sommerjobb for Anita Kirkevoll (prosjektleder for Midtre-Telemark vannområde). Haukeliseter fortalte om problematikken rundt bekkeniøya og storørreten i Bandak. Dette resulterte i at jeg undersøkte niøyas bevegelser i sedimentet og respons på redusert vannstand ved hjelp av røntgenfotografering av akvarium. Undersøkelsene ble gjort som del av min bacheloroppgave ved Høgskolen i Telemark våren 2012, med Jan Heggenes som veileder.

I mars 2012 tok Jostein Kristiansen (Statkraft) kontakt angående kartlegging av niøye i elvedeltaet på Dalen. Etter et konstruktivt møte med Jostein Kristiansen, Jan Heggenes og Morten Kraabøl (NINA) den 10. april i Bø avtalte vi at Statkraft skulle finansiere undersøkelser av niøye de neste to somrene, med Morten Kraabøl som veileder. Undersøkelsen av niøye er en del av prosjektet «Ferskvannsbiologiske Undersøkelser i Tokkeåi» i forbindelse med vilkårsrevisjonen av konsesjonene for Tokke-Vinje-reguleringen.

Under arbeidet i Dalen har jeg hatt stor nytte av lokalkunnskapene til Kai Joachim Brattestå, - takk så mye. Fiskeentusiast Frank Hansen har vært til stor hjelp med innsamling av ørret. Åge Brabrand (LFI) og Axel Lang (Statkraft) har bistått med temperaturlogging og nyttig info. Jeg vil spesielt takke min arbeidsgiver Jostein Kristiansen for et godt samarbeid, stor frihet i arbeidet, og fine kvelder i elva.

Bergen 20. januar 2014

Eivind Schartum

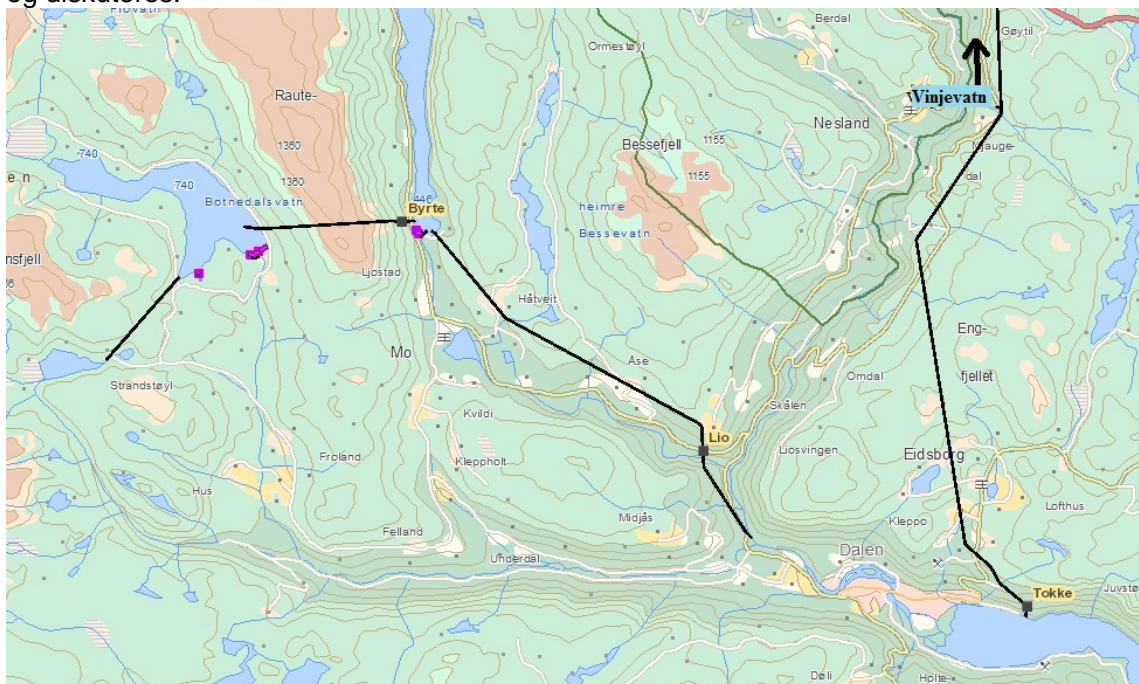
1 Innledning

I Bandak og Tokkeåi finnes en storørretstamme som er påvirket av vannkraftregulering (Kraabøl 2010). Storørretstammen er viktig for sportsfiskere i regionen, økosystemet i vassdraget, og er regnet som bevaringsverdig (Garnås, Hegge et al. 1996). Tokkeåi er oppført som førsteprioritet blant 22 vassdrag i Vest-Viken vannområde som Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE) har vurdert. Prioriteringene av vassdragene er i første rekke gjort ut fra en vurdering av forholdene for fisk og fiske, og miljøforbedrende tiltak i de prioriterte vassdragene vil i vesentlig grad styrke stasjonære fiskebestander som for eksempel storørret.

Bekkeniøye antas å være et viktig byttedyr for ørret som står på terskelen til å bli pelagisk fiskespiser i Bandak (Kraabøl 2010), og kan derfor ha stor betydning for forekomsten av storørret i Bandak-Tokkeåi-systemet (Garnås, Hegge et al. 1996; Kraabøl, Brabrand et al. 2013). I Tokkeåi, og på elvedeltaet på Dalen, er det i følge flere uavhengige lokale kilder observert store mengder bekkeniøye i magene til ørreten som fanges i deltaområdet (Kai Joachim og Endre Brattestå mfl., pers. medd.). Det er kjent at nøye kan ha stor betydning i storørretssystemer som lever i deltaområder (Kraabøl 2001).

Tokkeåi har en betydelig redusert vannføring som følge av Tokke-Vinje-utbyggingen fra 1960-tallet, med en årlig produksjon på 4,5TWh. Den resterende vannføringen, som gir 225GWh, ble bygget ut ved oppføringen av Lio Kraftverk i 1969. Vannet fra Lio slippes i elva i øvre del av den storørretførende elvestrekningen (**figur 1.1**). Innsjøen Bandak og elvedeltaet er også påvirket av Hogga-reguleringen lenger ned i vassdraget. Hvilken effekt vannkraftregulering har på bekkeniøye er i liten grad undersøkt i Norge.

Som følge av vilkårsrevisjonen av Tokke-Vinje-reguleringen er det igangsatt et flerårig program kalt «Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Tokkeåi». I tillegg til de pågående undersøkelsene som gjennomføres i Bandak, Tokkeåi og på deltaområdet (Johnsen, Kraabøl et al. 2013) har det blitt gjennomført spesifikke undersøkelser på nøye. Denne rapporten gir innledningsvis en innføring i generell biologi for nøye, før resultatene fra de enkelte undersøkelsene presenteres og diskuteres.



Figur 1.1. Vannkraftregulering i Tokkeåi. Kilde: NVE Atlas Svarte firkanter angir plassering av kraftverk, der kraftverkets navn er skrevet på gul bakgrunn. Svarte tykke streker angir rørgatene, og lilla felt angir plassering av damene.

2 Biologien til niøyer

2.1 Evolusjon og systematikk

Niøyer (*Petromyzontiformes*) er en gruppe primitiv fisk som evolusjonært skilte lag med vertebratene (amfibier, reptiler, fisk, fugl og pattedyr) for mer enn 380 millioner år siden. De skiller seg fra andre vertebrater ved at de ikke har kjeve, men isteden en rund munn med horntenner. I samme evolusjonære gren som niøyer finner vi de også kjeveløse slimålene (*Myxiniidae*) som lever av åtsler på havbunn.

På verdensbasis finnes 39 arter niøye, hvorav 18 er parasittiske som voksne. Voksne individer kan artsbestemmes morfologisk (etter utsendende) ved hjelp av det artsspesifikke mønsteret med horntenner som danner tannskiven. I Norge finnes det fire arter: havniøye (*Petromyzon marinus*), elveniøye (*Lampetra fluviatilis*), bekkeniøye (*Lampetra planeri*), og arktisk niøye (*Lethenteron camtschaticum*). Som voksne kan havniøye bli 120 cm lang, elveniøye 49 cm, bekkeniøye 17 cm og arktisk niøye 62 cm. Maksimal lengde for larvestadiet (ammocoetes) til disse artene er imidlertid nokså like, hhv. 15,6, 14,5, 17,7 og 22 cm lange. Med unntak av bekkeniøye er alle de norske artene parasittiske og anadrome, men i store innsjøer kan det også finnes ferskvannstasjonære bestander (Renaud 2011).

2.2 Elveniøye og bekkeniøye

Elveniøye og bekkeniøye er nært beslektet og blir betraktet som «parede arter». Med begrepet parede arter menes at forskjellen mellom dem ligger i livsstrategiene som voksne, hvor elveniøye er parasittisk og bekkeniøye er ikke-parasittisk. Som ammocoetes er det per i dag ikke alltid mulig å skille dem fra hverandre, verken morfologisk eller genetisk. Parasittiske og ikke-parasittiske individer kan forekomme innen samme bestand (Beamish & Withler 1986; Beamish 1987). Dagens bestander av bekkeniøye i Norge har utviklet seg fra elveniøye som en ikke-parasittisk variant, og dette har skjedd i flere bestander siden siste istid (Gardiner 2003, Espanhol, Almeida et al. 2007).

Etter metamorfosen (forvandling fra ammocoetes til voksne) har elveniøye og bekkeniøye forskjellig livshistorie. Elveniøye lever et par år som parasitt på andre fiskearter i innsjøer eller i kystnære farvann. Elveniøye suger seg fast i skinnet, rasper hull med hornmennene, og livnærer seg av kroppsvæsker. En vanlig vertsfisk er sik (*Coregonus lavaretus*), som finnes i Bandak. I innsjøer med elveniøye kan man derfor finne runde sår i huden til fisk etter angrep fra elveniøye.

Huitfeldt-Kaas beretter om at dersom man i sommermånedene i Mjøsa senket liner med agn ned på 50 til 150 meters dyp så kunne så mye som annethvert agn være angrepet av elveniøye (Huitfeldt-Kaas 1917). Bekkeniøye derimot er ikke parasittisk, men gyter like etter metamorfosen.

Både elve- og bekkeniøye er semelpare (engangsgytere) og dør relativt raskt etter første gyting.

2.3 Utbredelse

Utbredelsen til niøye generelt i Norge er ikke grundig kartlagt. Innvandringen etter siste istid følger et anadromt mønster, slik som for ørret og laks, og har senere gitt opphav til ferskvannstasjonær elveniøye og bekkeniøye (Pethon 1998). Ferskvannstasjonære bestander kan også ha vandret inn fra Sverige. Niøye har derfor en naturlig øvre utbredelse omkring marin grense, og i noen tilfeller videre opp til første permanente vandringshinder i vassdragene.

Elvenløye kan danne ferskvannstasjonære bestander dersom de har tilknytning til en stor innsjø med egnet vertsfisk. Men hovedsakelig er elvenløye anadrom.

De anadrome bestandene, som havnløye, elvenløye og arktisk løye, har en mer begrenset utbredelse innover i landet. De er avhengig av en elv uten vandringshinder som terskler, dammer eller strie stryk med utløp i sjø. Løyer er dårlig til å svømme, så utbredelsen deres er trolig mer begrenset enn for sjørret og laks.

2.4 Habitat og furasjering

Larvene (ammocoetes) lever nedgravd i finpartikulært substrat med partikkelstørrelse mindre enn 0,5 mm. Substratet kan imidlertid både bestå av fin sand og noe grovere organisk materiale (Smith et al. 2011). I substratet lager løyene horisontale ganger 4-5 cm under overflaten, der de gjør små bevegelser frem og tilbake (Schartum and Heggenes 2013). Alternativt trives ammocoetes også godt i kvisthauger og ansamlinger av grovt organisk materiale. Vannet over substratet må være i bevegelse, og ikke oksygenfritt. Typiske løyehabitat er derfor bakevjer, mykt og porøst elvesubstrat, små dammer i bekker og flomløp i elvedeltaer (Goodwin, Dick et al. 2008). Larvene er blinde, men de har en fotoreseptor på nesen (pinealøye) som de bruker til å unngå lys (Steven 1950). Næring får de av å filtrere ut små partikler som alger og detritus, og de vokser mest om høsten. Etter 5-6 år er de blitt 86–170 mm lange og med kroppsvekt fra 2 til 10 gram, og begynner deretter på metamorfosen som forvandler dem til voksne og gyte-modne løyer (Malmqvist 1982).

2.5 Metamorfose

I løpet av den siste sommeren før bekkenløyene skal gyte gjennomgår de metamorfose fra ammocoetes til voksne løyer. I denne perioden kalles de transformere eller *macrophthalmia* (figur 2.1). Omvandlingen innebærer utvikling av øyne, munn, organer og farge. Øynene, som ligger bak et lag med hud hos ammocoetes, kommer frem og blir funksjonelle hos transformerne. Munnen utvikler en skive med horntenner. Huden skifter farge fra brun rygg og gulbrun buk til svart rygg og sølvfarget buk. Dessuten utvikles ryggfinnen og halefinnen. En nesten ferdig-utviklet transformer ser ut som en voksen løye med smalere snute (Hardisty and Potter 1971, Potter 1980).

