

Tiltaksanalyse for elvemusling i Begna

Hvilke kritiske faktorer finnes og hva kan vi gjøre for å sikre arten i Begna?

Bjørn Mejdell Larsen



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.

Tiltaksanalyse for elvemusling i Begna

Hvilke kritiske faktorer finnes og hva kan vi gjøre for å sikre arten i Begna?

Bjørn Mejdell Larsen

Larsen, B.M. 2015. Tiltaksanalyse for elvemusling i Begna. Hvilke kritiske faktorer finnes og hva kan vi gjøre for å sikre arten i Begna? - NINA Rapport 1167. 63 s.

Trondheim, april 2015

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2792-6

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Bjørn Mejdell Larsen

KVALITETSSIKRET AV

Odd Terje Sandlund

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsleder Ingeborg Palm Helland (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Vannområde Valdres

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Ellen Margrethe Stabursvik

FORSIDEBILDE

Begna ovenfor Grimsrud bru. Foto: Bjørn Mejdell Larsen

NØKKEWORD

Elvemusling – tiltaksplan – Begna

KEY WORDS

Freshwater pearl mussel – management plan – River Begna

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Fakkelgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Larsen, B.M. 2015. Tiltaksanalyse for elvemusling i Begna. Hvilke kritiske faktorer finnes og hva kan vi gjøre for å sikre arten i Begna? - NINA Rapport 1167. 63 s.

Elvemusling finnes i Begna innenfor Vannområde Valdres på strekningen fra Bagn til innløpet i Spe-rillen; en strekning på 40-45 km. På grunn av lav rekruttering kan ikke bestanden karakteriseres som levedyktig, og tiltak for å styrke rekrutteringen er nødvendig hvis man ønsker å opprettholde en levedyktig bestand i Begna. Det er ikke påvist elvemusling i noen av sidebekkene til Begna på denne strekningen, men elvemusling finnes i den delen av Begna som ligger i Buskerud fylke (Ådalselva).

Aktivitetene i nedbørfeltet til Begna har endret seg over tid, og tømmerfløting som tidligere endret både elveløp og vannkvalitet forekommer ikke lenger. I moderne tid har vannkraftreguleringene i vassdraget gitt de største endringene med hensyn til hydrologisk regime og endring i miljøbetingel-sene for vannlevende organismer. Det kan likevel være vanskelig å identifisere hvilken enkelt-faktor som har hatt størst negativ betydning for elvemuslingbestanden i Begna, men faktorer som vi antar har virket negativt har vært:

- Forandringer i hydrologisk regime på grunn av vassdragsregulering
- Fysiske inngrep i og langs elveløpet (forbygninger)
- Ødelagt habitat i deler av vassdraget (elvekraftverk)
- Eutrofiering; noe høye verdier av nitrogen og fosfor
- Lav tetthet av ørretunger (som vertsfisk for muslinglarvene)
- Innføring av fremmede arter (gjedde)
- Tømmerfløting (fram til 1968)

Mer usikkert er effekten av stedvis manglende eller svakt utviklet kantsone og lokal (?) forurensning (periodevis høye verdier av kobber).

I handlingsplanen for elvemusling i Norge er målet for arbeidet med forvaltning av elvemusling i et langsiktig perspektiv at den skal finnes i livskraftige populasjoner i hele Norge. Alle nåværende na-turlige populasjoner skal opprettholdes eller forbedres. For Begna vil det bety at forholdene må for-bedres slik at rekrutteringen styrkes for at bestanden kan øke i antall på lang sikt.

Tiltak som kan være aktuelle for å gjenskape gode oppvekstsvilkår for elvemusling kan være:

- Arbeide videre med å redusere næringstilførselen. Mengde total fosfor og nitrogen ligger pe-riodevis over det som man tror er grenseverdien for god rekruttering hos elvemusling
- Kartlegge årsaken til periodevis høye verdier av kobber
- Opprettholde en god minstevannføring
- Styrke ørretbestanden i hele vassdraget, men spesielt nedenfor Eidsfoss
- Forsterke muslingbestanden ved kunstig infeksjon av ørretunger og/eller oppdrett og utset-ting av unge muslinger fra kultiveringsanlegg
- Flytting av muslinger innad i vassdraget
- Etablering av kantsoner som gir bedre skygge og filtrerer jord- og leirpartikler og næringssal-ter fra overflateavrenning
- Ta større hensyn til elvemusling, og sette krav til konsekvensutredninger i alle saker som berører de delene av Begna som har elvemusling
- Informasjon - god formidlingsstrategi og kommunikasjon med sentrale brukergrupper
- Oppfølging og tiltaksovervåking

En bestand av elvemusling som opprettholder naturlig rekruttering i Begna vil være det synlige bevi-set på god vannkvalitet og god økologisk status.

Bjørn Mejdell Larsen, NINA, Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim; bjorn.larsen@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	4
Forord	5
1 Generelt om elvemusling	6
1.1 Bakgrunn.....	6
1.2 Livshistorie.....	6
1.3 Habitatkrav.....	8
1.4 Trusler.....	10
2 Vassdragsbeskrivelse	11
2.1 Vannføring.....	13
2.2 Vanntemperatur.....	15
2.3 Vannkvalitet.....	16
2.4 Redokspotensiale.....	21
2.5 Bunndyr og begroingsalger.....	24
2.6 Fisk.....	24
2.7 Arealbruk.....	26
2.8 Fysiske inngrep.....	27
2.8.1 Vannkraft og fløting.....	27
2.8.2 Veganlegg og bruer.....	29
2.8.3 Masseuttak og deponier.....	30
2.9 Forurensning.....	30
3 Elvemusling i Begna	31
3.1 Tetthet og populasjonsstørrelse.....	31
3.2 Dødelighet.....	35
3.3 Vekst.....	36
3.4 Lengdefordeling og rekruttering.....	39
3.5 Reproduksjon.....	41
3.6 Genetikk.....	41
3.7 Ørret som vert for muslingens larver.....	42
3.8 Oppsummering.....	43
4 Tiltak	45
4.1 Vannkvalitet.....	45
4.2 Tømmerfløting.....	48
4.3 Vannkraftregulering, vannføring og vanntemperatur.....	49
4.4 Flytte muslinger.....	51
4.5 Styrke ørretbestanden.....	51
4.6 Infeksjon av ørretunger før utsetting.....	51
4.7 Oppdrett og utsetting.....	52
4.8 Ta større hensyn til elvemusling.....	53
4.9 Informasjon.....	54
4.10 Oppfølging og tiltaksovervåking.....	54
5 Oppsummering	56
6 Referanser	59

Forord

EUs rammedirektiv for vann fra 2000 (vanndirektivet, i Norge: vannforskriften) har som hovedformål å sørge for at miljøstatus forbedres i alt ferskvann, brakkvann, kystnært vann og grunnvann. Direktivet forutsetter en nedbørfeltorientert og helhetlig forvaltning av vann og vassdrag, og setter som mål at det skal oppnås såkalt god tilstand i vannforekomstene. Det skal utarbeides og vedtas regionale forvaltningsplaner og tiltaksprogrammer med sikte på å oppfylle miljømålene, og det skal fremskaffes nødvendig kunnskapsgrunnlag for dette arbeidet.

Vannforskriften deler Norge inn i 11 vannregioner (opprettet 1.1.2010), og i tillegg fem internasjonale vannregioner delt med Sverige og Finland. I hver vannregion er en fylkeskommune utpekt som vannregionmyndighet (VRM). I Norge har vi over 17000 vannforekomster som er gruppert i 105 vannområder innenfor de enkelte vannregionene. Vannregion Vest-Viken er administrativt delt inn i 18 vannområder (Aulivassdraget, Aust-Telemark, Breianger Vest, Eikeren, Drammenselva, Hallingdal, Horten-Larvik, Kragerøvassdraget, Lierelva, Midtre Telemark, Numedalslågen, Randsfjorden, Siljan-Farris, Simoa, Skien-Grenlandsfjordene, Tokke-Vinje, Tyri-fjorden og Valdres). Begna hører med til Valdres vannområde i vannregion Vest-Viken. Vannområdeutvalget for Valdres har identifisert flere hensyn/interesser som må tillegges særlig vekt i planarbeidet. Elvemusling er en av disse.

Begna er tidligere undersøkt med hensyn til elvemusling (Larsen 2000). I handlingsplanen for elvemusling er målet at elvemusling skal finnes i livskraftige populasjoner i hele Norge (Direktoratet for naturforvaltning 2006). Alle nåværende naturlige populasjoner skal opprettholdes eller forbedres. I et slikt perspektiv må problemene for elvemusling i Begna identifiseres, og nødvendige tiltak settes i verk for å hindre at muslingen dør ut i vassdraget. En bestand av elvemusling som opprettholder naturlig rekruttering i Begna vil være det synlige beviset på god vannkvalitet og god økologisk status.

Norsk institutt for naturforskning (NINA) fikk gjennom Vannområde Valdres oppdraget med å gjennomføre en problemkartlegging med tilknytning til elvemusling i Begna. Målet var å lage en skisse til tiltaksplan som har til hensikt å bevare og styrke bestanden av elvemusling i vassdraget, slik at rekrutteringen kan ta seg opp igjen. Tiltaksplanen støtter seg på data fra flere tidligere prosjekter i vassdraget samt flere delprosjekter i forbindelse med utarbeidelsen av tiltaksplanen, bl.a. kartlegging av substratets egnethet som oppvekstområde for unge muslinger, fiskeundersøkelser, innsamling av vannkjemiske data og befaring langs vassdraget med kartlegging av aktuelle trusselfaktorer spesielt rettet mot elvemusling. Dette har i sum gitt bakgrunnsdata til foreliggende problemkartlegging knyttet direkte mot elvemusling.

En særlig takk går til prosjektleder Ellen Margrethe Stabursvik, Vannområde Valdres, for en nyttig befaring langs vassdraget, innsamling av vannprøver og tilsendte bakgrunnsdata om vannkvalitet. Det rettes dessuten en takk til Eva Klausen og Ånund S. Kvambekk, NVE Hydrologisk avdeling, for tilsendte opplysninger om vannføring og vanntemperatur i Begna samt Ola Hegge, Fylkesmannen i Oppland, for organisering og innsamling av ørretunger våren 2014.

Trondheim, april 2015

Bjørn Mejdell Larsen
Prosjektleder

1 Generelt om elvemusling

1.1 Bakgrunn

Elvemusling, *Margaritifera margaritifera*, ble angitt med status «sårbar» på den norske rødlisten både i 2006 og 2010 (Kålås mfl. 2010). Bestandsstatus er imidlertid ytterligere forverret i nesten hele dens utbredelsesområde i Europa, og elvemusling er oppført som «kritisk truet» på den europeiske naturvernunionens (IUCN) liste over truede dyrearter (Cuttelod mfl. 2011). I tillegg er den ført opp på Bern-konvensjonens liste III over arter som det skal tas spesielt hensyn til, og den er listet opp i EUs habitatdirektiv (vedleggene II og V).



Elvemusling Margaritifera margaritifera oppnår normalt en størrelse på 10-13 cm. Skallet er mørkt, nesten svart hos eldre individer, og som oftest nyreformet. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

I likhet med mange andre land i Europa er det laget en egen handlingsplan for elvemusling i Norge (Direktoratet for naturforvaltning 2006). Ett hovedmål i handlingsplanen er at alle nåværende naturlige populasjoner skal opprettholdes eller forbedres. I tråd med dette er målet for arbeidet med elvemusling i Begna at det i et langsiktig perspektiv skal finnes en livskraftig populasjon i vassdraget.

1.2 Livshistorie

Elvemuslingens livssyklus omfatter et larvestadium på gjellene til laks eller ørret, et ungt stadium nedgravd i grusen og et voksent stadium synlig på elvebunnen (se **faktaboks 1**). Omfattende studier har vist at ulike muslingpopulasjoner er tilpasset enten laks eller ørret som vertsfisk (bl.a. Karlson & Larsen 2013). Det er også vist at elvemuslingens larver utvikler seg ulikt på ulike ørretstammer (Larsen 2009, Österling & Larsen 2013). Selv om muslingene kan være bedre tilpasset stedegne fiskestammer (Dettmer 1982, Söderberg mfl. 2008a) ser vi at fremmede fiskestammer av riktig vertsort likevel kan ha en større infeksjonsintensitet (Österling & Larsen 2013).

Faktaboks 1:

Elvemusling

Margaritifera margaritifera

Kilde: Larsen (2005)



KJENNETEGN:

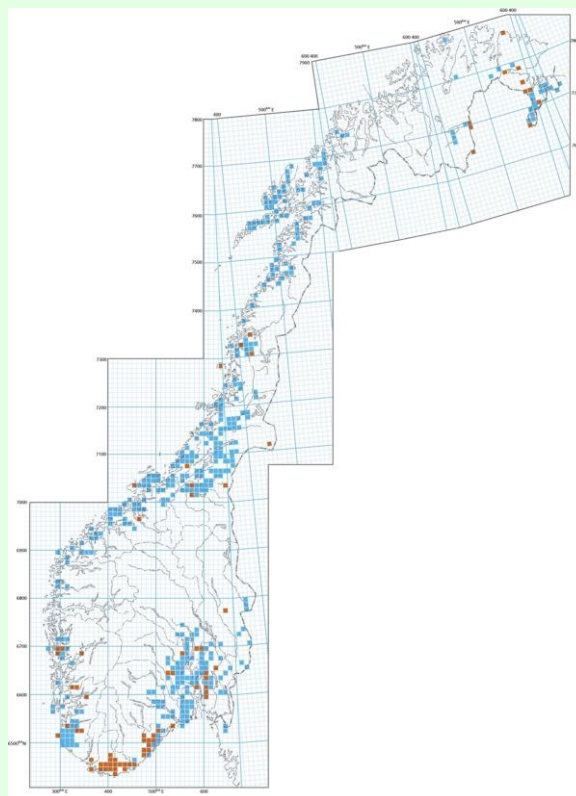
Normal størrelse på en voksen elvemusling er 7-15 cm, og de eldste muslingene kan bli over 200 år gamle. Skallet er mørkt brunlig, nesten svart hos eldre individer, og som oftest nyreformet. Skallet beskytter de myke kroppsdelene. Muslingen har en muskuløs fot som den kan bruke til å forflytte seg med eller forankre seg i substratet med.

LEVESETT:

Elvemuslingens livssyklus omfatter et larvestadium på gjellene til laks eller ørret, et ungt stadium nedgravd i grusen og et voksent stadium synlig på elvebunnen. Gjellene til de voksne muslingene fungerer som «yngel-kammer» for larvene i om lag fire uker tidlig på høsten. Larvestadiet (0,04 mm lange) på gjellene til laks eller ørret varer normalt 9-11 måneder, og er helt nødvendig for at larven skal utvikle seg til en ferdig musling. Larvene er 0,45 mm når de slipper seg fra fiskegjellene. I de første leveårene (opp til en lengde på minst 15-30 mm) lever muslingene fullstendig nedgravd i substratet. Elvemuslingen blir normalt kjønnsmoden i 12-15-årsalder (50-75 mm lang), og vil kunne formere seg resten av livet. Veksthastigheten til muslingen avhenger av vanntemperatur, vannkvalitet og tilgang på næring. Den filtrerer 50 liter vann over gjellene hvert døgn. Dette bidrar til å rense vannet.

UTBREDELSE:

Elvemusling er kjent fra store deler av Europa og den østlige delen av Nord-Amerika. Norge har mer enn en firedel av alle kjente lokaliteter med elvemusling og mer enn to tredeler av alle elvemuslinger i Europa. Den finnes i et belte langs kysten, og er kjent fra om lag 525 lokaliteter. Elvemusling har imidlertid dødd ut i nær en femdel av disse lokalitetene.



Utbredelse av elvemusling i Norge angitt i 10x10 km ruter. Områder med levende muslinger har blå farge. Områder med bare utdøde bestander har rød farge.

En oppsummering av elvemuslingens livssyklus er gitt i **tabell 1**. Etter at muslinglarvene er sluppet ut i vannet om høsten må de i løpet av en til noen få dager komme i kontakt med gjellene på en laks eller ørret, ellers dør de (Jansen mfl. 2001). Den neste kritiske fasen i elvemuslingens livssyklus er perioden etter at muslingen har sluppet seg av fisken og skal etablere seg i grusen (bl.a. Bauer 1989, Jansen mfl. 2001). Young & Williams (1984) estimerte at 95 % av muslingene døde i de første 5-8 årene, og små endringer i miljøet kunne øke dødeligheten ytterligere. De unge stadiene dør som oftest på grunn av oksygenmangel i forbindelse med eutrofiering og nedslamming av elvebunnen.

Tabell 1. Oppsummering av elvemuslingens livssyklus. Omarbeidet fra Larsen (2005).

Egg	(Juni) juli-august	Avgivelse av modne egg fra gonadene til yngelkammeret i gjellene
Muslinglarve	(Juni) juli-august i løpet av ca. 4 uker	Befruktning av eggene, vekst og utvikling av muslinglarvene i gjellene
	August-oktober i løpet av 7-12 dager	Frigivelse av muslinglarvene fra mor-dyret
	August-oktober i løpet av noen dager	Muslinglarvene fester seg til gjellene på en vertsfisk og kapsles inn i en cyste
Metamorfosestadiet på gjellene til en laks eller ørret	September/oktober-april, 6-7 måneder	Begynnende differensiering og utviklingspause (overvintring) på vertsfisken
	April-mai/juni i løpet av ca. 8 uker	Vekst og metamorfose fra svakt differensiert larve til ferdigutviklet ung musling
Musling	Mai-juli	Muslingen (0,45 mm) slipper seg av vertsfisken, og beveger seg ned i mellomrom i substratet
	Etter ca. 4-8 år	Den unge muslingen (15-30 mm) har vandret opp, og kan observeres i øvre del av substratet. Starter et frittlevende liv på bunnen
	10-15 år gammel	Blir kjønnsmoden og starter reproduksjon (50-70 mm)

Veksthastigheten til muslinger avhenger av vanntemperatur, vannkvalitet og tilgang på næring.

De voksne muslingene forflytter seg i liten grad etter at de har etablert seg på elvebunnen. Spredning innad i vassdrag og mellom vassdrag skjer derfor mens muslinglarvene er festet til fisken.

1.3 Habitatkrav

Muslingene setter ulike krav til leveområdet i ulike faser av livet. Forandringer i habitat og vannkvalitet kan derfor medføre at de unge stadiene dør selv om de voksne muslingene fortsatt er til stede. At de voksne muslingene fortsatt er til stede, sier derfor ingenting om hva som egentlig er miljøkravene for å opprettholde rekrutteringen, og sikre bestanden på lang sikt.

Bunnssubstrat

Normalt står elvemuslingen med «hodet» i grusen, og om lag to tredeler av skallet er nedgravd slik at bare den bakre delen av dyret er synlig. Elvemuslingen lever hovedsakelig i rennende vann (mest vanlig på 0,3-2 m dyp). Muslingene finnes oftest i næringsfattige lokaliteter, der grus- og sandbunn dominerer mellom små og store steiner og steinblokker, som er med på å stabilisere substratet. De

beste muslingehabitatene er i tillegg knyttet til «hurtigrennende» vann og områder med kantvegetasjon, ofte i yttersvinger i elva. Forekomst av muslinger er i mindre grad knyttet til grusører i elvas innersvinger, områder med «sakteflytende» vann og eroderende elvekanter samt områder med makrofytter og tett vannvegetasjon. Sedimentering av mudder og finpartikulært materiale hindrer de unge elvemuslingene i å etablere seg, og arten finnes derfor bare unntaksvis i områder med løs mykbunn. For de unge muslingene som er helt nedgravd må strukturen i substratet være slik at det er en god utskiftning av vann mellom de frie vannmasser og mellomrommene i substratet. Andelen finkornet (<1 millimeter) uorganisk materiale i bunnmaterialet bør være mindre enn 25 % for at unge muslinger skal klare å overleve (Geist & Auerswald 2007, Österling 2006). Andelen organisk materiale bør også være lav.

Vannkvalitet

Elvemusling unngår lokaliteter i vassdrag med vedvarende høyt partikkelinnhold. Når vannet i forbindelse med nedbør og høy vannføring i perioder tilslammes og får uvanlig høy turbiditet, kan imidlertid muslingene trekke seg sammen og lukke skallet. På den måten kan de overleve kortvarige episoder med ugunstig vannkvalitet. Med de unge muslingene nedgravd i substratet, må erosjon og nedslamming holdes under kontroll. I en svensk undersøkelse av 111 muslingbestander i Västernorrlands län var turbiditeten i elver med muslingbestander med god status (med rekruttering) mindre enn 1 FNU (0,5-1,0 FNU) (Söderberg mfl. 2008b). Muslingene trivdes også dårlig i områder med høyt innhold av humussyrer, og fargetallet under vårfloppen var mindre enn 80 mg Pt/l i bestander med god status.

Tilførsel av næringsstoffene fosfor og nitrogen samt utslipp av organisk stoff virker negativt på elvemuslingen på grunn av økende eutrofiering. Dette gir økt sedimentering, og økt forbruk av oksygen i substratet går ut over overlevelsen til de unge muslingene. Det er funnet at muslingbestander med god status skilte seg fra svake bestander når konsentrasjonen av totalfosfor var mindre enn 15 µg/l (gjennomsnittsverdien for livskraftige bestander var ca. 5 µg/l) (se **faktaboks 2**; Degerman mfl. 2009). Tendensen for nitrogen er den samme, og verdiene er lavere på lokaliteter med små muslinger enn på lokaliteter med bare eldre muslinger.

Faktaboks 2:

Elvemuslingens krav til livsmiljø

Kilde: Degerman mfl. (2009)

Musslor vill ha strömmande vatten av bra vattenkvalitet, stabila bottnar med lämpligt material, god vattenomsättning i substratet och god tillgång till värd fisk. Med dagens kunskap föreslås följande riktlinjer för skandinaviska vatten:

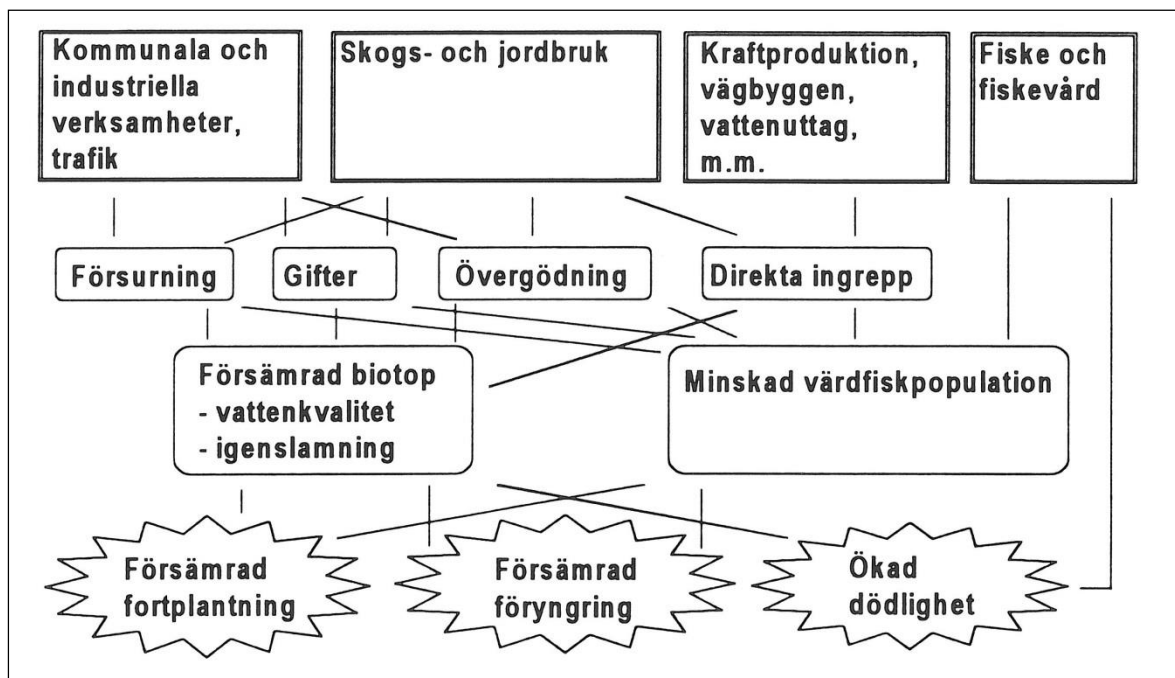
pH $\geq 6,2$	(minvärde)
Inorganiskt aluminium <30 µg/l	(maxvärde)
Totalfosfor <10 µg/l	(medelvärde)
Nitrat <125 µg/l	(medianvärde)
Turbiditet <1 FNU	(medelvärde, vårflood)
Färgtal <80 mg Pt/l	(medelvärde, vårflood)
Vattentemperatur <25 °C	(maxvärde)
Finkornigt (<1 mm) substrat <25 procent	(andel av partiklar, maxvärde)
Redoxpotential >300 mV	(korrigerat värde)
Antal laxfiskungar ≥ 5 per 100 m ²	(minvärde, sommar)

Synet på hvilke krav elvemuslingen har til vannkvalitet har endret seg i de siste årene, og årsaken er ofte at vannkvalitetsverdier som tidligere har vært oppgitt, bare beskrev at muslinger var til stede – ikke at de faktisk hadde en vellykket rekruttering.

1.4 Trusler

Voksne elvemusling har få eller ingen naturlige fiender, og dør vanligvis på grunn av høy alder i upåvirkede lokaliteter. Tilbakegangen for elvemusling som vi ser i hele artens utbredelsesområde, tilskrives derfor hovedsakelig menneskelig påvirkning av leveområdet eller vassdragenes nedbørfelt. En negativ utvikling i muslingbestandene ble allerede i 1930 tilskrevet "den stigende Civilisation" (Thiel 1930 i Wesenberg-Lund 1937). Det står videre: "Alle floder og bække er paavirket af den; vandet er ikke så rent, mangfoldige steder er løbene regulerede, vandstrømmen er ikke saa stærk; floderne medfører stigende mængder af detritus, der bevirker, at de ikke kan holde deres flodsenger rene; grus- og stenbund dækkes med mudder; af mange grunde holder de gamle lokaliteter højere temperaturer end før". Det fokuseres her på de faktorene som man i dag anser er avgjørende for sunnhetstilstanden i de fleste lokalitetene med elvemusling; nemlig erosjon, overskudd av næring og nedslamming av elvebunnen. Årsakene til at dette skjer er imidlertid sammensatt, og en oversikt over elvemuslingens trusselbilde (**figur 1**) viser tydelig hvordan de ulike faktorene påvirker hverandre. Ytterligere detaljer om trusselbildet er gitt av Larsen (2005).

I tillegg til fysiske inngrep og utslipp av næringsstoff eller forurensende stoffer, vil endringer i vann-temperatur påvirke en rekke faktorer i elvemuslingens livssyklus: vekst, levealder og reproduktiv suksess (Larsen 2012b). Elvemuslingen slipper larvene tidligere i varme somre, og muslinglarvene har en temperaturavhengig vekst mens de sitter festet til vertsfisken. Temperaturendringer mellom år er naturlig, men menneskeskapt klimavariasjoner eller inngrep i vassdragene som endrer temperaturen gjennom året, kan gi endringer i livssyklus som kan være vanskelige å forutse.

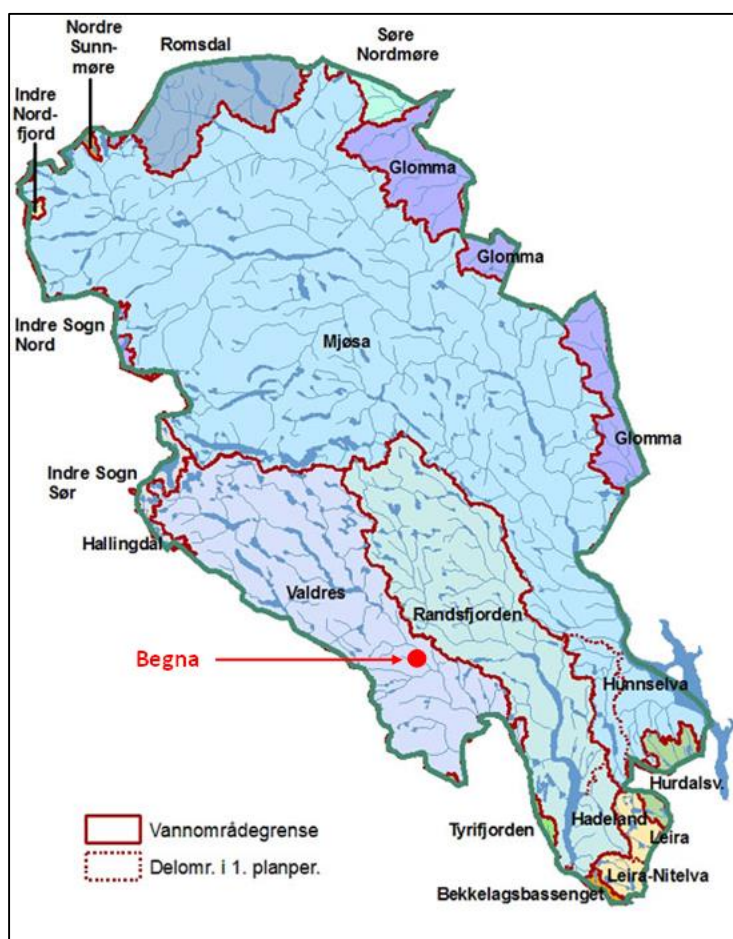


Figur 1. Eksempel på trusselfaktorer og årsakssammenhenger i en elvemuslingbestand. Fra Eriksson & Henrikson (1998).