Hos bekkenløye utvikles også gonadene (kjønnskjertlene) under metamorfosen. Fordi kjønnsmodningen krever mye energi tilbakedannes fordøyelsesorganet, og bekkenløye blir gjennomsnittlig litt større enn elvenløye før metamorfosen starter (Hardisty and Potter 1971, Espanhol, Almeida et al. 2007).



Figur 2.1. Transformere fanget 4. august 2012 i Eidsborgbekken ved Dalen i Telemark. Merk den spisse snuten som ikke finnes hos voksne løyer, og øynene som ikke finnes hos ammocoetes.

2.6 Gyting

Bekkeniøya svømmer motstrøms til gyteplassene om våren så snart vanntemperaturen overstiger 7-8 °C (Malmqvist 1982). Niøye er hovedsakelig natteaktiv, men i gytetiden kan de også observeres på dagtid. De mest svømmesterke niøyene når lengst opp i vassdraget og får dermed spredd avkommet sitt i størst grad som følge av flere nedstrøms destinasjoner under den påfølgende driftfasen. Det er også observert migrasjon høsten før gyting. Niøya er generelt dårlig til å svømme, og blir fort sliten. Da suger den seg fast til en stein for å hvile mens den henger i strømmen. I elv følger migrerende niøyer oppover langs land der strømmen er mindre sterk. En terskel eller et lite stryk kan stanse niøyas vandringer (Goodwin, Dick et al. 2008, Russon, Kemp et al. 2011). I motsetning til enkelte laksefisk er det ikke kjent at niøye har en tendens til å vende tilbake til elva den kom fra, men svømmer kun mot strømmen (positiv reotaksis).

Når temperaturen når 10-11 °C gyter bekkeniøyene i grupper på 2 til 10 individer. Ofte er den operasjonelle kjønnsratioen forskjøvet til fordel for hanner (flere hanner per hunn). Med en viftende bevegelse med halen graver de groper i en blanding av sand og grus. Typiske gyteplasser er i mange tilfeller sammenfallende med småvokst ørret, og forekommer ofte i blankstryk ved utløpet av kulper og høler. Helst bør helningen på elvebunnen gå litt oppover (positiv gradient) slik at friskt elvevann penetrerer gytesubstratet. Vannet bør være laminært strømmende og relativt grunt. Gytegrøpene er typisk 20-25 cm i diameter. Gravende niøyer har en betydelig evne til å flytte på større steiner ved å suge seg fast, for så å la strømmen skylle både seg og steinen vekk fra gytegrøpen. I Tokkeåi er det også observert gyteaktivitet som er helt annerledes. Gytegrøpene finnes gjerne i sand under steiner, også på dypt vann, noe som oss bekjent ikke er beskrevet i annen litteratur.

Selve gytingen foregår ved at en hunn suger seg fast i en stein i øvre kant av gytegrøpen, mens en eller flere hanner suger seg fast i hunnen og vikler kroppen sin rundt henne. Niøyer er muskuløse, og dette favntaket brukes til å stryke eggene ut av hunnen. En voksen hunn legger rundt 200 egg med en diameter på 1 mm ($\pm 0,2$ mm). Straks eggene er ute blir de befruktet av melke fra flere hanner. Eggene dekkes så av grus som hunnen graver i overkant av gytegrøpen.

Mens niøyene gyter er stingsild, ørekyte og småørret nærværende på jakt etter egg som blir blottlagt. Større ørret er også ofte på jakt etter niøye i gyteperioden fordi de er ute av bunnsedimentene og dermed eksponert for predasjon. Etter at gytingen er over holder niøyene seg i nærheten av gytegrøpene, og alle dør etter ca. 2 uker. Muligens er niøyens tilstedeværelse etter gytingen en antipredatoradferd for å tiltrekke seg stor ørret, og således skremme bort småfisk som tar niøyenes egg.

2.7 Romlig fordeling av ammocoetes

Fordelingen av ammocoetes i et elvesystem er resultat av tre påvirkningsfaktorer. Den ene er som nevnt niøyenes aktiv gytemigrasjon oppstrøms elva som følge av positiv reotaksis. Den andre er passiv nedstrøms drift av nyklekte ammocoetes, og særlig i forbindelse med flomepisoder. Den tredje faktoren er den økende mulighet som ammocoetene har til å bevege seg aktivt både oppstrøms og nedstrøms. De kan bevege seg gjennom substratet og svømme fritt i vannmassene. For det meste ligger de antakeligvis i ro, og eventuell aktivitet skjer primært om natten. Migrasjon medfører fare for predasjon.

2.8 Forskning på niøye

Bekkeniøyens økologi har kun i beskjedent omfang vært gjenstand for forskning i nordiske vassdrag, og her er det fortsatt mange kunnskapshull. Et litteratursøk (ISI Web of Knowledge per 2. oktober 2013) etter «lamprey*» i ga 5022 treff, inkludert 285 sammendrag. Av disse omhandler 1192 nevrovitenskap. Dersom vi kun søker etter bekkeniøye («Lampetra planeri») får vi bare 155 treff. Dersom vi ekskluderer studier omhandlende havniøye og slimål (*Petromyzon* Myxine**) får vi 113 treff.

Niøyers primitive nervesystem har vært av stor interesse som modell for menneske. Blant annet har ammocoetes evne til å regenerere brudd på ryggnerven. Dersom man finner ut hvordan kan man kanskje hjelpe mennesker som har en lammelse.

I USA og Canada har det vært forsket mye på bekjempelse parasittiske niøye i det store innsjøsystemet Great Lakes. Der utgjør predasjon fra havniøye en trussel for fiskeriene etter at den ble innført gjennom sluser og kanaler på begynnelsen av 1900-tallet.

I Amerika finnes det også flere truede endemiske (stedegne) arter som man prøver å ta vare på. I den forbindelse er vannkraft et tema, men da primært med fokus på oppvandringshindre og niøyer som går i turbinene (Moser, Keefer et al. 2011).

Til tross for høye verdier av miljøgifter drives det et kommersielt fiske etter elveniøye Sverige og Finland. Elveniøyene røkes og spises hele som en delikatess. Av den grunn forskes det på bevaring av elveniøye i Finland. Også i Portugal, Spania og Frankrike er havniøye en delikatess.

2.9 Forekomst av niøyearter i Bandak

I Bandak kan det finnes to arter niøye, elveniøye (*L. fluviatilis*) og bekkeniøye (*L. planeri*), men hittil er det kun registrert bekkeniøye. Dersom ikke annet er spesifisert vil vi omtale bekkeniøye som niøye videre i denne rapporten.

Lokale observasjoner forteller om store mengder niøye i ørret som ble fanget i deltaområdet ved utløpet av Tokkeåi. I ørret som skulle leveres til Dalen Hotell for noen år siden var det enkelte ganger så mye niøye i ørreten at de hang ut av munnen på ørretene (Kai Joachim Bratte-stå, pers medd.).

3 Materiale og metoder

3.1 Innledning

Undersøkelsene ble utført i 2012 og 2013. Flere metoder har blitt anvendt fordi man ønsket svar på mange spørsmål. Valg av metoder er preget av en eksplorerende/utforskende tilnærming. Noen metoder er beskrevet i andre arbeider, noen er modifiserte og noen ble til underveis.

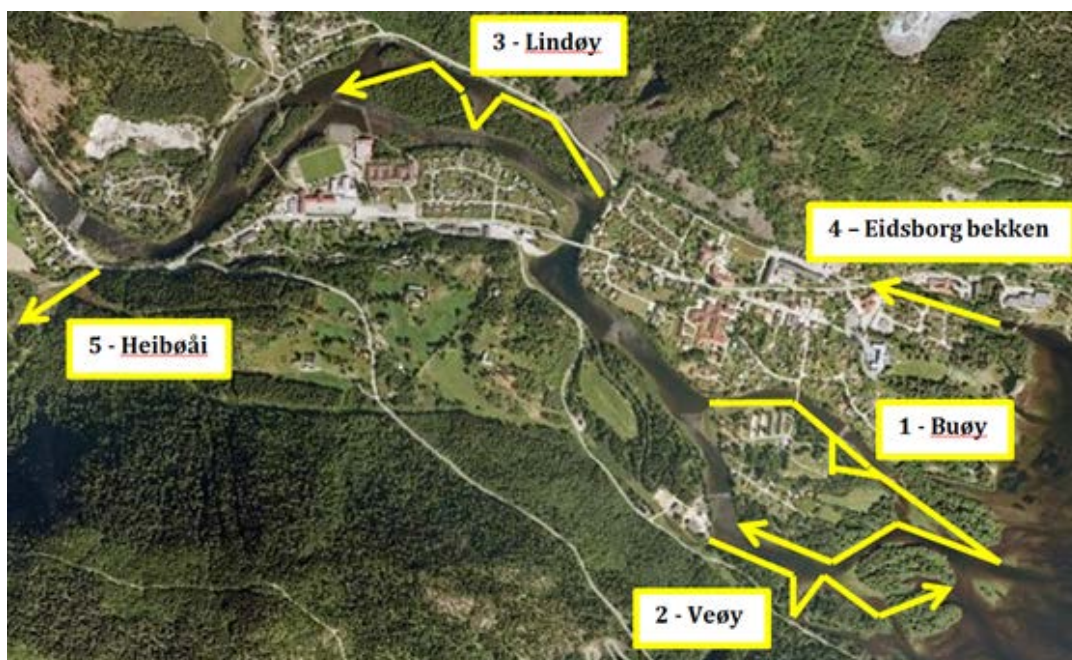
3.2 Habitatkartlegging i Tokkeåi og på deltaet

Områder med egnet habitat og gyteområder ble kartlagt visuelt fra kano, med vadere og snorkling. Kriterier for egnet habitat er hovedsakelig knyttet til substrattype og partikkelstørrelse. Etersom substratet ofte er lagdelt ble det satt som kriterium at et minst 5 cm tykt egnet substrat var til stede. Lagdelingen gjør at ulike typer substrat i elver ikke er klart avgrenset, og en oppmåling av arealet er derfor ikke hensiktsmessig. Tilstedeværelse av niøye ble bekreftet ved el-fiske.

Kriteriene for en ideell gyteplass var fin til grov grus med laminært strømmende grunt vann der helning på elvebunnen går litt oppover i forhold til vannflaten. I Tokkeåi ble det også observert gytegrøper i sand under steiner (noe som ikke er beskrevet i annen litteratur, se kapittel 4.2).

3.3 Gyteregistreringer for niøye

For å observere gyteaktivitet ble det gått rundt i og langs elva ved midnatt med vadere og lys. Totalt ble det gått 17 timer fordelt på 6 netter i perioden 30. mai til 13. juni 2012. Rundene som ble gått er vist i **figur 3.1**. Antall observerte niøyer ved hver lokalitet ble notert. Dessuten ble det notert om de var migrerende, gytende eller døde. Lengde, vekt og kjønn ble bestemt for niøyer som lot seg fange.



Figur 3.1. Viser rundene som ble gått om natten med vadere og lys for å observere gyteaktivitet.

I juni 2013 ble det gjort forsøk med ulike migrasjonsfeller for å få et relativt mål på migrasjonsaktiviteten gjennom sesongen. Feller på gyteplasser gir et mål på relativ gyteaktivitet. Migrasjonsaktivitet målt like nedstrøms gyteplasser er trolig lik gyteaktiviteten.

En type migrasjonsfelle som ble testet var en ørekyteteine med to tre meter lange ledegarn i en V-form. Ledegarnene var sydd av myggnetting, med synkeline nederst og rørisolasjon som flyteelement. Fellen ble montert langs elvebredden for å fange niøyer som svømte oppstrøms.

En annen type felle som ble testet var et plastrør med en avkappet 0,5 liters brusflaske som trakt i den ene enden, og netting i den andre enden. Plastrøret var 60 cm langt og 70 mm i diameter. Totalt 18 rør ble lagt på linje i elva, med en meters mellomrom. De ble lagt helt ned på elvebunnen, og holdt nede av et par steiner (**figur 3.2**).



Figur 3.2. Niørefeller som ble benyttet i undersøkelsene.

3.4 Elektrofiske etter niøye

Med vanlig el-fiske metodikk er det sjeldent at niøyer blir observert. Dette er fordi niøyer lever inntil 18 cm ned i substratet, de krever lav pulsfrekvens for å komme opp og de går lett i elektronarkose. El-fiske etter ammocoetes krever derfor en spesiell prosedyre. Fangbarheten er beregnet til omtrent 60 %, men varierer trolig mye avhengig av teknikk, forhold og substrat-type (Moser, Butzerin et al. 2007).

I periodene juni, juli og oktober 2012 ble ammocoetes samlet inn fra 31 stasjoner og 12 trans-sekter (**figur 3.3**) med et elektrisk fiskeapparat av typen Iomega FA2. Pulsfrekvensen ble satt til lav (35 Hz) og spenningen høy (1600 V).



Figur 3.3. Statelittfoto av Tokkeåis midtre del (øverst) og nedre del og delta (nederst). De grønne og røde firkantene angir 1x1 meters (ikke autentisk størrelse) kvadrater som ble el-fisket etter niøye. Pilene angir transsektorer som ble el-fisket oktober 2012. Grønn farge angir funn av niøye, og rød farge ikke funn.

I juni 2013 ble 42 ammocoetes samlet inn på tilsvarende måte for å lage en vekstkurve. De ble bedøvet med 1 ml/L 2-phenoxyethanol, veid til nærmeste mg, og lengdemålt til nærmeste mm (figur 3.4).



Figur 3.4. Lengdemåling og veiing av ammocoetes i felt.

Ettersom el-fiskeapparatet ikke hadde mulighet for å ha så lav pulsfrekvens som anbefalt (3-7Hz) ble det gitt korte pulsserier med tommebryteren i ett sekund på og ett sekund av over en 20 sekunders periode, etterfulgt av en lengre pause. Anoden ble beveget i sirkler 5-10 cm over substratet. Deretter ble niøyene som hadde kommet opp fra substratet fanget med håv ved å paralysere dem med en konstant pulsfrekvens på 35Hz. Denne syklusen ble repetert inntil det avfiskede arealet var tomt.

El-fisket ble utført både med vadere og fra båt. Med vadere lot el-fiske seg praktisk utføre for inntil 0,8 meters vanddyb, og fra båt ned til 1,7 meters dyp. Begge metodene krever at det ikke blåser eller regner slik at det er lett å se bunnen. Det ble lagt vekt på at alle niøyene som kom frem skulle fanges, også de aller minste med kroppslengder ned til 20 mm.

Stasjonene ble definert ved at en kvadratisk ikke-strømførende plastramme på 1 x 1 m ble plassert på bunnen i elva og deltaet der det var rimelig å anta tilstedeværelse av niøye, hovedsakelig som følge av vurderinger av substrattypen og strømhastighet. Plasseringen ble ikke randomisert eller systematisk stratifisert.

I oktober 2012 ble det dessuten gått 12 transekter langs hele deltaets vannkant. Da ble det el-fisket rettvisklet ut fra vannkanten til første niøye ble funnet. Vanddyb og avstand til vannkanten ble målt (**figur 3.3, og 3.5**).



Figur 3.5. Eksempel på oppmåling av tørrlagt areal og forekomst av niøye oktober 2012. Til venstre i bildet ses stikken som representerer strandlinja ved høyeste vannstand. Til høyre i bildet markerer den grønne håven første funnsted av niøye.

Haugsevjeløpet er det nye elveløpet mellom Elvarheimhylen og Asiahylen som ble åpnet 23. august 2012 (Øko-Grønt 2012). I juli 2013 ble det el-fisket etter ammocoetes langs hele elveløpet.

3.5 Vannføring og vannstand

Timesverdier for vannføring fra NVEs målestasjon i Tokkeåi på Elvarheim, driftsvannføringen i Lio (time- og døgnverdier hhv. tilbake til 1999 og 1977), og døgnverdier for vannstanden fra NVEs målestasjon i Bandak i Dalen (80-11) ble utlevert av Kristian Aune (Statkraft). Restvannføring er kalkulert som differansen mellom vannføringen ved Elvarheim og driftsvannføring fra Lio.

Den 9. oktober ble strandsona i Bandak befart for å gi en vurdering av effektene av nedtapningen. Vannstanden var senket til 71,80 m på befaringstidspunktet.

3.6 Vanntemperatur

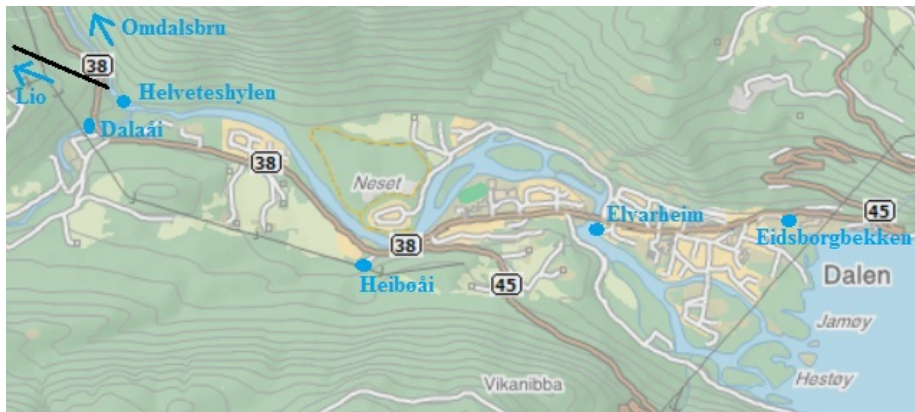
Ved hjelp av temperaturlogging ble det gjort forsøk på å bestemme niøyenes temperaturpreferanser og gyttetidspunkt i Tokkeåi.

Temperaturen ble logget i samarbeid med LFI våren og sommeren 2012 (**figur 3.6**). Loggeren som ble brukt var av typen Onset HOB0 U22, og loggefrequensen ble satt til 0,5 time. Rådataene som ble hentet ut ble omgjort til timesverdier ved å velge den verdien som var nærmest til hver hele klokke. Dataene ble bearbeidet med R (v.2.15.1), og figurer fremstilt med Microsoft Excel 2010.

Nederst i Tokkeåi ble temperaturen målt ved Elvarheim, som er etter samløp mellom driftsvannet fra Lio og restvannføring. Temperaturen ved Elvarheim er representativ for den som påvirker niøye. I Helveteshylen ble temperaturen målt etter samløp mellom Lio og restvannføringen i Tokkeåi. Loggerne i Dalaåi og i Tokkeåi ved Omdalsbru målte temperaturen i restvannføringen. Mens i Heibøåi og Eidsborgbekken ble temperaturen målt i to ikke-regulerte sidebekker. I tillegg ble det logget ved to punkter i Tokkeåi oppstrøms Elvarheim for å undersøke grunnvannspåvirkning, men målingene var ikke veldig forskjellig fra Elvarheim, og er derfor ikke rapportert her.

I Lio kraftverk ble driftsvannet målt like etter turbinen, der ble loggeren plassert i et kar med kontinuerlig tilførsel av vann. Karet ble konstruert for flere år siden med tanke på manuelle temperaturmålinger.

Punktene Elvarheim, Dalaåi, Omdalsbru og Helveteshylen ble opprettet sommeren 2011, mens Lio, Heibøåi og Eidsborgbekken først ble opprettet sommeren 2012.



Figur 3.6. De blå prikkene angir plassering av temperaturloggere i Dalen.

3.7 Njøye i dietten til ørret

Ørretmager fra lokale fiskere ble samlet inn i fiskesesongen. Ørretene ble lengdemålt til nærmeste 0,5 cm, veid med digitalvekt til nærmeste gram, og kjønn og fangststed ble registrert. Innvollene ble lagt i en nummerert pose som ble frosset frem til analysetidspunktet. Frank Hansen fanget flesteparten av ørretene på sluk og mark fra båt. Ørretinnvollene ble tint opp og analysert ved NINAs laboratorium på Lillehammer. Mageinnholdet ble visuelt estimert i volumprosent, og antall nøyer registrert.

4 Resultater

4.1 Kartlegging av gyte- og oppvekstområder for niøye i Tokkeåi og på deltaet

Substrattypen er i stor grad knyttet til strømhastighet, så for ammocoetes er derfor bakevjer med mudder og kvisthauger gode habitat. Elveløpets form er sterkt endret som følge av tømmerfløting, terskelbygging og flomsikring. Elvedeltaet har få bakevjer, og mykt og porøst substrat langs elvebredden er tilnærmet fraværende. Aktuelle habitat er tegnet inn i **figur 4.1**.

I øvre del av Tokkeåi (ovenfor Huvestadhylen) er elveløpet preget av stor stein, og det finnes pr. i dag kun ett egnet habitat i Helveteshylen. Større tiltak som tar sikte på å gjøre elveløpet mer variert er nødvendig om det ønskes å gjenoppbygge en populasjon av niøye på denne strekningen. Denne strekningen er imidlertid relativt naturlig, og tiltak bør derfor vurderes opp mot bedre tiltak lengre ned i elva. Ammocoetes som drifter nedstrøms fra bestanden i Helveteshylen vil kunne etablere seg i nylagede habitat. Niøyer på gytevandring kan også migrere oppstrøms dersom strømmen ikke er for sterk.

Ved Huvestadhylen renner den uregulerte Heibøåi/Vistadbekken ut i Tokkeåi. Like ovenfor veien er en kulp med godt niøyehabitat. Vistadbekken renner mellom to jorder og har gode gyteforhold. Bestanden i Vistadbekken er adskilt for oppstrøms migrasjon fra bestanden i Tokkeåi pga. høydeforskjell, men ammocoetes kan drifte nedstrøms.

Midtre del av Tokkeåi består av stryk, stille terskeldammer og to dype holer. Enkelte områder i Huvestadhylen og terskeldammene nord for Lindøy, samt Elvarheimhylen, er gode oppholdsplasser for niøye. I denne delen av elva kan det se ut til å være mangel på egnede gyteområder. Vest for Lindøy renner Berglibekken inn, men bekken er for steinete og bratt for reproduksjon av niøye.

Mellom Elvarheimhylen og Asiahylen ble det høsten 2012 gjenåpnet et sideløp som har potensiale som gytebekk for niøye. Allerede i juni 2013 ble det observert gytende niøyer her. Bekken antas å bli en viktig lokalitet for gyting og oppvekst av niøyer.

I nedre del av Tokkeåi deles elveløpet i to oppstrøms Buøy, og går sammen igjen nedstrøms Buøy. Elveløpet nord for Buøy er dominert av terskeldammer med et tynt lag mudder på bunnen der man kan finne niøye, og elveløpet har gode gyteområder. Her tar det også av et sideløp innover Buøy som renner inn igjen to terskler nedenfor ved Hoppesteinterskelen. På nordsiden av Hoppesteinterskelen tar det av et stengt elveløp som vurderes gjenåpnet. Gjenåpning vil bedre strømnings- og sedimentasjonsforholdene på deltaflatens nordlige del.

Hovedløpet går sør for Buøy, og her er det et dypere parti som heter Asiahylen. Her er det både egnet niøyesubstrat og enkelte gyteområder. I enden av Asiahylen tar det av to elveløp sørover på begge sider av Veøy. Når vannføringen er liten er disse to elveløpene uten vannføring. Før 10. desember 1965 var disse elveløpene hovedløp i Tokkeåi, men da det ble bygget en terskel med bulldoser medførte det en omlegging av hovedløpet. Der elveløpene tar av er det observert gytende niøyer. I Asiahylen kommer Asiabekken ut, men denne er steinete og har for stor helning og vannhastighet til å være egnet for niøye.

Beverhytter og kvistansamlinger i elva ser ut til å være gode habitat for både ammocoetes og voksen niøye.

Deltaflaten er et 0,5 km² stort slakt skrånende område. Det består av vekslende og lagdelte områder med stein, mudder og grovt organisk materiale. Fra ca. to meters dyp er store områder dekket av makrofytter (store vannplanter). Deltaflaten utgjør en stor andel av littoralsonen (strandsonen) i Bandak, og anses som et viktig område for produksjon av ungfisk og byttedyr.

Sør på deltaflaten kommer Tokkeåi ut i flere elveløp, men mesteparten av vannføringen går i hovedløpet. Helt nord på deltaflaten kommer Eidsborgbekken ut. På den nordlige deltaflaten er det ingen aktive flomløp som skaper strømninger utover deltaflata, og vegetasjonsdekket er derfor omfattende. Dersom vi ekskluderer den nordlige delen av deltaflaten gjenstår den sørlige delen av deltaflaten som er ca. 0,4 km² stor. Dersom man anslår at halvparten av dette arealet har egnet substrat for niøye blir det samlede produktive arealet om lag 0,2 km².

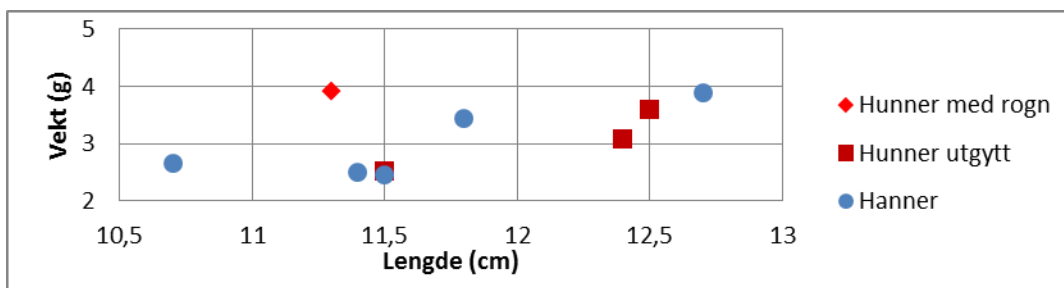
Eidsborgbekken har naturlig vannføring og renner inn nord på deltaflaten. Nedstrøms RV 45 er bekken egnet for niøye. Bekken har en terskel som ble bygd i forbindelse med oppføringen av kommunehuset i 1996. Terskelen gjør at bekken ovenfor blir for stilleflytende til gyting, og dette er delvis årsaken til at bekken i dag ikke har egnet gytesubstrat. Terskelen utgjør dessuten et vandringshinder for migrerende niøye. Hele terskelen bør gjøres slakere i flere lave trinn med grus og sand. I tillegg kan gytemulighetene bedres ved å tilføre gytesubstrat like nedstrøms kulverten under RV 45. Nedre del av bekken og osen i Bandak er meget bra habitat for ammocoetes. Forutsatt utbedring av gytemulighetene og endring av terskelen har bekken et stort potensiale for niøye.