2 Vassdragsbeskrivelse

Begna er grundig beskrevet i flere tidligere rapporter, og en oppsummering vil bli gitt her med bakgrunn i bl.a. Kristiansen (1967), Hegge (1989b), Fønhus (1996), Torgersen & Ebne (2011) og Museth mfl. (2013).

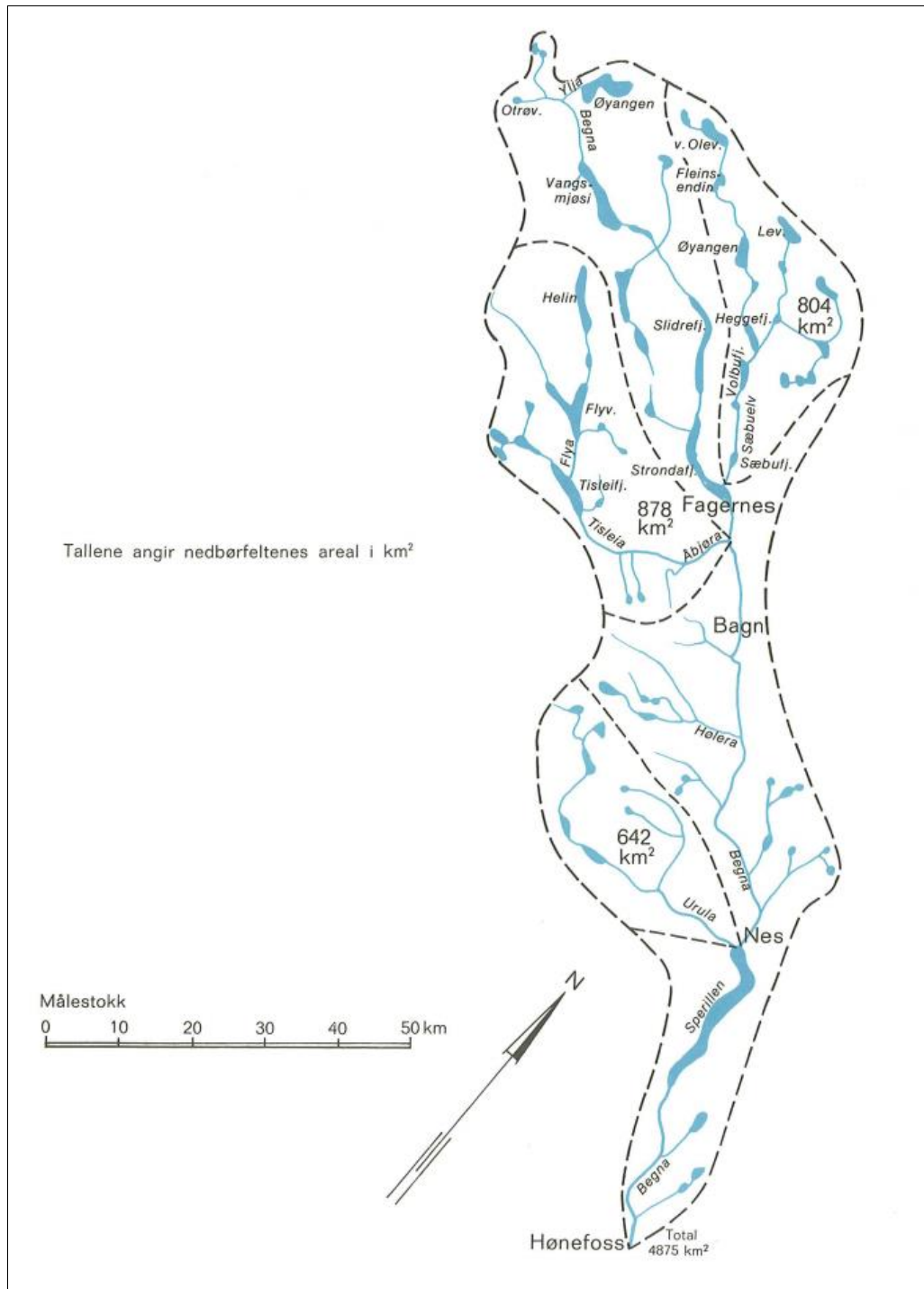
Vannområde Valdres omfatter Begnavassdraget og Sperillen, og er en del av Drammensvassdraget i vannregion Vest-Viken (**figur 2**). Begnavassdraget har et totalt nedbørfelt på 4875 km² og er 213 km langt. Vassdraget renner gjennom kommunene Vang, Vestre Slidre, Nord- og Sør-Aurdal i Oppland og Ringerike kommune i Buskerud. Storparten av nedbørfeltet til den delen av Begna som er i Oppland fylke ligger over 800 m o.h., med høyeste punkt på 1900 m o.h. Vassdraget har utspring på Filefjell, og renner gjennom Valdres med Vangsmjøsa, Slidrefjorden, Strandefjorden og Aurdalsfjorden før den passerer videre gjennom Begnadalen og ut i Sperillen (152-155 m o.h.) (**figur 3**). Der Begna møter Randselva nedenfor Hønefossen får elva navnet Storelva, som renner ut i Tyrifjorden. Det man kaller Begna elv i Sør-Aurdal er strekningen fra Bagn sentrum (Bagn kraftverk) ned til fylkesdelet med Buskerud (Valdreshengslet), en elvestrekning på noe over 40 km. Det er denne delen av vassdraget som omtales i denne rapporten.



Figur 2. Inndeling av Oppland i vannområder (fra www.fylkesmannen.no/Oppland) og lokalisering av Begna i Valdres vannområde.

Begnavassdraget er gjennomregulert, og nord for Bagn er det 18 regulerte magasin i vassdraget. Av de 18 reguleringsmagasinene ligger ett i Yljavassdraget, seks i Øystre Slidre vassdraget og fem i Åbjøravassdraget. Disse tre vassdragene drenerer alle til Begnavassdraget, hvor det finnes

ytterligere seks reguleringsmagasin. Det nederste magasinet er Aurdalsfjorden med et magasin-volum på 11,4 mill. m³, og en reguleringshøyde på 3,75 meter. Fra Aurdalsfjorden føres vannet i en ca. 5 km lang tilløpstunnel ned til kraftverket ved Bagn (slukeevne 90 m³/s), en brutto fallhøyde på 89 m, før det går ut i Begna. Begna er for det meste tørrlagt mellom Aurlandsfjorden og avløpstunnelen fra kraftverket. Rett oppstrøms utløpet fra Bagn kraftverk er det vandringshinder for fisk som hindrer oppstrøms vandring. I Begna finnes elvemusling bare nedenfor Bagn (Larsen 2000). På denne strekningen ned til Sperillen ligger det et småkraftverk ved Koparvike og et elvekraftverk i Eidsfossen (Eid kraftverk).



Figur 3. Begnavassdraget med sidevassdrag og nedbørfelt. Fra Kristiansen (1967).

Elva renner dypt i dalbunnen. Fra Bagn og et par kilometer nedover er elva stilleflytende og om lag 200 m bred. Videre nedover gjennom Hølera, Garthus og Begnadalen er den stort sett hurtigrennende der kraftige stryk avløser rolige partier. De største strykene er Koppervikfossen, Eidsfossen, Kvennfossen og Leirfossen. Gjennomsnittlig fall på strekningen Bagn-Sperillen er ca. 1,5 m pr. kilometer, og enkelte steder renner den svært stille og bred. Bredden på elva varierer, men er de fleste stedene mellom 50 og 100 m. Elvebunnen består stort sett av grus og stein opp til blokkstørrelse.

Klimatisk har området det vi forbinder med et typisk innlandsklima, med relativt kalde vintre og varme somre. Årlig nedbør varierer mellom 430 og 940 mm. Gjennomsnittet for årene 1941-1990 var 680 mm.

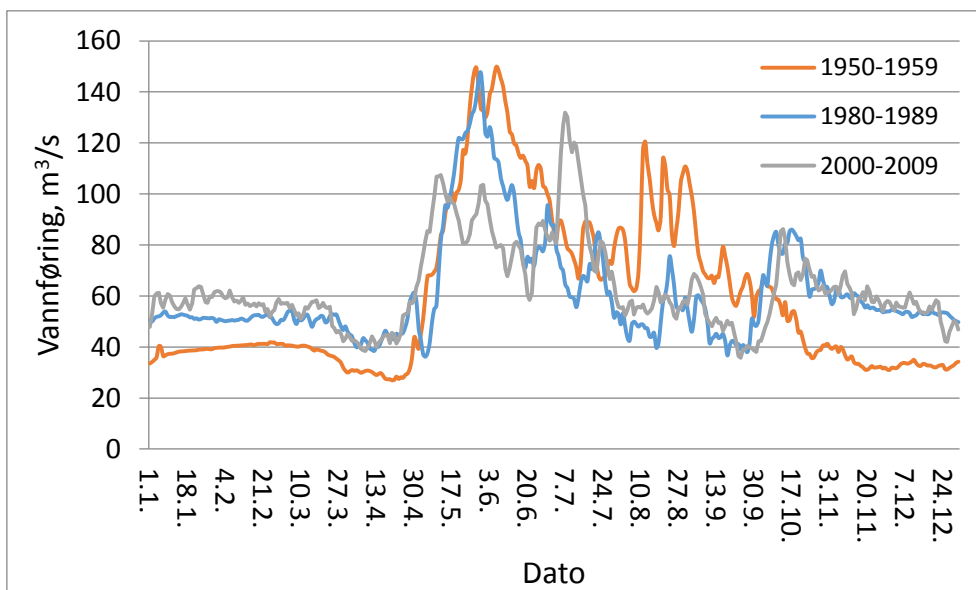
2.1 Vannføring

Begna er kraftig berørt av vassdragsreguleringer. Før utbyggingene i vassdraget var vintervannføringen 20-25 m³/s i november-desember, 10-20 m³/s i januar-februar og 4-10 m³/s i mars-april (Melvold 2009). I perioden fra 1920 og fram til utbyggingen av Bagn kraftverk (iverksatt i 1963) var det flere kraftverksutbygginger i vassdraget som medførte økning i vintervannføringen. På 1950-tallet lå denne på 35-40 m³/s (**figur 4**). I dag etter utbyggingen av Bagn kraftverk er vintervannføringen på 50-60 m³/s. Ti-årsmiddelet for den daglige vannføringen i 1950-1959 var vesentlig lavere i vinterhalvåret (oktober-april) sammenlignet med ti-årsperiodene 1980-1989 og 2000-2009 (**figur 4**). Vintervannføringen i dag er derfor relativt stor i forhold til naturtilstanden nedenfor Bagn kraftverk, og det er en demping av flomtopper i fyllingsperioden for reguleringsmagasinene.

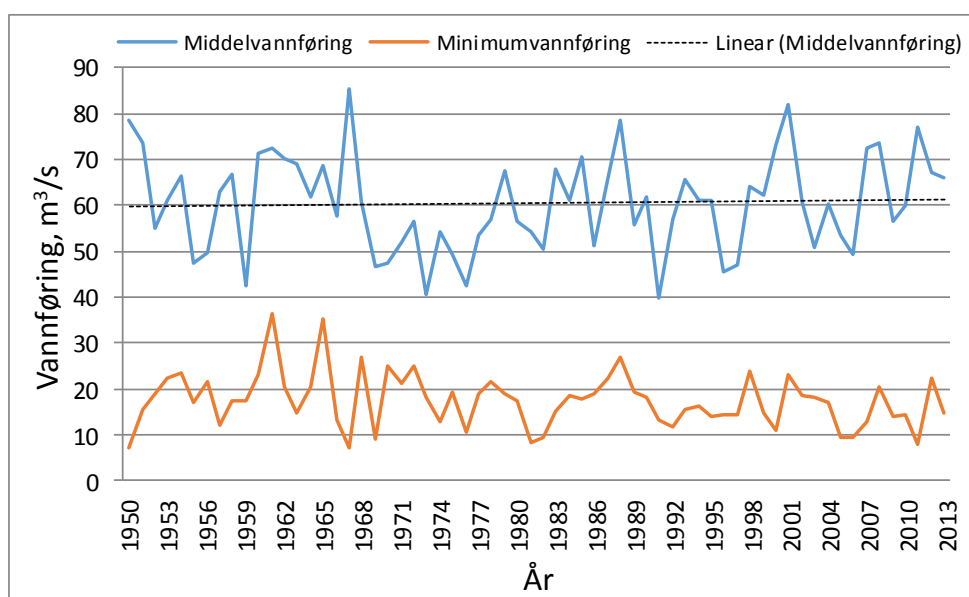
Vannføringen i Begna nedenfor Bagn bestemmes i utgangspunktet av Bagn kraftverk. NVEs vannføringsstasjon 12.290 Bagn måler vannføringen ved utløpet av Bagn kraftverk. Når vannføringen skal beskrives er det skilt mellom før (1950-1962) og etter (1963-2013) iverksettingen av Bagn kraftverk i 1963. Middelvannføringen i Begna har ikke endret seg over tid i perioden 1950-2013 (**figur 5**). Men den har selvsagt variert en del fra år til år (40 til 85 m³/s med en gjennomsnittlig middelvannføring på 60,5 m³/s). Det har i tillegg til store variasjoner i vannføringen mellom år også vært store variasjoner i løpet av året (jf. **figur 6**). Høyeste årlige vannføring for perioden 1950-2013 varierte mellom 76 og 450 m³/s. Med bakgrunn i vannføringsdata fra og med 1962 til og med 2012 vil en middelflom i Begna ha en vannføring på 231 m³/s, en femårsflom = 305 m³/s, en tiårsflom = 348 m³/s og en femtiårsflom = 420 m³/s (<http://www2.nve.no/h/hd/plotreal/Q/0012.00290.000/>).

Selv om den konsesjonsbestemte minstevannføringen er på 6 m³/s, kjører man i praksis vanligvis ikke under 12 m³/s. Laveste årlige vannføring i årene 1963-2013 varierte mellom 7,0 og 35,2 m³/s (data fra NVE) (**figur 5**). Bare i ti av de 51 årene var vannføringen mindre enn 12 m³/s. Den gjennomsnittlige lavvannføringen, som er det aritmetiske middel av de minste vannføringene som er observert i perioden 1963-2013 var 16,9 m³/s (data fra NVE). Laveste registrerte vannføring i årene før 1963 var også 7,0 m³/s. Det er beregnet at Q₉₅ (95 persentilen) som er den vannføringen som overskrides 95 prosent av tiden i observasjonsperioden 1950-2013 er ≤22,6 m³/s i Begna ved Bagn. De fem årene etter 1963 som har hatt flest døgn i løpet av året med vannføring mindre enn Q₉₅ har vært 1991 med 109 døgn (**figur 6**), 1982 og 2006 hver med 76 døgn og 1981 og 1996 hver med 41 døgn.

Varigheten av høy vannføring beskrives av Q₅ (5 persentilen) som er den vannføringen som overskrides 5 prosent av tiden i observasjonsperioden 1963-2013. For Begna ved Bagn er denne >137,0 m³/s. De fem årene etter 1963 som har hatt flest døgn i løpet av året med vannføring større enn Q₅ har vært 2011 med 54 døgn (**figur 6**), 1988 og 2001 hver med 49 døgn, 1967 med 39 døgn og 1963 med 36 døgn.

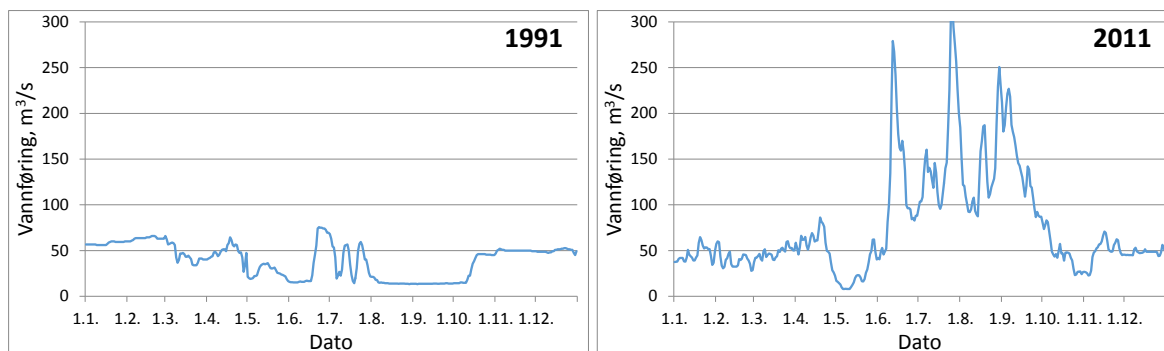


Figur 4. Ti-årsmiddel for daglig vannføring i periodene 1950-1959, 1980-1989 og 2000-2009 i Begna ved Bagn. Data fra NVE.

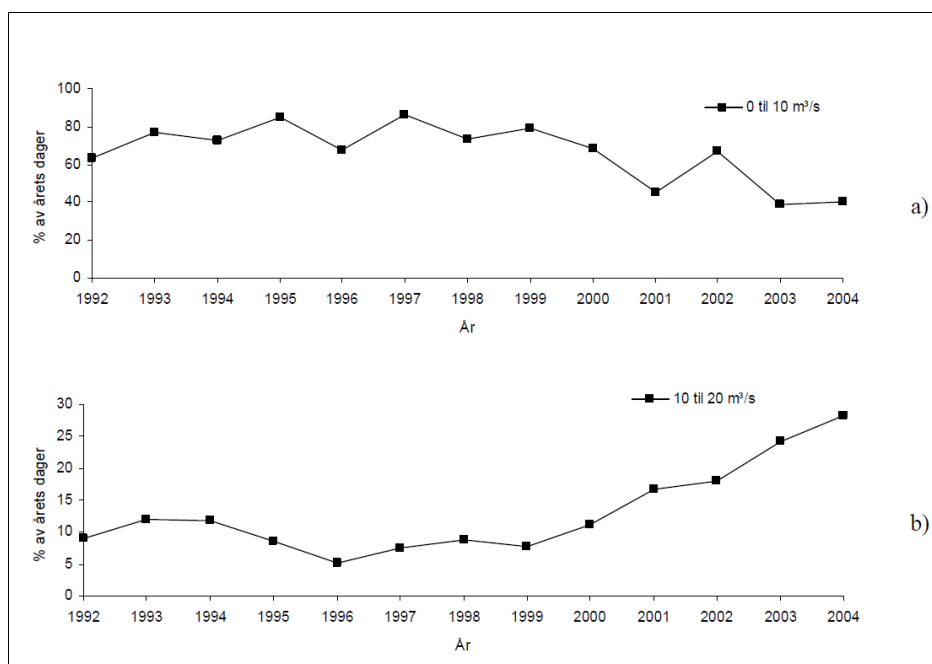


Figur 5. Årlig middelvannføring og minimumvannføring i Begna ved Bagn i 1950-2013. Stiplet linje viser trendlinjen for den lineære regresjonen i middelvannføring. Data fra NVE.

Etter at energiloven kom i 1990 og kraftmarkedet ble deregulert, har det blitt en endring i driften av kraftverkene (effektkjøring) (Johnsen 2005). Dette medfører større variasjoner i vannføring, og også vannstand. Vannføringsdata fra Begna viser at det har vært en klar økning i variasjonen i vannføring gjennom døgnet etter 1992 (Johnsen 2005). Antall dager med liten variasjon i løpet av døgnet har gått ned, mens antall dager med større variasjon (10-20 og 20-30 m³/s) har økt (**figur 7**). Antall dager med variasjon >30 m³/s synes derimot ikke å vise noen trend over tid.



Figur 6. Vannføring i Begna ved Bagn for 1991 (året med flest døgn med vannføring mindre enn Q_{95}), og 2011 (året med flest døgn med vannføring større enn Q_5). Data fra NVE.

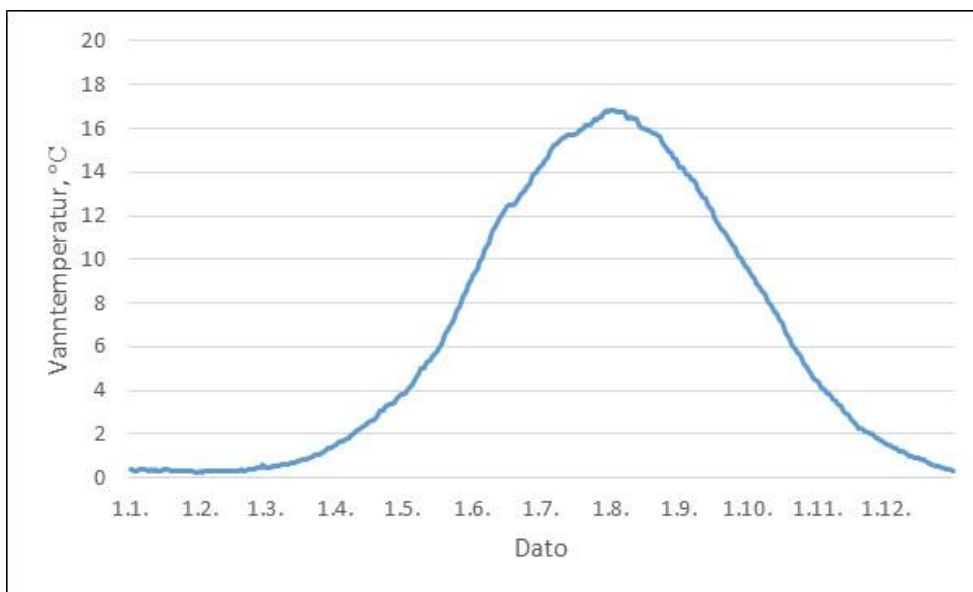


Figur 7. Variasjon i vannføring vist som % av årets dager hvor forskjellen mellom minimums- og maksimumsvannføring faller innenfor klassene a) 0-10 og b) 10-20 m³/s. Fra Johnsen (2005).

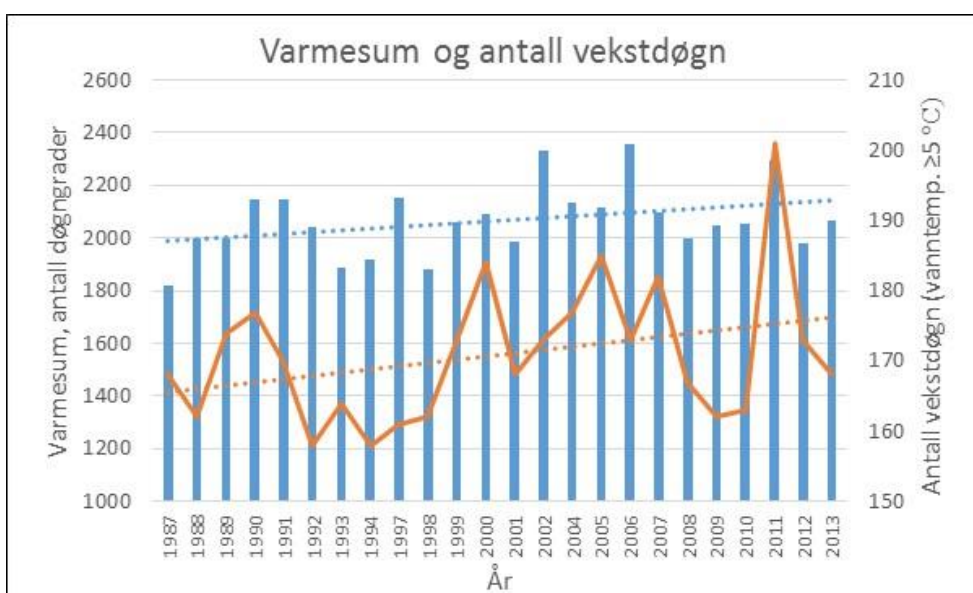
2.2 Vanntemperatur

Det finnes vanntemperaturmålinger i Begna ved Leite bru (Islandsmoen) for årene 1986-2014 (NVEs målestasjon 12.333). Elvemuslingens vekstsesong er definert som antall dager med vanntemperatur ≥ 5 °C (jf. Dunca & Mutvei 2001). Vanntemperaturen i Begna var høyere enn fem grader fra midten av mai (variasjon 25. april – 22. mai) til slutten av oktober (variasjon 16. oktober – 13. november). Ser vi på døgnmiddeltemperaturen for perioden 1986-2014, er den høyere enn fem grader i perioden 10. mai – 27. oktober (**figur 8**). Vekstsesongen varierte fra 158 til 201 dager med et gjennomsnitt på 171 dager. Temperatursummen i vekstsesongen varierte fra 1821 til 2355 døgngrader med et gjennomsnitt på 2067 døgngrader (**figur 9**). Det er en svak tendens til at både varmesum og antall vekstdøgn har økt noe i de siste tiårene.

Vanntemperaturen er høyest i juli og august da gjennomsnittstemperaturen ligger mellom 14,5 og 17,0 grader. Vanntemperaturer er bare unntaksvis over 20 grader, og i perioden 1986-2014 forekom dette bare én gang. I 2006 var høyeste målte vanntemperatur 20,6 °C 29. juli.



Figur 8. Døgnmiddeltemperatur gjennom året i Begna ved Leite bru (NVEs målestasjon 12.333) for perioden 1986-2014. Data fra NVE.



Figur 9. Vekstsesongen til elvemusling, definert som antall dager med vanntemperatur ≥ 5 °C, vist her som varmesum (antall døgngader) og antall vekstdøgn for perioden (1986)1987-2013(2014). Årene 1986, 1995, 1996, 2003 og 2014 er tatt ut på grunn av lange, sammenhengende perioder med manglende data. De stiplede linjene angir trendlinjene for datasettene.

2.3 Vannkvalitet

Det er gjennomført en mengde vannkjemiske analyser i Begnavassdraget i årenes løp. Det finnes analyseresultater helt tilbake til 1967 (Kristiansen 1967) fra flere stasjoner i vassdraget som har vært fulgt opp i ulik grad helt til i dag (**tabell 2**). Fra Fagernes og nedover mot Bagn finnes det vannkjemiske data fra flere stasjoner bl.a. Strondafjorden, Faslefoss, Fløafjord, Aurdalsfjord og Sundvoll, men det blir ikke vist data fra disse her. Det henvises i stedet til de mange rapportene for ytterligere detaljer (Kristiansen 1967, Grande 1975, Skulberg 1976, Rognerud & Kjellberg

1985, Rognerud mfl. 1986; 1987, Rognerud & Romstad 1990, Østdahl 1992; 1995, Fossum 1993; 1994; 1996; 1997; 1998, Rognerud 1993, Løvik & Rognerud 1994; 1995; 1996; 1997; 1998; 1999; 2000, Løvik & Mjelde 2001, Løvik & Kjellberg 2002; 2003; 2004, Løvik & Brettum 2010, Heggøy 2013, Heggøy & Torgrimsby 2014). Det vil i stedet bli lagt størst vekt på å presentere data fra Bagn og nedover siden det er der elvemuslingen har sin utbredelse. Fra Bagn finnes det data fra 1960-, 1980-, 1990- og 2010-tallet (**tabell 2**). I tillegg har det vært prøvetakingsstasjoner ved Haugsrud bru og Nes ved innløpet i Sperillen.

Tabell 2. Oversikt over vannkjemiske undersøkelser fra Bagn, Haugsrud bru og Nes i Begnavassdraget fra 1960-tallet og fram til i dag.

Stasjon	1960- 1969	1970- 1979	1980- 1989	1990- 1999	2000- 2009	2010- dd	Kilde
Bagn	X		X	X		X	Kristiansen 1967 Rognerud & Kjellberg 1985 Rognerud mfl. 1986; 1987 Fossum 1993; 1994; 1996; 1997; 1998 Østdahl 1995 Heggøy 2013 Heggøy & Torgrimsby 2014
Haugsrud bru	X			X			Kristiansen 1967 Fossum 1996; 1997
Nes	X					X	Kristiansen 1967 Ringerike kommune upubl. data Heggøy 2013 Heggøy & Torgrimsby 2014

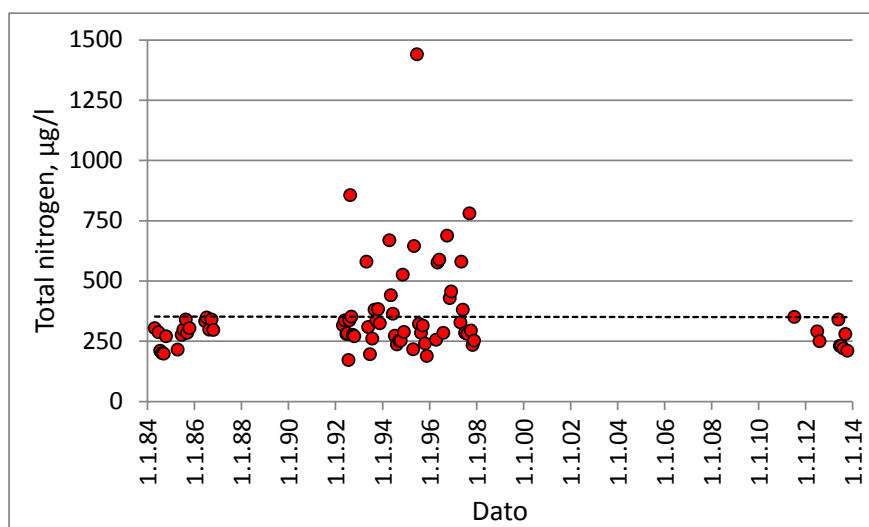
Vannkvaliteten på til sammen 12 stasjoner i Begnavassdraget ble dokumentert gjennom et lokalt overvåkningsprosjekt i årene 1993-1997 (Østdahl 1995, Fossum 1994; 1996; 1997; 1998). Vannkvaliteten øverst i vassdraget var generelt meget god, mens vassdraget ble påvirket nedover og gikk over fra blå (klasse 1 = meget god) til grønn (klasse 2 = god) for de fleste virkningstypene, men med noe innslag av gul (klasse 3 = mindre god) (**figur 10**). For strekningen nedenfor Bagn var det mindre god vannkvalitet i 1996 for total nitrogen, TOC og turbiditet. For pH og total fosfor derimot er vannkvaliteten god eller meget god i alle år.

Stasjoner i Begnavassdraget	EUTROFIERING					ORGANISK					BAKT.					PARTIKLER					SURHET									
	Fosfor					Nitrogen					TOC					TKB					TURBIDITET					pH				
	-93	-94	-95	-96	-97	-93	-94	-95	-96	-97	-93	-94	-95	-96	-97	-93	-94	-95	-96	-97	-93	-94	-95	-96	-97	-93	-94	-95	-96	-97
Strandefjorden, Vang	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2		2	2	2	3	
Øylo-osen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Riste bru	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1
Pjåten	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	3	2	2	2	2	2	2
Fosshheimfoss	2	1	1	2		2	2	2	2		1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2		2	2	2	2	
Faslefoss	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	1	2	1	4	2	2	3	2	2	1	2	2	1
Begna v/ Sundvoll	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2
Bagn	2	2	1	2	1	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	1	1	2	2
Haugsrud bru		1	1				2	3				2	3				2	2				2	3						1	1
Heddalsfj., Skolte bru	1	1	1	1		1	1	2	2		1	1	3	1		1	1		2		1	1		2		4	2		2	
Volbufj., Røsselva v/brua		1	1				1	2			3	2					1	1				1	2			2	1			
Neselva		1	2	1	1		2	2	2	2	3	2	3	2		2	1	2	1		2	2	3	2		2	2	2	1	
Våset, Sundheimselva		1	2	1			1	1	1			3	3	2			2	2	2			2	4	3			2	2	2	
Sundheimselva utløp		1	2	1			1	2	2			2	4	2			2	2	2			2	3	3			2	2	1	

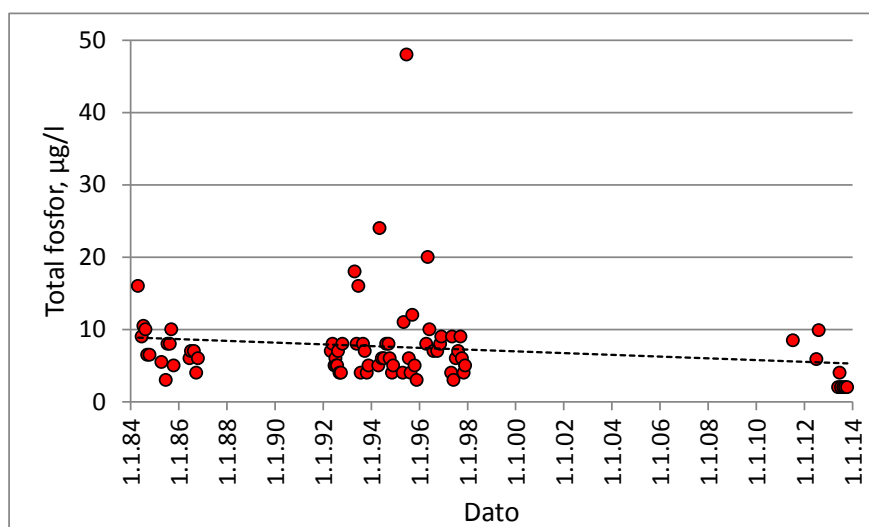
Figur 10. Tilstanden for vannkvaliteten på 12 målestasjoner i Begnavassdraget i årene 1993-1997. Stasjonene innrammet med rød farge tilsvarer strekningen med elvemusling. Fra <http://fylker.miljostatus.no/Oppland/>.

Tilførsel av næringssalter og bakterier er de alvorligste forurensningene i Begnavassdraget (Hegge & Østdahl 1992). Utslipp fra tettsteder og landbruksvirksomhet er de viktigste forurensningskildene (Fjeldstad 1987). Begnavassdraget var sterkere forurensset med fosfor enn med nitrogen på 1990-tallet, og i 1990-1991 opplevde man at store mengder sik døde i Strondafjorden og i 1991 også i Aurdalsfjorden (Hegge & Østdahl 1992). Fosfortilførslene til vassdraget så ut til å komme som «episoder» og ga seg utslag i maksimalverdier for fosfor som var alt for høye i forhold til naturtilstanden i vassdraget.

På samme tid var tilstanden mindre god, og i 1996 nokså dårlig, med hensyn til nitrogenmengde ved Bagn (**figur 11**). For fosfor var tilstanden beskrevet som god til mindre god. Men det var betydelige svingninger i løpet av året, og verdier opp til 48 $\mu\text{g P/l}$ ble målt (**figur 12**). På samme tidspunkt ble det målt 1440 $\mu\text{g N/l}$ som er en betydelig overskridelse av den naturlige tilførselen til vassdraget.



Figur 11. Vannkvaliteten i Begna ved Bagn i perioden 1984-2013 uttrykt ved total nitrogen (Tot-N, $\mu\text{g/l}$). Stiplet linje viser trendlinjen (lineær regresjon) for utviklingen over tid.



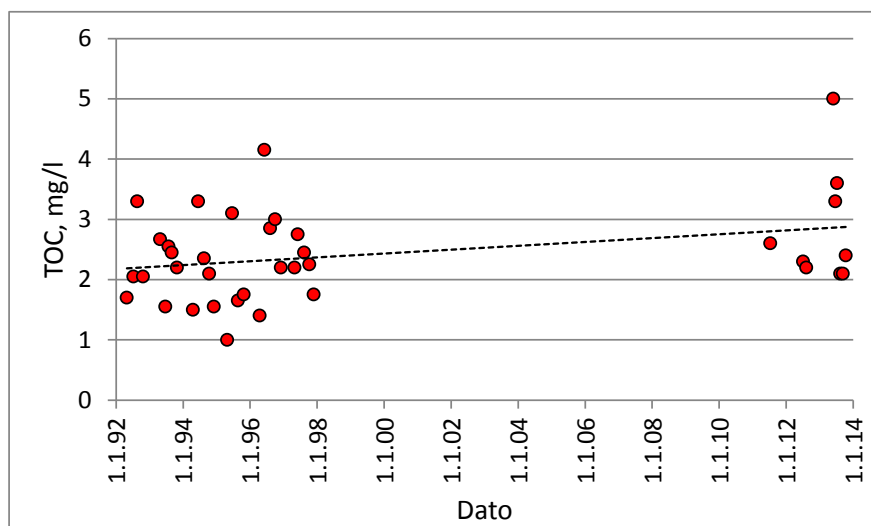
Figur 12. Vannkvaliteten i Begna ved Bagn i perioden 1984-2013 uttrykt ved total fosfor (Tot-P, $\mu\text{g/l}$). Stiplet linje viser trendlinjen (lineær regresjon) for utviklingen over tid.

Bakgrunnsverdiene for næringssaltene total nitrogen og total fosfor er antatt å være henholdsvis 200 $\mu\text{gN/l}$ og 4-5 $\mu\text{gP/l}$ i Begna (Østdahl 1992). Det har vært en reduksjon i mengde total fosfor fra 1980-tallet og fram til i dag (**figur 12**). Gjennomsnittlig verdi for mengde total fosfor i årene etter 2010 er nær bakgrunnsverdien ved Bagn, mens den i tiårs-periodene 1980-1989 og 1990-1999 var henholdsvis 7,5 og 8,2 $\mu\text{g/l}$ (**tabell 3**). Ved Nes på innløpet i Sperillen var verdien noe høyere i gjennomsnitt i årene etter 2010. Dette er imidlertid ikke tilfelle for mengde total nitrogen (**tabell 3**). Mengde total nitrogen er også redusert noe siden 1990-tallet, men dette kommer av at det ikke lenger blir målt de høye episodiske maksimalverdiene (**figur 11**).

Tabell 3. Gjennomsnittverdi for ulike vannkjemiske parametere i 10-års perioder fra 1960-tallet til i dag. Verdier som er markert med grå farge er basert på 1-5 målinger og regnes derfor som usikre.

Stasjon	Periode	pH	Kond $\mu\text{S/cm}$	Turb FTU	Farge mg Pt/l	TOC mg/l	Tot-P $\mu\text{g/l}$	Tot-N $\mu\text{g/l}$	Ca mg/l	Al mg/l	Fe mg/l
Bagn	1960-1969	7,00	-	-	29	-	9,0	-	2,1	-	50
	1980-1989	6,68	2,20	0,41	15	-	7,5	282	-	-	-
	1990-1999	6,95	-	0,42	12	2,3	8,2	390	-	-	-
	2010-dd	6,98	2,3	0,47	12	2,8	4,5	267	2,4	21	39
Haugsrud bru	1960-1969	7,00	-	-	27	-	12,0	-	2,3	-	85
	1990-1999	6,96	-	0,52	15	2,8	6,9	358	-	-	-
Nes	1960-1969	6,90	-	-	22	-	9,0	-	2,1	-	75
	2010-dd	6,88	-	0,55	24	3,4	7,0	227	2,9	72	93

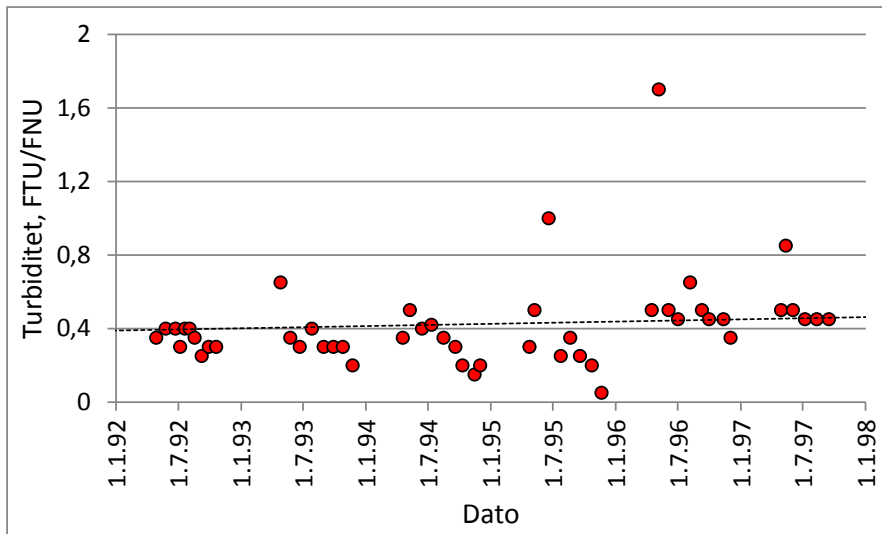
For TOC (totalt organisk karbon) og turbiditet er bakgrunnsverdiene antatt å være henholdsvis 2,5 mgC/l og 0,5-1,0 FTU (Østdahl 1992). Mengden TOC ser ut til å ha økt noe i vassdraget fra 1990-tallet til i dag (**figur 13**), og den øker noe nedover i vassdraget (**tabell 3**), men er likevel nær eller bare noe over bakgrunnsverdien.



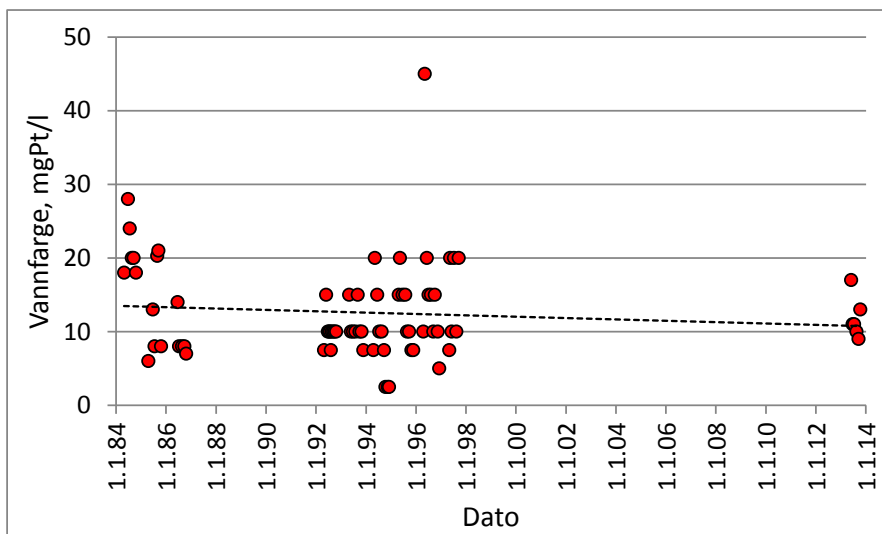
Figur 13. Vannkvaliteten i Begna ved Bagn i perioden 1992-2013 uttrykt ved totalt organisk karbon (TOC, mg/l). Stiplet linje viser trendlinjen (lineær regresjon) for utviklingen over tid.

Turbiditeten i Begna ved Bagn overskrider sjelden 1 FTU (**figur 14**). Gjennomsnittlig turbiditet på 1990-tallet var 0,47 FTU, og bare 5 av 54 målinger (9,3 %) var $>0,5$ FTU. Høyeste målte

turbiditet var 1,7 FTU. Vannfargen var også gjennomgående lav i Begna ved Bagn (**figur 15, tabell 3**), og bare 2 av 73 målinger (2,7 %) var >25 mgPt/l. Resten av verdiene tilsvarte «god» eller «meget god» tilstandsklasse i henhold til klassifisering gitt av Andersen mfl. (1997).



Figur 14. Vannkvaliteten i Begna ved Bagn i perioden 1992-1997 uttrykt ved turbiditet (Turb, FTU/FNU). Stiplet linje viser trendlinjen (lineær regresjon) for utviklingen over tid.



Figur 15. Vannkvaliteten i Begna ved Bagn i perioden 1984-2013 uttrykt ved vannfarge (Farge, mgPt/l). Stiplet linje viser trendlinjen (lineær regresjon) for utviklingen over tid.

Det er ingen forsuringsproblemer i Begna. pH ligger stabilt i underkant av 7,0, og har vært stabil på dette nivået siden 1960-tallet (**tabell 3**). Konsentrasjonen av kalsium var moderat lav, men stabil mellom 2,0 og 2,9 mg/l.

Konsentrasjonen av aluminium var lav i Begna ved Bagn med et gjennomsnitt på 22 µg/l i 2013 (**tabell 4**). Konsentrasjonen av jern var også lav med et gjennomsnitt i 2013 på 41 µg/l, og hørte etter dette til tilstandsklasse «meget god» i henhold til Andersen mfl. (1997). For andre tungmetaller var det litt usikkert hva resultatene for nikkel og bly viste i 2013. Det kan virke som om

konsentrasjonen er lavere enn deteksjonsgrensen i de fleste tilfellene, og at denne er vesentlig høyere enn den reelle konsentrasjonen i vassdraget (jf. resultatet fra Kvennfossen i 2011). For sink tilsvarte en av verdiene tilstandsklasse «moderat forurenset», mens det generelle bildet og årsgjennomsnittet ligger innenfor tilstandsklasse «ubetydelig forurenset». Verre var det med konsentrasjonen av kobber. To av seks prøver falt inn i tilstandsklasse «sterkt forurenset» mens de resterende hørte inn under tilstandsklasse «moderat forurenset». Hva denne forurensningen skyldes er imidlertid usikkert.

Tabell 4. Vannkvaliteten i Begna ved Kvennfossen i 2011 og nedenfor Bagn i 2013 angitt ved totalt aluminium (Al, µg/l), jern (Fe, µg/l), nikkel (Ni, µg/l), kobber (Cu, µg/l), sink (Zn, µg/l) og bly (Pb, µg/l).

Dato	Al µg/l	Fe µg/l	Ni µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Kilde
15.10.2011	18	28	0,3	0,5	0,9	0,05	NINA upubliserte data
28.05.2013	49	76	1,0	4,3	3,9	1,0	Heggøy & Torgrimsbu 2014
19.06.2013	18	35	1,0	0,7	4,1	1,0	Heggøy & Torgrimsbu 2014
09.07.2013	25	42	2,0	3,4	3,7	1,0	Heggøy & Torgrimsbu 2014
13.08.2013	16	23	1,0	0,5	2,0	1,0	Heggøy & Torgrimsbu 2014
11.09.2013	12	35	1,0	0,7	13,3	1,0	Heggøy & Torgrimsbu 2014
11.10.2013	12	36	2,3	0,5	2,1	1,0	Heggøy & Torgrimsbu 2014
Gjennomsnitt	22	41	1,4	1,7	4,9	1,0	
SD	14	18	0,6	1,7	4,2	0,0	

2.4 Redokspotensiale

Måling av redokspotensial er et hjelpemiddel for å karakterisere kvaliteten av substratet på bunnen av elva, og egnetheten dette for eksempel har som oppvekstområde for unge muslinger. Gjennomsnittlig reduksjon i redokspotensial mellom frie vannmasser og substrat er et mål (surrogat) for reduksjon i oksygeninnhold. Geist & Auerswald (2007) utarbeidet en teknikk som måler denne forskjellen i redokspotensial. I gode habitat for unge muslinger skal det være minst mulig tap av redokspotensial mellom de frie vannmasser og substratet der de oppholder seg på dyp ned til 10 cm (Geist & Auerswald 2007).

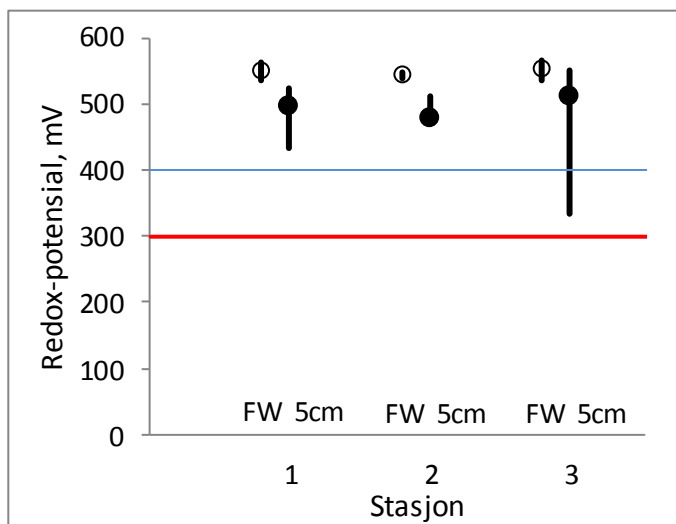
Redokspotensial ble målt på tre stasjoner i Begna i oktober 2011; Fønhus (stasjon 1), Garthus (stasjon 2) og nedenfor Kvennfossen (stasjon 3) (Larsen 2012a). Det ble gjennomført nye redoksmålinger på de samme stasjonene i august 2014, men utvidet med ytterligere én stasjon; nedenfor Grimsrud bru (stasjon 4). Resultatet fra de enkelte stasjonene er presentert i **tabell 5** og **figur 16** og **17** som median-verdien av alle målingene i de frie vannmasser (FW) og på 5-7 cm dyp i substratet (5 cm). I tillegg er minimum- og maksimumverdien angitt på figuren. I habitat der unge muslinger er forventet å overleve vil reduksjonen i redokspotensial alltid være lavere enn 20 % (Killeen 2006), og mer enn 30 % reduksjon er vurdert å være svært negativt.

I Begna var alle målte redokspotensial høyere enn 300 mV på alle stasjoner i 2011 (**figur 16**), og vannkvaliteten framsto som noe bedre enn forventet. Reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet var 8-12 % (Larsen 2012a, **tabell 5**). Dette tilsvarer god vannkvalitet. Observasjoner av substratet i stilleflytende partier av Begna i august 2010 viste at det forekom et belegg av jordslam som tydet på at sedimenttransporten i perioder kan være betydelig (Larsen 2010). På grunn av høy vannføring og flom hele høsten forut for måltakingen i 2011 kan denne spyleeffekten ha resultert i høyere redoksverdier i 2011 enn det vi ville forvente i år med mer normal vannføring.

Nye målinger i 2014 viste, som forventet, at vannkvaliteten var noe dårligere i deler av elva enn det som ble målt i 2011. Det ble målt redokspotensial mindre enn 300 mV på tre av de fire stasjonene i 2014 (**figur 17**). Reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet var likevel bare 12-26 % (**tabell 5**), og vannkvaliteten kan karakteriseres som akseptabel.

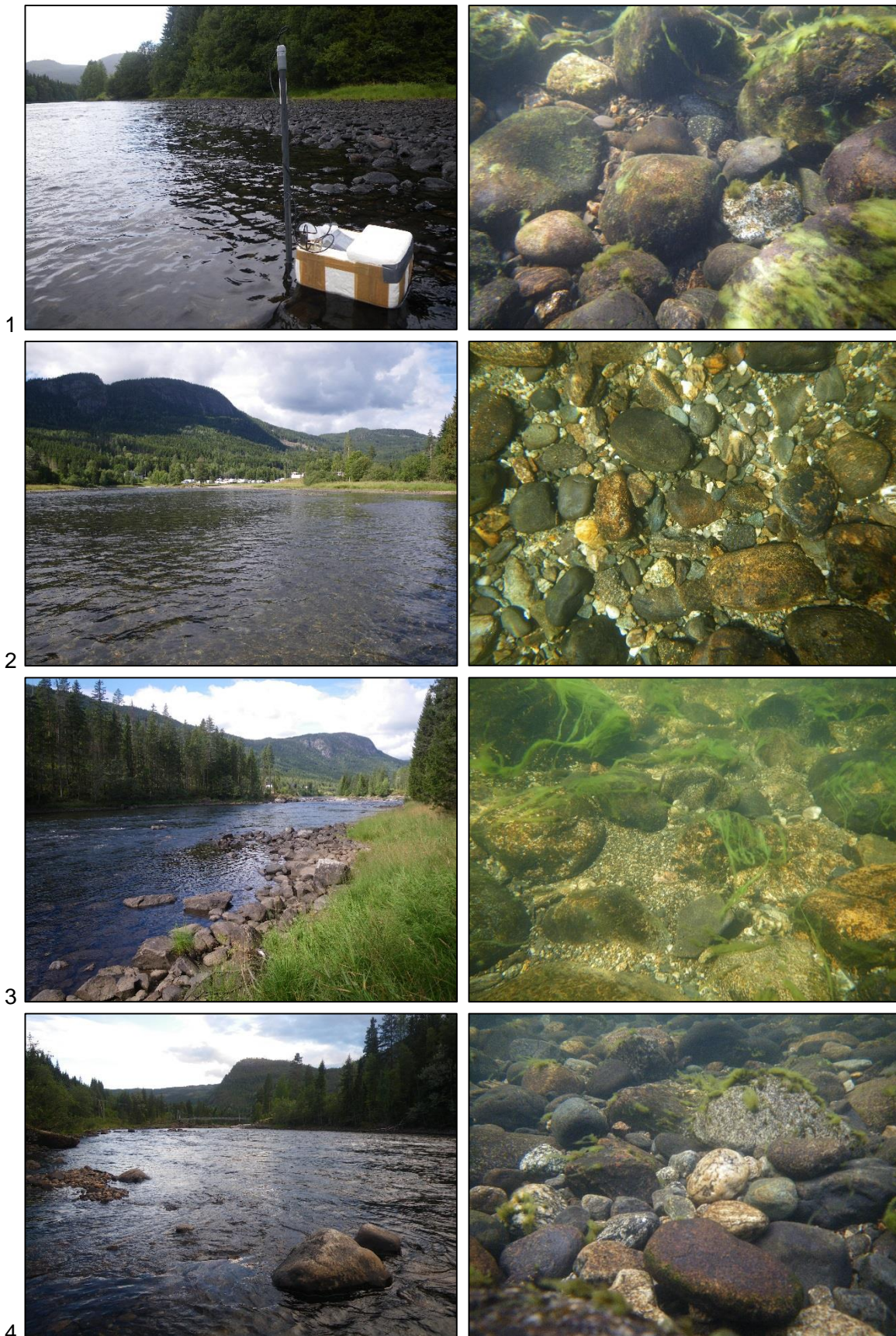
Tabell 5. Oppsummering av resultatene fra redoksmålinger i Begna i oktober 2011 og august 2014. Medianverdien for målinger i de frie vannmasser og på 5-7 cm dyp i substratet er gitt for hver enkelt stasjon. Reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet er gitt i prosent. Data fra 2011 er hentet fra Larsen (2012a).

År	Stasjon	Kartreferanse	Dybde (cm)	Redoksverdi (mV)		Reduksjon i redoksverdi (%)
				Median		
2011	1 Fønhus	32V NN 379357	FW	549		9,4
			5	498		
	2 Garthus	32V NN 393303	FW	543		
			5	477		12,2
	3 Kvennfossen	32V NN 404290	FW	553		
			5	510		
2014	1 Fønhus	32V NN 379357	FW	557		26,0
			5	412		
	2 Garthus	32V NN 393303	FW	558		
			5	453		
	3 Kvennfossen	32V NN 404290	FW	550		18,8
		5	428			
	4 Grimsrud	32V NN 408271	FW	555		22,2
		5	488			

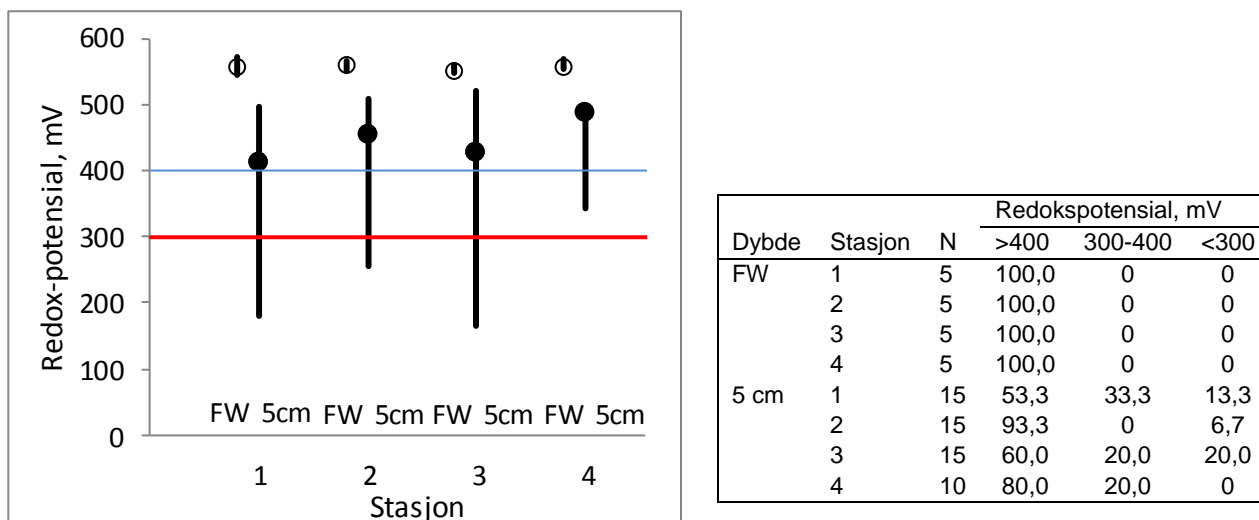


Dybde	Stasjon	N	Redokspotensial, mV		
			>400	300-400	<300
FW	1	5	100,0	0	0
	2	5	100,0	0	0
	3	5	100,0	0	0
5 cm	1	10	100,0	0	0
	2	10	100,0	0	0
	3	15	93,3	6,7	0

Figur 16. Redoksmålinger i Begna i oktober 2011. Median, minimum- og maksimumverdi for målinger i de frie vannmasser (FW) og på 5-7 cm dyp i substratet (5 cm) er gitt for hver enkelt stasjon. Tabelloversikten angir antall målinger som ligger til grunn, og andel av måleresultatene fordelt på redokspotensial >400, 300-400 og <300 mV. Data er hentet fra Larsen (2012a).