Figur 4.1. Grønne sirkler angir områder med egnet habitat for ammocoetes.

4.2 Gytereistreringer for niøye

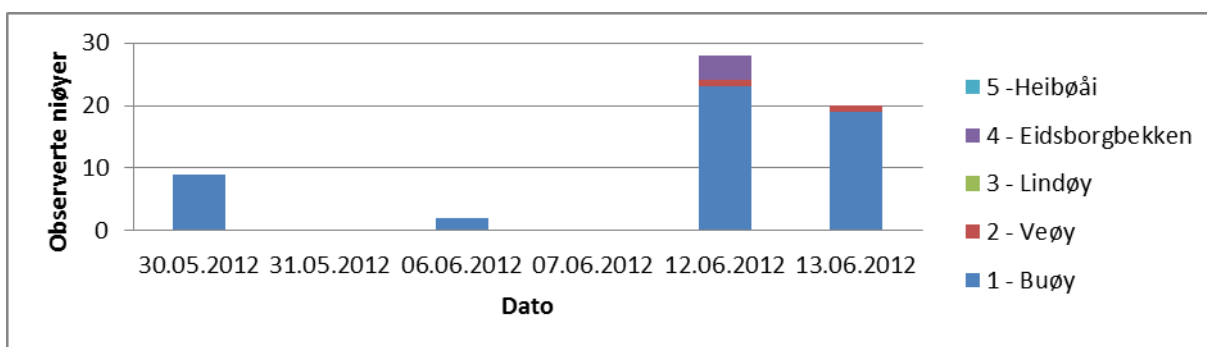
I Tokkeåi er det observert gytegroper i sand under steiner, noe som oss bekjent ikke er beskrevet i annen litteratur. Det var også to tradisjonelle gytegroper på sørsiden av Buøy. Totalt ble det observert 59 voksne niøyer, der 53 ble observert rundt Buøy, 2 rundt Veøy og 4 i Eidsborgbekken (**figur 4.4**). Av disse ble 9 individer fanget, og lengde, vekt og kjønn ble registrert (**figur 4.2**). Migrasjonsrutene og gyteplassene som ble observert er vist i **figur 4.3**. Gjennomsnittlig observerte niøyer per time var 2,96 (SD=4,56).



Figur 4.2. Livsstadier, vekt og lengde for 9 niøyer observert med lys og fanget i Tokkeåi.



Figur 4.3. Kart over observerte gyteplasser (rød sirkel) og migrasjonsveier (rød pil). Rundt Lindøy og Heibøåi ble det ikke observert gyteaktivitet.



Figur 4.4. Gyteaktivitet ved observerte lokaliteter gjennom gytesesongen. Merk at ikke alle rundene ble gått alle nettene. Runde 1,2 og 4 og runde 3 og 5 ble gått samme natt.

I 2013 ble det gjort flere observasjoner av et mindre antall niøyer i perioden 12. juni til 16. juli. I Haugsevjeløpet ble to niøyer observert den 12. juni, og én den 1. juli.

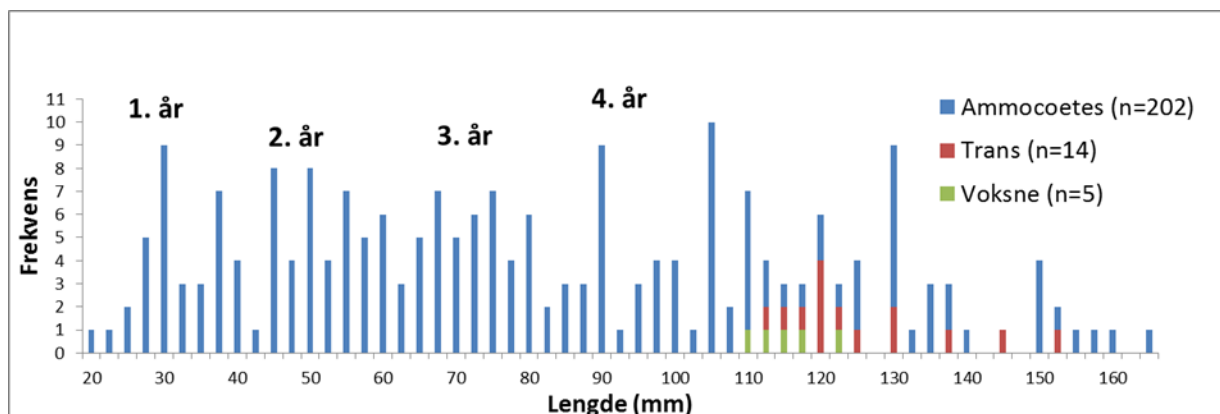
Migrasjonsfellen som var laget av en ørekyteteine og ledegarn sto ute i perioden 6. til 17. mai 2013, før den ble tatt opp pga. flom. Deretter sto den ute fra 11. til 20. juni. Totalt ble det fanget 6 niøyer, der de tidligste ble fanget 17. mai. Felletypen er kun egnet nede på deltaet der det er lite strøm.

Migrasjonsfellene laget av plastrør sto kun ute en kort periode fra 19. til 22. juni 2013, og ble tatt opp pga. stor vannføring. Den 20. juni fanget fellene 3 niøyer i Sørløpet, og 3 i Nordløpet. Felletypen fanger niøye effektivt, men lar seg ikke håndtere ved stor vannføring.

4.3 Elektrofiske etter niøye

I 2012 ble det el-fisket 27 kvadrater og 12 transsektorer. Der det ble registrert 301 niøyer, hvorav 291 var ammocoetes, 9 var transformere og 1 var voksen. Gjennomsnittlig var den målte tettheten på 9,13 individer per kvadratmeter, og med en antatt fangbarhet på 60 % er den estimerte tettheten på 15,2 ind./m² (SD=16,1, n=27).

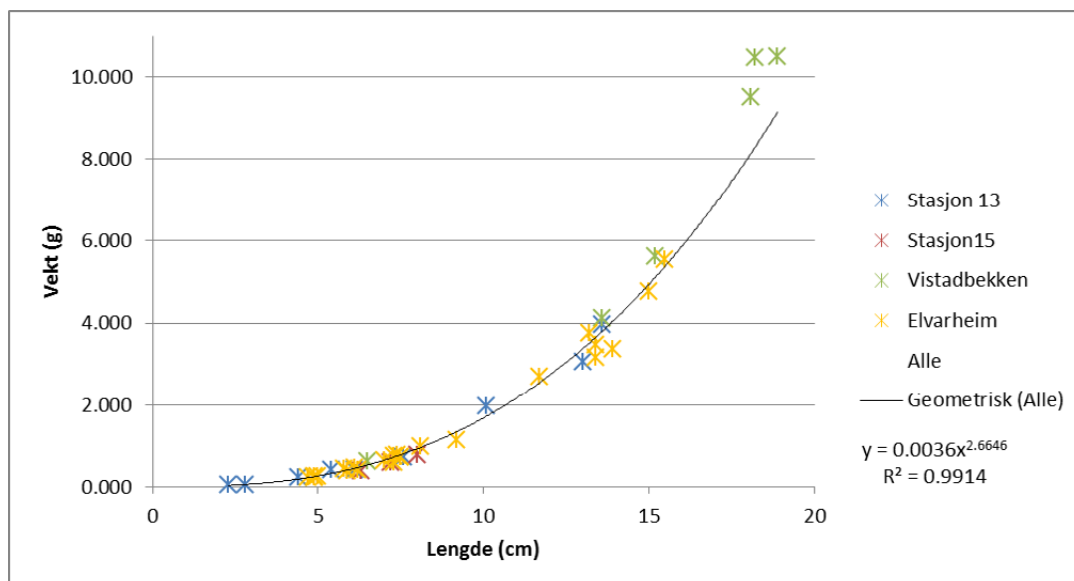
Lengdefordelingen av niøyene er vist i **figur 4.5**. De største individene vil leve til neste vår før de gjennomgår metamorfosen. Hunnene blir senere kjønnsmodne enn hannene, og blir gjerne ett eller to år eldre. Ut i fra lengdefordelingen blir da hannene trolig 5 år, mens hunnene blir trolig 6 år.



Figur 4.5. Frekvensfordeling av lengden til 221 niøyer fanget i Tokkeåi med elektrisk fiske apparat. Fordelingen antyder en multimodal fordeling og hver topp kan representere en årsklasse, men graden av overlapp er sannsynligvis stor. Faktorer som kan forstyrre dette mønstret er ulike vekstvilkår ved de ulike lokalitetene, samt variasjoner i gytetidspunkt.

I 2013 ble 14 individer per kvadratmeter funnet helt oppe i en bakevje i Helveteshylen. I Dalaåi ble det ikke påvist ammocoetes. Ansamlinger med organisk materiale i Elvarheimhylen ble el-fisket fra båt i 2013, og viste høye tettheter med ammocoetes. Elvarheimhylen er dyp, og lokaliteten er derfor ikke påvirket av kritisk lav vannføring.

Noen eksepsjonelt store ammocoetes ble funnet 2. juli 2013 i kulpen i Vistadbekken. Det største eksemplaret målte hele 18,9 cm og veide 10,508 gram. Transformere ble observert i fra 4. august til 7. oktober 2012 (**figur 4.7**).



Figur 4.6. Forholdet mellom lengde og vekt for 42 ammocoetes passer bra med modellen $Vekt = 0,0036 \cdot Lengde^{2,6646}$.



Figur 4.7. Bekkeniøye i tansformeringsstadiet fanget med el-fiske i oktober 2012. Den har en skade dorsalt på gjellene som trolig skyldes angrep fra fisk (Kasparas Bagdonas, pers. medd.).

Ved el-fisket i oktober 2012 ble det funnet ammocoetes ved 8 av 12 transekter, og alle de 4 transsektene uten ammocoetes var i deltaets nordlige del. Gjennomsnittlig vanddyb ved første funn var 14,3 cm (SD=6,4 cm, min=7cm). Avstanden fra vannkant til første funn var 1,7 meter (SD=0,96m) dersom vi ekskluderer en uteligger på hele 16,7 meter nord på deltaet. Dette tyder på at ammocoetes ikke hadde forflyttet seg ut til dypere vann på dette tidspunktet.

I Haugsevjeløpet (det nyåpnede elveløpet) ble det ikke påvist ammocoetes, drøye 11 måneder etter åpning. Dette viser, som antatt, at ammocoetes ikke koloniserer nye habitat raskt. Ammocoetes kan både drifte nedstrøms, og til dels svømme aktivt oppstrøms. Dersom denne typen kolonisering ikke er stor vil koloniseringen gå sakte. Gyteaktivitet ble påvist både 12. juni og 1. juli 2013. Gytende bekkeniøye vandrer opp i sideløpet fra Asiahylen. Med kolonisering ved gyting vil det ta 5-6 år før sideløpet får en egen gytebestand, og at alle årsklasser er representert. Ved el-fisket ble det imidlertid påvist store tettheter av bekkemeitemark, i samme type habitat som ammocoetes liker.

For å undersøke effekten av et par episoder med svært lave vannføringer i Tokkeåi ble stasjonene i Asiahylen el-fisket på nytt i juli 2013 (**tabell 4.1**). Før august 2012 hadde vannføringen i Tokkeåi ikke vært under 2 m³/s siden 26. november 2010. Ammocoetes har således hatt tid til å reetablere tidligere tørrlagte områder. El-fisket viste en reduksjon i tettheten av ammocoetes. Under den første tørrleggingen i august 2012 ble det fotodokumentert 97 inntørkede døde ammocoetes langs den 240 meter lange elvebredden i Asiahylen. Fugl har også hakket i det tørrlagte substratet, og trolig spist mange ammocoetes (**figur 4.8**).



Figur 4.8. Uttørkede ammocoetes som følge av kritisk lav vannføring 23. august 2012. Foto: Kai Joachim Brattestå

Dødeligheten har trolig ikke vært total fordi noen ammocoetes har beveget seg til vanndekte områder, og noen har ligget i ro nede i fuktig substratet og dermed unngått å bli spist av fugl. Dette viser at episoder med kritisk lav vannføring vil redusere bestanden med niøye.