Redokspotensial ble målt på fire stasjoner i Begna; Fønhus (stasjon 1), Garthus (stasjon 2), Kvennfossen (stasjon 3) og Grimsrud (stasjon 4). Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



Figur 17. Redoksmålinger i Begna i august 2014. Median, minimum- og maksimumverdi for målinger i de frie vannmasser (FW) og på 5-7 cm dyp i substratet (5 cm) er gitt for hver enkelt stasjon. Tabelloversikten angir antall målinger som ligger til grunn, og andel av måleresultatene fordelt på redokspotensial >400, 300-400 og <300 mV.

2.5 Bunndyr og begroingsalger

Vi er ikke kjent med at det foreligger bunndyrundersøkelser i Begna på strekningen mellom Bagn og innløpet i Sperillen. Det ble undersøkt for seston (svevende organiske og uorganiske partikler i vann) og fytobentos (bl.a. alger og moser) i 1967 (Kristiansen 1967). De biologiske forholdene som ble observert indikerte lave mengder av både vegetasjon og fauna. Grønnalger og vannmoser utgjorde det vanligste innslaget i vegetasjonen på alle stasjonene. Begroingsalger (festsittende alger) ble undersøkt igjen i 2012 og 2013 (Heggøy 2013, Heggøy & Torgersby 2014). Prøveresultatene var nokså entydige i begge år, og tilsier god tilstand med hensyn til begroingsalger (PIT-verdi henholdsvis 14,47 og 14,41).

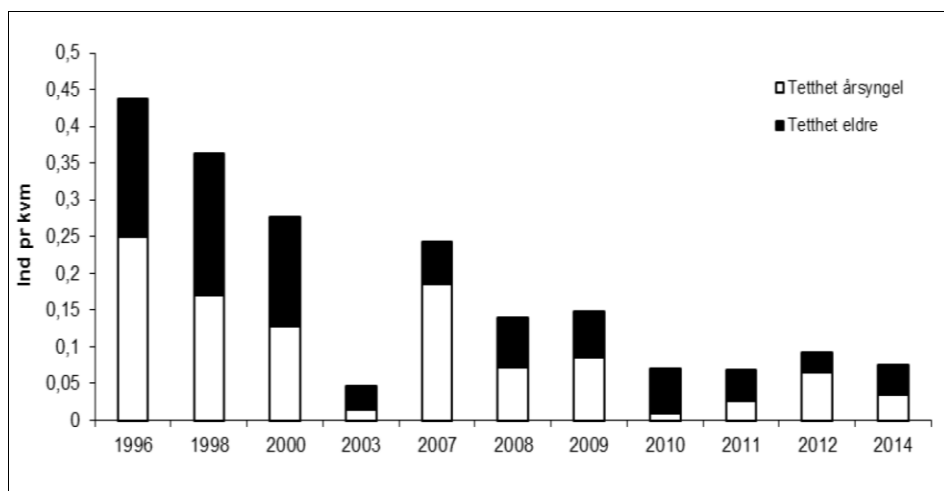
2.6 Fisk

Det er gjennomført en rekke fiskeundersøkelser i Begna på strekningen mellom Bagn og Sperillen i årenes løp (Løken 1970, Enerud 1983, Heggnes 1984, Hegge 1989a; 1989b, Eriksen 1991, Lindås mfl. 1997, Eriksen mfl. 1998, Eriksen & Wien 1999, Gregersen & Eriksen 2001, Johnsen, 2005, Gregersen & Torgersen 2008; 2009, Torgersen & Thomassen 2010, Torgersen & Ebne 2011, Thomassen & Ebne 2012, Museth mfl. 2013, www.fylkesmannen.no/bedrebruk). Metode, omfang og tidspunkt for fisket har imidlertid vært forskjellig, og resultatene fra de ulike fiskeundersøkelsene er ikke nødvendigvis direkte sammenlignbare.

Ørret forekommer i hele Begnavassdraget og Begna er ei populær fiskeelv (Eriksen 1991). Det finnes to typer ørret i Begna: stasjonær ørret og Sperillen-ørret. I Sperillen får ørreten en raskere vekst, og den vandrer opp i Begna på gytevandring. Hegge (1989b) fant at ca. 40 % av ørret over 250 g som var fanget i Begna var Sperillen-ørret, og den ble registrert både ovenfor og nedenfor Eidsfoss.

I Begna var det en tallrik ørretbestand av god kvalitet på 1980-tallet (Enerud 1983, Heggnes 1984). Høye tettheter av ørretunger indikerte en god rekruttering i vassdraget, og tettheten var fortsatt høy i 1996 (Lindås mfl. 1997). Gjennomsnittlig tetthet av ørretungel og eldre ørretunger

beregnet som sum fangst på alle stasjoner dividert med overfisket areal var henholdsvis 15 og 12 individ pr. 100 m² ved en gangs overfiske på ni stasjoner i hovedvassdraget og to sidebækker i august/september 1996 (Lindås mfl. 1997). Beregnes tettheten som gjennomsnittet av tettheten på hver enkelt stasjon blir gjennomsnittlig tetthet av ørretyngel og eldre ørretunger på de 11 stasjonene henholdsvis 25 og 19 individ pr. 100 m² (**figur 18**). Senere har tettheten av ørretunger blitt betydelig redusert, og til sammenligning var tettheten av ørretyngel og eldre ørretunger i 2014 henholdsvis 3 og 4 individ pr. 100 m² ved én omgangs overfiske (15 stasjoner) (**figur 18**). Dette er også den gjennomsnittlige tettheten av ørretyngel og eldre ørretunger i den siste femårs-perioden (2010-2014). Om vi antar at 50 % av fisken på arealet ble fanget ved én gangs overfiske var den totale gjennomsnittlige tettheten av ørret ca. 15 individ pr. 100 m² i årene 2010-2014. Årsyngel (alder 0+) utgjorde i gjennomsnitt 47 % av fangsten. Produksjonen av ørretunger har dermed sunket kraftig gjennom 2000-tallet. Dette henger trolig sammen med reguleringseffekter slik som vandringsbarrierer, at området ved Eidsfossen er satt ut av produksjon, samt varierende kjøring av kraftverkene ved Bagn og Faslefoss (bl.a. Thomassen & Ebne 2012).

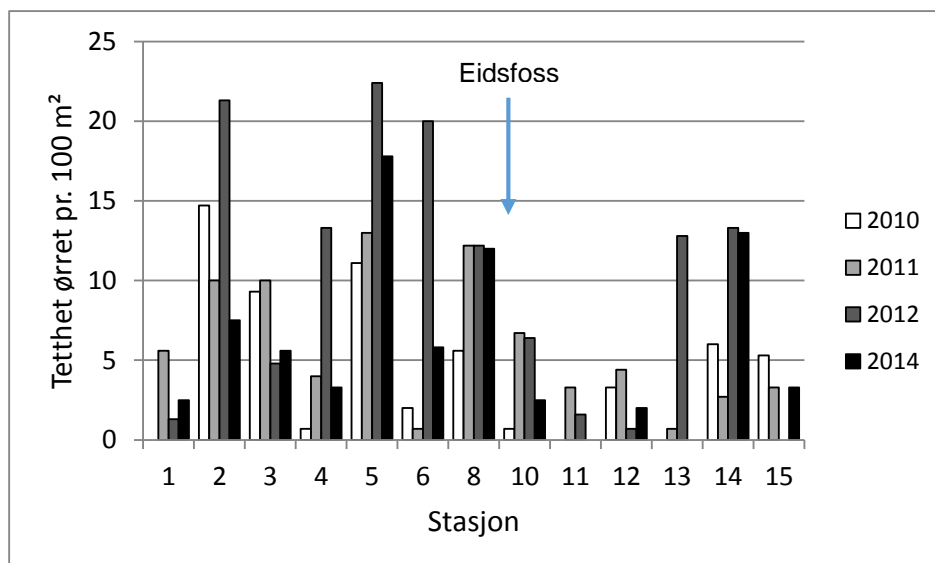


Figur 18. Tetthet av ørret (årsyngel og eldre) funnet ved ungfiskregistreringer i Begna i perioden 1996-2014. Verdiene er basert på én omgangs overfiske for å kunne sammenligne tetthetene over år. Fra www.fylkesmannen.no/bedrebruk.

Selv om tettheten av ørret er gjennomgående lav i hele Begna, er det likevel store variasjoner innad i vassdraget (**figur 19**). Det er gjennomgående noe høyere tetthet av ørretunger ovenfor Eidsfossen i forhold til strekningen nedenfor. Gjennomsnittlig tetthet av ørretunger i Begna ovenfor (stasjon 1-8) og nedenfor (stasjon 10-15) Eidsfossen var henholdsvis 9 og 4 individ pr. 100 m² i den siste femårs-perioden (2010-2014) (sidebakkene som inngår i overvåkingen er utelatt i beregningen). Dette kan ha sammenheng med ulik tilgang til gode gyte- og oppvekstområder, men også at tettheten av ørekyte øker nedover i Begna (Gregersen & Torgersen 2008). Det var liten sannsynlighet for å finne en stasjon med høy tetthet av ørret helt nede i vassdraget. For elvemusling som er avhengig av ørret som vertsart for muslinglarvene, er dette av stor betydning da de fleste muslingene i dag står nedenfor Eidsfoss.

Etableringen av Eid kraftverk i Begna i 2000 innebar konstruksjon av demning og inntaksmagasin og kanalisering av en 1,3 km lang strykstrekning nedstrøms dammen. Det er gjennomført undersøkelser av fiskesamfunnet i Begna før og etter utbyggingen (f.eks. Johnsen 2005, Thomassen & Ebne 2012, www.fylkesmannen.no/bedrebruk, Museth mfl. 2013). Når det gjelder vandrende ørret i Begna er det observert en jevnt nedadgående trend i antall fisk som passerte fisketrappa i Eid kraftverk fra 2000 og frem til 2007 (www.fylkesmannen.no/bedrebruk). Senere har antall ørret som passerte trappa økt igjen. I de siste årene er det registrert de største oppvandringene siden trappa ble satt i drift i 2000. Det har også vært en endring i størrelsen på

fisken som passerer trappa. De første årene var om lag 40 % av den vandrende fisken større enn 25 cm. Fra 2005 har denne andelen sunket, og i de seks siste årene (2009-2014) har andelen ørret større enn 25 cm ligget på omkring 10 %.



Figur 19. Tetthet av ørretunger i Begna i årene 2010-2014 basert på én omgangs overfiske. Stasjonene 7 og 9 er stasjoner i sidebekker, og er ikke tatt med i figuren. Data fra Torgersen & Ebne (2011), Thomassen & Ebne (2012) og www.fylkesmannen.no/bedrebruk.

Av andre arter er det påvist sik, abbor, ørekyte, trepigget stingsild, nipigget stingsild og niøye i Begna (Hegge 1989b, Lindås mfl. 1997, Gregersen & Hegge 2009). Gjedde er introdusert til Sperillen (Lund 2007), og har i dag spredd seg oppover i Begna til Eid kraftverk (Gregersen & Torgersen 2008). Som en følge av at gjedde finnes nedstrøm kraftverket driftes fisketrappa manuelt, det vil si at all fisk må løftes forbi, for å hindre ytterligere spredning av gjedde i vassdraget.

2.7 Arealbruk

Langs Begna elv mellom Bagn sentrum og Valdreshengslet er det om lag 140 grunneiere og de fleste eiendommene langs elva blir drevet av grunneiere med en kombinasjon av jord- og skogbruk (Fønhus 1996). Skogarealene langs vassdraget blir et potensielt problem i det øyeblikket det gjennomføres hogst over store arealer. Erosjon og avrenning av finpartikulært materiale og næringsstoff fra hogstflater kan ha betydelig negativ effekt på nærliggende bekker og vassdrag.

Sør-Aurdal kommune dekker i grove trekk nedbørfeltet langs Begna mellom Bagn og Valdreshengslet. Skog, fjell og myrområder utgjør nær 95 % av arealet, og skog alene utgjør nesten tre firedeler av kommunens areal. Dyrket mark derimot utgjør bare 2,0 %, og det som defineres som tettsted og industri er sparsomme 0,1 % av kommunens areal. Vanndekt areal er 3,5 %.

I nabokommunen mot nord, Nord-Aurdal, utgjør skog, fjell og myrområder nær 90 % av arealet, men andelen skog er lavere enn i Sør-Aurdal. Andelen jordbruksareal er lavt også i Nord-Aurdal (3,7 % arealet). Det som defineres som tettsted og industri er 0,4 % av kommunens areal, mens vanndekt areal utgjør 6,2 %.



De fleste eiendommene langs Begna blir drevet av grunneiere med en kombinasjon av jord- og skogbruk. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Turisme er viktig i dalføret. Det er flere campingplasser og oppstillingsplasser for campingvogner langs elva, som oftest i tilknytning til fritidsfiske. Disse ligger naturlig nok i nær tilknytning til elva og ut mot elvebredden de fleste steder.

Selve dalbunnen langs Begna er generelt preget av spredt bebyggelse mellom Bagn og Sperillen. Det eneste tettstedet er bygdesenteret Bagn.

2.8 Fysiske inngrep

2.8.1 Vannkraft og fløting

Den første industrielle utnyttelsen av Begnavassdraget til kraftproduksjon er knyttet til treforedlingsbedriftene i vassdraget. Treforedlingen var svært kraftkrevende, og nærhet til vassdraget for fløting og som kraftkilde, var avgjørende for beliggenheten til sagbrukene, og seinere tresliperiene og papirfabrikkene. Den eldste reguleringen i Begnavassdraget er fra begynnelsen av 1900-tallet da det i 1903-1905 ble bygget dam ved utløpet av Sperillen. Framover mot 1921 ble det bygget reguleringsanlegg i Øyangen, Vollbufjorden og Strondafjorden. Nord for Bagn er det i dag 18 regulerte magasin i vassdraget, som til sammen rommer ca. 803 mill. m³. Vassdraget har en reguleringsgrad på 44,4 %, og nedenfor Bagn kraftverk er det pålagt en minstevannføring på 6 m³/s.

Oppland energiverk ble i 1994 gitt konsesjon for utbygging av Eidsfossen og bygging av Eid kraftverk i Begna, Sør-Aurdal. Utbygging startet i september 1997, med graving av avløpskanal og sprengning av tomt for kraftstasjon og dam. Eid kraftverk sto ferdig i år 2000. Eidsfossen var en ca. 1100 m lang strykstrekning med et fall på ca. 10 m. Ovenfor demningen er det nå et to kilometer langt inntaksmagasin. Kraftverket utnytter et samlet fall på 12,5 meter. Nedenfor demningen er elveløpet kanalisert på en ca. 1,3 km lang strekning. Slukevnen i Eid kraftverk er på 85 m³/sek.

Koparvike minikraftverk ble bygget i 2003, og ligger i Begna mellom Bagn og Eidsfossen. Det er et lite elvekraftverk uten oppdemning i elva. Om lag 15 % av vannføringen i Begna ledes via en kanal til kraftverksinntaket. Rørgata til kraftverket er 184 meter og har en fallhøyde på fem meter.

Det er vanskelig å si nøyaktig når fløting og brøtning av tømmer og annet trevirke begynte i Begnavassdraget. Men en av dem som drev med tømmerhandel og fløting fra de øvre bygdene på Østlandet var Jørgen Philipsen i Christiania (www.historieboka.no/Modules). Han hadde store eiendommer i Soknedalen, Ådalen, Valdres og Hadeland, og i 1671 fikk han enerett til å drive

tømmerfløting herfra mot at han arbeidet for regulering av vassdragene. På denne tida hadde en altså begynt å fløte tømmer både i Begna og Sokna og i mindre sideelver som Aurdøla og Hedalselva. Begna har derfor vært ei viktig fløtingselv i nær tre hundre år, inntil det ble avsluttet for godt i 1968.

I forbindelse med fløting ble det ofte gjennomført utbedringer for å lette tømmerets gang i vassdraget. I første omgang ble det sprengt ut stein i de største fossene, slik at tømmeret skulle bli minst mulig skadet. Seinere ble det også bygd vannrenner forbi enkelte fossefall, eller demninger for å samle opp vann som ble brukt for å drive tømmeret nedover elva uten at det satte seg fast. Enkelte steder ble elvebunnen rensket for steinblokker og større stein som var i veien for tømmeret. Hvor omfattende dette arbeidet var i Begna har vi ikke lyktes å få oversikt over, men det er fortsatt synlige rester etter forbygninger enkelte steder.



Eid kraftverk sto ferdig i 2000. Nedenfor demningen er elveløpet kanalisert på en ca. 1,3 km lang strekning. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

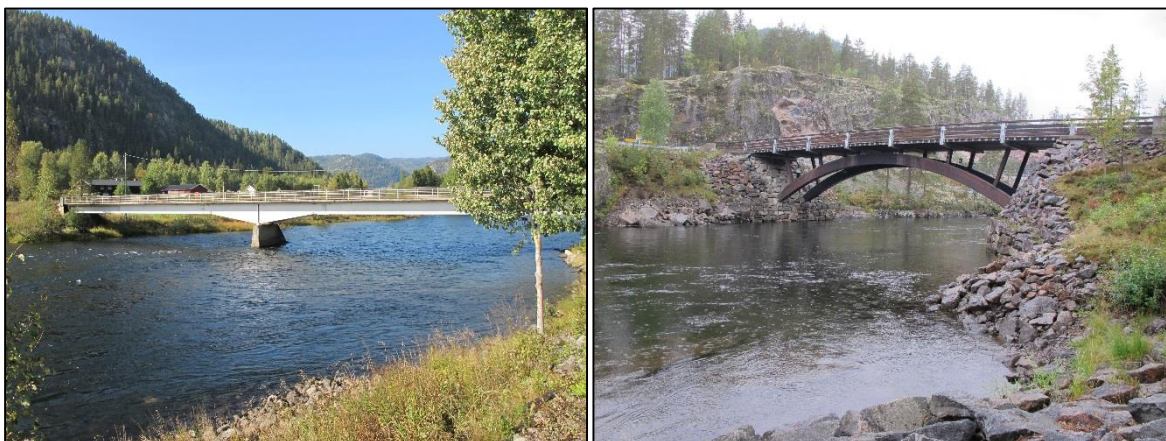


Koparvike minikraftverk har en inntakskanal som leder vann fra Begna til selve kraftverket. I forbindelse med utbyggingen ble det laget en lang forbygging ut mot Begna. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

2.8.2 Veganlegg og bruer

Begna er lett tilgjengelig både fra E16 og Austsidevegen, som går på hver sin side av elva. Vassdraget er berørt av offentlige veger, bruer og vegfyllinger knyttet til disse innenfor en buffersoner på 50 meter på hver side av elva på til sammen ca. 17 km vegstrekning. Det som ellers finnes av kjørbare veger er i hovedsak private gårdsveger og driftsveger i forbindelse med landbruksarealene.

E16 krysser Begna i nordenden av Sperillen ved Nes og på nytt ved Bagn sentrum. På strekningen mellom Nes og Bagn gir ytterligere seks bruer atkomst over elva med bil. I tillegg er det tre rene gangbruer. Med unntak av kraftverksdammen ved Eid er dette i hovedsak gamle og etablerte vegkryssinger i Begna. Fire av bruene er imidlertid bygget med støttepilarer ute i elva.



Det er bygd flere veg- og gangbruer over Begna, men disse har liten innvirkning på vannkvaliteten i vassdraget i dag. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



Hovedvegen langs vestsiden av Begna ligger flere steder helt ut mot elvekanten. Ved utbyggingen av ny E16 mellom Fønhus og Bagn ble det anlagt flere nye fyllinger i Begna. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Utbyggingen av ny E16 på den 10,2 km lange strekningen mellom Fønhus og Bagn ble gjennomført i perioden september 2012 til desember 2014. Den nye vegen følger i hovedsak den gamle traséen. Unntakene var ved Briskebyen hvor ny veg ble lagt utenfor grenda, og ved Bergsund hvor vegen ble lagt i tunnel forbi et rasfarlig område.

Anleggsarbeidet har hatt fokus på å unngå skadelig avrenning mot Begna da vassdraget er klassifisert med høy verneverdi som leveområde for elvemusling. Tunnelsprenging, utfylling i Begna og massedeponering har imidlertid vært utfordringer i forbindelse med hensynet til elvemusling. Det foreligger planer om en videreføring av E16 fra Bagn og nordover til Bjørgo som innebærer sprenging av tunnel, vegfylling og ny bro ved Bagn, fjerning av den gamle broa og riggområder i Bagn.

2.8.3 Masseuttak og deponier

Det var flere små grustak, noen med deponering av løsmasser, langs vassdraget, men de fleste lå mer enn 50-100 m fra elvebredden, og eventuell avrenning av finpartikulært materiale mot vassdraget vil være minimal. Størst konsekvenser vil eventuell deponering av avfall, fyllmasser, jord eller sand få i nærheten av viktige leveområder for elvemusling, og sumeffekten av flere slike lagringsplasser langs elveløpet kan bidra til en uønsket belastning.

2.9 Forurensning

Begna er tydelig påvirket av ulike menneskelige inngrep og aktiviteter gjennom lang tid. I tillegg til de påvirkninger som allerede er beskrevet kan det også forekomme avrenning av plantevernmidler fra landbruket, tilførsler av vegsalt og annen forurensning fra veier og tette flater samt fare for eventuelle utslipp eller tilsig av miljøgifter fra bl.a. industri, verksteder og avfallsdeponier.

3 Elvemusling i Begna

Det er få historiske opplysninger om forekomsten av elvemusling i Begna, og bare av generell karakter uten nærmere stedsangivelser (Jensen 1996, Dolmen & Kleiven 1997, Økland & Økland 1998). Ifølge Fønhus (1996) var det imidlertid lokalt antatt at elvemusling skulle finnes på hele strekningen fra Bagn sentrum (Bagn kraftverk) ned til fylkesdelet med Buskerud (Valdreshengslet) med de største forekomstene ved Garthus og i Begnadalen. Opplysninger om nøyaktig utbredelse, reproduksjon og rekruttering manglet imidlertid fullstendig før det ble gjennomført en mer detaljert kartlegging i 1998-1999 (Larsen 2000). Elvemusling ble da funnet på hele strekningen mellom Bagn sentrum og Begna Bruk nær fylkesgrensa mot Buskerud; en strekning på ca. 35 km (jf. **tabell 6**). Det var bare på én av de 20 undersøkte stasjonene det ikke ble funnet muslinger. Det var imidlertid svært få individer på store deler av de øverste ca. 17 km av vassdraget (ovenfor Eidsfoss). Saltveit mfl. (2010) påviste 30 muslinger på et fire hundre meter langt strekk nedenfor Høneren (ved fylkesdelet nedenfor strekningen som ble undersøkt av Larsen (2000)). De fant i tillegg mye musling i Begna (Ådalselva) nedenfor Sperillen (ovenfor Hallingby).

Høitomt (2009b) fant ikke musling i Begna ovenfor Bagn, heller ikke i sidebekkene til vassdraget. Høitomt (2009a) undersøkte dessuten flere større sidebækker (Islandselvi, Hølera, Garthusbekken, Muggedøla, Strandbråtabekken og Buvasselva) på strekningen mellom Bagn og Valdreshengslet uten å påvise elvemusling noen av stedene. Elvemusling ble imidlertid påvist i Begna like ved Strandbråtabekkens utløp.

Tabell 6. Vannforekomster med elvemusling i Begna. Fra Valdres vannområde (2014).

Vann-Nett ID	Navn	Kommentar
012-2864-R	Begna - Bagn til Eidsfoss	Få individer og svak rekruttering
012-2863-R	Begna ved Eidsfoss	Få individer – negativt påvirket av kraftverket. Svak rekruttering
012-1810-R	Begna fra Garthus ned til Sperillen	Større tetthet, men ikke vurdert som høy. Svak rekruttering.

3.1 Tetthet og populasjonsstørrelse

Tetthet av elvemusling i Begna ble undersøkt første gang i 1999 på til sammen 20 stasjoner (Larsen 2000) (**figur 20**). En mindre omfattende undersøkelse ble dessuten gjennomført i 2006 og 2010, med tellinger på henholdsvis tre og fire stasjoner i tilknytning til Kvennfossen (Gregersen 2006, Larsen 2010). Tellingene ble hovedsakelig gjennomført ved vading i elveløpet og bruk av vannkikkert (Larsen & Hartvigsen 1999). Det var bare unntaksvis mulig å vade hele elvetvernsnittet, og stasjonene ble derfor begrenset til én side av elveløpet fra strandkant og så langt utover som det lot seg gjøre å vade. Alle synlige, levende muslinger samt tomme skall som ble registrert i løpet av 15 minutter observasjonstid ble notert. Det ble gjennomført mellom to og åtte «fritellinger» (henholdsvis 30 og 120 minutter søketid) på hver stasjon i 1999. Dette gir et tilnærmet bilde av tettheten av muslinger på lokaliteten (Larsen & Hartvigsen 1999). På stasjon 1 (Bagn) og stasjon 20 (Begna bruk) ble tellingene supplert ved hjelp av dykking i 1999, og det ble snorklet ved Kvennfossen i 2006.