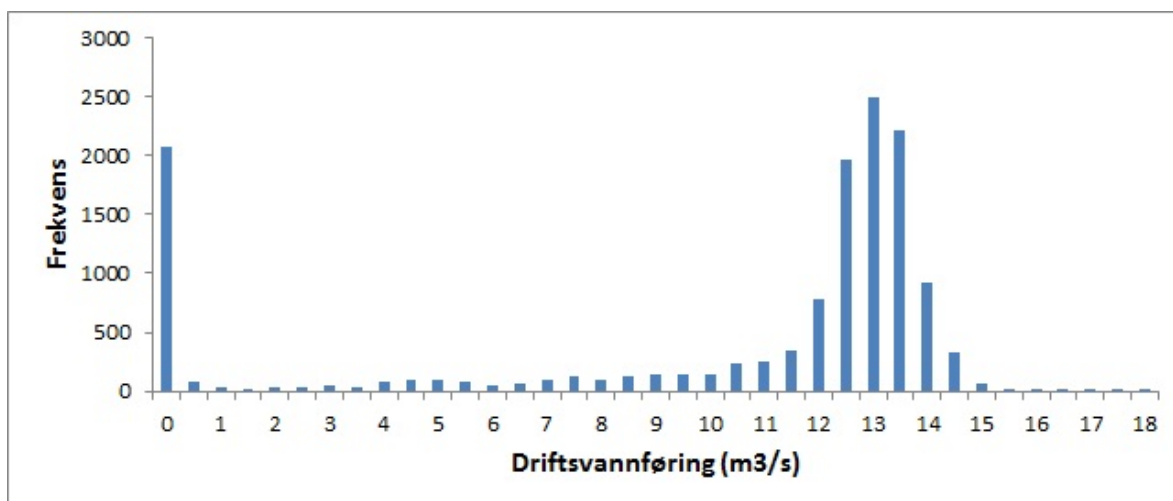
Tabell 4.1. Ammocoetes per kvadratmeter i 2012 og 2013 i Asiahylen. I mellomtiden var det tilfeller med tørrlегginger av elva.

| Stasjon | 2012 | 2013 |
|---------|--------------------------------|---|
| 13 | 1.8 (Regn og dårlige forhold.) | 13 |
| 14 | 5 | 0 |
| 15 | 4 | 3 |
| 16 | 28 | 0 |
| 17 | 15 | Ikke fisket pga. vanskelige lysforhold. |

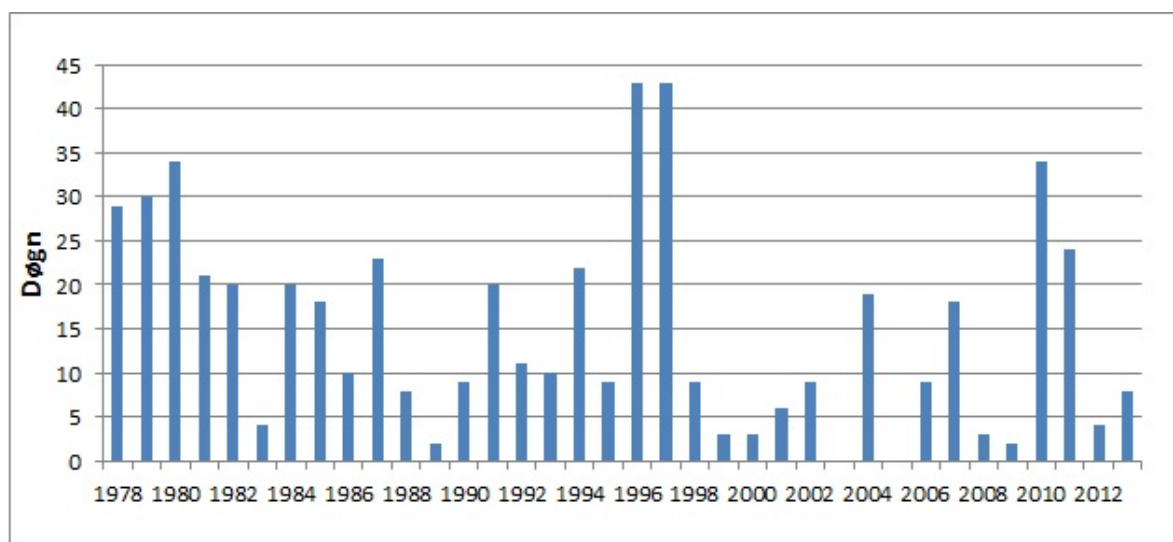
4.4 Vannføring

Driftsvannføringen fra Lio kraftverk i perioden 1977 til 2013 er vist i figur 4.9. Frekvensfordelingen viser at før 2010 gikk Lio kraftverk enten på full last (ca. $13 \text{ m}^3/\text{s}$), eller så er kraftverket skrudd helt av. Etter 2010 kjøres driftsvannføringen ned til $4 \text{ m}^3/\text{s}$, og stanses kun ved driftsutfall. Antall døgn med driftsvannføring under $2 \text{ m}^3/\text{s}$ i mai og juni måned er vist i figur 4.10. Figuren viser at det er stor forskjell på hvor mye nedetid kraftverket har hatt i denne perioden. Enkelte år som i 1996 og 1997 stor kraftverket hele 70 % av tiden, mens kraftverket ikke hadde et eneste nededøgn i 2003 og 2005. Selv om det er vanskelig å spore noen trend i dataene kan det se ut som om nedetiden generelt er redusert fra ca. år 2000.

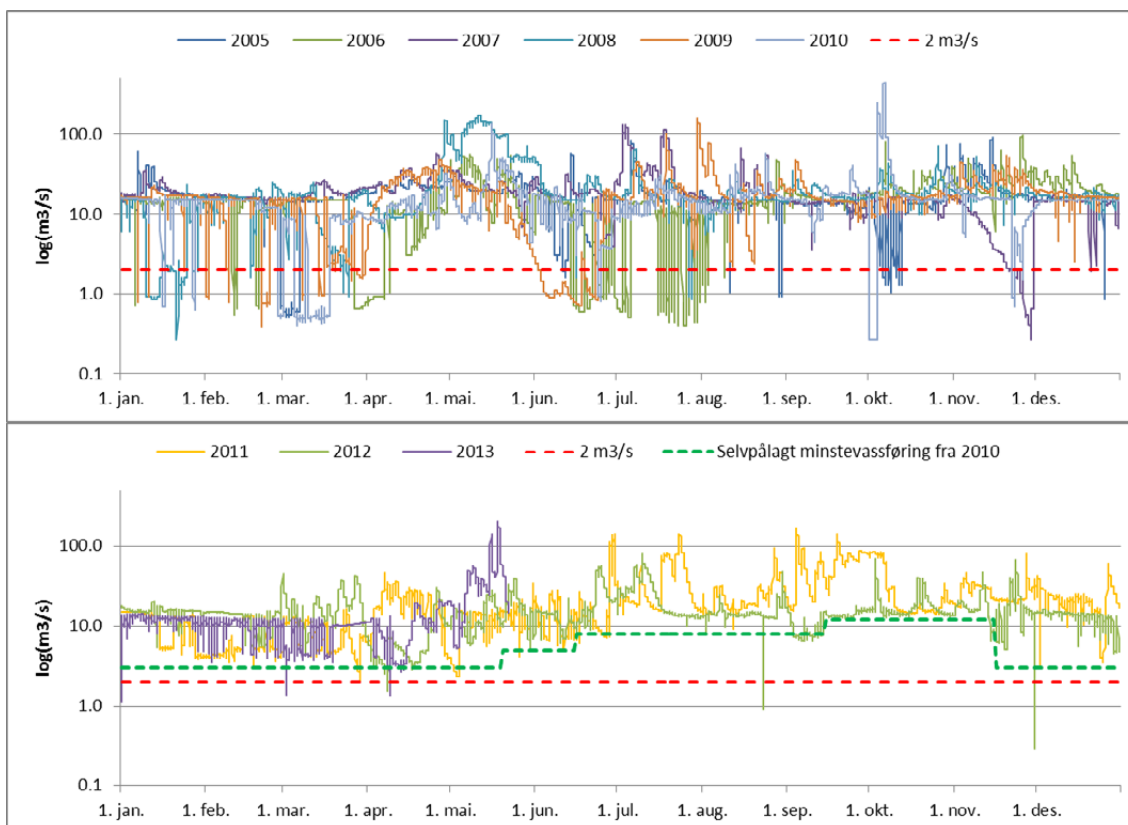
Vannføringen i Tokkeåi fra 2005 til 2013 er vist i **figur 4.11**. Fra 2010 innførte Statkraft en selv pålagt differensiert minstevannføring. Minstevannføringen førte til en kraftig reduksjon i antall timer med kritisk lav vannføring. Likevel forekommer enkelte episoder med kritisk lav vannføring under $2 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ grunnet uforutsette hendelser ved Lio kraftverk kombinert med lav restvannføring (**figur 4.12**). Reduksjoner i vannføringen på 50 % i løpet av en time forekommer jevnlig (**figur 4.13**).



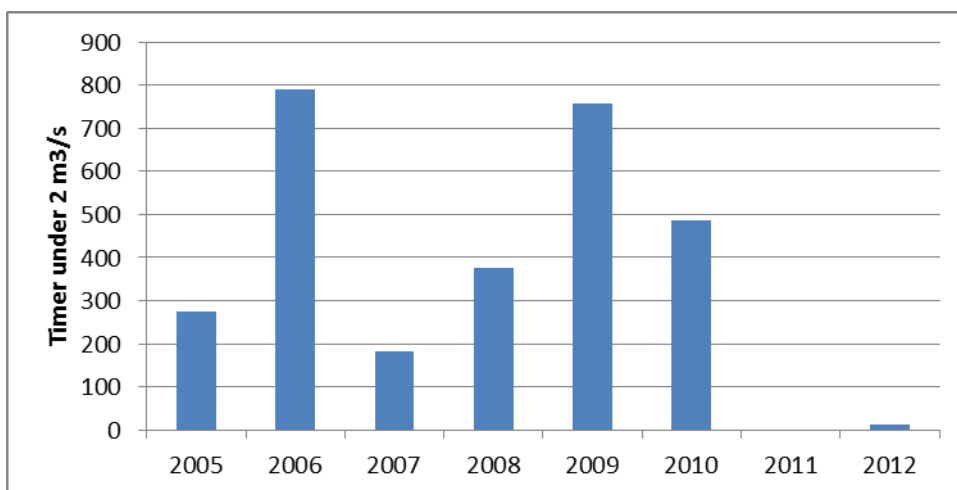
Figur 4.9. Driftsvannføring fra Lio kraftverk i perioden 1977 til 2013. Fordelingen viser at kraftverket enten har gått med full last omkring 13 m³/s, eller så har kraftverket stått.



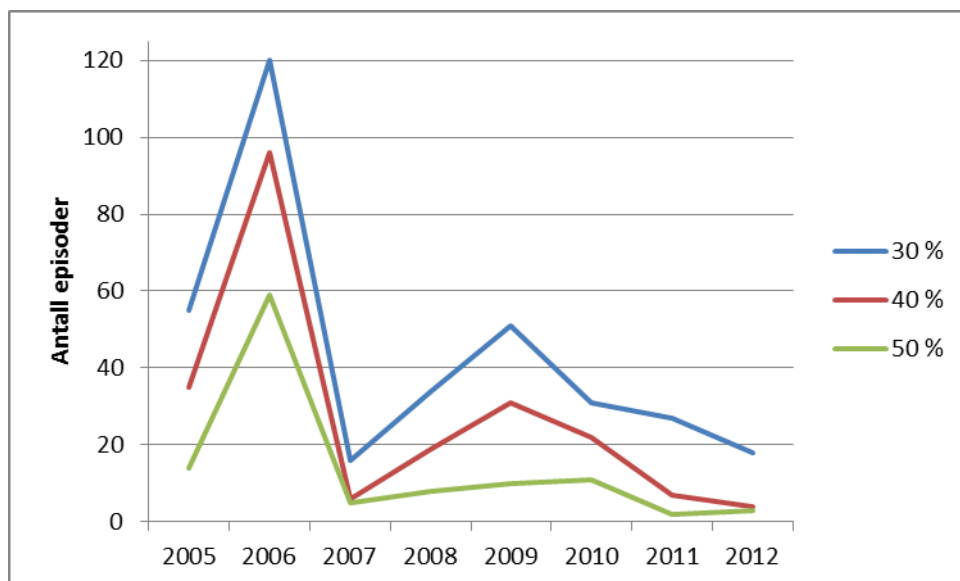
Figur 4.10. Antall døgn i mai og juni (61 døgn) der driftsvannføring fra Lio kraftverk var under 2 m³/s. Variasjonen mellom årene er stor. For eksempel sto Lio hele 70 % av mai og juni i 1996 og 1997, mens i 2003 og 2005 gikk Lio kontinuerlig.



Figur 4.11. Vannføringen i Tokkeåi målt ved Elvarheim fra årene 2005-2010 øverst og 2011-2013 nederst. Y-aksen er på logaritmisk skala for å fremheve perioder med lav vannføring.



Figur 4.12. Antall timer med vannføring under $2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Legg merke til forbedringen fra og med 2011.



Figur 4.13. Antall episoder per år der vannføringen har sunket hhv. 30, 40 og 50 prosent på én time.

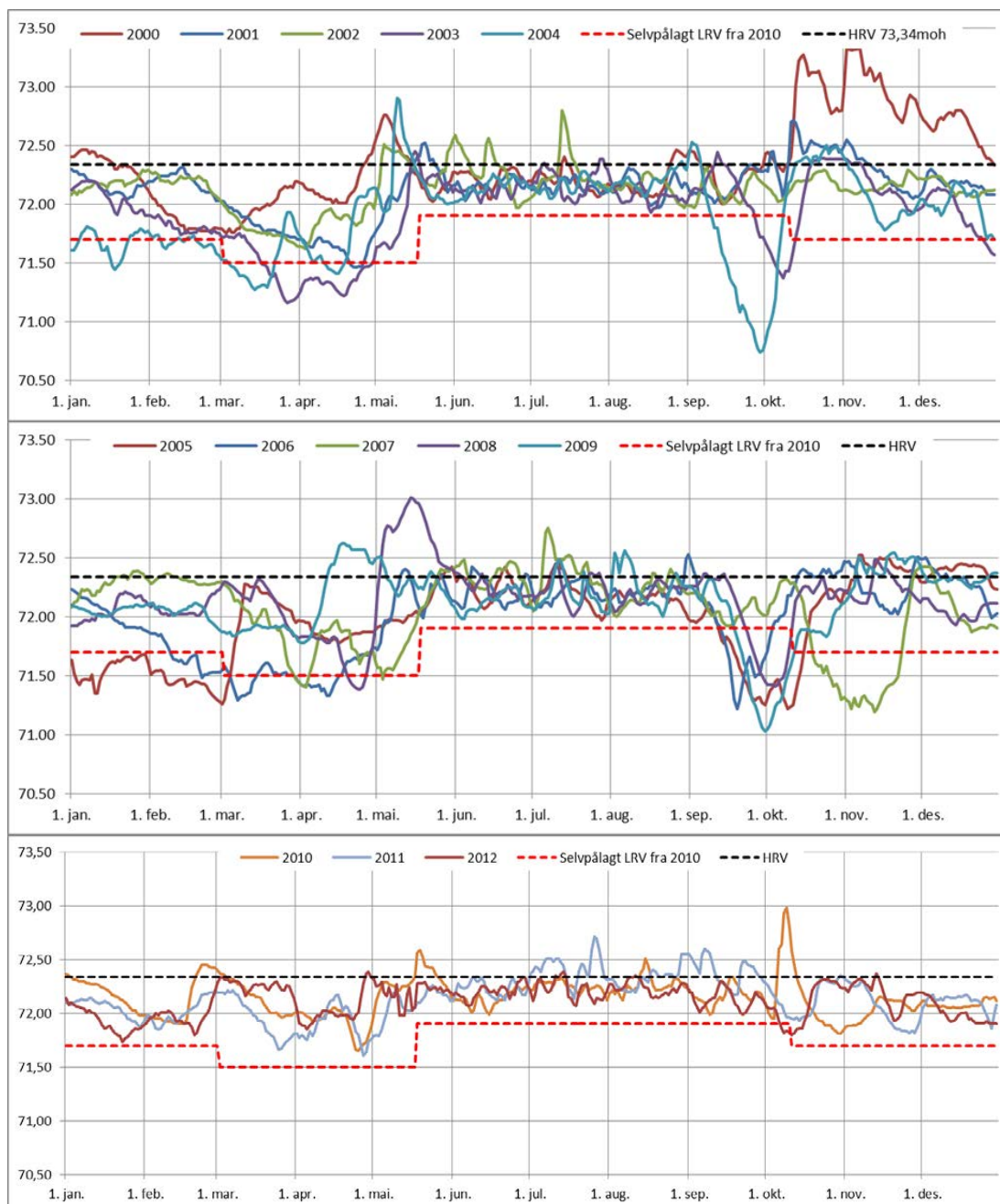
4.5 Vannstand

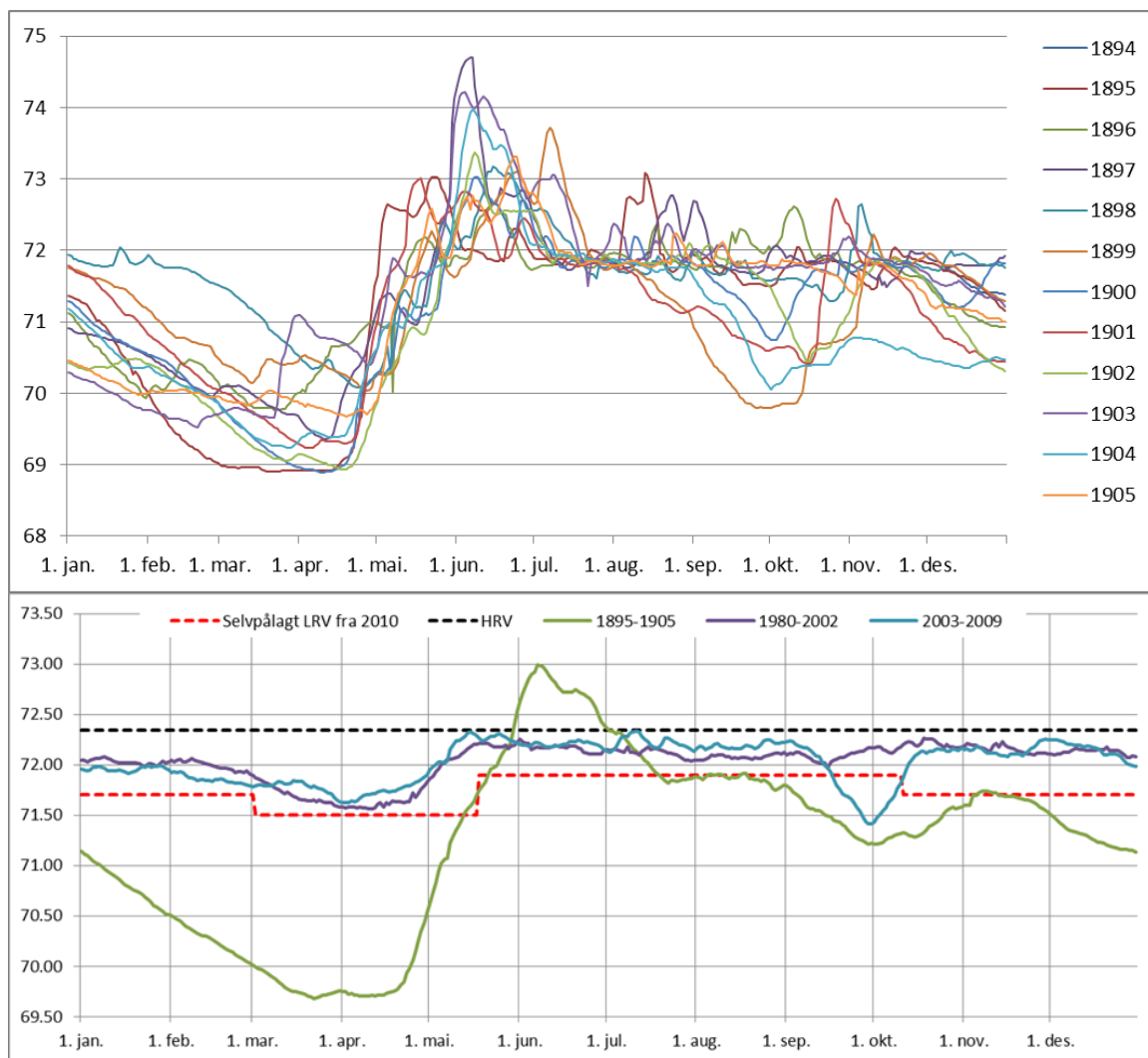
Vannstanden i Bandak varierte mye mer i perioden 1895-1905 enn i perioden 1980-2012. I perioden 2003-2009 ble praksisen med høstnedtappinger gjeninnført. Fra 2010 ble en selvpålagt LRV innført som hindrer høstnedtappinger (**figur 4.14**).

Gjennom mange år har Bandak vært tappet ned mot kotehøyde 71,2 m o.h. i mars og april. Den dypeste nedtappingen siden målingene startet i 1980 skjedde i slutten av april 1986 til 70,46 m o.h., 1,88 meter under HRV.

Sommerstid har vannstanden i Bandak blitt holdt opp mot HRV, også ofte over HRV, for at kanalbåtene ikke skal gå på grunn.

Fra 1980 og frem til 2003 skjedde høstnedtappinger kun unntaksvis (1986 og 1999). Fra 2003 til 2009 ble Bandak tappet ned omtrent én meter hver høst, der laveste vannstand var høsten 2004 til kote 70,7 m o.h. Praksisen med høstnedtapping ble avviklet fra 2010 da det ble innført en selvpålagt differensiert LRV på kote 71,7.





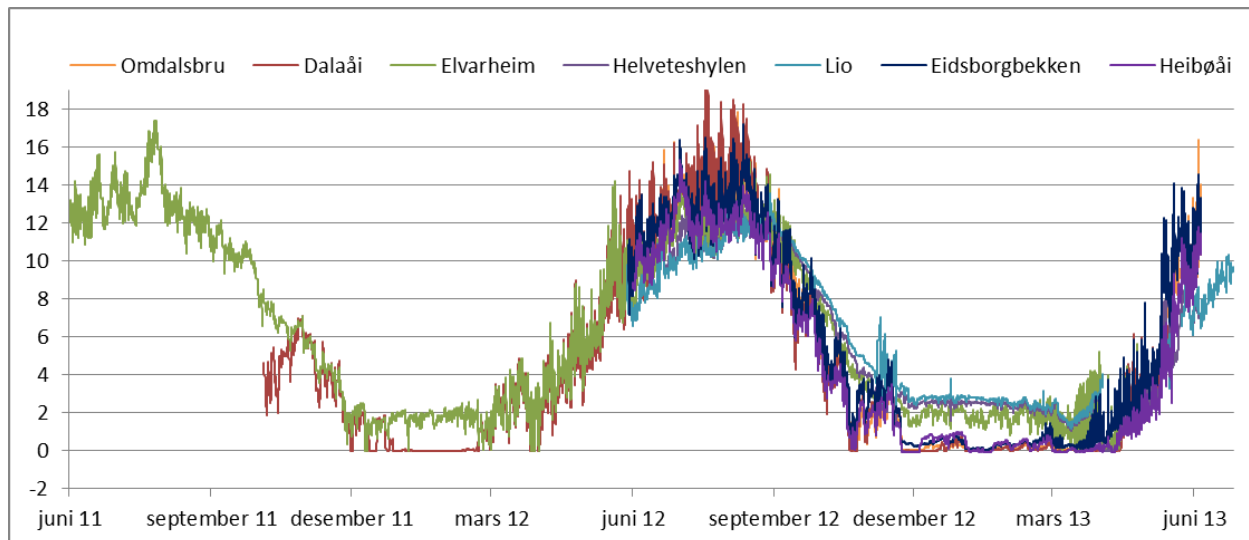
Figur 4.14. Vannstander i Bandak for de enkelte år i perioden 2000 til 2012, og 1894 til 1905, samt en sammenligning av vannstandsmanøvreringen i ulike tidsepoker. De selvpålagte restriksjonene fra 2010 og HRV er indikert med hhv. rød og svart stiplet linje.

Under befaringen av strandsonen i Bandak i oktober 2012 ble det konstatert at 10-15 % av det tørrlagte arealet var egnede niøvelokaliteter. Det ble imidlertid ikke observert verken døde niøyer eller spor i mudderet på dette tidspunktet. En videre nedtapping på 20-30 cm, dvs. ned til kote 71,50 antas å gi et større skadeomfang. Grenseverdien for betydelig skadeomfang synes å ligge mellom 7 kotene 71,50 og 71,60. Hvorvidt ammocoetes og kjønnsmodne niøyer i ulike aldersklasser blir utsatt for stranding ved langsom vannstandsreduksjon bør undersøkes nærmere.

4.6 Vanntemperatur

I juni og juli 2012 var Dalaåi i gjennomsnitt 3,0 °C varmere enn vannet fra Lio kraftverk. Tilsvarende differanse for januar 2012 til februar 2013 var 2,6 °C kaldere. Temperaturen i Dalaåi er etter vår vurdering svært nær den Tokkeåi ville hatt uten regulering. Nedslagsfeltet til Dalaåi ligger noe lavere enn smeltevannet fra Froland, men luftingen av vannet nedover et fossende langt elveløp gjør at lufttemperaturen er dominerende. Vannet fra Lio blir i liten grad luftet, og er typisk vintervarmt og sommerkaldt. Om vinteren holder driftsvannet ut fra Lio 2-3 °C, om høsten er den stabil og høyere enn Dalaåi, og om sommeren er det kaldere.

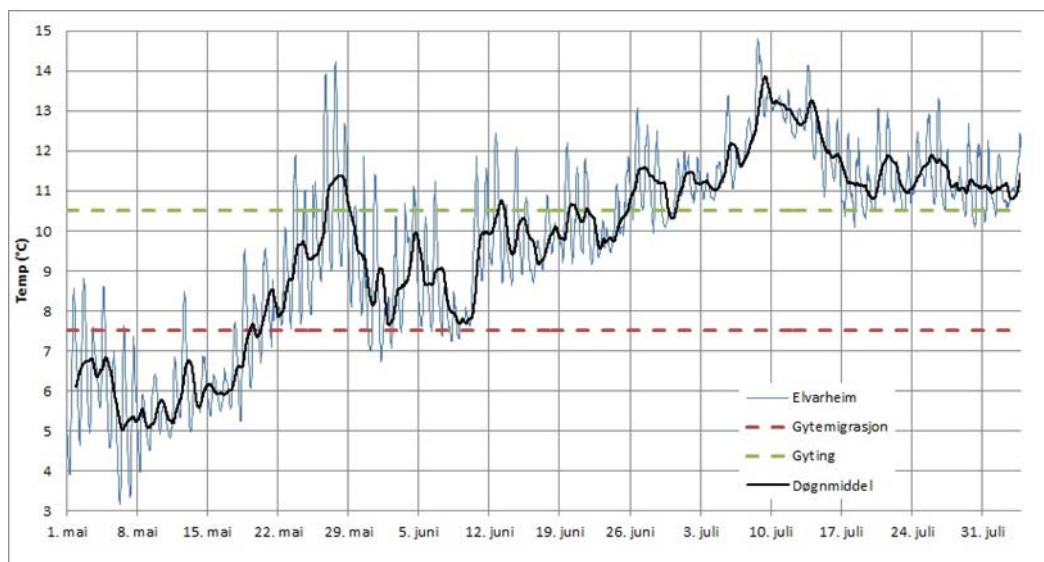
Temperaturen ved Omdalsbru, Eidsborgbekken og Heibøå, som ikke er regulerte lokaliteter, tilsvarte den i Dalaåi. Temperaturen i Helveteshylen og ved Elvarheim var som forventet påvirket både av naturlig og regulert vannføring, og lå midt mellom de andre. Temperaturen for alle punkter er vist i **figur 4.15** for perioden juni 2011 til juni 2013. Enkelte data mangler som følge av ulik oppstart, feil på logger og manglende gjennomstrømning i kummen ved Lio.