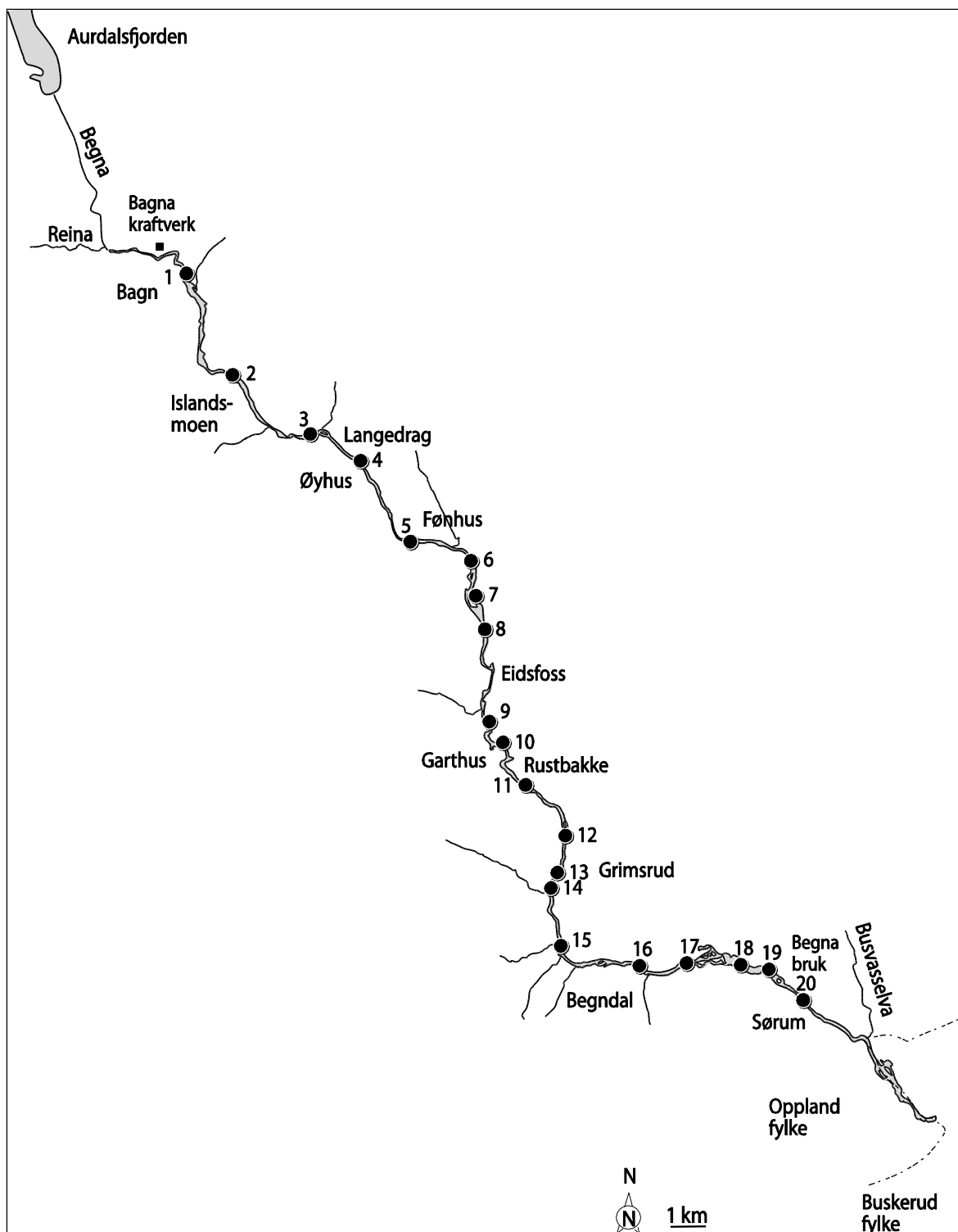
Relativ tetthet av elvemusling var 0,8 individ pr. minutt søketid i gjennomsnitt i 1999 for strekningen mellom Bagn sentrum og fylkesdelet med Buskerud (Valdreshengslet) (**tabell 6**). I henhold til Larsen & Hartvigsen (1999) tilsvarte dette en tetthet på 0,16 individ pr. m². Antall elvemusling varierte mellom 0 og 2,3 individ pr. minutt søketid på de ulike stasjonene (**tabell 6, figur 21**). Høyest tetthet var det ved Eidsfoss, ved Garthus og i Begnadalen.



Normal størrelse på en voksen elvemusling er 7-15 cm, og de eldste muslingene kan bli over 200 år gamle. Skallet er mørkt brunlig, nesten svart hos eldre individer, og som oftest nyreformet. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



Elvemuslingen står delvis nedgravd i substratet godt forankret i grusen ved hjelp av en muskuløs fot. En voksen musling filtrerer om lag 50 liter vann i løpet av et døgn, og en stor muslingbestand er et viktig bidrag til å opprettholde en god vannkvalitet også for andre bunndyr og fisk i vassdraget. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



Figur 20. Begna med lokalisering av undersøkte stasjoner med hensyn til elvemusling (stasjon 1-20) i 1998 og 1999. Stasjonene 10, 11 og 14 ble undersøkt på nytt i 2010. Fra Larsen (2000).

Den gjennomsnittlige tettheten av muslinger er vurdert som lav, og det var ingen steder i vassdraget der tettheten var særlig høy over store flater. Ett unntak var stasjon 20 ved Begna Bruk der det på ca. tre meters dyp var et 3-4 m bredt og 15-20 m langt område med muslinger i tettheter opp til 10-20 individ pr. m². Høyeste gjennomsnittlige tetthet for øvrig ble funnet på stasjon 8 og 14 der det var 0,5 individ pr. m². På strekningen mellom Islandsmoen og Eidsfoss

(stasjon 2-7) ble det bare funnet spredte muslinger, og det var gjennomgående flest individer og en jevnere tetthet nedenfor Eidsfoss.

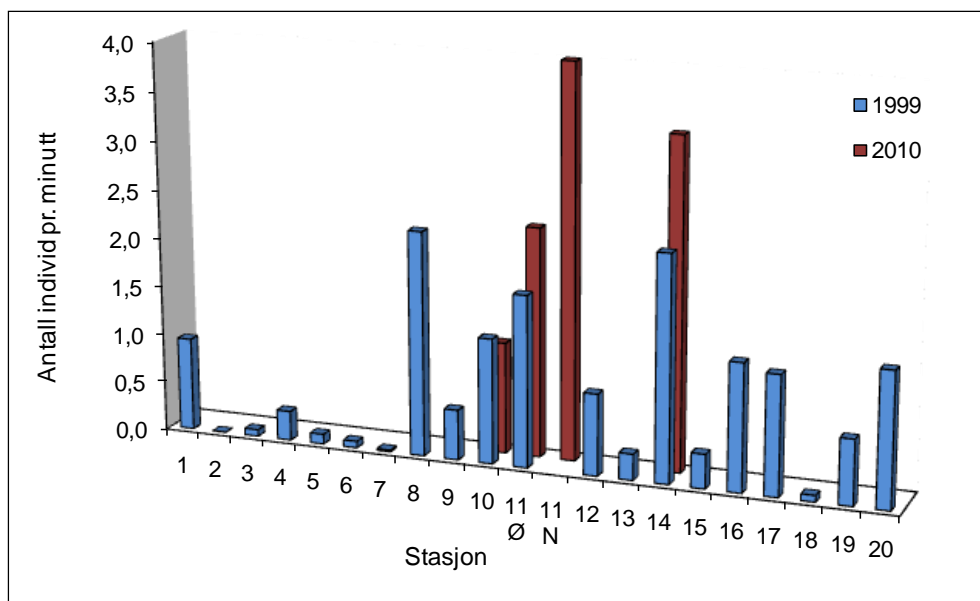
Tabell 6. Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) i Begna i 1999 basert på tidsbegrensede tellinger (15 minutters varighet). Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr: N/min. og tomme skall: NS/min.). Jf. **figur 21**. Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur 20**. Omarbeidet fra Larsen (2000).

Stasjon	Antall tellinger (tid i minutter)	N	NS	N/min
1	5 (75)	71	30	0,95
2	4 (60)	0	0	0
3	3 (45)	3	0	0,07
4	2 (30)	9	0	0,30
5	2 (30)	3	0	0,10
6	2 (30)	2	0	0,07
7	4 (60)	1	0	0,02
8	3 (45)	103	1	2,29
9	3 (45)	23	0	0,51
10	8 (120)	153	8	1,28
11	4 (60)	105	7	1,75
12	4 (60)	50	1	0,83
13	2 (30)	8	4	0,27
14	2 (30)	69	3	2,30
15	4 (60)	21	1	0,35
16	4 (60)	78	0	1,30
17	3 (45)	55	1	1,22
18	4 (60)	4	0	0,07
19	2 (30)	20	0	0,67
20	6 (90)	124	5	1,38
1-20	72 (1080)	902	61	0,84
Gj.snitt±sd				0,78±0,80

Gjennomsnittlig tetthet av levende elvemusling basert på tidsbegrensede tellinger på fire stasjoner i Begna mellom Garthus og Muggedalen i 2010 var 2,8 individ pr. minutt søketid. Antall elvemusling varierte mellom 0,7 og 4,9 individ pr. minutt på de ulike tellingene (**figur 21**). Resultatet samsvarte med det Gregersen (2006) fant i 2006 (2,6 individ pr. minutt søketid i gjennomsnitt på tre undersøkte områder ved Kvennfossen).

Totalt elveareal i Begna fra Bagn til fylkesdelet med Buskerud (Buvasselve) er beregnet til ca. 3200 da (B. Gustavsen, Sør-Aurdal kommune). Basert på en gjennomsnittlig tetthet på 0,16 elvemusling pr. m² på strekningen ga dette en total bestand på noe over 500.000 elvemusling i Begna i 1999 (Larsen 2000). Dette er et unøyaktig estimat, men gir likevel en bekreftelse på at det fortsatt var en stor bestand av elvemusling i Begna.

Etter byggingen av Eidsfoss kraftverk ble ca. 3,5 km av leveområdene for elvemusling negativt påvirket (inntaksmagasin og kanalisering). Dette har medført en direkte dødelighet av et ukjent antall muslinger, og kan ha påvirket negativt ca. 50.000 muslinger (eller nær 10 % av den totale bestanden i vassdraget, Larsen 2000). Det betyr samtidig at det er strekningen nedenfor Garthus som i dag utgjør det viktigste leveområdet for elvemusling i Begnavassdraget (Larsen 2010).



Figur 21. Relativ tetthet av levende elvemusling i Begna ved Kvennfossen i 2010 (stasjon 10, 11 Ø, 11 N og 14) sammenlignet med tellinger gjennomført i 1999 (stasjon 1-20). Resultatet er basert på tidsbegrensede tellinger (oppgitt som antall muslinger pr. minutt). Stasjon 11 N ble ikke undersøkt i 1999. Fra Larsen (2010).

3.2 Dødelighet

Det ble funnet elvemusling som hadde dødd på grunn av lav vannføring eller innfrysing om vinteren i 1998-1999. Med unntak av elvestrekningen nedenfor Bagn sentrum der det lokalt var høy dødelighet (30 %, jf. **tabell 6**), ble det ikke funnet unormalt mye tomme skall i vassdraget. Det ble telt 862 levende og døde elvemuslinger til sammen på stasjon 2-20 i Begna i 1999. Tomme skall utgjorde 3,6 % av antallet. Det var heller ikke påfallende høy dødelighet noe sted i 2010. Ved fritellinger på fire stasjoner ble det notert 13 tomme skall til sammen. Dette utgjorde 3,8 % av det totale antall muslinger (levende individ og skall) som ble funnet i vassdraget. De tomme skallene representerte også dødeligheten over flere år, og bare et fåtall av skallene var årsak i dødelighet siste år (basert på observert skall-slitasje). I en velfungerende bestand vil den årlige dødeligheten være om lag 1 %, og Begna lå innenfor dette i 2010.

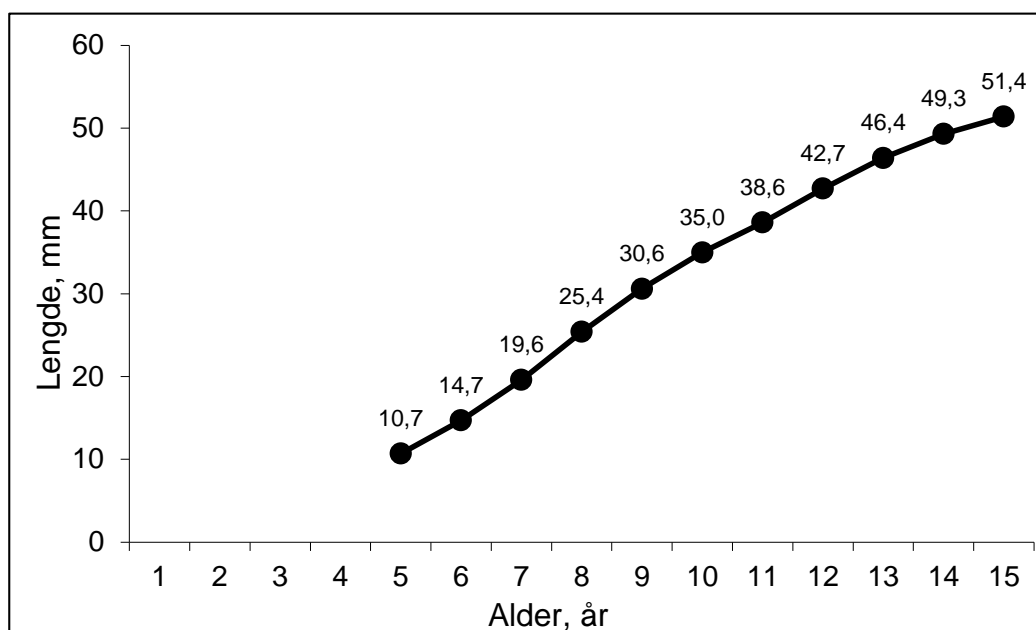


Tomme muslingskall kan bli funnet i elvekanten. Disse har antagelig blitt skylt avgårde av en flom i vassdraget, og når vannet trakk seg tilbake ble de liggende igjen på tørt land. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

3.3 Vekst

Det dannes årlige tilvekstringer i skallet hos elvemusling som gjør det mulig å aldersbestemme muslingene, og måle den årlige tilveksten. Hos unge individer er tilvekstringene i skallet tilstrekkelig definert slik at man med stor pålitelighet kan skille dem fra hverandre (Ziuganov mfl. 1994). Alder kan derfor bestemmes ved direkte telling av antall vintersoner i skallet; definert som mørke ringer mellom to lyse sommersoner. I 1999 ble det samlet inn sju elvemuslinger mindre enn 75 mm i Begna til aldersbestemmelse og vekststudier. Lengden av hver årring (= årringsdiameter) ble målt med skyvelære til nærmeste 0,1 mm. Den innerste delen av skallet ved umbo er mer eller mindre erodert hos elvemusling slik at de første vintersonene ikke lenger finnes på overflaten av skallet. I skallene fra unge muslinger i Begna var et område varierende i lengde fra 8 til 20 mm erodert. Dette medførte noe usikkerhet med å bestemme alderen til muslingene. Det er derfor gjort en ny gjennomgang av materialet fra 1999, og teksten hos Larsen (2000) er korrigert i henhold til dette.

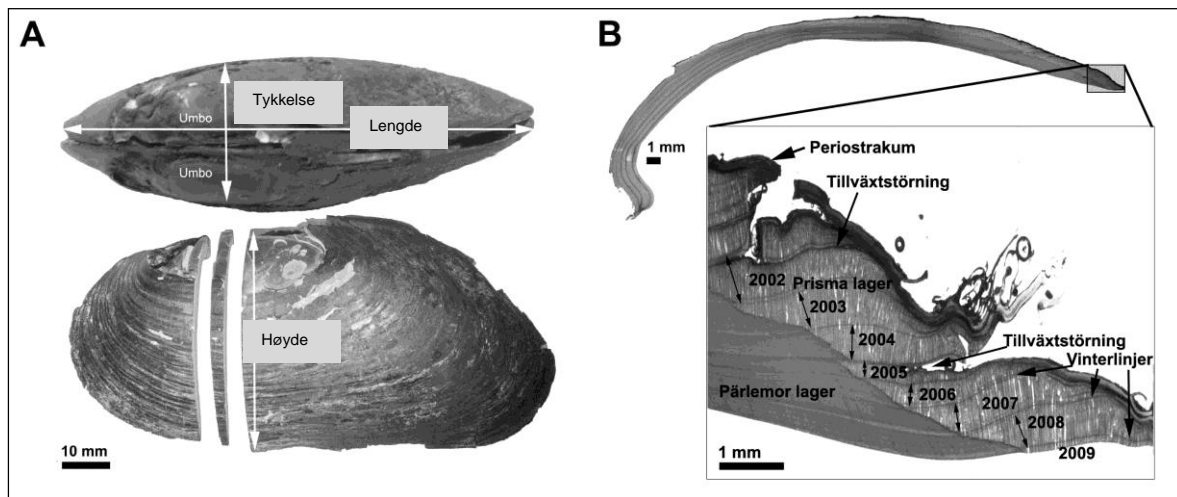
Elvemuslingen i Begna var gjennomsnittlig 35 og 51 mm ved henholdsvis 10- og 15-årsalder (**figur 22**). Årlig tilvekst fra 4- til 15-årsalder varierte mellom 2 og 6 mm. Elvemuslingen vokser langsomt i Begna, og vi kan anta at den årlige tilveksten fra 15- til 20-årsalder ikke er mer enn maksimalt 1,5-2,0 mm. Lav vanntemperatur i elva kan være en forklaring på dette. En avtagende tilvekst fra 15-årsalder settes dessuten i sammenheng med kjønnsmodningen, da en større del av energien benyttes i reproduksjonen.



Figur 22. Vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos aldersbestemte elvemuslinger i Begna (N = 7). Omarbeidet fra Larsen (2000).

Hos eldre muslinger avtar veksten betydelig med alderen, og vintersonene blir liggende svært tett. Det gjør at det ikke er mulig å telle vintersonene på utsiden av skallet lenger. Det må prepareres tynnslip av skallet (**figur 23A**) som pusses, poleres og farges for å få fram vekstlinjene (se Dunca & Larsen 2012 for nærmere beskrivelse av metoden). Det ble samlet inn ti voksne muslinger (skall) fra to lokaliteter i Begna i 2010 (Fønhus og Garthus, henholdsvis ovenfor og nedenfor Eidsfoss) som ble aldersbestemt etter denne prosedyren. I tverrsnitt er den relative årlige tilveksten representert av den korteste avstanden som finnes mellom to vinterlinjer (markert med svarte piler i **figur 23B**).

Stress i miljøet (kraftige pH-forandringer i forbindelse med forsuring, kalking og eutrofiering, men også naturlig lav vannføring og tørrelegging, samt perioder med minusgrader vår og høst) kan forårsake tilvekstforstyrrelser hos elvemusling (Mutvei mfl. 1996, Dunca mfl. 2011). Alle slike tilvekstforstyrrelser er notert og talt opp.



Figur 23. A. Skallenes ulike mål: Tykkelse, lengde og høyde. **B.** Tynnslip av muslingskall som er etset med Mutveis blandning og fotografert i lysmikroskop. Vinterlinjer og linjer som angir tilvekstforstyrrelser er mørkere. De svarte pilene markerer avstanden mellom to vinterlinjer som et mål på den relative årlige tilveksten. Foto: Elena Dunca. Fra Dunca & Larsen (2012).

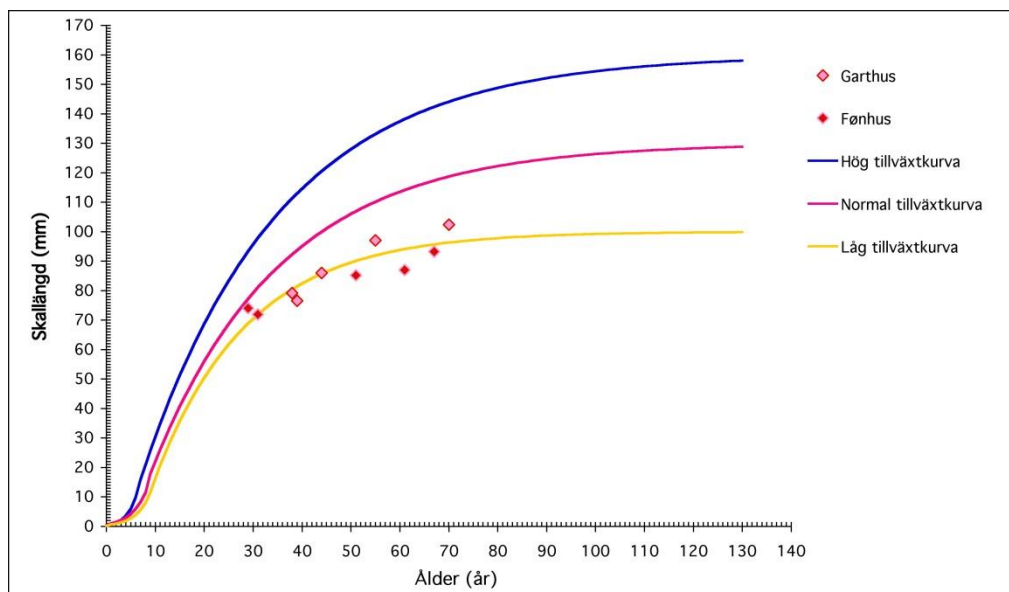
Den yngste muslingen var 29 år og den eldste 70 år. Skallengden varierte mellom 71,9 og 102,4 mm (Dunca & Larsen 2012) (**tabell 7**).

Tabell 7. Skallengde og alder hos muslinger samlet inn i Begna 3. august 2010. Fra Dunca & Larsen (2012).

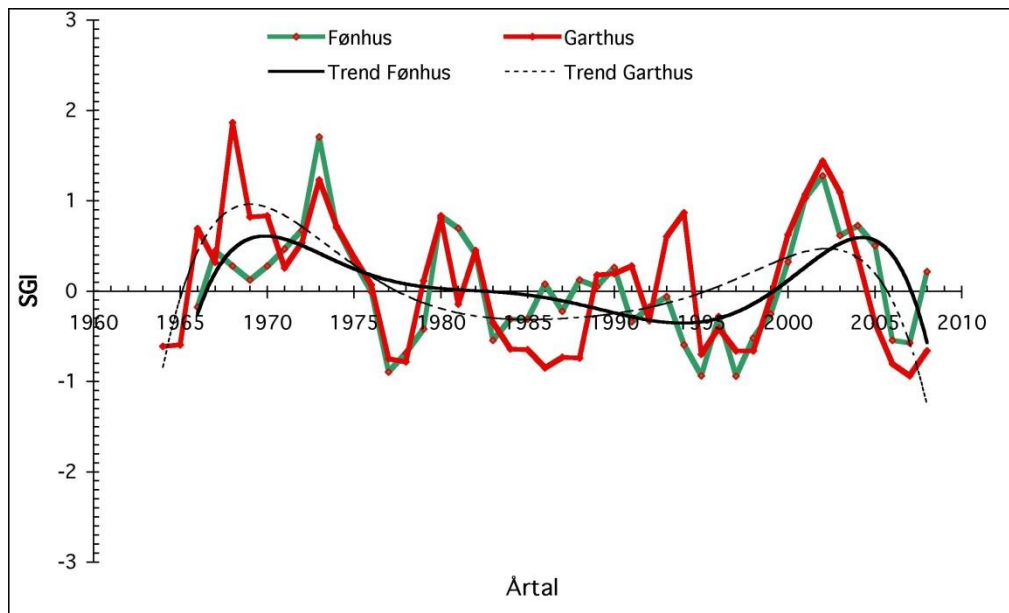
Stasjon	Musling ID nr.	Skallengde (mm)	Ålder (år)
Fønhus	406	85,2	51
	407	93,2	67
	408	87,0	61
	409	74,0	29
	410	71,9	31
Garthus	2	79,2	38
	3	76,6	39
	5	86,0	44
	12	102,4	70
	15	97,1	55

Muslingene i Begna var relativt små i forhold til alderen og tilveksten følger den lave tilvekstkurven (**figur 24**). Det er også en viss variasjon mellom år med hensyn til den årlige relative tilveksten (**figur 25**). Det var likevel slik at den gjennomsnittlige årlige tilveksten varierte likt ved Fønhus (ovenfor Eidsfossen) og Garthus (nedenfor Eidsfossen) med en dårligere tilvekst mellom 1977 og 1980, mellom 1985 og 1990 og mellom 1995 og 2000, samt mellom 2006 og 2009 (**figur 25**). Utbyggingen av Eidsfoss kraftverk (1997-2000) ser ikke ut til å ha påvirket den årlige tilveksten hos muslingene nedenfor kraftverket (Garthus). Tilveksten hos muslingene nedenfor kraftverket

er stort sett den samme som hos muslingene ovenfor kraftverket (vid Fønhus) både under anleggsperioden og i årene etter at kraftverket var ferdig. Det tyder på at andre faktorer enn kraftverket påvirker tilveksten hos elvemuslingen i denne delen av Begna.



Figur 24. Forholdet mellom alder og skallengde hos muslinger fra Begna ved Garthus (nedenfor Eid kraftverk) og Fønhus (ovenfor Eid kraftverk) til sammenligning med de tre normale tilvekstkurvene for elvemusling. Fra Dunca & Larsen (2012).

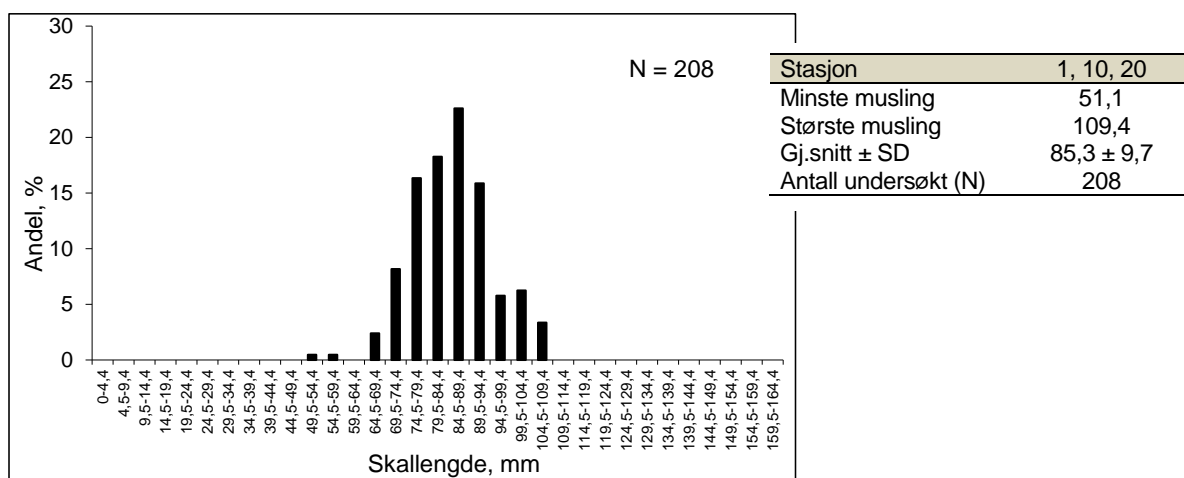


Figur 25. Gjennomsnittlig årlig tillvæxt (SGI) for elvemusling i Begna ovenfor Eid kraftverk (Fønhus; grønn linje) og nedenfor Eid kraftverk (Garthus; rød linje). Trendkurvene (svarte) er 6.grads polynomer. Fra Dunca & Larsen (2012).

Begna-muslingene hadde tilvekstforstyrrelser (stressringer) i skallet forårsaket av perioder med vekststans i 32 % av alle år. Omfanget var bare ubetydelig lavere ovenfor Eid kraftverk (middelverdi 30 % ved Fønhus; variasjon 12-45 %) sammenlignet med nedenfor Eid kraftverk (middelverdi 34 % ved Garthus; variasjon 30-41 %).

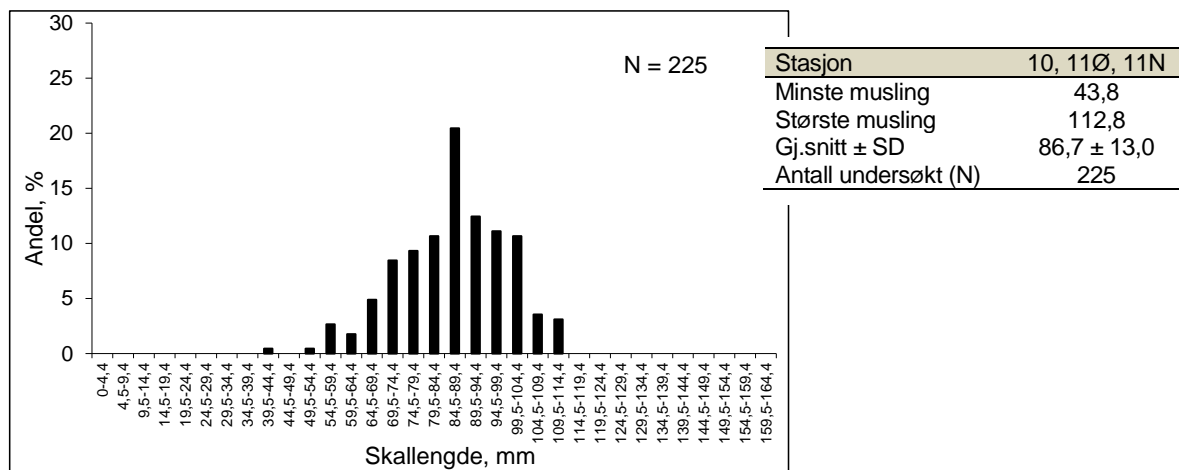
3.4 Lengdefordeling og rekruttering

I 1998 ble det funnet levende elvemusling ved Garthus (stasjon 10) som varierte i lengde mellom 40 og 115 mm (N = 50), og gjennomsnittslengden var 88 mm. I 1999 ble det samlet inn og lengdemålt levende elvemusling fra tre stasjoner i Begna (stasjon 1, 10 og 20). Disse varierte i lengde mellom 51 og 109 mm (**figur 26**, N = 208), og gjennomsnittslengden var 85 mm (Larsen 2000).

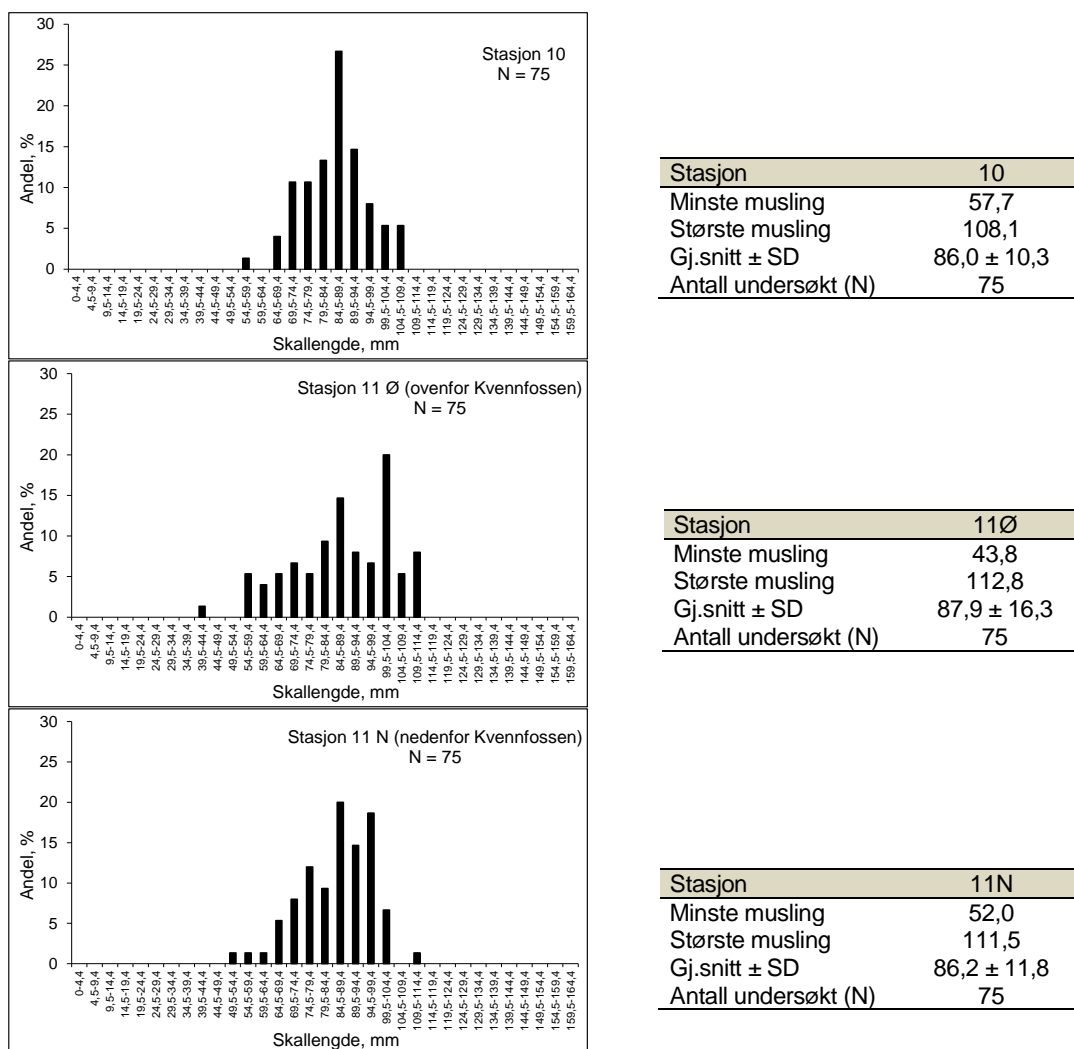


Figur 26. Lengdefordeling basert på funn av de henholdsvis 70, 59 og 79 «første» levende muslinger (uten graving i substratet) fra tre stasjoner i Begna (stasjon 1, 10 og 20) i august 1999; til sammen 208 muslinger. Omarbeidet fra Larsen (2000).

Minste musling var 40 mm ved Garthus i 1998-1999 (Larsen 2000), 47 mm ved Kvennfossen i 2006 (Gregersen 2006) og 44 mm ved Kvennfossen i 2010 (Larsen 2010). Bestander som har opprettholdt populasjonsstrukturen i lang tid har minst 20 % muslinger som er yngre enn 20 år, men i tillegg må noen av disse være yngre enn 10 år (Young mfl. 2001). Elvemuslingen i Begna var gjennomsnittlig 35 og 51 mm ved henholdsvis 10- og 15-årsalder. Med en antatt årlig tilvekst på maksimalt 1,5-2,0 mm fra 15- til 20-årsalder vil en 20 år gammel musling kunne være om lag 60 mm (jf. også **figur 24**). Det var bare henholdsvis 1,2 og 3,6 % av muslingene som var mindre enn 60 mm (eller 20 år) i 1998-1999 og 2010, og ingen av disse var yngre enn 10 år. Likevel ser vi ut fra vekstkurven (**figur 22**) at en musling på 40-45 mm vil være om lag 12-13 år gammel. Det betyr at de minste muslingene som ble visuelt observert i 2010 etablerte seg i substratet på slutten av 1990-tallet. De ble ikke oppdaget i 1998-1999 da de lever nedgravd i grusen i de første leveårene og er umulige å oppdage uten samtidig å grave i substratet. Det er derfor fortsatt en svak rekruttering i Begna, men ikke tilstrekkelig til at det kvalifiserer til betegnelsen «levedyktig bestand». Forhold i vassdraget som har forskjøvet oppvekstforholdene i negativ retning reduserer derfor muligheten for at elvemusling skal overleve på lang sikt i vassdraget.



Figur 27. Lengdefordeling basert på funn av de 75 «første» levende muslinger (uten graving i substratet) fra tre stasjoner i midtre del av Begna (stasjon 10, 11Ø og 11N) i august 2010; til sammen 225 muslinger (jf. figur 28). Data fra Larsen (2010).



Figur 28. Lengdefordeling basert på funn av de 75 «første» levende muslinger (uten graving i substratet) på stasjon 10, 11Ø og 11N i Begna i august 2010. Data fra Larsen (2010).

Det var få muslinger eldre enn 60-70 år i Begna i 1999, og antall muslinger som var større enn 90-95 mm var lavere enn ventet. Det kan se ut til at muslingbestanden har økt i antall i vassdraget fra 1930- eller 1940-tallet og framover. Når vi sammenligner lengdefordelingen fra 1999 (**figur 26**) og 2010 (**figur 27** og **28**) ser vi antall muslinger økte i lengdegruppene 95-99 og 100-104 mm. Dette kan tilsvare forventet tilvekst i mellomliggende periode, og styrker antagelsen om at muslingene i Begna har vært inne i en reetableringsfase i noen tiår fram mot 1970- eller 1980-tallet da rekrutteringen ble dårligere igjen.

Tomme skall som ble funnet i Begna i 1998-1999 varierte i lengde mellom 56 og 109 mm med et gjennomsnitt på 92 mm (N = 48; SD = 12). Hovedvekten av muslingene var 90-110 mm. Lengdefordelingen viste en noe høyere andel av de største skallene sammenlignet med de levende skjellene. Dette tyder på at høy alder var en viktig dødsårsak. Dette resultatet ble bekreftet også i august 2010. Tomme skall som ble funnet varierte i lengde mellom 54 og 110 mm med et gjennomsnitt på 95 mm (N = 14; SD = 18).

3.5 Reproduksjon

Voksne muslinger ble undersøkt med hensyn til «graviditet» (forekomst av muslinglarver i gjellene) første gang i august 1999 og på nytt igjen i august 2010 og 2014. Dette ble gjort ved å åpne skallene forsiktig og undersøke gjellene i felt med hensyn til forekomst av muslinglarver før muslingene ble lagt tilbake i substratet.

Selv om de minste muslingene kan være vanskelige å oppdage, er det sikkert at det er en mangelfull rekruttering i Begna. De voksne individene reproduserte imidlertid normalt, og i 1999 var graviditetsfrekvensen mellom 60 og 80 % avhengig av lokalitet (**tabell 8**). I 2010 var graviditetsfrekvensen allerede 73 % i begynnelsen av august. I 2014 var reproduksjonen bare så vidt startet i midten av august. Larvene var i et tidlig utviklingsstadium, og muslingene hadde lav fyllingsgrad. Som en følge av dette hadde bare om lag en firedel av de voksne muslingene muslinglarver i gjellene i 2014 (**tabell 8**).

Tabell 8. Undersøkelse av graviditetsfrekvens hos elvemusling i Begna i 1999, 2010 og 2014. Gjennomsnittslengde (L) av de undersøkte muslingene er oppgitt med standardavvik (SD); N = antall elvemusling som ble undersøkt. Data fra Larsen (2000; 2010) og NINA upublisert materiale.

Stasjon	Dato	L (\pm SD), mm	N	Graviditet %
1 Bagn	21.8.1999	88,0 \pm 8,5	15	73,3
10 Garthus	18.8.1999	91,0 \pm 8,0	15*	80,0
20 Sørum	18.8.1999	84,9 \pm 7,2	15	60,0
10 Garthus	3.8.2010	85,3 \pm 8,4	15	73,3
11 Kvennfossen	15.8.2014	86,0 \pm 10,0	15	26,7

*Bare 10 av individene ble lengdemålt

3.6 Genetikk

I en undersøkelse av 25 elvemusling-populasjoner/delpopulasjoner i Norge, hvorav 11 ble benevnt som «ørretmusling» (Larsen mfl. 2011, Karlson mfl. 2014), og i en utvidet analyse med 33 elvemusling-populasjoner/delpopulasjoner, hvorav 16 ble benevnt som «ørretmusling» (Karlson & Larsen 2013) ble det funnet at elvemuslingen i Begna hadde både lavere allelrikdom (A_R) og lavere forventet heterozygositet (H_e) enn gjennomsnittet for alle ørretmusling-populasjonene som ble undersøkt.

Den genetiske variasjonen i form av gjennomsnittlig forventet heterozygositet innen lokaliteter/populasjoner med ørretmusling varierte fra 0,035 til 0,497, mens Begna hadde en H_e -verdi på 0,080 (Karlson mfl. 2013). I form av allelrikdom innen lokaliteter/populasjoner med ørretmusling varierte den fra 1,2 til 3,2. Begna hadde en A_R -verdi på 1,4. Muslingene i Begna er dermed mer utsatt og sårbare mot ytre påvirkninger, som sykdom og miljøpåvirkninger, enn mange andre bestander av elvemusling. De er også mer utsatt for innavlsdepresjon, hvor skadelige recessive alleler vil kunne bli uttrykt i populasjonen og føre til redusert tilpasning (fitness).

3.7 Ørret som vert for muslingens larver

Det ble samlet inn et mindre antall ørretunger med elektrisk fiskeapparat fra henholdsvis åtte og ni stasjoner i Begna i 1998 og 1999 (Larsen 2000). Muslinglarver kan observeres på ferskt materiale i felt, og dette ble forsøkt i 1998. Bare ørret med antatte muslinglarver ble fiksert på 4 % formaldehyd for senere bearbeiding på laboratoriet. Det ble som kontroll, samtidig tatt vare på noen ørret uten påviste muslinglarver. Det ble fanget og kontrollert 184 ørret i felt, hvorav 26 individer ble sjekket på nytt under mikroskop. Det ble gjort anmerkninger om muslinglarver bare på seks av ørretungene i felt. På laboratoriet ble det senere verifisert muslinglarver på gjellene til tolv av de innsamlede ørretene - seks ettårige og seks toårige individer (**tabell 9**). Den store forskjellen mellom felt og laboratoriet skyldtes at muslinglarvene var vesentlig mindre enn forventet i begynnelsen av juni (lengde angitt til 0,22-0,24 mm). Metoden med feltobservasjon av muslinglarver på fiskens gjeller ble derfor usikker. Andelen ettårige ørretunger med muslinglarver var bare 7,0 % (**tabell 9**). Resultatet er imidlertid usikkert da enkelte ørretunger som ble sluppet tilbake på elva likevel kan ha hatt muslinglarver på gjellene. Men infeksjonsintensiteten var også lav. I gjennomsnitt ble ni muslinglarver funnet på de ettårige ørretungene (**tabell 9**). Høyeste antall på én enkelt ettåring var 29 muslinglarver. Hos eldre ørretunger var intensiteten 59 muslinglarver, og høyeste antall var 202 muslinglarver på én enkelt fisk.

Tabell 9. Registreringer av muslinglarver på ungfisk av ørret (gjellene på begge sider) på åtte stasjoner i Begna i juni 1998 og fem stasjoner i mai 1999. Infeksjonen av muslinglarver er presentert som prevalens (prosentandel av undersøkt fisk som er infisert), abundans (gjennomsnittlig antall larver på all fisk undersøkt) og intensitet (gjennomsnittlig antall larver på infisert fisk). N = totalt antall fisk samlet inn, og antall individer som ble kontrollert på laboratoriet i 1998 er oppgitt i parentes; Maks = maksimum antall muslinglarver på enkeltfisk; SD = standardavvik. Fra Larsen (2000).

År	Alder	N	Prevalens	Abundans	Intensitet	Maks
			(%)	Gj.snitt±SD	Gj.snitt±SD	
1998	1+	86(17)	7,0(35,3)	0,6 ± 3,5	9,2 ± 10,9	29
	≥2+	98(9)	6,1(66,7)	3,6 ± 22,5	59,2 ± 76,7	202
	Samlet	184(26)	6,5(46,2)	2,4 ± 16,9	36,7 ± 58,3	202
1999	1+	46	4,3	0,1 ± 0,5	2,0 ± 1,4	3
	2+	80	2,5	0,1 ± 0,4	2,0 ± 1,4	3
	≥3+	28	10,7	13,6 ± 53,1	127,0 ± 128,3	270
	Samlet	154	4,5	2,5 ± 22,9	55,6 ± 99,8	270

I 1999 ble all fisk mindre enn 150 mm fiksert uten nærmere undersøkelser i felt. Til sammen 154 ørret ble fanget og bearbeidet på laboratoriet i 1999. Gjellene på begge sider av fisken ble dissekert ut, og muslinglarver ble talt opp på alle gjellebuene. Det ble funnet veldig lite larver på ørretungene i 1999. Prevalens hos ett- og toårige ørretunger var henholdsvis 4,3 og 2,5 % (**tabell 9**). Det var i tillegg en svært lav intensitet med bare tre muslinglarver som det høyeste antall på én enkelt fisk. Det var noe mer muslinglarver på ørret som var tre år eller eldre, prevalens på 10,7 % og én av ørretungene hadde til sammen 270 muslinglarver på gjellene. Muslinglarvene

var allerede 0,21 mm lange (SD = 0,02, N = 38) i begynnelsen av mai 1999. Det var ingen forskjell i prevalens eller intensitet hos ørret fanget på strekningen mellom Bagn og Eidsfoss sammenlignet med ørret fanget på strekningen mellom Eidsfoss og Begna Bruk (Larsen 2000).

I 2013 ble det på nytt samlet inn ørretunger fra tre stasjoner (Langedrag, Rustebakke bru og Kvennfossen). Til sammen 62 ettårige og 12 toårige ørretunger ble undersøkt med hensyn til forekomst av muslinglarver på gjellene (**tabell 10**).

Det var flest muslinglarver på ørretungene fra Langedrag (**tabell 10**). Men bare to av 17 ettårige ørretunger og én av tre toårige ørretunger hadde muslinglarver på gjellene. På de to andre stasjonene var det ingen muslinglarver på de toårige ørretungene, og selv om 11 av 45 ettårige ørretunger var infisert hadde de bare en til seks muslinglarver på gjellene (**tabell 10**). Dette var en overraskende lav infeksjon. Muslinglarvene var også ganske små tatt i betraktning av at innsamlingen ble foretatt i slutten av juni ($0,27 \pm 0,03$ mm, N = 45).

Selv om det ble påvist muslinglarver i lite antall, bekreftet det i det minste at larvene utviklet seg normalt på ørretungene i vassdraget. Men bare 4-21 % av de ettårige ørretungene og 3-8 % av de toårige ørretungene var infisert avhengig av år, og infeksjonsintensiteten var generelt lavere enn forventet. Dette gir opphav til svært få nye muslinger, og kan virke sterkt begrensende på rekrutteringen.

Tabell 10. Registreringer av muslinglarver på ungfisk av ørret (gjellene på begge sider) på tre stasjoner i Begna 30. juni 2013. Infeksjonen av muslinglarver er presentert som prevalens (prosentandel av undersøkt fisk som er infisert), abundans (gjennomsnittlig antall larver på all fisk undersøkt) og intensitet (gjennomsnittlig antall larver på infisert fisk). N = totalt antall fisk samlet inn; Maks = maksimum antall muslinglarver på enkeltfisk; SD = standardavvik.

Stasjon	Alder	Prevalens (%)		Abundans	Intensitet	Maks
		N		Gj.snitt±SD	Gj.snitt±SD	
Langedrag	1+	17	11,8	12,0 ± 46,7	102,0 ± 128,7	193
	2+	3	33,3	12,0 ± 20,8	36,0 ± 0,0	36
Rustebakke bru	1+	22	22,7	0,4 ± 1,0	1,8 ± 1,3	4
	2+	5	0	0	0	0
Nedenfor Kvennfossen	1+	23	26,1	0,5 ± 1,3	1,8 ± 2,0	6
	2+	4	0	0	0	0
Samlet	1+	62	21,0	3,6 ± 24,5	17,2 ± 52,9	193
	2+	12	8,3	3,0 ± 10,4	36,0 ± 0,0	36

3.8 Oppsummering

1. Elvemusling er påvist fra Bagn til Valdreshengselet, men finnes sannsynligvis ned til innløpet i Sperillen; en strekning på 40-45 km.
2. Det var en gjennomsnittlig tetthet på 0,8 individ pr. minutt søketid (om lag 0,2 individ pr. m²) i vassdraget i 1999, og bestanden ble beregnet til noe over 500.000 individ. Dette er et unøyaktig estimat, men gir likevel en bekreftelse på at det fortsatt var en stor bestand av elvemusling i Begna i 1999.
3. Det var en overvekt av muslinger som var 30-70 år i Begna i 1999. Det var få muslinger som var eldre, og andelen muslinger yngre enn 20 år var lav (anslagsvis 1 %). Det var noen flere muslinger som var yngre enn 20 år i 2010, men ingen av disse var yngre enn 10 år. Dette indikerer at rekrutteringen er svak, og det kvalifiserer ikke til betegnelsen «en levedyktig bestand».
4. Muslingene vokser langsomt i Begna, og de er relativt små i forhold til alderen.

5. Elvemuslingen i Begna hadde lavere allelrikdom (A_R) og lavere forventet heterozygositet (H_e) sammenlignet med andre ørretmusling-populasjoner i Norge. De er dermed mer utsatt og sårbare mot ytre påvirkninger enn mange andre bestander av elvemusling.
6. De voksne individene reproduserte normalt, og graviditetsfrekvensen var 60-80 % i midten av august i 1999. Tidspunktet for når muslinglarvene ble påtruffet og utviklingsstadium varierte en del mellom år.
7. Det ble ikke funnet påfallende høy dødelighet av muslinger i Begna i 1998-1999 eller 2010 med unntak av elvestrekningen like nedenfor Bagn sentrum der andelen tomme skall var 30 % i 1998-1999 mot 3,6 % i resten av vassdraget.
8. Elvemuslingen i Begna er avhengig av ørret som vertsart for muslinglarvene (= «ørretmusling»). Alle tiltak som styrker bestanden av ørret i vassdraget vil dermed komme elvemuslingen til gode.

4 Tiltak

I handlingsplanen for elvemusling i Norge (Direktoratet for naturforvaltning 2006) er målet i et langsiktig perspektiv at elvemusling skal finnes i livskraftige populasjoner i hele Norge. Alle nåværende naturlige populasjoner skal opprettholdes eller forbedres.

Dette innebærer at:

1. forholdene for de populasjonene som har en god rekruttering må opprettholdes
2. forholdene må forbedres for de populasjonene som ikke har, eller har en utilstrekkelig rekruttering slik at rekrutteringen kommer i gang igjen og bestandene kan øke i antall
3. muligheter skal skapes for reetablering av elvemusling i elver og vassdrag der arten er utdødd

For Begna vil det bety at forholdene må forbedres slik at den naturlige rekrutteringen styrkes slik at bestanden på lang sikt kan øke igjen. Dette innebærer at vannkvaliteten må opprettholdes og forbedres ytterligere. Det er flere faktorer som kan ha påvirket elvemuslingen i Begna negativt (vassdragsreguleringer, tømmerfløting, redusert ørretbestand, utslipp av næringsstoffer fra landbruk og boligbebyggelse m.m.).

Vi har noe begrenset kunnskap om elvemuslingen i Begna. Vi kjenner bestandens status og utbredelse, men dette er noe foreldet kunnskap. Årsakene til dagens bestandsstatus er sammensatt og trusselbildet kan være vanskelig å konkretisere. Dette gjør det også vanskelig å peke på ett eller noen få effektive tiltak som er nødvendige for å sikre en god reetablering av elvemusling i vassdraget.

Generelt er det tre hovedgrupper av påvirkning som er typisk i norske vassdrag, nemlig forurensning, fysiske endringer og biologiske påvirkninger. I Begna vil forurensning omfatte punktkilder, diffuse kilder, overgjødsling og spredning av miljøgifter. Langtransporterte forurensninger som bidrar til forsuring er imidlertid ikke noe problem. Fysiske endringer omfatter vassdragsreguleringer som har betydd store forandringer i Begna. Vandringshindre på grunn av veikryssinger er ikke noe problem, men vandringshinderet som Eid kraftverk representerer, utgjør en utfordring. Biologiske påvirkninger i form av fremmede arter (hovedsakelig gjedde) er ikke et direkte problem for elvemuslingen i Begna, men indirekte vil påvirkninger som gir en redusert ørretbestand også påvirke rekrutteringen hos elvemusling og overlevelsen på lang sikt. Lav tetthet av ørret og lav infeksjon av muslinglarver på ørretungene virker begrensende på rekrutteringen.

4.1 Vannkvalitet

Vannkvaliteten endrer seg over tid. Generelt har avløpsvann fra tømmervelter, sagbruk og treforedlingsbedrifter hatt en negativ påvirkning, i det minste lokalt, i vassdraget. I tillegg har jordbruksavrenning, og særlig lekkasje av næringsstoffene nitrogen og fosfor samt utslipp av organisk stoff som havnet i vassdragene virket negativt på vannkvaliteten. Foruten tilførsel fra landbruksarealer tilføres nitrogen og fosfor også gjennom naturlig tilsig fra skog, myr og utmark samt utslipp fra industri og bosetting. En slik overgjødsling medfører større algevekst og begroing. Når planter og dyr dør, og senere råtner, brytes det organiske stoffet ned under forbruk av oksygen. Dette gir en økt sedimentering av partikler som gjør at elvebunnen blir tilslammet. Dette kan også forsterkes ved tilførsel av annet organisk materiale, f.eks. tilførsel fra husholdningskloakk og utslipp fra førsiloer. Endringer i driftsformer i landbruket og bygging av renseanlegg for husholdningskloakk reduserer denne næringstilførselen, og har over tid sannsynligvis gitt bedre oppvekstvilkår for unge muslinger i Begna.

En del steder langs Begna ligger de dyrkede arealene helt ned mot elveløpet med liten eller ingen kantvegetasjon som beskyttelse mot jorderosjon og avrenning fra husdyrgjødsel. Enkelte

steder ble det også observert lagring av rundballer helt ned mot Begna eller i tilknytning til sidebekker. Jordbruk står antageligvis for den største menneskeskapte tilførselen av fosfor til de delene av vassdraget der det ikke er fiskeoppdrett. Ved å identifisere kildene til uheldig avrenning og gjøre tiltak, vil det imidlertid være mulig å redusere næringsstofftilførselen fra jordbruket.



Deler av elvebredden mangler kantvegetasjon, og/eller er steinsatt for å unngå graving og skade på dyrket mark. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



Lagring av rundballer forekommer unntaksvis helt nede ved bredden av Begna eller i tilknytning til sidebekker, og kan bidra til unødvendig forurensning av vassdraget. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

En annen faktor som kan bidra til en midlertidig forverring av vannkvaliteten er flatehogst over store arealer. Det er viktig at avvirking av skog skjer etter en samlet plan som tar hensyn til konsekvensene ved avrenning av næringssalter og finpartikulært materiale til bekker og vannsig mot Begna. Noen generelle forvaltningsråd er gitt i kravpunktene til Levende Skog: 1) unngå kjøreskader (dette er spesielt viktig ved kryssing av vann og i nærheten av vann), 2) sørg for at avrenning fra nye hogstflater går igjennom en sone med enten gras og urter eller produktiv skog, før avrenningen når vassdraget, 3) nygrøfting av myr og sumpskog skal normalt ikke forekomme og 4) ingen gjødsling i bestand nær vann. Ved grøfting av produktiv skogsmark bør grøftene avsluttes i produktiv skog, et sumpområde eller et sedimentasjonsbasseng før vannet når bekk eller innsjø og grøftevann fra skogsbilveier bør gå til vegetasjon fremfor bekk og vann (se brosjyre fra Vannområdeutvalget Morsa (2009)).



Åpne hogstflater i bratt terreng kan gi uønsket avrenning mot vassdrag i perioder med høy nedbør. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Store veganlegg langs vassdrag er også en utfordring både i anleggsfasen, men også i driftsfasen. Ny vegparsell for strekningen Dølvesæter – Bagn sto ferdig i 2014, og det planlegges en videreføring av E16 fra Bagn til Bjørgo. I anleggsfasen vil kjøring og graving i skråninger og flomsone til Begna samt overflateavrenning fra riggområder kunne gi tilslamming som kan virke flere kilometer nedover i elva. Når vegene får normal trafikk vil vi kunne få avrenning av forbrenningsprodukter fra drivstoff, katalysatorer, slitasjeprodukter fra asfalt og bildekk, slitasjeprodukter fra bildeler, vegsalting, trafikkuhell og tunnelvask. Fordelen med Begna er størrelsen på vassdraget. Et stort vannvolum gir god fortykning og reduserer faren for akutt forurensning.

Redusere næringstilførselen

I vannforskriften benyttes avvik fra naturtilstanden som grunnlag for vurdering av tilstand og miljømål, og det antas at tilstanden i Begna skal tilsvare SFTs tilstandsklasse I både for total fosfor og nitrogen. For total fosfor tilsvare tilstandsklasse I («meget god») og II («god») henholdsvis <7 og 7-11 µg/l. Dette samsvarer med grenseverdien for livskraftige bestander av elvemusling (se Degerman mfl. 2009). For total nitrogen tilsvare tilstandsklasse I og II henholdsvis <300 og 300-400 µg/l. Selv om dette i tillegg til nitrat også omfatter ammonium, nitritt og organisk bundet nitrogen, vil en reduksjon til dette nivået (mer enn?) tilfredsstillende vannkvalitetskravet til elvemusling med hensyn på nitrat.

Tilførsel av næringsstoffene fosfor og nitrogen samt utslipp av organisk stoff virker negativt på elvemusling. Økende eutrofiering gir økt sedimentering, og økt forbruk av oksygen i substratet går ut over overlevelsen til de unge muslingene. Det er funnet at muslingbestander med god status (med rekruttering) skilte seg fra svake bestander når konsentrasjonen av totalfosfor var mindre enn 15 µg/l (Söderberg mfl. 2008b). Gjennomsnittsverdien for livskraftige bestander var ca. 5 µg/l; det samme som i Irland (Moorkens mfl. 2007). Mengden av total fosfor varierte fra 2 til 9 µg/l i Begna ved Bagn i 2011-2013 (Heggøy 2013, Heggøy & Torgrimsby 2014), og bare tre av ni målinger var >5 µg/l. Det er derfor små avvik fra naturtilstanden, og dette bør langt på vei kunne tilfredsstillende vannkvalitetskravet til elvemusling.

Det er samme tendens for nitrogen som for fosfor. De ni målingene som finnes for total nitrogen var alle ≤350 µg/l i Begna, og kommer inn under tilstandsklasse I eller II. For Irland er det angitt at medianverdien for nitrat ikke må overstige 125 µg/l for å oppnå god rekruttering (Moorkens 2001, Moorkens mfl. 2007). En måling av nitratmengden fra 2011 lå like under dette (NINA upublisert materiale).

Verdiene av fosfor og nitrogen som måles i Begna i dag skal etter dette ikke være kritiske for voksne elvemuslinger, og det bør i all overveiende grad også være akseptabelt for overlevelse

av unge muslinger nedgravd i substratet. Det er likevel periodevis en mistanke om at tilførselen av nitrogen og fosfor fortsatt bidrar til en svak overgjødning. Dette kommer til uttrykk i lavt redokspotensiale som indikerer redusert vanngjennomstrømning og oksygenmangel nede i substratet. Måling av redokspotensiale viste likevel at forholdene gjennomgående var tilfredsstillende (<30 % reduksjon mellom frie vannmasser og 5-7 cm dyp i substratet). Det vil med andre ord si at de tiltaksplanene som beskriver reduksjoner i tilførsel av fosfor og nitrogen vil gi ønsket effekt også for elvemusling.

Tiltak som framheves for Begna er knyttet til reduksjoner i 1) kommunale tilførsler (overvann og spillvann/avløpsvann) som innebærer sanering av avløp, 2) spredt avløp som innebærer rensing for boliger med direkte utslipp, slamavskillere, sandfilteranlegg og rensing for boliger med gamle infiltrasjonsanlegg, 3) landbruk som innebærer redusert gjødning til eng og kornåker, spredning av husdyrgjødsel i vekstsesongen, ugjødsla randsoner mellom eng/beite og vassdrag, permanente vegetasjonssoner og fangdammer og 4) fiskeoppdrettsanlegg med avløp til strekningen Slidrefjorden-Aurdalsfjorden som innebærer tiltak som skal redusere avrenningen av næringsalter til vassdraget.

Redusere erosjon og tilførsel av finpartikulært materiale til elva

Erosjon er en naturlig prosess i et levende vassdrag. I dag er imidlertid erosjon og avrenning av finpartikulært materiale fra nedbørfeltet generelt mye høyere enn forventet på grunn av endringer i arealutnyttelse, grøfting av tidligere myrer og våtmark, store hogstflater og avrenning fra dyrket mark. Det er i hovedsak overflateavrenning i løsmasseområder som har størst betydning i Begna. Men ikke minst må løsmassedeposjoner og andre deponier, spesielt av sprengstein i forbindelse med veganlegg, planlegges lagt slik at de ikke får direkte avrenning mot vassdraget.

Begna er likevel bare i kortere perioder uklar eller grumset på grunn av suspenderte partikler, og turbiditeten er sjelden større enn 1,0 FTU i lengre perioder. Gjennomsnittlig turbiditet på 1990-tallet var 0,47 FTU, og mindre enn 10 % av målingene var >0,5 FTU. Muslingbestander med god status (med rekruttering) skilte seg fra svake bestander i Sverige når turbiditeten var mindre enn 1 FNU (0,5-1,0 FNU) (Söderberg mfl. 2008b). I Begna er turbiditeten lavere enn dette det meste av tiden.

Kartlegge årsaken til periodevis høye verdier av kobber

Noen metaller har vist seg å være akutt giftige for muslinger (Naimo 1995), og de frittlevende muslinglarvene (før de infiserer fisken) og unge muslinger er antatt å være mer følsomme enn eldre muslinger. Larsen (2008) antydte at vann med forhøyede aluminiumskonsentrasjoner direkte reduserte muslinglarvenes vitalitet og mulighet til å infisere fisk på normal måte. Det samme vil antagelig også gjelde for sink, men hvilken effekt andre tungmetaller kan ha vet vi dessverre lite om. Det er imidlertid urovekkende at det er rapportert om kobberverdier som tilsvarer tilstandsklasse «sterkt forurenset» i Begna ved Bagn i 2013. Dette bør følges opp med nye vannprøver for å se om det er en reell tilstand. Deretter blir det viktig å lokalisere kilden til denne forurensningen.

4.2 Tømmerfløting

Begna var tidligere et viktig fløtingsvassdrag, men fra 1960-tallet gikk mer og mer av tømmeret over på bil, og det siste tømmeret ble fløtet på elva i 1968. Det vil si at fløtingen opphørte helt for nær 50 år siden, men ble redusert i omfang flere år tidligere. Vi har ikke funnet noen direkte sammenheng mellom tømmerfløtingen i Begna og bestandsforholdene til elvemusling. Det kan heller se ut til at det var en oppsving i bestanden på 1900-tallet mens tømmerfløtingen fortsatt var aktiv. Det kan likevel ha vært en viss påvirkning både direkte og indirekte av tømmerfløtingen. Elvemuslingen forsvant for eksempel fra mange elver i Karelia på grunn av tømmerfløting (Vlastov 1933 i Ziuganov et al. 1994). Årsaken var at elvebunnen ble dekket med bark og sunket tømmer, som forårsaket en økning i konsentrasjonen av fenoler og en generell eutrofiering av vannmassen. Generelt har dessuten avløpsvann fra tremasse- og papirfabrikker hatt en negativ påvirkning på

muslinger i ferskvann (Fuller 1974). I eldre tider da sagbruk i større grad lå i direkte tilknytning til vassdragene var utslipp av sagflis og bark ødeleggende for mange muslingpopulasjoner. I dag er det meste av dette historie i Begnadalen.

4.3 Vannkraftregulering, vannføring og vanntemperatur

Hvordan reguleringen har virket inn på elvemuslingen i Begna etter starten av Bagn kraftverk i 1963 har vi ikke gode nok bakgrunnsdata til å vurdere med sikkerhet. Vi vet for eksempel ingen ting om hvordan bestanden av elvemusling var før utbyggingen. På grunn av reguleringene er imidlertid vanntemperatur og isforhold endret i forhold til uregulert tilstand i store deler av området. Vanntemperaturen virker generelt inn på veksten til muslingene, og bestemmer bl.a. tidspunktet for gyting, veksten hos muslinglarvene på fisken og varigheten av det parasittiske stadiet. Hva en endring i vanntemperatur med en mulig forskyvning i livssyklus har å bety, og hva som er de optimale miljøforholdene (eksempelvis kombinasjonen av vanntemperatur og vannføring) når muslinglarven slipper seg av fisken vet vi foreløpig lite om.

Reguleringene i Begna har redusert flomtoppene i vassdraget og økt vintervannføringen betydelig i forhold til naturlig vannføring. Før utbyggingene i Begnavassdraget var vintervannføringen 10-20 m³/sek i januar-februar og 4-10 m³/sek i mars-april. I perioden fra 1920 og fram til utbyggingen av Bagn kraftverk var det flere kraftverksutbygginger som medførte økning i vintervannføringen. På 1960-tallet lå denne på 35-55 m³/sek. I dag er vintervannføringen 50-60 m³/sek. Dette har gitt en vesentlig økning i vanddekt areal om vinteren, og kan ha vært positivt både for fisk og musling i vassdraget. I år med ekstreme forhold om vinteren kan imidlertid innfrysing tenkes å være et problem særlig i perioder med kaldt vær og liten vannføring. Da de voksne elvemuslingene i liten grad forflytter seg innad i vassdraget, kan det ta lang tid før muslingene reetablerer i områder der de har forsvunnet. Laveste vannføring i uregulert/regulert elv uavhengig av tiden på året dette inntreffer vil imidlertid være begrensende for utbredelsen. Muslingen er avhengig av vanddekt areal for å overleve. Da sommervannføringen i Begna i perioder kan være mye lavere enn vintervannføringen, vil sommersituasjonen med hensyn til vannføring være mer begrensende for utbredelsen til musling i vassdraget enn vintervannføringen. Om vinteren vil vanddekt areal etter reguleringen ved Bagn være større enn utbredelsesområdet som muslingene har tilgjengelig om sommeren. Dette vil i noen grad redusere faren for skade på muslingene når det dannes is og sarr i de grunneste områdene om vinteren. Elvemusling kan tåle vanntemperaturer nær null så fremt de ikke fryser inne. Atferdsmessig kan elvemuslingen unngå innfrysing ved å grave seg dypere ned i substratet, og det er observert at de kan være fullstendig nedgravd i vintermånedene.

Lite er skrevet om muslinger og effekten av korttidsfluktuasjoner, men Bain (2009) sier at effekten på muslinger var klar, men at det var lite studert. I tilfeller med høy grad av effektkjøring ble bestandene raskt redusert. Det mest skadelige var den stadige skiftingen mellom potensiell tørrlegging av gruntområdene ved lav vannføring og fare for tilfeldige forflytninger (avdrift) og mekanisk påvirkning og skuring når vannføringen var høy (cf. Layzer mfl. 1993, Layzer & Scott 2006). Så lenge det er laveste vannføring gjennom året over flere år som ser ut til å være den viktigste begrensende faktoren for utbredelsen av musling, vil ikke store og hyppige døgnvariasjoner som svinger over minstevannføringen gi noen merkbar effekt. Det kan imidlertid ha en indirekte effekt ved at ørretunger er mer utsatt for stranding. Økt effektkjøring vil kunne føre til en nedgang i ørretbestanden gjennom økt ungfiskdødelighet (Harby mfl. 2004). Dette kan dermed redusere antall vertsfisk som muslingen er avhengig av eller øke dødeligheten av ørretunger som allerede bærer muslinglarver.

En annen faktor som kan ha betydning for rekrutteringen hos musling er hvor ørretungene står i den perioden muslinglarvene slipper seg av fra gjellene til vertsfisken. I Begna ser dette ut til å foregå i slutten av juni og fram mot midten av juli. Vannføringen er fortsatt høy på denne tiden,

og ørretungene kan tenkes å oppholde seg i strømsvake partier nær land som senere på sommeren blir tørrlagt. Larver som slipper seg av fisken i disse områdene vil med andre ord ikke overleve særlig lenge.

Isdannelse og sprenging

Kraftutbyggingen i de øvre delene av Begnavassdraget førte til økt vintervannføring nedover hele dalen. Skiftevis rolige elvepartier, stryk og fossepartier med forskjellige fallforhold gjorde at det mange steder ble større isproduksjon med oppbygging av bunnisdammer og isøyer (Asvall 2010). I Begna nedenfor Bagn ble det mer kjøving og isoppstuvning med oversvømmelser i lavtliggende områder og hyppigere isgang enn tidligere. For å hindre eller i hvert fall redusere disse isproblemene ble det i mange år utført systematisk sprengning av bunnisdammer på de mest utsatte strykestrekningene. Sprengning av bunnisdammer kan ha hatt negative virkninger på fisk, fiskehabitat og andre biologiske forhold (Asvall 2010). Generelt frarådes sprengning i dag.

Is og sarr som legger seg på elvebunnen eller stålis som danner et kompakt isdekke kan også legge seg ned på substratet og fryse fast til dette. Ved en vannstandsøkning vil substratet bli løftet opp sammen med isen. Is som kommer i bevegelse vil dermed kunne grave i substratet. Dette vil naturlig nok være ødeleggende i de områdene som er oppholdssteder for elvemusling. Muslinger som løsner og drifter med vannet ved at de graves opp eller rives løs av isen eller på grunn av forhøyet vannhastighet under flom er overlatt til tilfeldighetene. Ved flom og oversvømmelser til alle tider på året ser vi at muslinger kan drifte inn på områder langs elva som senere tørrlegges når vannet trekker seg tilbake. Effekten av dette og skade som isblokker kan medføre kommer mye an på elveprofilen, og hvorvidt steiner og steinblokker ligger beskyttende til og skjærmer eventuelle muslinger. Is og isgang i elver er ofte en gjentakende hendelse, og over år vil enkelte områder av den grunn vise seg å være uegnet som stabile leveområder for muslinger. I Begna kan dette ha endret seg over tid avhengig av nye reguleringer og endringer i manøvreringsreglement og driften av kraftverkene.

Vanntemperatur

Begnavassdraget er et relativt kaldt vassdrag. Gjennomsnittlig døgnmiddeltemperatur var mellom 14,5 og 17,0 grader ved Leite bru i juli og august for perioden 1986-2014. Vanntemperaturen var bare unntaksvis over 20 grader. Normaltemperaturen i Begna nedenfor Sperillen var også bare om lag 15-18 grader for juli (NVE 2010).

Dunca & Mutvei (2001) fant at muslingene vokste signifikant raskere (opp til 2,5 μm pr. dag) så fort vanntemperaturen ble høyere enn 10 °C. Veksten foregikk også på lavere temperatur, men så ut til å opphøre helt ved om lag 5 °C. Endringer i vannføring og tapping av kaldt magasin vann kan dermed forskyve eller forkorte vekstsesongen hos muslinger. Høy vannføring hele våren gjør at vanntemperaturen ikke kommer over fem grader før fra midten av mai i Begna. Likevel er vekstsesongen, definert som antall dager med vanntemperatur ≥ 5 °C, like lang eller litt lenger enn et par andre vassdrag med elvemusling som er undersøkt på Østlandet (Sørkedalselva og Simoa; se Larsen 2012b). Varmesummen (antall døgngrader) i vekstsesongen er også på samme nivå i Begna som i de to andre elvene på Østlandet.

Lengden på muslinglarvenes parasittiske stadium på ørret eller laks er relativt likt mellom vassdrag (Larsen 2012b). Eksempler fra sju ulike vassdrag i Norge har vist at muslinglarvene sitter på fiskens gjeller 311 dager i gjennomsnitt. I Begna er det funnet gravide muslinger i august, og det er sannsynlig at disse slippes ut i vannet i slutten av august eller begynnelsen av september. Ørret med store muslinglarver er funnet i slutten av juni, og selv om det varierer mellom år, vil larvene ha sluppet seg fra ørretungene fram mot midten av juli i Begna. Fra 1. september til 1. juli er det 303 dager, og utviklingstiden for muslinglarvene i Begna virker å ligge innenfor det som er forventet i norske muslingvassdrag.

4.4 Flytte muslinger

Normalt er det ikke anbefalt å flytte muslinger, heller ikke innad i vassdrag, men det er uheldig når tettheten av muslinger er størst i de delene av elva der tettheten av ørret er lavest og introduksjon av gjedde og høy tetthet av ørekyte skaper et problem. Reproduksjonen har lavere suksess enn forventet i nedre del av Begna ut fra at muslinglarvene ikke har tilstrekkelig med egnet vertsfisk på den strekningen der de oppholder seg. Ved å flytte muslinger til strekninger med høyere tetthet av ørret lenger opp i vassdraget vil en større del av muslinglarvene naturlig kunne infisere ørret av lokal stamme. Å tilføre muslinger fra andre vassdrag er uaktuelt. Flytting innad i vassdraget er heller ikke optimalt da det vil utarme bestanden der individene tas fra.

4.5 Styrke ørretbestanden

I arbeidet med å styrke ørretbestanden i Begna arbeides det i hovedsak med å etablere en god opp- og nedvandring av ørret ved Eid kraftverk. En god ørretbestand er helt nødvendig for elvemuslingen i Begna; ingen ørret – ingen elvemusling.

Tettheten av ettårig ungfisk (1+) må være større enn 5 individ pr. 100 m² i mai/juni når muslinglarvene slipper seg av for at tettheten av elvemusling skal opprettholdes (Ziuganov mfl. 1994). Söderberg mfl. (2008b) bekreftet dette, og fant at i muslingbestander med god status var tettheten av ørretyngel (0+) større enn 5 individ pr. 100 m² (5-25 individ). Gjennomsnittlig tetthet av all ørret var ca. 15 individ pr. 100 m² i Begna i årene 2010-2014, men bare halvparten av dette var årsyngel. Tettheten av ørret var dessuten høyere ovenfor enn nedenfor Eidsfossen, og antall ørret var dermed for lavt til å opprettholde en god rekruttering hos elvemusling nedenfor Eidsfossen. Som vi har nevnt tidligere, er det her vi finner de fleste muslingene.

Styrking av ørretbestanden i Begna er ett av de viktigste varige tiltakene for elvemusling i vassdraget. Utsetting av ensomrige ørretunger kan derfor være et aktuelt tiltak i Begna. Av hensyn til å opprettholde lokale fiskestammers opprinnelige egenskaper, er det ønskelig at det benyttes settefisk av lokal opprinnelse. Det er ikke tidligere satt ut ørretyngel (ensomrig ørret) eller ettårige ørretunger i Begna nedenfor Bagn, men i 2008 ble det startet produksjon av større Begna-ørret på settefiskanlegget Fosa i Torpa. De første utsettingene skjedde i 2013 (fem år gamle ørret). Det skulle derfor være mulig også å produsere ørretyngel og ettårige ørretunger for utsetting. Utsetting av ørret er imidlertid ingen varig løsning, og andre fiskeforsterkende tiltak er å foretrekke.

4.6 Infeksjon av ørretunger før utsetting

Ved eventuelle utsettinger av ørret i Begna bør det samtidig legges opp til at de infiseres med muslinglarver før utsetting. Dette kan gjøres ved å holde fisk og musling sammen i et oppdrettskar 2-3 uker i august/september måned (metoden er nærmere beskrevet av Larsen (2012c)). Hvordan dette i praksis kan løses vil avhenge av hvor settefisken kommer fra og hvilke fasiliteter som kan bygges opp enten i tilknytning til Begna eller i anlegget der ørretungene produseres.

Alternativt kan man også tenke seg muligheten av å holde ørreten i bur ute i selve Begna. Burene plasseres da ut på steder der tettheten av muslinger er størst mulig. Alternativt kan både ørret og muslinger settes sammen i bur i elva. Ved gyting vil muslinglarvene lett komme i kontakt med gjellene på ørretungene. Dette er imidlertid er usikker metode, og mindre kontrollerbar enn bruk av oppdrettskar på land eller i fiskeanlegg. Særlig problematisk vil det være å få til en vellykket infeksjon ved høy vannføring i vassdraget.



Plassering av oppdrettskar med ørret og muslinger kan gjøres ved siden av elva med vanninntak og avløp direkte fra Begna. Illustrasjonsfoto fra Hammerbekken, Trondheim. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

4.7 Oppdrett og utsetting

I handlingsplanen for elvemusling (Direktoratet for naturforvaltning 2006) står det at «produksjon av muslinger i kar til utsetting er mulig, men lite aktuelt å prioritere i Norge». På den tiden handlingsplanen ble skrevet manglet vi egnede fasiliteter, ressursene var knappe og metodikken var ikke godt nok utviklet til å kunne anbefales. Mye har imidlertid endret seg siden den gang. Oppdrett av muslinger er prøvd ut i flere år i mange andre land i Europa (bl.a. Tyskland, Tsjekia, Luxemburg, England, Skottland og Frankrike), og forbedret metodikk gjør det nå mulig å få muslingene til å overleve og vokse under kunstige betingelser i anlegg. Det er da også etablert kultiveringsanlegg for elvemusling i Norge på Austevoll utenfor Bergen (se Jakobsen mfl. 2015). I 2011 ble det startet et pilotprosjekt, og pr. 1.1.2015 var det forsøkt lagt inn materiale fra til sammen 40 elver i kultiveringsanlegget på Austevoll. Det vil også være mulig å produsere muslinger av Begna-stammen ved anlegget, men andre tiltak (for å oppnå målsettingen om god økologisk status) må fortsatt ha fokus; det skal ikke være et enten – eller.

I hele Begna kan utsetting av elvemusling være et tiltak for å bygge opp en større bestand. Det er uaktuelt å flytte muslinger fra andre vassdrag for å sette ut i Begna. Det må kun benyttes Begna-muslinger i kultiveringsarbeidet for å bevare stammens genetiske særegenheter.

Det er benyttet fire ulike måter for å hente inn materiale i forbindelse med kultivering av elvemusling:

1. Innsamling av voksne muslinger i felt (normalt 30 individ) som er overført til anlegget der de holdes for infeksjon av fisk direkte i kultiveringsanlegget
2. Innsamling av fiskeunger (laks eller ørret) som er infisert med muslinglarver fra den aktuelle populasjonen som en ønsker å dyrke
3. Infeksjon av laks- eller ørretunger i felt ved å holde muslinger og fisk sammen i en lukket enhet i elva eller i kar på land
4. Høste muslinglarvene direkte i felt og overføre dem til anlegget der de overføres til kar med fisk som blir infisert.

Ørretungene i Begna har generelt en lav infeksjon av muslinglarver, men på den annen side er det funnet ørretunger med flere hundre muslinglarver på gjellene. Innsamling av et tilstrekkelig antall ørretunger (med mange nok muslinglarver på gjellene) vil være krevende, men dette vil normalt gi størst genetisk variasjon på materialet som går til kultivering. Det som kompliserer metoden ytterligere er at innsamlingen av ørretunger må gjøres om våren da vannføringen normalt er for høy for å gjennomføre et effektivt elfiske.

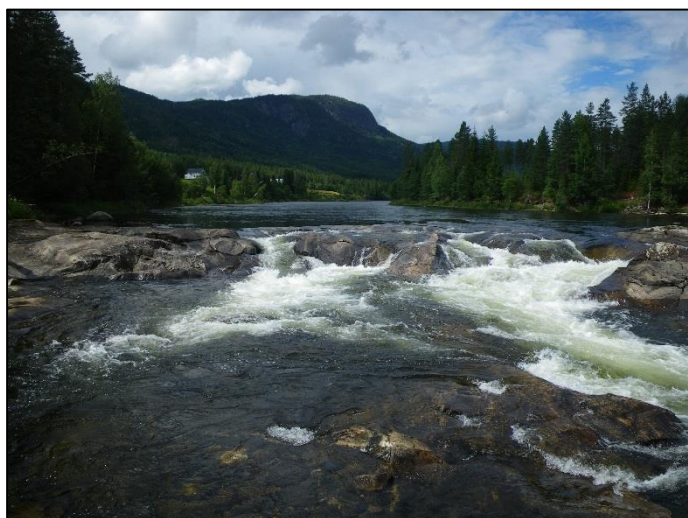
En enklere metode i Begna kan være å samle inn voksne muslinger (30-50 individ), helst i flere omganger/år for å øke den genetiske variasjonen, og overføre disse direkte til anlegget. Valg av metode må uansett vurderes nøye.

Ved tilbakeføring av muslinger fra kultiveringsanlegget bør strekningen ovenfor Eidsfossen prioriteres i første omgang for å bygge opp igjen en større bestand på utvalgte lokaliteter der. Utsetting av muslinger nedenfor Eidsfossen er ikke like nødvendig uten at det samtidig kombineres med andre tiltak (styrking av ørretbestanden).

4.8 Ta større hensyn til elvemusling

I samtaler med lokalkjente i vassdraget har vi fått opplysninger om perlefiske i vassdraget for ca. 75 år siden, i en tid da bestanden av skjell ble beskrevet som stor. Det er imidlertid usikkert om det har vært noen fast tradisjon med perlefiske i Begna, og omfanget av fangsten er ikke kjent. Fra 1993 er elvemuslingen totalfredet i Norge, og all fangst er nå forbudt. Plukking av muslinger er da heller ikke noe problem i Begna, men det er likevel viktig å presisere at folk som ferdes langs elva lar elvemuslingen få stå i fred.

Viktigere er det likevel at det i enda større grad enn tidligere må skje en bevisstgjøring hos grunneiere og forvaltningsorganer på ulike nivå. Det må settes strengere krav til konsekvensutredninger i saker som berører de delene av Begna som har elvemusling. Det bør stilles spørsmål om planlagte gravearbeider, deponier og fyllinger i og langs elva kan få direkte eller indirekte innvirkning på elvemuslingene eller deres leveområder. Kanskje kan enkle grep som å flytte muslinger i forkant av gravearbeider i elveløpet være tilstrekkelig. Det betydeligste inngrepet i nyere tid har vært byggingen av Eid kraftverk. Det ble ikke foretatt konsekvensvurderinger på elvemusling i forkant av utbyggingen, Graving i elveløpet medførte en betydelig massetransport nedover i vassdraget, og muslinger kan ha blitt begravd i substratet som en følge av dette. I den 1,3 km lange strekningen som ble kanalisert nedenfor kraftverket ble elvebunnen senket, og eventuelle muslinger gravd opp. Ovenfor kraftverket ble det etablert et inntaksmagasin som berørte ett av områdene der tettheten av muslinger var høyest i 1999. Med redusert vannhastighet og nedslamming er det forventet høy dødelighet i etterkant av reguleringen. Utbyggingen kan ha berørt så mye som 50.000 muslinger (Larsen 2000). Det er beklagelig at dette ikke ble vurdert forut for utbyggingen. I det minste kunne man redusert skadeomfanget ved at mange av disse muslingene kunne vært flyttet fra den berørte elvestrekningen til andre lokaliteter i Begna.



Kvennfossen i Begna. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Ting endrer seg imidlertid over tid. I 2008 søkte Kvennfossen Kraft om å utnytte vannfallet i Kvennfossen. Elvemusling og fisk ble kartlagt som en del av konsesjonssøknaden (Gregersen 2006). Det ble antatt at så mye som 30.000 muslinger kunne bli berørt av utbyggingen (Larsen 2010). Etter behandling i NVE gikk de imot søknaden, og ga ikke tillatelse til bygging av Kvennfossen kraftverk. I begrunnelsen ble det bl.a. trukket fram at området ved Kvennfossen var registrert som et av områdene i Begna med størst tetthet av elvemusling.

Bygging av demninger vil, foruten den skade inngrepet direkte gjør, også påvirke forutsetningene for vandring av fisk. Det skapes vandringshinder for fisken som igjen kan hindre spredning av elvemuslingen. Tidligere sammenhengende muslingbestander blir splittet opp. I mange tilfeller reduseres også fiskebestanden, og dette kan i sin tur gi redusert rekruttering hos elvemuslingen.

4.9 Informasjon

God formidlingsstrategi og kommunikasjon med sentrale brukergrupper vil være en forutsetning i det videre arbeidet. Det bør utarbeides informasjonsmaterieell som retter seg mot grunneiere, entreprenører og saksbehandlere i kommunal og offentlig forvaltning. Tidligere håndterte man opplysninger om elvemusling svært restriktivt. Faren for at det skulle inspirere til ulovlig perleviske var stor. Dagens norske og svenske erfaringer tyder imidlertid på at informasjon og kunnskap om muslingene skaper en økt interesse hos lokalbefolkningen som dermed blir muslingvoktere, og hensynet til muslingene øker. Det er derfor viktig at alle aktører informeres om forekomsten av elvemusling i Begna for å synliggjøre behovet for å ta vare på og bygge opp igjen bestanden.

Ansvarsart, rødlistart, paraplyart eller nøkkelart – kjært barn med mange navn

Elvemusling som art vekker ofte stor interesse gjennom sin komplekse livshistorie og sin spennende kulturhistorie. Elvemuslingen er dessuten en norsk ansvarsart da Norge har mer enn halvparten av den europeiske bestanden. Dette pålegger forvaltningen et særlig ansvar i forhold til overvåking og vern om arten. Men heller ikke i Norge er situasjonen tilfredsstillende, og muslingen har status som sårbar på den norske Rødlista (Kålås mfl. 2010). Elvemusling kan fungere både som en indikator på artsrike miljøer og som en paraplyart. En paraplyart er en art som har overlappende habitatkrav med andre kravstore arter, slik at ivaretagelse av paraplyarten også er gunstig for en rekke andre kravstore/rødlistete arter. Elvemuslingen utgjør dessuten en viktig del av den naturlige vannrensingen i et vassdrag (hvert individ filtrerer 50 liter vann hvert døgn). Dette gjør at muslingen også kan betraktes som en nøkkelart (= økologisk viktig art som påvirker mange andre arter). En bestand av elvemusling som opprettholder naturlig rekruttering i Begna vil være det synlige beviset på god vannkvalitet og god økologisk status.

4.10 Oppfølging og tiltaksovervåking

Det gjennomføres ingen systematisk overvåking av elvemusling i Begna. Kunnskapsnivået om dagens tilstand er derfor mangelfull, og ikke egnet til å vurdere effekten av eventuelle tiltak. Effekten av generelle tiltak i Vannområde Valdres og tiltak spesielt rettet mot elvemusling i Begna må imidlertid evalueres. Det bør derfor etableres et program for overvåking av både musling og fisk der muslingene undersøkes hvert femte (eller sjette) år. Det bør gjennomføres en ny kartlegging av muslingbestanden allerede i 2015 for å beskrive en referansetilstand som grunnlag for videre overvåking. Det kan være naturlig å ta utgangspunkt i undersøkelser og stasjonsnett fra 1999. Antall stasjoner og plasseringen av dem i vassdraget må imidlertid vurderes på nytt og eventuelt justeres for å få et best mulig egnet stasjonsnett for videre overvåking.

I tillegg kan det være tjenlig å evaluere enkelte tiltak separat (flytting av muslinger, infeksjon av ørret før utsetting m.m.) for å kunne etablere en god metodikk som også kan brukes i andre vassdrag.



Kartlegging og overvåking av elvemusling i Begna er viktig også i internasjonal sammenheng. Elvemusling har fått status som ansvarsart for Norge, og det er helt nødvendig å ha gode data på status og utviklingstrender. Illustrasjonsfoto fra Hunnselva, Oppland. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

5 Oppsummering

Det kan være tegn som tyder på at elvemuslingen i noen grad reetablerte seg i vassdraget fra 1930- eller 1940-tallet, men at rekrutteringen er blitt redusert igjen de siste 30-40 årene. På grunn av lav rekruttering kan bestanden derfor ikke karakteriseres som levedyktig, og tiltak for å styrke rekrutteringen er nødvendig hvis man ønsker å opprettholde en levedyktig bestand i Begna. Arbeidet med å redusere tilførselen av næringsstoff må fortsette. Det ser ikke ut til å være noe særlig å vinne på å forbedre selve leveområdene, det fysiske habitatet, ved å legge ut steinblokker og større stein. Enkelte steder kan det imidlertid være fornuftig å etablere vegetasjonssoner langs elvebredden som ledd i å begrense avrenningen mot vassdraget. Tiltak i form av oppdrett og utsetting av muslinger, eventuelt utsetting av ørret infisert med muslinglarver, bør også vurderes.

Aktivitetene i nedbørfeltet til Begna har endret seg over tid, og tømmerfløting som tidligere endret både elveløp og vannkvalitet forekommer ikke lenger. I moderne tid har vannkraftreguleringene i vassdraget gitt de største endringene med hensyn til hydrologisk regime og endring i miljøbetingelsene for vannlevende organismer.

Det kan likevel være vanskelig å identifisere hvilken enkelt-faktor som har hatt størst negativ betydning for elvemuslingbestanden i Begna, men faktorer som vi antar har virket negativt har vært:

- Forandringer i hydrologisk regime på grunn av vassdragsregulering
- Fysiske inngrep i og langs elveløpet (forbygninger)
- Ødelagt habitat i deler av vassdraget (elvekraftverk)
- Eutrofiering; noe høye verdier av nitrogen og fosfor
- Lav tetthet av ørretunger (som vertsfisk for muslinglarvene)
- Innføring av fremmede arter (gjedde)
- Tømmerfløting (fram til 1968)

Mer usikkert er effekten av:

- Stedvis manglende eller svakt utviklet kantsone
- Lokal (?) forurensning. Periodevis høye verdier av kobber

I handlingsplanen for elvemusling i Norge (Direktoratet for naturforvaltning 2006) er målet for arbeidet med forvaltning av elvemusling i et langsiktig perspektiv er at den skal finnes i livskraftige populasjoner i hele Norge. Alle nåværende naturlige populasjoner skal opprettholdes eller forbedres. For Begna vil det bety at forholdene må forbedres slik at rekrutteringen styrkes for at bestanden kan øke i antall på lang sikt.

Tiltak som kan være aktuelle for å gjenskape gode oppvekstvilkår for elvemusling er bl.a.:

- Redusere næringstilførselen (nitrogen og fosfor)

Begnavassdraget var sterkere forurenset med fosfor enn med nitrogen på 1990-tallet, og tilførselene kom som «episoder» som ga seg utslag i maksimalverdier som var alt for høye. Det har vært en reduksjon i mengde fosfor etter dette, og konsentrasjonen i 2011-2013 var <10 µg/l (antatt bakgrunnsverdi er 4-5 µg/l). Verdiene som måles av total fosfor er ikke kritiske for de voksne elvemuslingene, men kan synes noe høye for å få i gang igjen en vellykket rekruttering. Mengde nitrogen har ikke gått like mye ned, og verdiene i 2011-2013 var fortsatt opp mot 350 µg/l (antatt bakgrunnsverdi 200 µg/l). Det er derfor viktig å fortsette arbeidet med å få kontroll på utslippene av næringsstoff til vassdraget.

- Kartlegge årsaken til periodevis høye verdier av kobber

Det er rapportert kobberverdier som tilsvarte tilstandsklasse «sterkt forurenset» i Begna. Dette bør følges opp med nye vannprøver for å se om det er en reell tilstand og ikke minst søke etter kilden til forurensningen.

- Opprettholde minstevannføring

Muslinger i elveløpet er avhengig av sikker vannføring, og utbredelsen vil alltid være begrenset av vanddekt areal. I tillegg vil selve endringen i vannføring etter en regulering (for eksempel høyere vintervannføring, mindre flomtopper og endringer i vanntemperatur) virke inn på muslingene nedenfor et kraftverk. Begna har en minstevannføring i dag som jevnt over er høyere enn den naturlige lavvannføringen, og vintervannføringen er dessuten høyere enn tidligere. Vassdraget har dessuten opprettholdt flere flomperioder i løpet av året selv om disse er noe dempet etter regulering. Det er viktig at framtidige konsesjonsvilkår for reguleringen og kraftverkene i Begna opprettholder dette. Fravær av normale flommer bidrar til redusert transportkapasitet med økt sedimentering og begroing som resultat.

- Etablering av kantsoner

Det er i dag enkelte strekninger langs bredden av Begna som ikke har kantvegetasjon i det hele tatt. En økologisk funksjonell kantsone er viktig for å regulere lys og temperatur (skygge), filtrere jord- og leirpartikler og næringspartikler fra overflateavrenning fra omkringliggende mark, tilføre næring i form av organisk materiale (blad) og smådyr samt tilføre død ved som næring og skjul for fisk og muslinger i elva. Når det skal etableres en kantsone kan dette først og fremst skje ved naturlig tilvekst.

- Flytting av muslinger

I utgangspunktet er det ikke ønskelig å flytte muslinger, heller ikke innad i vassdraget. Men det kan likevel vurderes om det kan være tjenlig å flytte muslinger fra nedre del der det er mangel på vertsfisk for muslinglarvene, for å sette de ut høyere opp i vassdraget der tettheten av ørret er høyere. Ved å flytte muslinger til gode og ørretrike strekninger høyere opp vil en større del av muslinglarvene naturlig kunne infisere ørret av lokal stamme.

- Styrking av ørretbestanden

En god ørretbestand er helt nødvendig for elvemuslingen i Begna; ingen ørret – ingen elvemusling. Ett av flere fiskeforsterkende tiltak i Begna kan være utsetting av ørretunger.

- Infeksjon av ørretunger før utsetting

Ved eventuelle utsettinger av ørret i Begna bør det samtidig legges opp til at de infiseres med muslinglarver før utsetting.

- Oppdrett og utsetting

Det vil være mulig å produsere muslinger av Begna-stammen ved kultiveringsanlegget på Austevoll, men andre tiltak (for å oppnå målsettingen om god økologisk status) må fortsatt ha fokus i Begna; det skal ikke være et enten – eller.

- Ta større hensyn til elvemusling

Det må i enda større grad enn tidligere skje en bevisstgjøring hos grunneiere og forvaltningsorganer på ulike nivå. Det må settes strengere krav til konsekvensutredninger i saker som berører de delene av Begna som har elvemusling. Kanskje kan enkle grep som å flytte muslinger i forkant av gravearbeider i elveløpet være tilstrekkelig.

- Informasjon

God formidlingsstrategi og kommunikasjon med sentrale brukergrupper vil være en forutsetning i det videre arbeidet.

- Oppfølging og tiltaksovervåking

Effekten av generelle tiltak i Vannområde Valdres og tiltak spesielt rettet mot elvemusling må evalueres. Det blir viktig å opprette et overvåkingsprogram for elvemusling allerede i 2015, samt videreføre overvåkingen av ørret i Begna. I tillegg kan det være tjenlig å evaluere enkelte tiltak separat for å etablere en god metodikk som også kan brukes andre steder.

6 Referanser

- Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H. Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O. & Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. – SFT-veiledning 97: 04, TA-1468/1997. 31 s.
- Asvall, R.P. 2010. Hvordan is i vassdrag dannes – og hvordan vassdragsreguleringer påvirker isen i norske vassdrag. – NVE Rapport 20-2010. 86 s.
- Bain, M.B. 2009. Hydro peaking and green energy: Standards and application to the St. Marys River USA and Canada. – Proceedings of the International Conference of Science and Information Technologies for Sustainable Management of Aquatic Ecosystems, International Association of Hydraulic Engineering and Research and the International Association of Hydrological Sciences, Concepción, Chile.
- Bauer, G. 1989. Die bionomische strategie der flussperlmuschel. - *Biologie in unserer Zeit* 19: 69-75.
- Cuttelod, A., Seddon, M. & Neubert, E. 2011. European Red List of Non-marine Molluscs. – European Commission, Luxembourg. Publications Office of the European Union. 97 pp.
- Degerman, E., Alexanderson, S., Bergengren, J., Henrikson, L., Johansson, B.-E., Larsen, B.M. & Söderberg, H. 2009. Restaurering av flodpärlmusselvatten. – WWF Sweden, Solna. 62 s.
- Dettmer, R. 1982. Untersuchungen zur Ökologie der Flusssperlmuschel (*Margaritifera margaritifera* L.) in der Lutter im Vergleich mit bayrischen und schottischen Vorkommen. - Dipl. Thesis, Tierärztl. Hochschule Hannover.
- Direktoratet for naturforvaltning 2006. Handlingsplan for elvemusling, *Margaritifera margaritifera*. – DN-Rapport 2006-3: 1-24.
- Dolmen, D. & Kleiven, E. 1997. Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Norge 2. - Vitenskapsmuseet Zool. Notat 1997-2: 1-28.
- Dunca, E. & Larsen, B.M. 2012. Skillnader i skaltillväxt hos flodpärlmusslor från reglerade och icke-reglerade vattendrag i Norge. – NINA Rapport 795. 63 s.
- Dunca, E. & Mutvei, H. 2001. Comparison of microgrowth pattern in *Margaritifera margaritifera* shells from north and south Sweden. - *American Malacological Bulletin* 16: 239-250.
- Dunca, E., Söderberg, H. & Norrgrann, O. 2011. Shell growth and age determination in the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in Sweden: natural versus limed streams. - *Ferrantia* 64: 48-58.
- Enerud, J. 1983. Fiskeribiologiske undersøkelser i Begna elv 1980-82, Sør-Aurdal kommune, Oppland fylke. - Fiskerikonsulenten i Øst-Norge. Rapport. 18 s.
- Eriksen, H. 1991. Spørreundersøkelse blant fiskere i Begna elv, Sør-Aurdal, 1990. - Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen. Rapport 1991-14.
- Eriksen, H. & Wien, S.I. 1999. Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland. Fagrapport 1998. - Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen. Rapport 1999-4. 56 s.
- Eriksen, H., Lindås, O.R. & Hegge, O. 1998. Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland. Fagrapport 1997. - Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen. Rapport 1998-4. 69 s.
- Eriksson, M.O.G. & Henrikson, L. 1998. Flodpärlmuslan i Sverige – status, trender och hotbild. - Del I, s. 13-46 i Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H., red. Flodpärlmuslan i Sverige. Naturvårdsverket Rapport 4887.
- Fjeldstad, H. (red.) 1987. Tusen sjøers undersøkelsen. Overvåking av radioaktivitet. Overvåkingsresultater 1986. – Statlig program for forurensningsovervåking. SFT Rapport 288/87. 88 s.
- Fossum, S. 1993. Vannkvalitet i Begnavassdraget 1992. – Fylkesmannen i Oppland, Miljøvern-avdelingen. Rapport 1993-4. 22 s. + vedlegg.
- Fossum, S. 1994. Vannkvalitet i Begnavassdraget 1993. – Fylkesmannen i Oppland, Miljøvern-avdelingen. Rapport 1994-4. 23 s. + vedlegg.
- Fossum, S. 1996. Lokal overvåking av vannkvalitet i Oppland 1995. – Fylkesmannen i Oppland, Miljøvern-avdelingen. Rapport 1996-12. 24 s. + vedlegg.
- Fossum S. 1997. Lokal overvåking av vannkvalitet i Oppland 1996. – Fylkesmannen i Oppland, Miljøvern-avdelingen. Rapport 1997-1. 17 s. + vedlegg.

- Fossum S. 1998. Lokal overvåking av vannkvalitet i Oppland 1997. – Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen. Rapport 1998-1. 16 s. + vedlegg.
- Fuller, S.L.H. 1974. Clams and mussels (Mollusca: Bivalvia). - S.215-273 i: Hart, C.W. & Fuller, S.L.H. (red.). Pollution ecology of freshwater invertebrates. Academic Press, New York - London.
- Fønhus, A.E. 1996. Driftsplan for Begna elv 1997-2001. - Sør-Aurdal Grunneierlag, Begna elv. Rapport. 31 s.
- Geist, J. & Auerswald, K. 2007. Physicochemical stream bed characteristics and recruitment of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). - Freshwater Biology 52: 2299-2316.
- Grande, M. 1975. Vannkvalitet og hydrobiologiske forhold i Øystre Slidre-vassdraget. - Norsk institutt for vannforskning. Rapport O-140/73. 92 s.
- Gregersen, H. 2006. Miljøvurderinger av planlagt utbygging av Kvennfossen småkraftverk. – Sweco Grøner. Rapport 139071-01. 29 s.
- Gregersen F. & Eriksen, H. 2001. Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland. Fagrapport 2000. - Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen. Rapport 2001-3. 59 s.
- Gregersen, F. & Torgersen, P. 2008. Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland. Fagrapport 2007. - Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen. Rapport 2008-1. 56 s.
- Gregersen, F. & Torgersen, P. 2009. Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland. Fagrapport 2008. - Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen. Rapport 2009-3. 60 s. + vedlegg.
- Harby, A., Alfreksen, K., Arnekleiv, J.V., Flodmark, L.E.W., Halleraker, J.H., Johansen, S. & Saltveit, S.J. 2004. Raske vannstandsendringer i elver. Virkninger på fisk, bunndyr og begroing. – SINTEF, teknisk rapport nr. A5932. 39 s.
- Hegge, O. 1989a. Forekomst av aure fra Sperillen i Begna elv. – Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen. Notat. 7 s.
- Hegge, O. 1989b. Vassdragsreguleringer og fisk i Oppland. - Fylkesmannen i Oppland, Miljøvern-avdelingen. Rapport 1989-10. 136 s.
- Hegge, O. & Østdahl, T. (red.) 1992. Fiskedød i Begnavassdraget. - Fylkesmannen i Oppland, Miljøvern-avdelingen. Rapport 1992-14. 30 s.
- Heggenes, J. 1984. Fiskeribiologiske undersøkelser i Eidsfoss, Begna elv, Oppland. - LFI rapport nr. 68. 26 s.
- Heggøy, A. 2013. Overvåking og problemkartlegging i VO Valdres 2011 og 2012. – Rambøll. Rapport. 30 s. + vedlegg.
- Heggøy, A. & Torgrimsby, T.L. 2014. Overvåking og problemkartlegging i VO Valdres 2013. – Rambøll. Rapport. 40 s. + vedlegg.
- Høitomt, G. 2009a. Søk etter elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i 11 mindre vassdrag i Sør-Aurdal kommune og Lunner kommune, Oppland. - Kistefoss Skogtjenester AS. Rapport 31 s.
- Høitomt, G. 2009b. Undersøkelser av sidebekker til Begna på strekningen Bjørge-Bagn 29.6. og 7.8.2009. Fisk og elvemusling. - Kistefoss Skogtjenester AS. Notat 2 s.
- Jakobsen, P., Jakobsen, R.A. & Bjånesøy, T. 2015. Årsrapport 2014. Kultivering av elvemusling for gjenutsetting. - Rapport til Miljødirektoratet. 39 s.
- Jansen, W., Bauer, G. & Zahner-Meike, E. 2001. Glochidial mortality in freshwater mussels. – s. 185-211 i: Bauer, G. & Wächtler, K. (eds.) 2001. Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida. – Ecological Studies, Vol. 145. Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Jensen, P.E. 1996. Forekomst av elveperlemusling og salamander i Oppland. - Fylkesmannen i Oppland, Miljøvern-avdelingen. Rapport nr. 5/1996. 23 s.
- Johnsen, S. 2005. Utviklingen av ørretbestanden i Begna elv etter utbygging av Eid kraftverk. - Fylkesmannen i Oppland, Miljøvern-avdelingen. Rapport 2005-4. 29 s.
- Karlsson, S. & Larsen, B.M. (red.) 2013. Genetiske analyser av elvemusling *Margaritifera margaritifera* (L.) – et nødvendig verktøy for riktig forvaltning av arten - NINA Rapport 926. 44 s.
- Karlsson, S., Larsen, B.M. & Hindar, K. 2014. Host-dependent genetic variation in freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). – Hydrobiologia. 735: 179-190.

- Killeen, I.J. 2006. The freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L., 1758) in the River Ehen, Cumbria: Report on the 2006 survey. – Unpublished report to the Environment Agency, Penrith.
- Kristiansen, H. 1967. Vannforsyning og avløpsforhold i Østland fylkene. Utredning for Østlandskomiteén 1967. Rapport I. Beskrivelser og undersøkelser av vannforekomster. Del 2. Begnavassdraget. - Norsk institutt for vannforskning. Rapport. 39 s.
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S. (red.) 2010. Norsk Rødliste for arter 2010. – Artsdatabanken.
- Larsen, B.M. 2000. Utbredelse og bestandsstatus for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Begna, Oppland. – Fylkesmannen i Oppland, Miljøvern avdelingen. Rapport nr. 5/2000. 19 s.
- Larsen, B.M. 2005. Handlingsplan for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Innspill til den faglige delen av handlingsplanen. – NINA Rapport 122. 33 s.
- Larsen, B.M. 2008. Overvåking av elvemusling i Ogna, Steinkjervassdraget i forbindelse med kjemisk behandling for å fjerne *Gyrodactylus salaris* fra vassdraget i 2006 og 2007. – NINA Rapport 352. 39 s.
- Larsen, B.M. 2009. Elvemusling i Hunnselva - forsøk med infeksjon av muslinglarver på ulike ørretstammer. - NINA Rapport 509. 24 s.
- Larsen, B.M. 2010. Elvemusling i Begna. Befaringsundersøkelse i forbindelse med konsesjonssøknad for Kvennfossen kraftverk. – NINA Minirapport 299. 19 s.
- Larsen, B.M. 2012a. Redokspotensial som metode for å kartlegge substratkvalitet for elvemusling. – s. 46-65 i: Larsen, B.M. (red.). Elvemusling og konsekvenser av vassdragsreguleringer – en kunnskapsoppsummering. Rapport Miljøbasert Vannføring 8-2012.
- Larsen, B.M. 2012b. Vanntemperaturens betydning for livssyklus hos elvemusling. – s. 66-92 i: Larsen, B.M. (red.). Elvemusling og konsekvenser av vassdragsreguleringer – en kunnskapsoppsummering. Rapport Miljøbasert Vannføring 8-2012.
- Larsen, B.M. 2012c. Reetablering av elvemusling i Hammerbekken, Trondheim kommune. Resultater fra utsetting av ørret infisert med muslinglarver 2008-2010. – NINA Rapport 807. 29 s.
- Larsen, B.M. & Hartvigsen, R. 1999. Metodikk for feltundersøkelser og kategorisering av elvemusling *Margaritifera margaritifera*. - NINA-Fagrapport 37: 1-41.
- Larsen, B.M., Karlsson, S., Hindar, K. & Balstad, T. 2011. Genetisk variasjon hos elvemusling *Margaritifera margaritifera* (L.) i Norge – en pilotstudie. - NINA Minirapport 316. 20 s.
- Layzer, J.B. & Scott, E.M. 2006. Restoration and colonization of freshwater mussels and fish in a southeastern United States tailwater. – River Res. Applic. 22: 475-491.
- Layzer, J. B., Gordon, M. E. & Anderson, R. M. 1993. Mussels: the forgotten fauna of regulated rivers. A case study of the Caney Fork River. - Regulated Rivers Research and Management 8: 63–71.
- Lindås, O.R., Eriksen, H. & Hegge, O. 1997. Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland. Fagrapport 1996. - Fylkesmannen i Oppland, Miljøvern avdelingen. Rapport 1997-2. 68 s.
- Lund, E. 2007. Fremmed fisk i to fylker. Introduserte fiskearter i Buskerud og Oppland. - Naturkompetanse AS. Rapport. 58 s.
- Løken, F. 1970. Fiskeribiologiske undersøkelser i Begna elv sommeren 1968. - Fiskerikonsulenten i Øst-Norge. Rapport. 28 s.
- Løvik, J.E. & Brettum, P. 2010. Overvåking av miljøtilstand i innsjøer i Valdres 2009. - NIVA Rapport L.nr. 5958. 27 s.
- Løvik, J.E. & Kjellberg, G. 2002. Overvåking av vannkvalitet og biologiske forhold i Begna/Øystre Slidre-vassdraget i 2001. - NIVA Rapport L.nr. 4482. 43 s.
- Løvik, J.E. & Kjellberg, G. 2003. Overvåking av vannkvalitet og biologiske forhold i Begna/Øystre Slidre-vassdraget i 2002. - NIVA Rapport L.nr. 4629. 46 s.
- Løvik, J.E. & Kjellberg, G. 2004. Overvåking av vannkvalitet og biologiske forhold i Begna/Øystre Slidre-vassdraget i 2003. - NIVA Rapport L.nr. 4800. 40 s.
- Løvik, J.E. & Mjelde, M. 2001. Vannkvalitet og biologiske forhold i Øystre Slidre-vassdraget og Begna i 2000. - NIVA Rapport L.nr. 4341. 42 s.
- Løvik, J.E. & Rognerud, S. 1994. Overvåking av vannkvaliteten i Strondafjorden i 1993. - NIVA Rapport L.nr. 3016. 16 s.

- Løvik, J.E. & Rognerud, S. 1995. Overvåkning av vannkvaliteten i Strondafjorden i 1994. - NIVA Rapport L.nr. 3204. 17 s.
- Løvik, J.E. & Rognerud, S. 1996. Overvåking av vannkvaliteten i Strondafjorden i 1995. - NIVA Rapport L.nr. 3402. 20 s.
- Løvik, J.E. & Rognerud, S. 1997. Overvåking av vannkvaliteten i Strondafjorden i perioden 1984-1996. - NIVA Rapport L.nr. 3651. 22 s.
- Løvik, J.E. & Rognerud, S. 1998. Vannkvaliteten i Øystre Slidre-vassdraget og Strondafjorden. Tidsutviklingen fra 1987-89 til 1997. - NIVA Rapport L.nr. 3782. 45 s.
- Løvik, J.E. & Rognerud, S. 1999. Vannkvaliteten i Strondafjorden i perioden 1984-98. - NIVA Rapport L.nr. 3988. 23 s.
- Løvik, J.E. & Rognerud, S. 2000. Vannkvaliteten i Strondafjorden i perioden 1984-99. - NIVA Rapport L.nr. 4186. 25 s.
- Melvold, K. 2009. Kvennfossen kraftverk. Virkninger på isforhold. – NVE Oppdragsrapport A 2009-5. 19 s.
- Moorkens, E.A. 2001. Towards an understanding of the water quality requirements of *Margaritifera* in Ireland. s. 35-44 i: Wasserwirtschaftsamt Hof & Albert-Ludwigs Universität Freiburg. Die Flussperlmuschel in Europa – Bestandssituation und Schutzmassnahmen.
- Moorkens, E.A., Killeen, I.J. & Ross, E. 2007. *Margaritifera margaritifera* (the fresheater pearl mussel) conservation assessment. Backing document. – Report to the National Parks and Wildlife Service, Dublin. 42 pp.
- Museth, J., Johnsen, S.I., Thomassen, G. & Dokk, J.G. 2013. Nedvandring av ørret forbi Eid kraftverk og kartlegging av fiskesamfunnet i Begna. Telemetristudie og pilotprosjekt med elfiskebåt. – NINA Rapport 944. 30 s. + vedlegg.
- Mutvei, H., Dunca, E., Timm, H. & Slepukhina, T. 1996. Structure and growth rates of bivalve shells as indicators of environmental changes and pollution. - Bulletin de l'Institut océanographique, Monaco. Numéro spécial 14-4: 65-72.
- Naimo, T.J. 1995. A review of the effects of heavy metals on freshwater mussels. – Ecotoxicology 4: 341-362.
- NVE 2010. Vannet vårt. Hydrologi i Norge 2009. – Brosjyre. 34 s.
- Rognerud, S. 1993. Overvåkning av vannkvaliteten i Strondafjorden 1992. - NIVA Rapport L.nr. 2885. 9 s. + vedlegg.
- Rognerud, S. & Kjellberg, G. 1985. Undersøkelser av Begna 1984-86. Årsrapport 1984. - NIVA Rapport L.nr. 1799. 43 s.
- Rognerud, S. & Romstad, R. 1990. Undersøkelser i Øystre Slidre vassdraget og Strondafjorden 1987-89. – NIVA Rapport L.nr. 2392. 73 s.
- Rognerud, S., Romstad, R. & Mjelde, M. 1986. Undersøkelser av Begna 1984-86. Årsrapport 1985. - NIVA Rapport L.nr. 1899. 52 s.
- Rognerud, S., Romstad, R., Brettum, P. & Mjelde, M. 1987. Undersøkelser av Begna. Sluttrapport for undersøkelser 1984-86. - NIVA Rapport L.nr. 2005. 80 s.
- Saltveit, S.J., Pavels, H., Bremnes, T. & Brabrand, Å. 2010. Kartlegging av elvemusling i Buskerud. - Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 279. 25 s.
- Skulberg, O. 1976. Hydrobiologiske undersøkelser 1975 i forbindelse med nytt kraftverk ved Faslefoss, Nord-Aurdal, Oppland. – Norsk institutt for vannforskning. Rapport O-42/75. 35 s.
- Söderberg, H., Karlberg, A. & Norrgrann, O. 2008a. Status, trender och skydd för flodpärlmusslan i Sverige. – Länsstyrelsen Västernorrland. Kultur- och naturavdelningen. Rapport 12-2008. 80 s.
- Söderberg, H., Norrgrann, O., Törnblom, J., Andersson, K., Henrikson, L. & Degerman, E. 2008b. Vilka faktorer ger svaga bestånd av flodpärlmussla? En studie av 111 vattendrag i Västernorrland. – Länsstyrelsen Västernorrland. Kultur- och naturavdelningen. Rapport 8-2008. 28 s.
- Thomassen, G. & Ebne, I. 2012. Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland. Fagrapport 2011. - Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen. Rapport 2012-6. 93 s.
- Torgersen, P. & Ebne, I. 2011. Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland. Fagrapport 2010. - Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen. Rapport 2011-8. 77 s.
- Torgersen, P. & Thomassen, G. 2010. Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland. Fagrapport 2009. - Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen. Rapport 2010-1. 54 s.

- Valdres vannområde 2014. Lokal tiltaksanalyse. Versjon 1/mars 2014. – Valdres vannområde. Rapport. 55 s.
- Vannområdeutvalget Morsa 2009. Skogbruk og vann. – Brosjyre. 26 s.
- Young, M. & Williams, J. 1984. The reproductive biology of the freshwater mussel *Margaritifera margaritifera* (Linn.) in Scotland. I. Field studies. – Arch. Hydrobiol. 99: 405-422.
- Young, M., Hastie, L. & al-Mousawi, B. 2001. What represents an «ideal» population profile for *Margaritifera margaritifera*? – s. 35-44 i: Wasserwirtschaftsamt Hof & Albert-Ludwigs Universität Freiburg. Die Flussperlmuschel in Europa – Bestandssituation und Schutzmassnahmen.
- Ziuganov, V., Zotin, A., Nezhin, L. & Tretiakov, V. 1994. The freshwater pearl mussels and their relationships with salmonid fish. - VNIRO Publishing House, Moscow. 104 s.
- Wesenberg-Lund, C. 1937. Ferskvannsfauaen biologisk belyst. Invertebrata, 2.bind. - Gyldendalske boghandel - Nordisk forlag, Kjøbenhavn.
- www.fylkesmannen.no/bedrebruk (Thomassen, G. mfl. Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland. Fagrapport 2012 og 2014 - Begna).
- www.historieboka.no/Modules (Ek, B. Fløtingen organiseres – ”hengsler” og ”brøtning”).
- Økland, J. & Økland, K.A. 1998. Database for funn av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge, etter arkivet til Jan og Karen Anna Økland. Upublisert database NINA, Trondheim.
- Østdahl, T. 1992. Lokal overvåkning i Begnavassdraget 1991. – Fylkesmannen i Oppland, Miljøvern avdelingen. Rapport 1992-6. 15 s. + vedlegg.
- Østdahl, T. 1995. Vannkvalitet i Begnavassdraget (og Øystre Slidre vassdraget) 1994. – Fylkesmannen i Oppland, Miljøvern avdelingen. Rapport 1995-4. 19 s. + vedlegg.
- Österling, M., 2006. Ecology of freshwater mussels in disturbed environments. Dissertation, Karlstad University studies 2006: 53. 31 s.
- Österling, M.E. & Larsen, B.M. 2013. Impact of origin and condition of host fish (*Salmo trutta*) on parasitic larvae of *Margaritifera margaritifera*. – Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst. 23: 564-570.



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: 978-82-426-2792-6

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Hogskoleringen 9, 7034 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