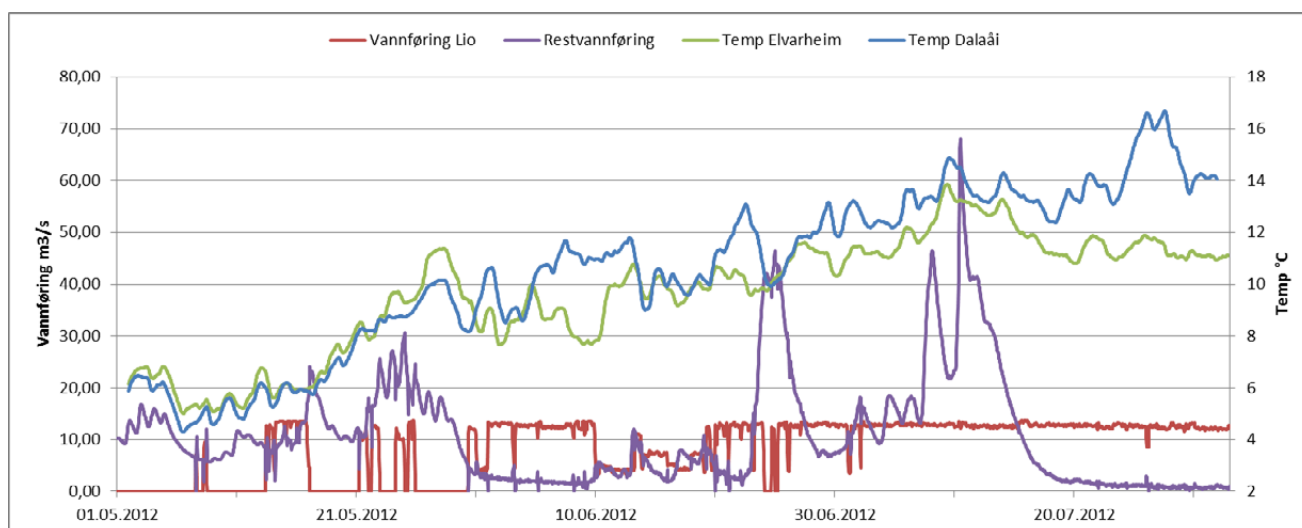
Figur 4.15. Viser alle loggeserier av vanntemperatur fra juni 2011 til juni 2013.

Målingene ved Elvarheim antas å være representative for områder som er påvirket av vann fra Tokkeåi. Områder som domineres av vann fra sidebekker eller vann fra Bandak, og områder som er grunnvannspåvirket, eller sideløp som ikke har vannføring når Tokkeåi går lav antas å ha en annen temperaturutvikling.

Temperaturen ved Elvarheim for gytesesongen 2012 er vist i **figur 4.16**. Utløsende temperatur for gytemigrasjon ble nådd rundt 20. mai, og ble etterfulgt av noen dager med tilstrekkelig høy temperatur for gyting (25.-29. mai). I juni sank temperaturen igjen som følge av at Lio kraftverk ble satt i drift kombinert med liten restvannføring (**figur 4.17**). Ikke før i siste halvdel av juni ble temperaturen høy nok for gyteaktivitet. I 2013 ble det migrasjonstemperatur den 30. mai, mens gytetemperatur ikke ble nådd før 11. juni.



Figur 4.16. Blå linje viser vanntemperaturen ved Elvarheim i mai og juni 2012, og den svarte linjen er døgnmiddeltemperaturen. Den rød stiplede linjen angir utløsende temperatur for gytevandring (7-8 °C), mens den grønne stiplede linjen angir utløsende temperatur for gyting (10-11 °C).



Figur 4.17. Grønn og blå linje viser døgnmiddeltemperaturen i hhv. Tokkeåi ved Elvarheim og Dalaåi like før samløpet med Tokkeåi (y-akse på høyre side). Rød linje viser vannføring i Lio, mens fiolett linje viser restvannføring (y-akse på venstre side). Merk perioden 3. til 10.juni der kombinasjonen av lav restvannføring og høy vannføring fra Lio reduserer temperaturen ved Elvarheim, og tilsvarende fra 18. juli.

4.7 Njøye i dietten til ørret

I perioden 30. mai til 28. juli 2012 ble 175 ørret i lengdeintervallet 20-46 cm fanget med sluk og mark. Av disse ble 153 ble fanget på deltaflaten, 15 i nedre del av Tokkeåi, og 7 i midtre del av Tokkeåi (ved Lindøy). Ørretene hadde en gjennomsnittslengde på 29,4 cm (SD=4,5 cm) og k-faktor 0,92 (SD=0,10). Fangsttinnssats med sluk og mark var gjennomsnittlig 0,45 timer (SD=0,22 timer) per ørret.

I 92 % av ørretmagene ble det funnet innhold, og gjennomsnittlig magefylling var 43,4 vol % (SD=37,5 vol %). Totalt ble det funnet 11 niøyer i ørretmagene, hvorav var 2 godt bevart (**figur 4.18**). De 11 niøyene var fordelt på 6 ørretmager, eller 3,4 % av ørretene. Ørretene med niøye i magen hadde en gjennomsnittslengde på 29,5 cm (SD=5,9 cm) og k-faktor på 0,89 (SD=0,09).

I juni 2013 ble det fanget 18 ørret, hvorav 2 ørret tatt 13. juni i nedre del av Tokkeåi hadde henholdsvis 2 og 1 niøye i magen.

En gjennomsnittlig voksen niøye veier 3,12 gram, og en vårfluelarve uten hus veier omtrent 0,18 gram. Forutsatt likt næringsinnhold betyr det at én niøye tilsvarer omtrent like mye mat som 18 vårfluer.



Figur 4.18. En godt bevart voksen niøye funnet i en ørretmage fra deltaområdet.

5 Diskusjon

5.1 Habitatkvalitet

Tokkeåi er i dag dominert av stein, men dersom strømbildet i elva endres kan finpartikulært materiale samles i bakevjer. Dagens vannføring er lav sammenlignet med den uregulerte vannføringen, og få løsmasser er derfor eksponert for erosjon. Mesteparten av erosjonen fra hovedløpet vil skje i perioder med stor flom, men det antas at substratet har betydelig grad av sedimentert og hardpakket finsedimenter som reduserer porøsiteten. Hovedløpet får imidlertid tilført noe løsmasser fra flere uregulerte sidebækker med høy fallgradient.

Elva er dominert av terskeldammer der finkornet sand og grus avsettes. Dersom formen på tersklene endres kan finpartikulære løsmasser fra terskeldammene transporteres videre nedover elva og deponeres i bakevjer og på deltaområdet, og dermed danne mere naturlige bunnforhold. Utlegging av stor stein i grupperinger er planlagt av Statkraft, og noen ble lagt ut i Asiahylen i august 2012. Steinene vil lage sedimentasjonssoner i forkant og i bakkant der grus og sand kan avsettes og danne egnede gyteforhold for niøye.

Deltaflaten og nedre del av elva utgjør størstedelen av det egnede habitatet for niøye. Elvas form er preget av kanalisering og inneholder få bakevjer som fanger opp egnet substrat for niøye. Tersklens form bør derfor endres slik at strømbildet blir mer variert og naturlig. Eidsborgbækken har et stort forbedringspotensial dersom terskelen ved kommunehuset endres og gytesubstrat tilføres.

5.2 Gytereistreringer

Den spesielle gyteatferden gjorde at metoden for observasjon av gyteaktiviteten med lys om natten ikke var like effektiv som forventet. På sandbunn ved klassiske gyteplasser er de lette å se, og de blir vanligvis ikke skremt av lyset før det har gått en stund. Men i Tokkeåi er det så mange skjulplasser mellom steiner at det er vanskelig å få øye på dem. Observasjonene av gytende niøyer må derfor betraktes som et absolutt minimumsestimat.

Gyteaktiviteten var lav og fordelte seg utover flere uker. I flere andre elver og bækker i Telemark (eks. Bøevju, Bøelva og Heddøla) kan man nattetid observere ansamlinger på mange hundre niøyer. El-fisket av ammocoetes tydet på at gytebestanden burde vært betraktelig større enn det som ble observert. En forklaring på dette kan være at niøyene har gytt tidligere eller senere på året slik at vi ikke observerte all aktivitet innenfor studieperioden. Det var for eksempel en varmeperiode i slutten av mai 2012 da noe av gytingen kan ha skjedd. En annen forklaring kan være at gytesesongen har vært lang og dårlig som følge av lav temperatur, økt daglengde (gradvis lysere netter) og påfølgende lav gytesuksess. I videre målinger av gyteaktiviteten i Tokkeåi anbefales det å bruke migrasjonsfeller som lar seg operere også ved stor vannføring.

5.3 Bestandsvurderinger

De grunneste områdene med niøye i Bandakdeltaet var 7 cm i oktober. Dette tyder på at en del niøye ikke trekker ut på dypere vann på denne tiden av året, selv om det kan godt være at de gjør det lenger ut på vinteren når isen legger seg. Det anbefales at dette følges opp med undersøkelser.

Ingen niøyer ble funnet på deltaets nordlige del. Dette kan forklares med at vannet er tilnærmet stillestående uten tilførende bækker eller elveløp som fordeler vannmasser og substrat, i kombinasjon med at ammocoetes ikke drifter passivt ut til disse områdene. De kan muligens beve-

ge seg dit aktivt (se kapittel 2.7), men undersøkelserne viser at denne delen av deltaområdet verken koloniseres av eldre ammocoetes eller voksne nøyer. Åpning av sideløpet nord for Hoppesteintersklene, og forbedrede gytemuligheter i Eidsborgbekken antas å føre til flere nøyer i deltaets nordlige del, og følgelig en betydelig økt produksjon av nøye i deltaet.

Estimert tetthet i egnet substrat var 15,2 ind./m². Lengdefordelingen antyder at bestanden er stabil, og at det ikke er noen klare tegn på at det har forekommet rekrutteringssvikt i de enkelte årsklassene. Lengdefordeling er imidlertid ikke en fullt utdypende metode for å detektere episoder med dødelighet. Særlig gjelder dette hvis vannstandsindusert dødelighet påvirker alle årsklasser likt, noe som kan være tilfelle i dette systemet.

Niøyene i Tokkeåi blir antakeligvis 5 til 6 år gamle. På deltaflaten er det primært den sørlige delen som har betydelige forekomster av niøye, og dette settes i sammenheng med tilførsel av larver og egnet substrat fra elveløpene fra Tokkeåi.

5.4 Variasjoner i vannføring i Tokkeåi

Episoden den 23. august 2012 viste at kortvarig og kritisk lav vannføring reduserer bestanden av niøye. Schartum and Heggenes (2013) viste imidlertid at ammocoetes overlever i 8 dager etter at substratet er drenert, men forsøket ble gjort i et laboratorium uten sol og vind. I virkeligheten tørker substrat og niøyer mye fortere, og i tillegg er niøyer utsatt for predasjon fra fugl både når de eksponerer seg og når de ligger nedgravd nær overflaten. Fordi noen ammocoetes velger en passiv strategi med å ligge rolig i det tørrlagte substratet, og at noen klarer å flykte til våte områder, vil trolig ikke hele bestanden på et tørrlagt område dø under slike episoder. Men det er likevel grunn til å påpeke at bestanden kan bli sterkt svekket ved gjentatte episoder. Kritisk lav vannføring i Tokkeåi vurderes som skadelig for både ammocoetes og voksne individer av niøye.

Generelt anbefales en minstevassføring som er tilstrekkelig til å gi vannføring i sideløp, og sikre at områder med mudder og kvist i elva er vanddekt hele året. Installasjon av omløpsventil i Lio kraftverk vil i stor grad vil redusere antall episoder med kritisk lav vannføring i Tokkeåi, og vurderes som et svært viktig tiltak.

5.5 Variasjoner i vannstanden i Bandak

Den selvålagte LRV fra 2010 har størst reell effekt på nedtappingene om høsten **figur 4.14**. Høstnedtappingene har dessuten vært dypere enn vårnedtappingene, og som et eksempel var vannstanden i september 2004 nede på 70,74 m o.h. I praksis er derfor LRV hevet med 76 cm, fra 70,74 til 71,5, og reguleringshøyden er tilsvarende nesten halvert fra 160 cm til 84 cm sammenlignet med tidligere tider. Den egentlige LRV på 69,46 har ikke vært benyttet på mange år. En rask nedtapping av vannstanden som underskriver kote 71,60 anses som skadevoldende for nøyte og bunndyr som følge av tørrlagte mudderflater (**figur 5.1 og 5.2**). Kunstige senkninger til lavere nivåer bør gjennomføres meget langsomt, også langt det er mulig bør det tilstrebes tilnærmet naturlige rytmer for vannstandsvariasjoner.

En økning i laveste høydekote ved nedtappinger vurderes foreløpig som positiv for niøreforekomstene fordi en større andel av deltaet vil være permanent vanndekt, og niøyene kan derfor leve upåvirket over et større areal av deltaflaten i alle sine år som ammocoetes. Dette må imidlertid vurderes opp mot en tilnærmet naturlig deltadynamikk med hensyn til deponering av egnet bunnsubstrat fra Tokkeåi over tid, og det anses som meget viktig at vannstanden varierer betydelig gjennom en årssyklus. På denne måten avsettes organisk materiale og annet finpartikulært materiale mens vårflom fyller opp Bandak. Generasjonstiden på 5-6 år gjør at effekten av et mer gunstig manøvreringsregime vil komme gradvis de neste årene.

Dynamikken i et deltaområde i stor grad er avhengig av vannstandsforskjeller gjennom året. Dette medfører at sedimentasjonssonene for elvetransportert materiale (sand, grus, stein og organisk materiale) blir avsatt over større områder sammenlignet med avsetninger ved stabil vannstand i innsjøen. Skadepotensialet synes i stor grad å være knyttet til tidspunkt og hastighet på nedtappingen av vannstanden, og det bør så langt det er mulig tilstrebes en etterlikning av naturlige fluktuasjoner. Nærmere vurderinger av disse forholdene vil bli gjort i prosjektets sluttrapport.



Figur 5.1. Bandak den 27. september på 71,19 moh. (venstre), og 24. september 2009 på 71,41 moh. (høyre). Bilde tatt fra Brattestå mot Tokke kraftverk. I dag er selvpålagt LRV på kotehøyde 71,50, og slike dype nedtappinger skal ikke lenger forekomme. Foto: Kai Joachim Brattestå.



Figur 5.2. Deltaområdet i Bandak den 24. april 2011 på 71,83 moh. Her kan det tappes ytterligere 33 cm etter dagens selvpålagte LRV. Til venstre ser vi et parti med mudder og organisk materiale som er egnet habitat for niøye. Av bildene ser vi også at mesteparten av arealene er dekket av stein, og som derfor ikke er egnet habitat. Egnet habitat finnes det mer av på dypere vann. Foto: Kai Joachim Brattestå.

5.6 Vanntemperatur

Lav temperatur på det embryonale stadiet (inkubasjonstiden) hos niøye kan føre til stor dødelighet (Hardisty and Potter 1971; Meeuwig, Bayer et al. 2005). Inkubasjonstiden varer ca. én måned etter gyting, avhengig av temperatur. Egg fra bekkeniøye (*L. planeri*) ved 8,7 og 10,8 °C brukte hhv. 35 og 26 dager på å klekke (Bernt R. V. Grimm, pers. medd.). Egg fra *L.*

richardsoni ved 10, 14, 18 og 22 °C brukte hhv. 56, 33, 23 og 17 dager på å klekke. Studier innenfor dette temaet rapporterer lav overlevelse ved lave temperaturer.

I mindre bekker med nedbørsfelt bestående av skog og kulturlandskap stiger temperaturen raskt etter at snøen i nedbørsfeltet har smeltet. Nedbørsfeltet til Tokkeåi er derimot sammensatt av flere naturtyper, og er i stor grad påvirket av vannkraftregulering. Det naturlige nedbørsfeltet til Tokkeåi besto opprinnelig av store høyfjellsområder der snøen lå lenge utover forsommeren. I mai og juni, som sammenfaller med gytesesongen for niøye, var preget av snøsmeltingsperioder og flomperioder. Lang oppholdstid i innsjøer og elveløp hevet temperaturen noe, men generelt var Tokkeåi relativt kald på denne tiden av året. Historisk skjedde gytingen trolig like etter at vårflommen hadde gitt seg, og når det kom perioder med tørt og varmt vær.

I 1961 ble Tokkeåi regulert, og mesteparten av smeltevannet ble sluppet direkte ut i Bandak uten å gå i elva. Smeltevann ble dessuten holdt tilbake i magasiner etter nedtapping om vinteren. Restvannføringen kommer hovedsakelig fra laveliggende områder nedenfor dammen. Dette har trolig ført til en høyere temperatur i Tokkeåi etter at Tokke kraftverk ble bygget.

I 1969 ble Lio kraftverk satt i drift. Kraftverket har utløp i Tokkeåi i øvre del av den storørretførende elvestrekningen, og slipper ut $13 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ved full turbinlast. Dette utgjør 82 % av medianvannføringen i Tokkeåi. Vannet som blir sluppet ut fra kraftverket kommer fra 18 meters dyp i Byrtevatn, og det er ikke avklart hvorvidt temperaturen senkes ved kraftverksdrift og dermed også påvirker gytestart og embryonal overlevelse for niøye i Tokkeåi.

Om sommeren får mange norske innsjøer en temperatursjiktning med varmt vann i overflaten, og kaldt vann lenger ned. Dette skjer fordi vann har høyest tetthet ved 4 °C. Men Byrtevatn får trolig ikke denne temperatursjiktningen i like stor grad, fordi Byrte kraftverk har utløp bare 380 meter fra inntaket til Lio kraftverk, og skaper trolig sirkulasjon i Byrtevatn hele sommeren. Det er derfor uavklart om et overflateinntak til Lio kraftverk vil kunne heve temperaturen til driftsvannet nevneverdig. Derimot har Botnedalsvatn, som er magasinet til Byrte kraftverk, trolig en temperatursjiktning. Disse forholdene bør utredes nærmere.

Driftsvannet fra Lio er betydelig kaldere enn restvannføringen, og kaldere enn en ikke-regulert vannføring. Kjøring av Lio kraftverk har derfor sannsynligvis en betydelig destabiliserende innvirkning på temperaturen i nedre del av Tokkeåi, og dette vurderes som uheldig for niøyas reproduksjonsbiologi.

Enkelte år har innbyggere i Dalen opplevd badetemperaturer i kulpene i Tokkeåi, og da har det også blitt observert store tettheter med bekeniøye på gytevandring i både Asiahylen og Elvarheimhylen (Stein Olav Heimdal pers. medd). Antatt høyere vanntemperatur gjorde muligens at gytevandringen ble konsentrert i tid, og tetthetene ble derfor høye sammenlignet med dagens situasjon. Årsaken til den høye vanntemperaturen var trolig en kombinasjon av driftsstans i Lio, varmt vær og liten vannføring som følge av at snøen i nedbørsfeltet hadde smeltet.

Målingene som ble utført i 2012 viser en ideell økning i vanntemperaturen i slutten av mai som trolig både trigget migrasjon og gyting (**figur 4.16**). Deretter kom en lang periode med lav vanntemperatur. Perioden med høy nok temperatur for gyting var trolig for kort, og den lave temperaturen i juni førte trolig til en forstyrrelse av gyteatferden og en påfølgende redusert overlevelse for egg og larver.

Variasjon i vannføringen fra Lio kraftverk i gytesesongen kan trigge gyting i perioder med lav vannføring og stigende temperatur for deretter å senke temperaturen i perioder med høy vannføring. Det antas som sannsynlig at dette vil kunne føre til redusert gytesuksess gjennom økt embryonal dødelighet.

Av hensyn til niøyas gytesuksess og embryonale overlevelse bør det igangsettes tiltak som sikrer en jevnere og mer naturlig temperaturøkning i mai og juni måned. Temperaturfall som

følge av kjøring av Lio kraftverk i gytetiden bør unngås, og forsøk med driftstans i Lio kraftverk for å undersøke temperaturresponser før og under gyteperioden anbefales.

5.7 Niøye i dietten til ørret

Bare 3,4 % av ørretmagene inneholdt niøye. Dette samsvarer med den lave gyteaktiviteten i studieperioden. Trolig vil niøyene bli mer tilgjengelig for ørret dersom gytingen blir mer tidsmessig synkron og tetthetene såpass høye at ørreten kan utnytte ressursen i større grad. Tidligere observasjoner fra sportsfiskere understøtter dette, men det understrekes at det er en viss usikkerhet knyttet til denne tolkningen ettersom vi foreløpig ikke har analysert utviklingen i vanntemperatur i modnings- og gyteperioden for niøye. Det er også kjent at ørret gulper opp store bytterester når den fanges enten på garn eller på stang, og dette kan være faktorer som bidrar til en underestimert av niøye som viktig diett for ørret i Bandakdeltaet. Videre undersøkelser som omfatter ørretens diett anbefales gjennomført.

6 Referanser

- Espanhol, R., P. R. Almeida and M. J. Alves (2007). "Evolutionary history of lamprey paired species *Lampetra fluviatilis* (L.) and *Lampetra planeri* (Bloch) as inferred from mitochondrial DNA variation." *Molecular Ecology* (16): 1909–1924.
- Garnås, E., O. Hegge, et al. (1996). "Forslag til forvaltningsplan for storørret." Utredning for DN 1997 - 2.
- Gardiner, R. (2003). Identifying lamprey: a field key for sea, river and brook lamprey *Petromyzon marinus*, *Lampetra fluviatilis* and *L. planeri*, English Nature.
- Goodwin, C. E., J. T. A. Dick, D. L. Rogowski and R. W. Elwood (2008). "Lamprey (*Lampetra fluviatilis* and *Lampetra planeri*) ammocoete habitat associations at regional, catchment and microhabitat scales in Northern Ireland." *Ecology of Freshwater Fish* 17(4): 542-553.
- Hardisty, M. W. and I. C. Potter (1971). *The Biology of lampreys*, volume 1. London, Academic Press.
- Huitfeldt-Kaas, H. (1917). Mjøsens fisker og fiskerier. Det Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter 1916, nr. 2. Aktietrykkeriet i Trondheim.
- Johnsen, S. I., M. Kraabøl, Å. Brabrand, S. J. Saltveit, J. G. Dokk and H. Pavels (2012). "Fiskebiologiske undersøkelser i Bandak og Tokkeåi 2011. NINA rapport 862.
- Kraabøl, M. (2001) Storørret i Lågen mellom Hunder og Harpefoss. Fiskets historikk, bestandskarakteristikk, beskatning og ernæring. Miljøtjenester, Rapport 1/2001.
- Kraabøl, M. (2010). "Storørret i Bandak og Tokkeåi - Dokumentasjon, kunnskapsoppsummering og utfordringer." NINA Rapport 544.
- Kraabøl, M., Å. Brabrand, et al. (2013). "Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Tokkeåi og Bandakdeltaet – Resultater fra undersøkelsene i 2012." NINA Rapport 955: 27.
- Malmqvist, B. (1982). "The feeding, breeding and population ecology of the brook lamprey (*Lampetra planeri*)."
- Meeuwig, M. H., J. M. Bayer and J. G. Seelye (2005). "Effects of temperature on survival and development of early life stage pacific and western brook lampreys." *Transactions of the American Fisheries Society* 134(1): 19-27.
- Moser, M., J. Butzerin and D. Dey (2007). "Capture and collection of lampreys: the state of the science." *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 17(1): 45-56.
- Moser, M. L., M. L. Keefer, H. T. Pennington, D. A. Ogden and J. E. Simonson (2011). "Development of Pacific lamprey fishways at a hydropower dam." *Fisheries Management and Ecology* 18(3): 190-200.
- Pethon, P. (1998). Aschehougs Store Fiskebok. Norges fisker i farger. H. Aschehoug & Co (W. Nygaard) AS.
- Potter, I. C. (1980). "Ecology of larval and metamorphosing lampreys" *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37(11): 1641-1657.
- Renaud, C. B. (2011). *Lampreys of the world. An annotated and illustrated catalogue of lamprey species known to date*, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Russon, I. J., P. S. Kemp and M. C. Lucas (2011). "Gauging weirs impede the upstream migration of adult river lamprey *Lampetra fluviatilis*." *Fisheries Management and Ecology* 18(3): 201-210.
- Schartum, E. and J. Heggenes (2013). In-substratum movements and responses to water level reductions by European lamprey ammocoetes. Unpublished manuscript.
- Øko-Grønt (2012). "Biotopforbedrende tiltak, sideløp av Tokkeåi. ."
- Smith, D. M., S. A. Welsh and P. J. Turk (2011). "Selection and preference of benthic habitat by small and large ammocoetes of the least brook lamprey (*Lampetra aepyptera*)." *Environmental Biology of Fishes* 91(4): 421-428.
- Steven, D. (1950). "Some properties of the photoreceptors of the brook lamprey." *Journal of Experimental Biology* 27(3): 350-364.



Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.

NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.

Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-2612-7

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger