



RAPPORT LNR 4805-2004

Elvemusling i Haukåselva

Bestandsstatus, reproduksjon og
vannmiljø



Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT

Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Elvemusling i Haukåselva. Bestandsstatus, reproduksjon og vannmiljø	Løpenr. (for bestilling) 4805-2004	Dato 2004.04.22
	Prosjektnr. Undernr. O-21925	Sider Pris 53 kr. 200,-
Forfatter(e) Hobæk, Anders Johnsen, Geir H. (Rådgivende Biologer AS) Raddum, Gunnar G. (Universitetet i Bergen) Kålås, Steinar (Rådgivende Biologer AS)	Fagområde Biologisk mangfold	Distribusjon
	Geografisk område Hordaland	Trykket NIVA

11,12,11,12,13,14,13,14,15,16,15,16,17,18,17,18,19,20,19,20,21,22,21,22,23,24,23,24,0

Oppdragsgiver(e) Bergen kommune, Miljøavdelingen	Oppdragsreferanse Håvard Bjordal
---	-------------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Rapporten presenterer resultater fra en undersøkelse utført i 2003 i Haukåselva i Bergen, Hordaland. Målsettingen var 1) å vurdere bestandsstatus for elvemusling; 2) å undersøke om reproduksjon finner sted i elva; og 3) å relatere dagens bestand til miljøpåvirkninger av vassdraget.</p> <p>Bestanden av elvemusling er svært liten (anslagsvis 400 individer) og består vesentlig av eldre muslinger. Det ble påvist at disse formerer seg, og et meget lavt antall yngre muslinger finnes i en begrenset del av elva. Bestanden vurderes som utrydningstruet. De viktigste truslene kommer fra tilførsler av partikler og næringssalter til vassdraget. Det ble også påvist forholdsvis høyt innhold av DDT i sediment i nedre del av vassdraget.</p> <p>Rapporten foreslår en rekke tiltak som kan bidra til å bedre livsbetingelser for elvemusling i vassdraget</p>

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Elvemusling 2. Habitat 3. Partikler 4. Vannkvalitet 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Freshwater pearl mussel 2. Habitat 3. Particles 4. Water quality
--	---

Anders Hobæk
Prosjektleder

Anne Lyche Solheim
Forskningsleder

Nils Roar Sælthun
Forskningsdirektør

ISBN 82-577-4484-0

Elvemusling i Haukåselva

Bestandsstatus, reproduksjon og vannmiljø

Montasjen på forsiden viser utsnitt av et kart over Haukåselva datert 1903. Innfelt bilder med glimt fra feltarbeidet i 2003.

Forord

Denne undersøkelsen av elvemuslingens bestand og livsbetingelser i Haukåselva kom i stand på initiativ fra miljøsjef i Bergen kommune, Håvard Bjordal. Han slo fast at muslingene fortsatt fantes, og gjorde et omfattende registreringsarbeid i 2002. Basert på hans ønske om en vurdering av bestandsstatus relatert til miljøforhold i elva etablerte vi en gruppe av flere fagmiljø i Bergen for å kunne dra fordel av lokal kunnskap så vel som mangesidig kompetanse og erfaring.

Undersøkelsen er finansiert av Bergen kommune ved Miljøseksjonen og Vann- og avløpsetaten, Bergen Tomteselskap, Statens Vegvesen Region Vest, og Bergen Travpark as.

Arbeidet med denne undersøkelsen har vært spennende og inspirerende fordi vi er blitt møtt med stor entusiasme og interesse for muslingene både lokalt, i forvaltningen og i media. Vi takker for muligheten til å gjennomføre prosjektet, og håper arbeidet kan bidra til en klok og langsiktig forvaltning av Haukåsvassdraget og bestanden av elvemusling.

Bergen, april 2004

Anders Hobæk

Innhold

1. INNLEDNING.....	7
1.1 OM ELVEMUSLINGEN	7
1.2 ELVEMUSLING I HAUKÅSELVA	8
2. VASSDRAGSBESKRIVELSE.....	10
2.1 OMRÅDENE VED INNSJØENE OVER SONE I.....	10
2.2 SONE I FRA KRÅVATNET TIL CAMPINGPLASSEN VED BRURÅS.....	12
2.3 SONE II FRA CAMPINGPLASSEN VED BRURÅS TIL TRAVPARKVEIEN	12
2.4 SONE III FRA TRAVPARKVEIEN TIL MIDT PÅ HAUKÅSMYRENE.....	13
2.5 SONE IV LANGS STEINESTØVEGEN TIL BRU VED JONSTERHAUGSKIFTET.....	16
2.6 SONE V FRA BRU VED JONSTERHAUGSKIFTET TIL BRU VED SOLBAKKEN	16
2.7 SONE VI FRA BRU VED SOLBAKKEN, VIA HYLKJESTEMMA TIL UTLØP I FJORDEN	16
3. MATERIALE OG METODER	18
3.1 BESTANDSUNDERSØKELSER.....	18
3.2 MUSLINGENES HABITAT.....	18
3.3 VANNMILJØ	19
4. RESULTATER.....	21
4.1 MUSLINGBESTANDEN MED KOMMENTARER TIL FOREKOMSTENE	21
4.2 ELVEMUSLINGENS HABITAT I HAUKÅSELVA.....	26
4.3 FISK OG MUSLINGLARVER.....	27
4.4 VANNMILJØ	29
5. DISKUSJON.....	38
5.1 BESTAND	38
5.2 HABITAT	38
5.3 VANNMILJØ	39
6. FORSLAG TIL TILTAK	40
6.1 REDUKSJON I PARTIKKELBELASTNING	40
6.2 REDUKSJON I TILFØRSLER AV NÆRINGSSALTER	40
6.3 OPPRENSKING I ELVELØPET	40
6.4 ÅPNE ADGANG FOR OPPGANG AV FISK	41
6.5 LOKALISERE OG FJERNE DDT-KILDE	41
6.6 KULTIVERING	41
6.7 FORVALTNINGSPLAN	41
7. HENVISNINGER.....	43

VEDLEGG A: Vannkjemiske analyseresultater

VEDLEGG B: Sedimentanalyser

VEDLEGG C: Målinger av elvemusling

VEDLEGG D: Kort omtale av planlagte inngrep og mulige effekter på muslingbestanden

VEDLEGG E: Kart 1903-04

Sammendrag

Her rapporteres resultatene av en undersøkelse utført i 2003 i Haukåselva, Åsane i Bergen, Hordaland. Målsettingen var 1) å vurdere bestandsstatus for elvemusling; 2) å undersøke om reproduksjon finner sted i elva; og 3) å relatere dagens bestand til miljøpåvirkninger av vassdraget.

Bestanden av voksne elvemuslinger ble anslått til å være svært liten (ca. 400 individer eller 0,06 individer pr. m²). Muslingenes forekomst var i hovedsak begrenset til enkelte elveavsnitt. På disse strekningene var fordelingen ujevn, og knyttet til områder hvor slam ikke legger seg. Bare enkelte unge muslinger ble observert. Imidlertid fant vi et lavt antall muslinglarver som parasitter på gjeller hos ungfisk av aure. Dette viser at det fortsatt er produksjon av larver i bestanden.

Muslingbestanden i Haukåselva vil dø ut dersom det ikke settes inn tiltak for å bedre dagens partikkelbelastning. Denne kommer fra flere kilder. Vannkvaliteten er ganske næringsrik. Mer intenst jordbruk og større næringsbelastning på vassdraget i en tidligere periode har trolig medvirket til å redusere muslingbestanden kraftig. Vannkvaliteten i hovedelva har god bufferevne mot forsurening. I prøver av sediment fra ulike deler av vassdraget påviste vi forhøyete nivåer av en del metaller og av PAH, men mengdene var ikke spesielt høye. Derimot fant vi et relativt høyt nivå av DDT-derivater i en av sedimentprøvene. Vi kan ikke utelukke at dette sprøytemidlet har hatt negativ effekt på muslingenes reproduksjonsevne. Forurensningskilden bør lokaliseres og elimineres.

Tettheten av ungfisk var relativt lav. Muslingenes sjanse til vellykket reproduksjon kan tenkes å øke hvis vassdraget åpnes for oppvandring av sjøaure.

Tiltak som kan bedre muslingenes habitat og vannmiljø blir diskutert i et vedlegg. De viktigste tiltakene går på å fange opp partikler ved kildene i øvre del av elva, å redusere tilførsler av kloakk til vassdraget, og åpne for oppvandring av sjøaure forbi Hylkjestemma.

Summary

Title: The freshwater pearl mussel in the Haukås river. Population size, reproduction and environmental quality.

Year: 2004

Author: Hobæk, A., Johnsen, G.H., Raddum, G.G. & Kålås, S.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4484-0

The report provides results of a survey in 2003 of the Haukås River (Bergen municipality, Hordaland County, Western Norway). The aim was 1) to estimate the size and distribution of the freshwater pearl mussel in the small river; 2) to establish whether reproduction takes place, and 3) relate the current status of the population to environmental pressures from human influence.

The population of adult mussels was estimated to be very small: around 400 individuals or about 0.06 individuals·m⁻². Their distribution was confined to certain reaches of the river, and within these the occurrence was generally patchy. Only a few young mussels have been observed. We found small numbers of mussel larvae parasitizing on the gills of young brown trout, indicating that reproduction does take place.

The mussel population will face extinction unless measures are taken to mitigate the present load of particle pollution to the river. The sources of this pollution are several. The water quality of the river is fairly rich in nutrients, and higher nutrient loads in earlier years probably contributed to the decline of the mussel population. Acidification seems not to be a problem in the main river. In sediment samples we detected elevated levels of certain metals and PAH, although the general levels were not exceptional. However, we also detected a relatively high level of DDT derivatives in sediments from one location, and we cannot rule out that DDT has made an impact on mussel reproduction. This source of pollution should be identified and eliminated.

The density of young fish was generally low, and opening the river to immigration by anadrome trout may enhance reproductive success by the mussels.

Finally, the report discusses possible means to improve the habitat and water quality for mussels. Most important is to prevent particles from reaching the river in the upper reaches, to reduce sewage pollution, and to remove an obstacle for sea-running trout.

1. Innledning

1.1 Om elvemuslingen

Elvemuslingen (*Margaritifera margaritifera* L. 1758) har en vid utbredelse på den nordlige halvkule. Den har vært vanlig over store deler av Europa, men regnes i dag som truet (se <http://www.redlist.org>). Innen Europa har arten nå sitt tyngdepunkt i nord, særlig Skottland, Skandinavia, og på Kola-halvøya, mens den er truet i mange europeiske land (Dolmen & Kleiven 1999). Fra Skottland oppgis 2/3 av bestandene som var kjent for 100 år siden å være utdødde eller i ferd med å dø ut (Cosgrove m.fl. 2000). Elvemuslingen er oppført som sårbar på den norske rødlisten. Hos oss har arten vid utbredelse, og i Midt- og Nord-Norge finnes en rekke bestander i god forfatning. I Sør-Norge er de fleste bestander i tilbakegang, og elvemuslingen er mange steder utdødd. Arten ble fredet i Norge fra 1993.

Elvemuslingene lever som navnet sier stort sett i rennende vann. Voksne muslinger står vanligvis nedgravd på elvebunnen med framenden ned og bakenden stikkende opp. De unge muslingene lever helt nedgravd, og man kan også finne voksne muslinger helt nedgravd. Men de kan også ligge fritt på bunnen. Dyrene kan flytte seg ved hjelp av en "fot" som strekkes ut av skallets fremre ende. Normalt er de ganske stasjonære. Under gode forhold kan muslinger stå tett og nærmest dekke deler av elvebunnen. Tettheter på flere hundre muslinger pr. m² er kjent. I store vassdrag kan bestandene bli svære, og fra Kola-halvøya er det anslått mer enn 100 millioner individer i ett vassdrag (Ziuganov m.fl. 1994).

Bak på dyret finnes kanaler for inn- og utblåsing av vann. Vannet strømmer over store gjelleflater som dels tjener som respirasjonsorgan, og dels til å filtrere mat fra vannet. Dette er små organiske partikler som driver med strømmen. Ett individ kan filtrere opptil 50 liter vann i døgnet. En tett bestand av elvemusling kan derfor ha en betydelig renseseffekt på vannkvaliteten. Dyrene formerer seg i juni – juli. Hannene slipper spermier ut i vannet, og disse trekkes med innåndingsvannet til hunnene som får eggene befruktet. Eggene klekker inne i mordyret og utvikler seg til 0,05-0,06 mm store glochidielarver. Når mordyret slipper disse ut i elva på sensommeren er larvene avhengige av å knipe seg fast på gjellene til en laksefisk (laks, sjøaure eller stasjonær aure). Bare en liten del av larvene lykkes med dette, og derfor produserer de voksne hunnene svært mange larver (1-5 millioner eller mer). Det er helst de yngste fiskene som er utsatt for påslag av glochidielarver, siden fisk som har vært infisert tidligere utvikler en viss resistens. Dersom bestanden er tynn, er det kjent at hunnlige muslinger kan bli hermafroditter og befrukte seg selv.

Larvene kapsler seg inn på fiskegjellene, og lever parasittisk gjennom sin første vinter. Dette synes ikke å skape store problemer for villfisken, men det kan forekomme dødelighet på fisk i oppdrett (glochidiose). I løpet av denne tiden vokser larven til 0,5-0,6 mm. I mai/juni bryter larvene ut av kapselen og slipper seg løs. Dersom de faller ned på et sted med gunstige bunnforhold, graver de seg ned i substratet. Her blir de i flere år til den når en størrelse på 1-3 cm. Disse små muslingene er gule eller gulhvite på farge (se foto s. 22). Når de blir litt større kommer de opp mot overflaten av grusen, og blir mørke som de voksne. Ved 12-20 års alder blir de kjønnsmodne ved en lengde rundt 70 mm. Muslingen fortsetter å vokse opp til maksimalt 150-160 mm, og kan bli svært gamle. I kjølig klima vokser de langsommere, blir større og når høyere alder enn i varmt klima. I nord er gamle muslinger anslått til mer enn 150 år gamle, mens i mellom-Europa blir de neppe mer enn 50-70 år. Dyrene fortsetter å formere seg gjennom hele sitt lange liv, selv om ikke alle hunner produserer egg hvert år.

Elvemuslingene finnes vanligvis i rolige stryk, sandbanker og høler med god gjennomstrømming. De er vanligst på dyp mellom 0,5 og 2 m, men kan godt stå på dypere vann. Strømhastigheter mellom 0,1-0,8 m/s er oppgitt som det vanligste for voksne muslinger, mens unge muslinger ikke finnes der strømhastigheten er over 0,3 m/s. Muslingene tåler vanntemperatur opp til 28 °C i korte perioder, og

klarer godt lave temperaturer bare de ikke fryser inne. Lengre perioder med barfrost og liten vannføring kan desimere bestanden, spesielt i små elver.

Vannkvaliteten kan være begrensende for muslingene. De tåler ikke høy salinitet, og pH lavere enn 5,0 regnes som skadelig. Eldre muslinger er mindre følsomme for forsurening enn yngre. Det ser også ut til at elvemuslingen unngår vannkvaliteter med mye humus. Det samme gjelder vannkvaliteter med høyt partikkelinnhold, selv om muslingene kan lukke seg for å unngå partikkelbelastning for kortere tid. Eutrofiering (overgjødsling) er også et vanlig problem for muslingene. Eutrofiering innebærer økt organisk produksjon i vassdraget, og dermed økt sedimentasjon av organisk materiale på elvebunnen. Nedbrytning av dette forbruker oksygen, og hvis det blir for lite oksygen i substratet kan muslingene dø. Det er særlig de små muslingene som lever nedgravd som er utsatt for dette. Muslingene er funnet i vann med ned til 4,5 mg oksygen/liter, men trenger trolig mer oksygen for å oppnå god vekst. En annen effekt av eutrofiering er økt begroing på elvebunnen. Langs stilleflytende partier kan makrovegetasjon etablere seg, og dette fører ofte i seg selv til økt sedimentasjon. På den annen side kan moderat eutrofiering tenkes å ha en gunstig effekt for muslingenes vekst og formering ved at mer mat blir tilgjengelig. I korthet kan vi imidlertid si at det beste for elvemuslingene er en ren elv.

Siden larvene lever parasittisk på fiskegjeller, er det åpenbart at fiskebestanden i elva har avgjørende betydning for muslingene på lang sikt. Det er stort sett årsyngel som er de viktigste vertene. Forvaltningen av et muslingvassdrag må derfor også sikre tilstrekkelig rekruttering for laks eller aure. Det foreligger indikasjoner på at ulike bestander (eller deler av bestander) har spesialisert seg på enten aure eller laks, og derfor kan endring i balansen mellom disse fiskeartene tenkes å få uheldige effekter for muslingene.

Vannkvalitet og avrenning i et vassdrag avhenger av en rekke faktorer. Forholdene endres lett ved snauhogst, drenering av myrer, veibygging, kanalisering av elveløpet, uttak av masser, graving osv. Å verne en bestand av elvemusling må nødvendigvis omfatte deres livsmiljø og habitat, ikke bare et forbud mot å plukke selve muslingene. En forvaltningsplan som tar sikte på å bevare elvemuslingene og bedre forutsetningene for dem vil derfor måtte begrense inngrep og aktiviteter i nedbørfeltet.

1.2 Elvemusling i Haukåselva

Sommeren 2002 påviste miljøsjef i Bergen kommune, Håvard Bjordal, at elvemusling fortsatt finnes i Haukåselva, Åsane i Bergen. Bestanden har vært godt kjent lokalt, men var ukjent for forvaltningen. I Riksarkivet ble det så funnet dokumentasjon om muslinger i elva fra 1721, og som peker tilbake til slutten av 1600-tallet (Herfindal-Johannessen 2003). H. Bjordal fulgte opp funnet med en ganske omfattende kartlegging av bestanden i elva (Bjordal 2002).

Muslingfunnene i Haukåselva vekket atskillig interesse i lokal presse, f. eks. hadde Bergens Tidende helsides oppslag 3.12.02 og 2.05.03, og det har vært en rekke oppslag i Åsaneposten. I et samarbeid mellom Bergen kommune, Åsane Historielag og Naturvernforbundet Hordaland ble det gjennomført en spørreundersøkelse om natur- og kulturverdier i vassdraget. Denne undersøkelsen dokumenterte stor lokal interesse for å ta vare på vassdraget med kulturminner, flora og fauna. Imidlertid er vassdraget presset fra flere kanter. En rekke inngrep har endret forholdene for fisk og muslinger, og forurensning er et åpenbart problem. Forsøpling og gjengroing gjør seg gjeldende mange steder langs elva.

Det foreligger planer for flere store inngrep i Haukåselvas nedbørfelt som kan få drastiske følger for elva og livet i den. På initiativ fra Bergen kommune ble interessentene bak disse planene invitert til å bidra til en grundigere vurdering av muslingbestanden og dens miljøbetingelser i elva.

Denne rapporten presenterer resultatene av dette initiativet. Hovedmålsettingen har vært å karakterisere bestanden og miljøforholdene den lever under i dag. Allerede i utgangspunktet var det klart at bestanden var presset, og det var vesentlig å finne ut hvor skoen trykker verst i forhold til rekruttering og fornyelse av bestanden. Med utgangspunkt i en vurdering av dagens situasjon har vi pekt på mulige tiltak som kan bedre forholdene og øke sjansene for at bestanden kan overleve på lengre sikt. Undersøkelsen er dermed ment å bidra som kunnskapsgrunnlag for en forvaltningsplan.

For de nye planene for inngrep og utbygginger i området har vi kort diskutert mulige konsekvenser av disse for bestanden av elvemusling, og mulige tiltak for å redusere effektene. Dette er imidlertid ikke en fullstendig konsekvensvurdering, og begrensninger i inngrep og muligheter for avbøtende tiltak må vurderes mer inngående. Det er langt fra sikkert at inngrepene som er planlagt er forenlige med at muslingbestanden kan overleve.

2. Vassdragsbeskrivelse

Haukåsvassdraget ligger nord i Åsane og har utløp nordover til Sørfjorden ved Hylkje. Nedbørfeltet er på 7,4 km² og domineres av skog og landbruksområder. Berggrunnen består av gneiss og granitt, men med rike løsmasseavsetninger. Dette gir et mer næringsrikt jordsmonn enn det berggrunnen for øvrig skulle tilsi, og forventet naturtilstand mht. næringsrikhet er på 10 µg fosfor pr. liter (Johnsen m.fl. 1992). Vassdraget ligger i et område med årlig middelavrenning på rundt 60 l/s pr. km². Vassdragets middelvannføring til sjø er dermed på 0,44 m³/s eller 14 millioner m³ årlig.

Haukåsvatnet (UTM LN 003 108) ligger 68 meter over havet, og utgjør sammen med Kipevatn og Kråvatn utgangspunktet for Haukåselva. Innsjøene ligger i tilknytning til et våtmarksområde som er høyt verdsatt for sin rike fauna av andefugler. I innsjøene er det ørret, stingsild og ål. Våtmarksområde med innsjøer sikrer en relativt god minstevannføring i Haukåselva nedstrøms.

I den videre omtale av undersøkelser og resultater benytter vi en soneinndeling () som er identisk med Bjordal (2002). Her følger en kort sonevis beskrivelse av inngrep og andre påvirkningsfaktorer langs vassdraget. En mer detaljert beskrivelse kan finnes i Bjordal (2002).

Sone I	Det øvre vassdraget fra Kråvatn til campingplassen ved Brurås
Sone II	Fra campingplassen ved Brurås til Travparkvegen.
Sone III	Fra Travparkvegen til ut på Haukåsmýren før elva når bort til Steinestøvegen
Sone IV	Langs Steinestøvegen til bro ved Jonsterhaugskiftet
Sone V	Fra bro ved Jonsterhaugskiftet til bru ved Solbakken
Sone VI	Fra bro ved Solbakken til utløp i sjøen, inklusive Hylkjestemma

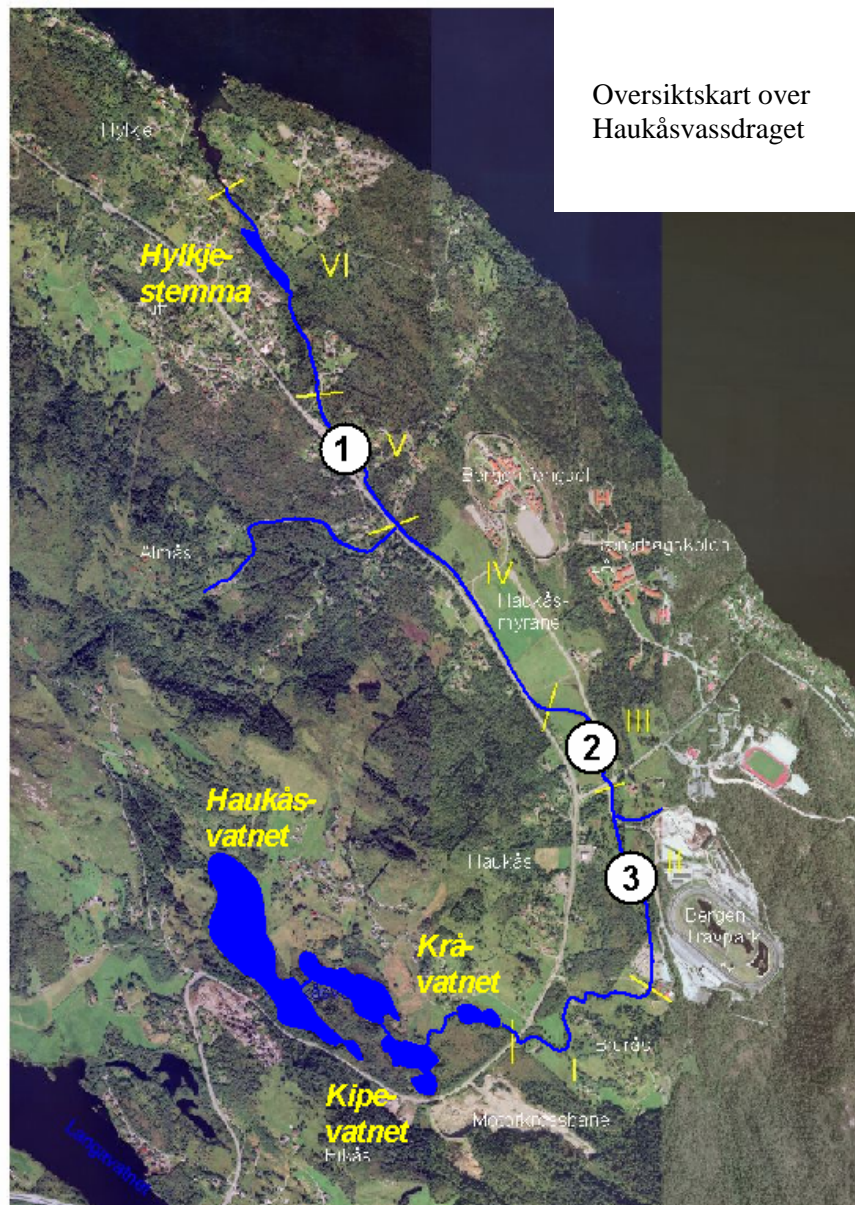
2.1 Områdene ved innsjøene over sone I

Ovenfor sone I finner vi innsjøene Haukåsvatn, Kipevatn og Kråvatn. Rundt innsjøene er det en god del innmark, som nå brukes til beite og noe grasdyrking. En del av dyrkingsarelaet er også beplantet med juletrær. Det er ingen offentlig kloakk i innsjøenes nedbørfelt.

Områdene i tilknytning til innsjøene ovenfor sone 1 har ikke egnede områder for muslinger

Like nedenfor Haukåsvatnet ligger Kipevatnet, som er delvis delt i to, og med nok en avsnørt del lengst mot øst. Denne delen av Kipevatnet mottar tilførsler av ulikt slag fra flere ulike kilder:

1. Steinestøvegen går i en stor sving SØ for innsjøene, svinger deretter nordover og krysser Haukåselva like nedenfor utløpet av Kråvatn. Veiens laveste punkt ligger i svingen der den går inntil den avsnørte delen av Kipevatnet. Vi må regne med at en del partikkelavrenning samt veisalt, metaller og PAH fra veibanen dreneres til Kipevatnet.



Figur 1. Oversiktskart over Haukåselva, med de omtalte sonene inntegnet sammen med elektrofiskestasjoner (sirkler nummerert 1-3). Orthofoto fra Bergen kommune.

2. På sørøstsiden av veien ligger et steinbrudd kalt Ovn, der mye bygningsavfall i lange perioder har vært lagret og bearbeidet, og det ligger avfallsfyllinger i terrenget rundt. Avrenningen fra Ovn går i rør under veien og nesten direkte til Kipevatnet. Undersøkelser i 1998 påviste tungmetaller i avrenningen, og at både tungmetaller og PAH var anriktet i sediment fra denne avsnørte delen av Kipevatn (Hobæk 1998a).
3. Like ved Ovn har Franzefoss et mottaksanlegg for slam. Her tømmer bilene slam til tett tank for midlertidig lagring. Ved søl eller uhell spyles slamrester rett i bekk og videre til Kipevatnet.
4. Mellom Ovn og Brurås er det nylig anlagt et motorsportsenter. Her er et større areal jevnet ut og gruslagt. I regnvær er det en massiv avrenning av partikler herfra, som samles langs veien før det går via bekk til den avsnørte delen av Kipevatn. Denne avsnørte delen av Kipevatnet er derfor ofte tydelig misfarget av partikler.

Kipevatnet fungerer trolig som et sedimentasjonsbasseng for mye av de partikkelbundne tilførslene. Vi gjorde supplerende undersøkelser for å avklare om en del av forurensningen spres videre i vassdraget.



*BILDE 1.
Oversikt over
Haukåsvatn og
Kipevatn sett
mot NØ. I
bakgrunnen
steinbruddet
Ovnen og
Motorsport-
senteret. Foto:
Ingvar Grastveit
20.08.02.*

2.2 Sone I fra Kråvatnet til campingplassen ved Brurås

Haukåsinnsjøene ble senket rundt 1960-tallet, og det ble da sprengt ut i den øvre delen av Haukåselva ved Brurås. Dette er fortsatt synlig, og elva går her delvis over fjell og grunt substrat. Det er bare i dette øvre området at reguleringen synes å ha hatt permanente konsekvenser i vassdraget.

Det kan opprinnelig ha vært gode forhold for muslinger mellom utløpet av Kråvatn og Nordre Brurås, der elva renner stille og er ganske dyp. I dag er denne delen av elva svært nedslammet og til dels gjengrodd med vannplanter, og derfor lite egnet for muslinger som krever relativt ”rent” substrat.

Fra vegen Nordre Brurås og ned til campingplassen renner elva forholdsvis stritt med relativt grovt substrat, noe som gjør elva lite egnet for muslinger.

Mellom campingplassen og Nordre Brurås er elvebreddene for en stor del steinsatte. Det nederste partiet er nærmest en kanal, selv om elvebunnen er naturlig. Her er det innmark med gras og beite på begge sider.

Langs campingplassen er Haukåselva lagt dels i støpt kanal, og deretter ca. 100 m rør. Dette hindrer i stor grad passasje for fisk, og eventuelt substrat for muslinger er ødelagt. Camping plassen er planert og gruslagt, og vi må regne med at en del partikler herfra går i elva. Men det var ingen synlig forurensning ved våre befaringer.

2.3 Sone II fra campingplassen ved Brurås til Travparkveien

Fra campingplassen følger elva sitt naturlige løp ned til Travparkvegen. I dette området er elva nærmest upåvirket av direkte inngrep eller synlige utslipp. Området er for en del tidligere beitemark, men dette er nok lenge siden. I dag er området preget av tildels grov granskog som gir mye skygge. En del søppel ligger slengt omkring i skogen og langs elva.

Denne sonen er et kjerneområde for elvemuslingen, og det eneste området der små individer er funnet. Elveløpet veksler i bredde, fall og strømhastighet, og mellom strykene finner vi partier med godt substrat for musling. Noen av områdene er trolig i grunneste laget, og muslinger kan her lett fryse i hjel ved lav vannføring. Innsjøene ”øverst” i vassdraget sikrer imidlertid en relativt god minste-vannføring i tørre perioder.



BILDE 2: Fra sone II. Foto A.Hobæk.

På denne strekningen foreligger det relativt omfattende planer knyttet til utbygging av Haukås Næringspark. Planene søker imidlertid å sikre et grøntbelte langs vassdraget for å ta vare på elva. Ved videre planlegging og eventuell utbygging, må hensyn til muslingebestanden vektlegges.

2.4 Sone III fra Travparkveien til midt på Haukåsmyrene

Elva går i rør under Travparkvegen, og nedenfor blir løpet ganske dypt, stedvis mer enn en meter ved lav vannføring. Substratet er godt med sand, grus og stein. Ved flom 26.09.03 var røret under veien helt oppfylt, slik at vannføringen begrenses her. Området er generelt svært forsøplet.

Like nedenfor munner bekken fra travparken ut. Denne bekken er rettet ut på flaten nedenfor travbanen, og kommer ut av et rør under traverbanene. Herfra går bekken/kanalen kloss i et anleggsområde der det sorteres stein og jord. Det er ingen voll eller annen hindring som holder avrenningen fra anleggsområdet tilbake, og maskinene kan kjøre nesten ut i bekken. Jord og sand som vaskes ut herfra forårsaker episoder med sterk tilgrusning av elva. Det ble også observert noe som lignet sagflis nede i hovedelva, og dette stammer trolig fra travparken.

Området her har offentlig kloaknett, og rett ovenfor Breisteinsvegen ligger en kloakpumpestasjon like ved elva. En serie målinger 1992-2000 tyder på at kloaknettet har kapasitetsproblemer med relativt hyppige overløp til vassdraget som konsekvens (Hobæk & Bjørklund 2004).

Ved Breisteinsvegen når hovedelva Haukåsmyrene. Dette er et stort oppdyrket areal under Bergen kommunes tidligere arbeidsgård. Eldre kart viser hvordan elva tidligere har snodd seg meanderende over myra. Denne ble drenert og dyrket opp tidlig på 1900-tallet, og elva rettet ut. Trolig var dyrkingen mest intens på 60-tallet.

I dag renner elva ganske rolig først i naturlig løp langs gårdsveien til arbeidsgården, og krysser deretter myren på skrå mot Steinestøvegen (E39). Elva renner så langs veien til bru ved Jonsterhaugskiftet. Like ovenfor denne munner bekken fra Almås ut i hovedelva. Selv om det er dyrkede arealer lengre opp langs denne sidebekken, fører den et 'friskt pust' ut i vassdraget med renere vann med mindre næringsalter og langt færre partikler.



Bilde 3: Bekk fra Travparken. Til venstre litt av anlegget for sortering av jord og stein langs bekkens bredder. Til høyre utløpet av rør under travverbanen. 12.11.03. Foto: A.Hobæk.

I hovedelva er bredden langs Steinestøvegen for det meste steinmur ned til avkjørselen til Bergen fengsel, mens mot Haukåsmynen består breddene av utgravd torv/jord. Bunnssubstratet i hele sone III er gjennomgående svært bra for muslinger, men elvebunnen er kraftig nedslammet i store partier. Noen steder har torv rast ut i elva. Disse torvstykkene og andre partier der organisk slam har samlet seg er beveget med vannplanter som vasshår og tusenblad. Trestammer og greiner som ligger i elveløpet bidrar også til å samle opp drivende materiale og til sedimentasjon på bunnen. I tillegg ligger det svært mye søppel langs elva og på elvebunnen, særlig langs hovedveien.



BILDE 4: Sagflis og annet rusk samlet bak en hindring i hovedelva. Sone III nedenfor bekk fra travparken, 7.11.03. Foto: A. Hobæk.

Arbeidsgården brukes i dag til hester, og det meste av Haukåsmynen til beite for hestene. Noe av arealet blir slått. Avrenningen herfra er trolig langt mindre næringsrik enn før, men arealet er nok fortsatt en kilde for næringsalter. I flomperioder oversvømmes deler av Haukåsmynen. Når flommene avtar går flomvannet i elva med jord og gjødsel.

Langs elva er det opparbeidet en treningsbane for travhester. Denne fungerer også som gårdsvei. Den er belagt med løs grus og sand, og harves hyppig. Fra denne treningsbanen vaskes det mye partikler direkte ut i elva. En rekke grusvifter ligger igjen langs bredden etter regnvær. Sand og grus som skylles ned i elveleiet gjør substratet ustabil og vanskeligere for muslingene.



BILDE 5: Flom på Haukåsmynen 26.09.03. Vannstanden i elva var minst en meter over normalt. Foto: A. Hobæk.

Trolig har det i dette partiet av elva tidligere vært langt større tettheter av musling enn i dag. Her er elva passe dyp og bunnsbstratet var sannsynligvis meget gunstig før dagens nedslamming og gjengroing. Også i dag finner vi en god del muslinger her. Disse står flekkvis der strømmen enda klarer å holde substratet åpent. I sone III fant vi den største ansamlingen av muslinger i det naturlige løpet langs gårdsveien.

Tvers over Haukåsmynen går en grøft som drenerer områdene like nord for driftsbygningen. Arkivmateriale fra kommunen viser at det tidligere har gått mye gjødsel og silosaft ut i grøften, særlig på 60-tallet da dyrkingen var på det mest intense. Det var påfallende at nedenfor denne grøften ble det ikke observert muslinger, i motsetning til ovenfor.



BILDE 6: Godt substrat for elvemusling: Grus og sand. Fra Sone II. Foto G.G. Raddum.

2.5 Sone IV langs Steinestøvegen til bru ved Jonsterhaugskiftet

Langs med Steinestøvegen er elva rettet ut og delvis forbygd, med substrat og miljøforhold som er dårlig egnet for muslinger. Langs veien drives kantslått, og graset blir liggende slik at mye av det går i elva utpå høsten. Ved avkjørsel til Bergen fengsel går elva i flere store betongrør som delvis er fylt igjen av rusk og rask. Rørene har for liten dreneringskapasitet og medfører betydelig oppstuvning av vann i perioder med høy vannføring. Vannstanden kan da stå langt innover Haukåsmyren.

På strekningen ned mot innløpet av Almåsbekken veksler elva mellom hurtigrennende og mer stilleflytende partier. De mer rolige partiene har substrat som tilsynelatende skulle egne seg godt for musling. Nedenfor en eldre avkjørsel til Bergen fengsel er elveleiet bortimot naturlig med flere bukter inn i små "skogholt" litt bort fra veien. Flere av disse ble vurdert å ha svært gunstig habitat for musling. I dette partiet av elva munner en nå rørlagt bekk fra området ved Bergen fengsel.

Almåsbekken (sidebekk) er forholdvis stri. Bunnforholdene består av stein og fjell. Det finnes kulper og korte strekninger et stykke opp i bekken hvor substratet muligens kunne vært egnet for musling, men hovedkonklusjonen er at bekken generelt er uegnet for musling. Ingen muslinger ble observert her.

2.6 Sone V fra bru ved Jonsterhaugskiftet til bru ved Solbakken

Nedenfor broen ved Jonsterhaug renner elva relativt rett, med substrat bestående av stein og grus. Denne elvestrekningen synes velegnet for både oppvekst av ungfisk og musling. Elva har relativt god fart her med vanddybde på 30-50 cm, men vi vil ikke karakterisere området som strykstrekning.

Hele sone 5 har vekselvis små stryk med grovt substrat, men også lengere partier med stein, sand og grus særlig i bukter som går bort fra veien. Mange av disse områdene er svært gode habitater for muslinger..

2.7 Sone VI fra bru ved Solbakken, via Hylkjestemma til utløp i fjorden

De første 20-30 m nedenfor broen er elva hurtigrennende og bunnen består hovedsaklig av stein med ulike størrelse. Lenger nede er elva dypere og bunnssubstratet består av fin sand med innslag av noe grøvre sand og grus. Nederst går substratet over i mudder. I den sakterennende delen med fint substrat er det mye siv/gress som henger ut i elva. Bunnforholdene burde imidlertid være gode for musling på de øvre strekningene.

Kort overfor utløpet i Hylkjevågen ligger Hylkjestemma, en dam anlagt på 1800-tallet for å sikre vann til drift av mølle og senere et ullspinneri. Demningen er i dag et kulturminne som er i dårlig forfatning. Lokalkjente har fortalt at ved dugnadsarbeid på dammen for en del år siden fant de mange tomme skall etter døde muslinger. Disse var trolig skylt ned fra områder lengre oppe i elva.

Hylkjestemma fungerer som et sedimentasjonsbasseng for partikler transportert med elva, og vi fant største dyp til 4,2 - 4,9 m avhengig av vannstanden. Dette tyder på at det er akkumulert mye slam i dammen, og den har trolig vært dypere da den ble anlagt. En del avfall ligger slengt i det tette krattet ved østbredden like nedenfor bebyggelsen, og trolig har en del også havnet i dammen.



BILDE 7: Hylkjestemma sett fra nordenden. 6.11.03. Foto: A. Hobæk.

Hylkjestemma hindrer oppgang av fisk fra sjøen, mens det i eldre tid skal ha gått sjøaure helt opp til Haukås. Fra dammen går en strykstrekning på ca. 200 m til sjøen, og elva går her stort sett i raskere stryk. Bunnssubstratet er ganske grovt og lite egnet for elvemusling. Det ble ikke funnet muslinger her i 2002, og sonen ble ikke undersøkt nærmere i 2003. Langs elva ligger gamle rustne jernrør som tidligere har ført vann fra dammen til ullspinneriet.

3. Materiale og metoder

Undersøkelsene ble lagt opp til å følge anbefalinger gitt i Larsen & Hartvigsen (1999) og Larsen m. fl. (2000), som også er grunnlag for den nasjonale overvåkingen av elvemusling. Dette omfatter populasjonsundersøkelse av musling, registrering av omgivelsesfaktorer, og undersøkelser av ungfisk for å registrere muslinglarver på gjellene. Elektrofisket gir også et bilde av tetthet og aldersfordeling av aurebestanden i elva. Resultatene fra 2002 tydet på en svært liten og sårbar muslingbestand. Derfor ble alt feltarbeid utført så varsomt som mulig for å unngå å gjøre skade på muslinger. Elektrofiske ble begrenset til et minimum. Ingen muslinger ble samlet inn som referansemateriale, og vi åpnet heller ingen muslinger for å registrere om de reproduserte.

Vi har også benyttet oss av resultater fra tidligere undersøkelser. Når det gjelder selve elvemuslingen gjorde Bjordal (2002) en inventering i hele vassdraget, og påviste total 271 individer og samlet inn 29 tomme skjell. Vannkjemiske forhold er tidligere undersøkt i sommersesongene 1994 og i 2000 innenfor et overvåkingsprogram for Bergen kommune (Bjørklund 1994; Bjørklund & Brekke 2001). Miljøgifter ble i 1998 analysert i avrenning fra anleggsområdet Ovn og i sediment fra et tjern like nedenfor (Hobæk 1998a). Tjernet er en avsnørt del av Kipevatnet.

3.1 Bestandsundersøkelser

Metodikken anbefalt av Larsen & Hartvigsen (1999) er basert på telling av muslinger enten i transekter på tvers av elva eller i utlagte ruter. I begge tilfeller utføres tellinger ved å dele elva inn i avsnitt, og legge ut et antall stasjoner i hvert avsnitt. I Haukåselva er arealet av elvebunn så lite at vi fant det mer hensiktsmessig å telle alle observerbare muslinger i hele elvestrengen (unntatt den nederste delen). På denne måten fikk vi også oversikt over bunn- og strømforhold i alle aktuelle deler av vassdraget.

Observasjonsforholdene med vannkikkert avhenger av vannføring, hvor dyp elva er, lysforhold og vannets klarhet. Forholdene var noe variable under befaringene. Deler av befaringene ble gjort i mai under gode forhold, mens ved de siste befaringer i november var lysforholdene dårlige. Bare i enkelte høler var dypet stort nok til å skape problemer med å se bunnen klart. Imidlertid gir både overhengende vegetasjon og vannplanter skygge og vanskeligheter med å se tydelig. Det er derfor klart at tellingene bare gir et minimumsestimert.

Enkelte steder der substratet syntes velegnet grov vi forsiktig for å se etter mindre muslinger som lever nedgravd. Dette ble gjort med en liten hagespade eller med hendene over små felt (ca 20 x 20 cm) til et dyp på 5-10 cm i substratet.

For å kunne måle muslinger og derved få et bilde av aldersstruktur i bestanden tok vi forsiktig opp vel 50 muslinger fordelt over Sone II, III og IV. Disse ble målt vha. skyvelær (lengde, bredde og høyde) til nærmeste mm. Muslingene ble også veid til nærmeste 0,1 g (våtvekt, dvs. at noe vann i muslingen kappehule er inkludert). Alle muslinger vi tok opp av elva ble satt forsiktig tilbake i substratet. Innen det nasjonale overvåkingsprogrammet er det anbefalt å samle inn et mindre antall individer for analyser av bl.a. miljøgifter, men vi har altså ikke fjernet noen levende muslinger fra elva. Derimot samlet vi inn alle tomme skall etter døde muslinger. Disse ble lengdemålt som levende muslinger.

3.2 Muslingenes habitat

Det mest av Haukåselva ble vasset med vadestøvler og elvebunnen undersøkt med vannkikkert. Sone VI (den nederste delen mot Hylkjestemma samt elva nedenfor denne) ble ikke undersøkt like intenst,

fordi elva her renner i raske stryk som ikke gir egnet substrat for muslinger. Resultatene fra 2002 viste heller ingen muslinger i dette området. Øverst i vassdraget undersøkte vi elveløpet mellom Kipevatn og Kråvatn, dvs. ovenfor området som tidligere er undersøkt. Vi undersøkte også slakere deler av bekken fra Almås.

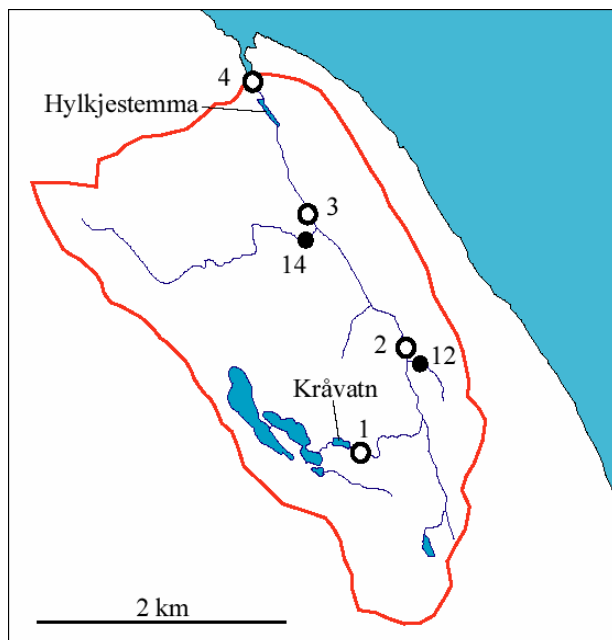
Strømforhold, bunns substrat og dyp ble vurdert med tanke på habitat for elvemusling og gytesubstrat for fisk. Vi registrerte også forhold som kan tenkes å påvirke miljøforholdene for fisk og musling, som overvannsledninger, andre tilførselsrør, inngrep og tydelige tilførsler av partikler.

Fiske med elektrisk fiskeapparat ble utført 15.5.2003. Det viste seg da at det ikke fantes clochidier på fiskegjellene på dette tidspunktet. Det var imidlertid umulig å fastslå om dette skyldtes at larvene hadde sluppet seg av gjellene, eller om muslingene ikke produserte larver. Vi besluttet derfor å fiske om igjen sent på høsten etter et eventuelt nytt påslag av larver på sensommeren. Praktiske problemer og lange perioder med høy vannføring gjorde at dette fisket ikke lot seg gjennomføre før 16. januar 2004.

Elektrofiske i mai ble utført i sonene II, III og V. I januar ble innsatsen konsentrert i sone II og III. Innfanget fisk ble målt, og det ble tatt gjelleprøver for telling av clochidier. Fisk eldre enn en vinter fanget i mai ble også aldersbestemt vha. otolitter (øresteinene).

3.3 Vanmiljø

Ved ulike tidspunkt ble det tatt vannprøver på fire faste stasjoner i vassdraget (Figur 2). Ved enkelte tidspunkt ble det også tatt prøver av sidebekker. Vannprøvene ble analysert ved NIVAs laboratorium i Oslo. Analysene omfattet næringssalter og generelle vannkvalitetsparametre. Ved to tidspunkt ble det i tillegg analysert flere parametre for å vurdere forurensningsstatus.



Figur 2. Stasjoner for overvåking av vannkvalitet i Haukåsvassdraget 2003. Stasjonene 1-4 i hovedelva ble prøvetatt 6 ganger, mens stasjonene 12 og 14 i sidebekker ble prøvetatt 2-3 ganger.

I vassdraget opptrer med uregelmessige mellomrom kortvarige pulser med partikler som grumser elvevannet tydelig. Vi lyktes ikke å få tatt prøver av en slik episode, selv om vi hadde avtalt varsling lokalt. Bare i ett tilfelle forekom en liten puls mens vi var ute, og det lyktes å påvise kilden til

partikkelforurensning denne dagen. Denne episoden var meget kortvarig, men lokalbefolkningen har beskrevet at langt mer omfattende episoder opptrer. Elva går da grå og grumsete helt ned til sjøen.

4. desember 2003 ble det tatt sedimentprøver fra Hylkjestemma nederst i vassdraget og fra Kråvatnet der hovedelva starter. Prøvene ble hentet opp fra det dypeste området vi fant i begge vann. For Hylkjestemma var dette 4,9 m, og i Kråvatnet 9,5 m. I begge var vannstanden høyere enn normalt, etter en periode med regn.

Prøvene ble tatt med en rørhenter med diameter 8 cm, som senkes mot bunnen og presses ned i sedimentet av sin egen tyngde. Vi fikk da opp sedimentpropper av 25 – 35 cm lengde, med det yngste materialet øverst og eldre materiale lengre ned i proppen. Vann over sediment i røret ble tappet forsiktig av, og et 1,5 cm tykt sjikt av det øverste sedimentet snittet av og overført til et forhåndsbehandlet prøveglass. Vi tok også et tilsvarende snitt fra den dypere og eldre del av sedimentetproppen (25 cm i Hylkjestemma, og 31 cm i Kråvatn), for å se etter endringer over tid.

Av utseende var sediment fra begge lokaliteter fullstendig dominert av organisk materiale, og det var ingen synlige fargeendringer eller tegn til sand/leire-partikler.

Sedimentprøvene ble analysert for innhold av miljøgifter ved NIVAs laboratorium. Dette omfattet en rekke metaller, foruten polyklorerte bifenyler (PCB) og polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Prøvene fra Hylkjestemma ble også analysert for en rekke andre klororganiske stoffer, bl.a. plantevernmidlet lindan og nedbrytingsprodukter av DDT (diklordifenyltrikloretan). Prøvene ble også analysert for mengde tørrstoff og glødetap (et uttrykk for andel organisk materiale).

4. Resultater

4.1 Muslingbestanden med kommentarer til forekomstene

Tabell 1 viser hvor vi har registrert muslinger, 319 levende og 53 tomme skall. Forekomstene er svært forskjellige i de ulike sonene. Dette gjenspeiler hvor levevilkårene er "gode", men også hvor bestanden har blitt påført store og dødelige skader. Fra gammelt av må vi regne med at muslingene var utbredt i alle sonene og at habitatets egnethet bestemte antall muslinger i de ulike sonene. Det er vanskelig å ha noen klar formening om tettheten av muslinger i den tiden det ble lett etter perler, men det ville utvilsomt ha blitt registrert muslinger i tusentall etter den metoden som vi har brukt. Det som nå er registrert utgjør derfor en svært liten del av mengdene som har vært opprinnelig og er ikke mer enn det som kan observeres på 1 m² i lokaliteter med gode bestander.

Tabell 1. Registrerte levende og tomme skall i de ulike sonene av Haukåsvassdraget.

Sone	Lengde (m)	Levende muslinger	Tomme skall 2003	Tomme skall 2002
I	650	0	1	1
II	450	78	14	23
III	620	164	7	2
IV	810	71	2	3
V	530	6*	0	0
VI	800	-	-	0
Totalt	3860	319	24	29

* tall fra 2002.

Sone I

I 2002 ble det påvist ett levende og ett tomt skall i sone I. I 2003 ble det bare registrert ett nytt tomt skall. Denne strekningen av elva hadde opprinnelig trolig få gode områder for musling, se områdebeskrivelse. Disse områdene er i dag ubrukelige grunnet endringer påført av menneskelig aktivitet. Det var derfor heller ikke forventet å finne mange muslinger i denne sonen. Konklusjonen blir imidlertid at de leveområdene som opprinnelig var gode har blitt ødelagt og at muslingbestanden nå oppfattes som tapt i denne sonen.

Sone II

Denne strekningen fremstår som den mest uberørte og naturlige del av Haukåselva. Stort sett hele strekningen har bunnsstrat som egner seg som habitat for musling. Totalt ble det påvist 78 levende muslinger i 2003, mens det ble tatt opp 23 og 14 tomme skall henholdsvis i 2002 og 2003. Det mest positive for denne strekningen er registreringer av unge individer. Både i 2002 og 2003 ble det funnet en musling tilhørende det nedgravde stadiet (24 og 32 mm lange). Vi har også opplysning om at en skoleklasse har funnet et slikt individ i 2003. Det er således til sammen påvist 3 helt unge individer i Sone II i tillegg til de "gamle" individene. Siden de helt unge individene lever nedgravd i substratet, er de svært vanskelig å oppdage, spesielt dersom bestanden er liten. Det er derfor sannsynlig at det finnes et langt høyere antall unge individer. Resultatet viser imidlertid ingen unge individer tilhørende stadiet "juvenile over substratet". Fraværet av denne aldersklassen kan skyldes at de er mer følsomme enn kjønnsmodne individer og dør under de rådende forhold. En annen mulighet er at betingelsene for de yngste muslingene har bedret seg de siste årene og at "juvenile over substratet" kan forventes i nær framtid.



*BILDE 8: En 24 mm lang musling fra sone II.
Foto G.G. Raddum.*

Sone III

Hovedmengden av muslinger i Haukåselva er funnet i Sone III med 164 levende skjell. Det ble funnet 2 og 7 tomme skall henholdsvis i 2002 og 2003. Alle individene var "gamle" og de er klumpvis utbredt på strekningen. Den største ansamlingen var 43 individer innenfor et areal $< 1 \text{ m}^2$. En annen lignende ansamling besto av 25 individer. Ellers var det mellom 4 – 10 individer som oftest var samlet. Det er derfor lange strekninger som ikke har muslinger selv om substratet tilsynelatende var meget godt. Som tidligere nevnt har denne strekningen mye vegetasjon som henger ut i elva. Overhengende torver fra bredden har en del steder falt ut i elva. I tillegg er det stor tilførsel av sand og grus. Dette kan skape raske endringer i bunnforholdene som kan være skadelige spesielt for yngre stadier. Den påviste restbestanden av muslinger oppholder seg trolig på de mest stabile områdene forskånet for sedimentering.

Sone IV

Det ble påvist 71 muslinger i den øvre delen av Sone IV langs hovedvegen, nærmere bestemt ovenfor en dreneringsgrøft på tvers av Haukåsmynen. Nedenfor innløpet av denne grøften fant vi ikke muslinger. Sone IV har mange strekninger som substratmessig egner meget godt for muslinger. Det er verdt å merke seg at mange av disse gode områdene ligger nedenfor nevnte grøft. De registrerte skjellene var alle "gamle".

Sone V

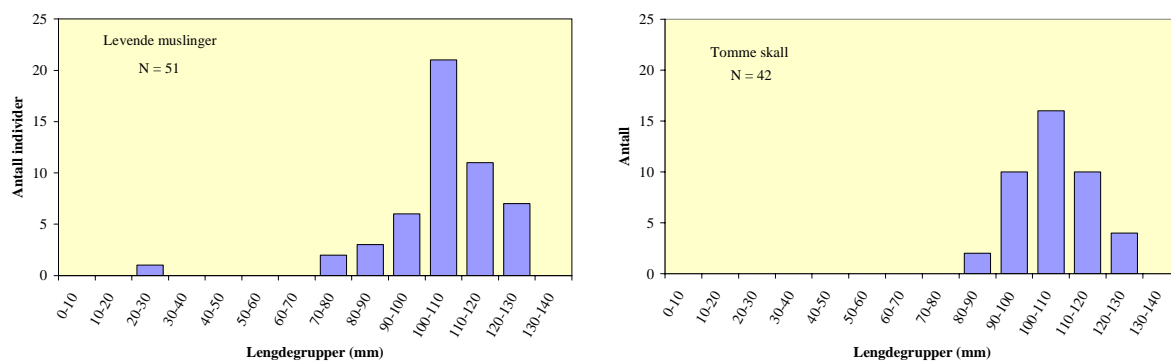
Det ble ikke sett noen muslinger i Sone V i 2003. I 2002 ble det funnet 6 individer i denne sonen nedenfor Almås bru. Observasjonsforholdene på denne strekningen var i 2003 vanskelige, så flere muslinger kan her være oversett. Imidlertid vurderes strekningen i praksis som utdødd. Kortere områder syntes å være ideelle for musling og ligner de beste områdene i Sone II. Det var derfor store forhåpninger til disse strekningene. Det negative resultatet tyder på at livsbetingelsene for muslingen nedover i vassdraget er, eller i perioder har vært, så dårlige at bestanden har utdødd.

Sone VI

I den nederste sonen ble det ikke funnet levende eller rester av muslinger hverken i 2002 eller 2003. I forbindelse med dugnad på demningen for en god del år siden ble det funnet mange tomme skall, som må antas å ha blitt skylt ned fra elva ovenfor.

4.1.1 Hva forteller registreringene

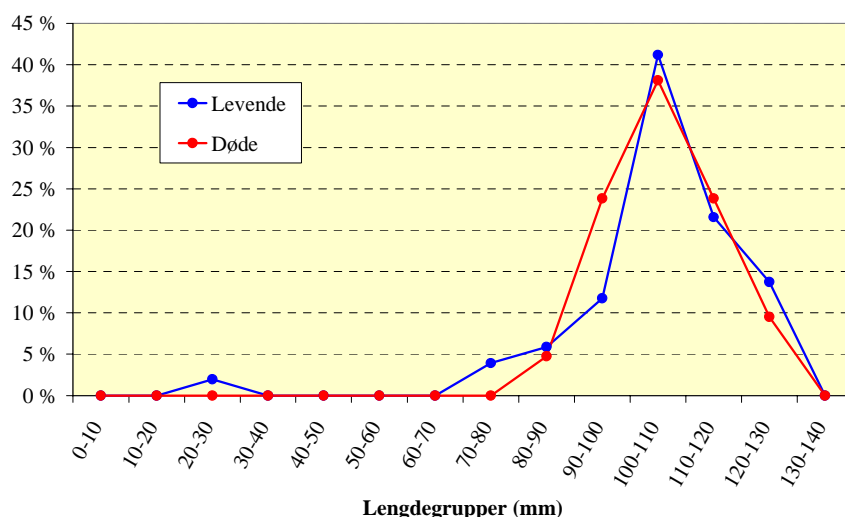
Medregnet de 6 individer i Sone V som bare ble observert i 2002 får vi et minimumsestimat på 319 muslinger. Hvis vi antar at vi med denne observasjonsteknikken overser 20 % av bestanden av muslinger som står opp av bunns substratet (Bergengren 2000) kan vi anslå ca. 400 muslinger i elva. For de yngre muslingene som lever nede i substratet kan det ikke gis noe anslag, til det har vi for få observasjoner.



Figur 3. Lengdefordeling av levende muslinger (til venstre) og tomme skall etter døde dyr (til høyre). For levende dyr er alle mål fra 2003, mens for tomme skall er målinger fra både 2002 og 2003 tatt med (21 målinger hvert år). Lengdegruppene er 10 mm intervaller angitt med øvre grense, slik at gruppen på 110 mm omfatter muslinger fra 100-109 mm.

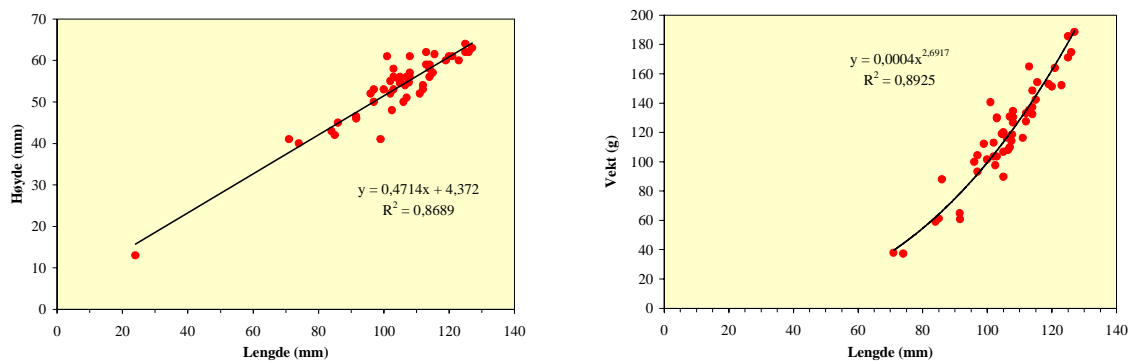
Elvestrekningen i sonene II-V representerer et areal på anslagsvis 5370 m². Vi får da en midlere tetthet på 0,059 muslinger/m². På kortere strekninger over 10-20 m kunne tettheten være høyere (rundt 0,20 ind/m²), og innenfor mindre felt mye høyere.

Muslingenes lengdefordeling er vist i Figur 3, sammen med lengder av tomme skall etter døde dyr. Lengdefordelingen viser en typisk forgubbet bestand bestående av dyr med skallengder >70 mm. De fleste var mer enn 100 mm, og største individ var 127 mm. Disse store muslingene kan være svært gamle. Minste registrerte musling var 24 mm lang, og ble funnet ved graving i elvegrusen. Av målbare tomme skall fant vi ingen under 80 mm. Skall større enn dette viste imidlertid en lengdefordeling ganske lik den hos levende muslinger (Figur 4). Dødeligheten i bestanden skyldes derfor ikke bare aldring, men synes å ramme alle aldersgrupper likt innen de voksne muslingene. Dette tyder sterkt på at ytre påvirkninger skader hele den kjønnsmodne bestanden og fører til overdødelighet. Disse forholdene kan som nevnt og forklare hvorfor det ikke er påvist skjell i lengdegruppene mellom 30 – 70 mm, siden juvenile individer er mest følsomme for ytre påvirkninger på miljøet.



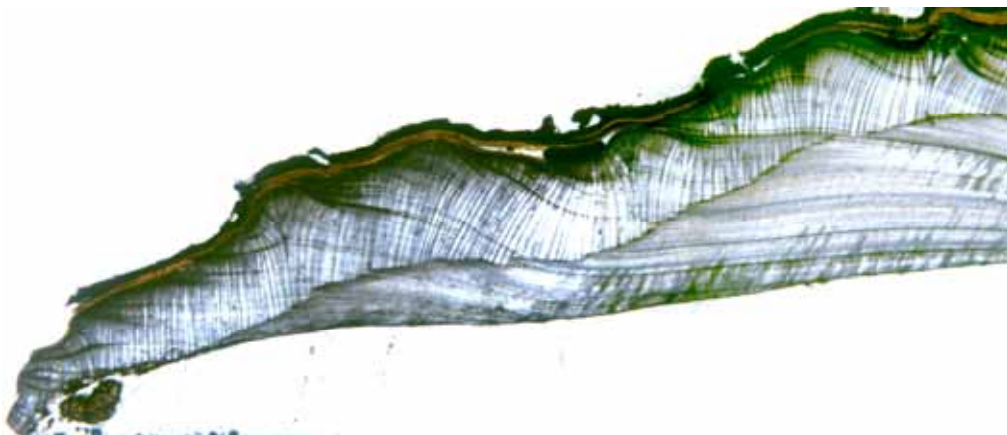
Figur 4. Sammenligning av størrelsesfordeling av levende og døde skjell.

Størrelsesgruppene av levende skjell forteller også noe om når rekrutteringssvikten startet. I en normal bestand vil det være flere unge individer enn gamle. I Haukåselva er det derimot flest individer i lengdegruppen 100-110 mm. Antallet innen større lengdegrupper avtar som forventet. Det lave antallet innen mindre størrelsesgrupper viser rekrutteringssvikt. I perioden hvor lengdegruppen 90-100 mm ble født var rekrutteringen sterkt skadet. Skaden økte i etterfølgende år og var total for aldersgruppene som skulle ha utgjort bestanden av individer mellom 30 og 70 mm. Registreringen av unge individer i Sone II viser at den lille restbestanden av kjønnsmodne individer som fortsatt er til stede, er i stand til å reproducere. Den kjønnsmodne bestanden må ha vært mye større da rekrutteringen sviktet. Dette kan tyde på at livsbetingelsene for muslingen var dårligere da svikten oppsto og at betingelsene har bedret seg de siste årene.



Figur 5. Størrelser av levende muslinger i Haukåselva 2003. Til venstre forholdet mellom skallens lengde og høyde (51 muslinger). Til høyre forholdet mellom skallengde og vekt (50 muslinger).

Generelt vet vi at levetiden avtar på sørlige breddegrader av Europa og øker i nordlige strøk. Veksten er raskest etter at muslingen har kommet opp fra substratet frem til kjønnsmoden alder som vanligvis er mellom 20 og 30 år. Deretter avtar lengdevæksten. Vekt økningen er derimot mer jevn, men varierer avhengig av vannkvalitet, temperatur, næringsforhold etc. Forholdet mellom vekt og lengde for muslingene i Haukåsvassdraget er vist i Figur 5. Av figuren går det fram at spredningen i vekt er relativt større enn spredningen i lengdegrupper. De aller fleste individene veide > 90 g. Disse besto i hovedsak av lengdegrupper ≥ 100 mm. To og fire individer veide henholdsvis ca. 40 og 60 g.



BILDE 8: Snitt gjennom den ytterste (yngste) del av et 110 mm langt muslingskall fra sone II. Ytterkanten (til venstre) er noe avslitt. Skallet består av tre lag (ytterst et tynt organisk lag kalt periostracum, i midten prismelaget og innerst perlemorlaget). Vekst-sonene går gjennom de to indre lagene. Vintersoner ses som tynnere og mørkere lag. Preparat og mikrofoto: G.G. Raddum og A. Hobæk.

Fra sone II valgte vi ut et tomt muslingskall som syntes å være ganske ferskt (tykt skall og ikke sprukket opp) til et forsøk på aldersbestemmelse (Bilde 8). Skallet ble innstøpt i epoxy og snittet (0,7 mm) på tvers av vekstsonene fra umbo-området (larveskallet) til ytterkanten. Snittet ble undersøkt i mikroskop ved 40 x forstørrelse, og antall vintersoner talt. Skallet var 110 mm langt, og vi anslo alderen til 81 ± 7 år. En del av det ytre skallet i den eldste sonen var avslitt (dette er vanlig hos elvemusling) og det var derfor vanskelig å telle vekstsonene her. Ugunstige perioder om sommeren kan også føre til vekstagnasjon og tettere lag som kan ligne vintersoner.

Ut fra lengdevekst pr. år og vektøkning pr. år har vi vurdert alderen på muslingene basert på opplysninger i litteraturen foruten aldersbestemmelsen beskrevet over. Individene med vekt ca. 100 g i lengdegruppe 100 mm tror vi vil være mellom 60-80 år. I så fall begynte den store svikten i reproduksjonen i tidsrommet 1930-1940. De to små individene rundt 70 mm vil etter tilsvarende vurdering være mellom 30 og 40 år. Dette betyr at rekrutteringen opphørte helt rundt i perioden 1960-1970. Det ser derfor ut til at muslingene ikke har hatt vellykket rekruttering de siste 30-40 årene, men registreringer av ganske unge individer i 2002-2003 kan tyde på at forholdene har bedret seg i Sone II.

Vi fant 24 tomme skall i 2003, mens Bjordal (2002) plukket 29 skall året før. En del av skallene vi fant så ut til å ha ligget en stund i elva. De hadde relativt tynt skall som ofte var sprukket opp. Andre skall virket imidlertid ganske ferske. De var tykkere og tyngre, og i noen av dem var det rester av dyrets kappe. Disse skallene antas å ha dødd etter undersøkelsene i 2002. Vi fant også døde skall som så ut til å stå i posisjon på elvebunnen, og disse kunne lett vært tatt for levende dyr om man ikke så nøye etter.

4.1.2 Vurdering av verneverdi

Siden elvemuslingen er truet og vernet er alle bestander i prinsippet verneverdige. Det er likevel behov for å kategorisere bestander med hensyn på verneverdi nasjonalt og regionalt. Larsen & Hartvigsen (1999) har tilpasset et svensk vurderingssystem for verneverdi av bestander av elvemusling. Dette baserer seg på 6 kriterier, som hver skåres på en skala fra 1 til 6 poeng. Verneverdi vurderes i tre klasser fra I "Verneverdig" (6 - 7 poeng) til III "Meget høy verneverdi" (18-36 poeng). Resultatet for Haukåselva blir som følger:

Kriterium	Observert	Poeng
Populasjonsstørrelse	ca. 400	1
Middel tetthet(ind/m ²)	0,059	1
Utbredelse (km)	2,4	2
Minste musling funnet (mm)	24	4
Andel muslinger < 2 cm (%)	0	1
Andel muslinger < 5 cm. (%)	2	1
Sum poeng		10

Etter dette skjemaet skårer bestanden i Haukåsvassdraget 10 poeng. Bestanden i Haukås-vassdraget faller dermed i klasse II "Høy verneverdi".

En bestands verneverdi avhenger også av geografisk perspektiv. Lokalt sett har Haukåsvassdraget den eneste kjente bestand innen Bergen kommune. I Bergens omland kjenner vi tre bestander til (i Mjåtveitelva i Meland, i Loneelva på Osterøy og i Oselva i Os). Bestanden i Mjåtveitelva er ikke grundig undersøkt, men oppgis å bestå bare av gamle muslinger (Hegland 2002). Vassdraget er mer eutrofiert enn Haukåsvassdraget (Johnsen m.fl. 2002). I Loneelva er bestanden nær utryddelse i hovedelva, men en livskraftig restbestand finnes i en sidebekk (Raddum 2000). I Oselva er det fortsatt områder med en god del muslinger, men den er borte eller sterkt desimert i andre deler av elva der den tidligere sto tett (Myking 1994). Innen Bergens omegn har etter alt å dømme bestanden i Oselva

høyest verneverdi fordi den er størst. Bestanden i Haukåselva har først og fremst stor lokal interesse, kanskje spesielt i kulturhistorisk sammenheng med dokumentasjon tilbake til slutten av 1600-tallet (Herfindal Johannessen 2003).

4.2 Elvemuslingens habitat i Haukåselva

Her diskuteres kort strøm, dybde og substrat i forhold til elvemuslingenes miljøkrav sone for sone.

Ovenfor Sone I

En liten elvestubb renner mellom Kipevatn og Kråvatn. Det er nesten ikke høydeforskjell mellom vannene, og strømmen er langsam. Elva er dyp nok, men substratet er finkornet sand og mudder. Ingen muslinger ble observert, og elva vurderes som lite egnet i dag. Det kan likevel tenkes at muslinger har levd her før i tiden, da vassdraget var mindre næringsrikt og partikkelbelastningen mindre.

Sone I

I den øverste delen av denne sonen renner elva ganske langsomt. Elveløpet er ganske dypt (0,5-1 m). Under store avsetninger av mudder ligger elvegrus som tidligere antas å ha vært godt substrat for muslinger, men området er i dag knapt levelig for dem. Det vokser ganske tett med vannplanter på mudderbankene. Flekkvis finnes det enda små områder med eksponert elvegrus.

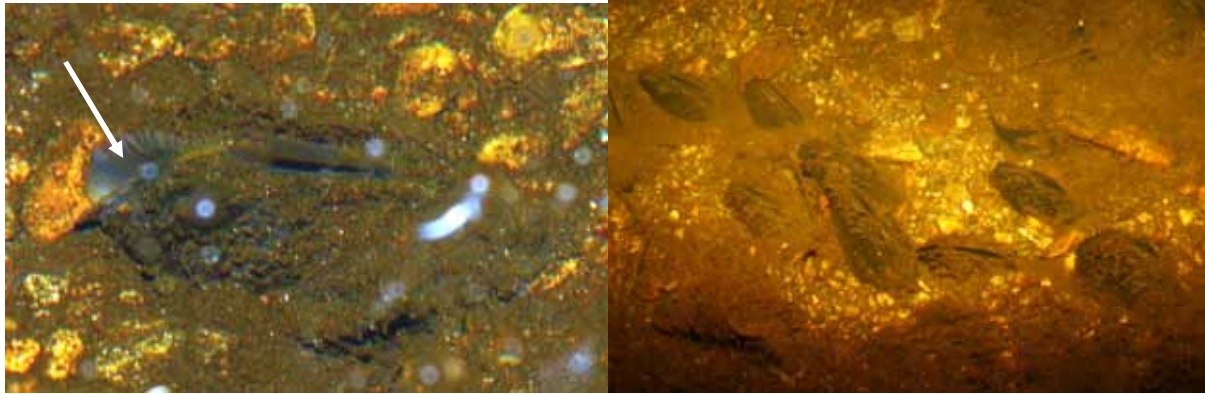
Fra broen ved Nordre Brurås er elveløpet endret ved utsprengninger i forbindelse med senkning av innsjøene. Herfra veksler elvebunnen mellom fast fjell og grov stein, men innimellom finner vi naturlige holer med grus. På grunnere partier danner elva raskere stryk, og det er generelt raskere strøm. Dette er mest markert på det nederste strekket mot campingplassen. I denne delen av sonen har det neppe vært mange muslinger noen gang. Elveløpet er steinsatt, men ser ut til å følge sitt naturlige løp til campingplassen, hvor elva tas inn i kanal og ca. 100 m betongrør under denne.

Sone II

Like nedenfor campingplassen kommer det inn en sidebekk fra den sørligste delen av nedbørfleitet. Like ovenfor samløpet med hovedelva går denne bekken nærmest i en grøft. Vi fant ikke noe muslingehabitat i bekken. Hovedelva i sone II følger sitt naturlige løp, med vekslende strøk og stillere partier. Her er fine strekk med god strøm og godt substrat. Enkelte steder i elvesvingene hvor løsmateriale har leiret seg vokser en del vannplanter, og på steder med grovere stein og raskere strøm er det ganske tette partier med mose. Det var ellers ikke påfallende mye påvekst, kanskje pga. dårlige lysforhold. Her er tett kratt og ganske grov og mørk granskog. Elva har gravet seg inn i breddene under større trær, og i skyggen under disse der strømmen er sterkest og vannet er dypt nok står det flere steder ganske tett med muslinger. På strykene er elva grunn ved lav vannføring, og muslinger her er utsatt for frostfare. Nederst mot Travparkvegen blir elva dypere og strømmen svakere, men her er fin grus og gode forhold for muslinger. Under Travparkvegen går elva i rør.

Sone III

Nedenfor Travparkvegen flater elva litt ut, men her er fortsatt et slakt fall og god strøm ned mot Breisteinsvegen. Elveløpet er trolig naturlig, med godt substrat for muslinger. Elvebreddene er bratte torvkanter. Her munner bekken fra Travparken ut. Elva går under bro ved Breisteinsvegen, og renner ut på Haukåsmynen. Her er strømmen litt svakere, og elvegrusen tildekket med slam mange steder. Dette er trolig ganske ustabil, og transporten av slam skaper problem for muslingene, og disse står gjerne samlet der strømmen er sterkt nok til å holde substratet rent. Vannplanter vokser i mange av mudderbankene og bidrar til at substratet blir permanent uegnet for muslingene. Fra et stykke ut på myren er elva ført i kunstig løp skrått over mot Breisteinsvegen. Partiet her har mye av det samme substratet og de samme bratte elvebreddene, men mangler svinger i elveløpet og variasjonen disse skaper.



BILDE 9. Slam er et problem for muslingene. Individet på bildet til venstre er nesten dekket og knapt synlig (pilen peker på dyrets bakre åpning), mens gruppen på bildet til høyre står på en gunstig flekk med ren elvegrus omgitt av slam. Foto: Ingvar Grastveit.

Sone IV

Den øvre del av denne sonen går i kunstig løp kloss i Steinestøvegen (E39). Her er ingen kurver, og vannstrømmen hindres bare av enkelte større stein, greiner og ting som bilhjul og annet søppel. Kortere strekninger synes å ha litt mer fall enn andre, for strømmen går litt raskere her. Breddene er bratte, og steinsatt mot veien. Substratet er variabelt, med brukbare partier innimellom grovere stein. Også her finner vi utfalne torvstykker og en god del vannplanter i elveleiet.

Ved nordenden av Haukåsmynen går elva over i et naturlig løp med elvesvinger, og avstanden til veien er større. Her er det partier av elva med godt substrat og passe strøm, særlig inne i skogholtene. Videre nedover mot Jonsterhaugskiftet går elva etterhvert raskere. Her er substratet noe grovere, og på større stein vokser det mye mose.

Sone V

Ved utløpet av Almåsbekken går hovedelva i stryk, men et stykke nedenfor flater den litt ut. Substratet veksler en del mellom stein og sand/grus. Strømmen er god og elva er passe dyp, men det er også en del vegetasjon. Her er mange områder som burde være gode muslinghabitater. Like oppstrøms bro ved Solbakken er det anlagt en liten demning. Bak denne har vi igjen sedimentasjon av partikler, og terskelen kan være et hinder for mindre fisk.

Sone VI

I denne sonen er substratet stort sett uegnet for muslinger.

4.3 Fisk og muslinglarver

4.3.1 Elektrofiske mai 2003

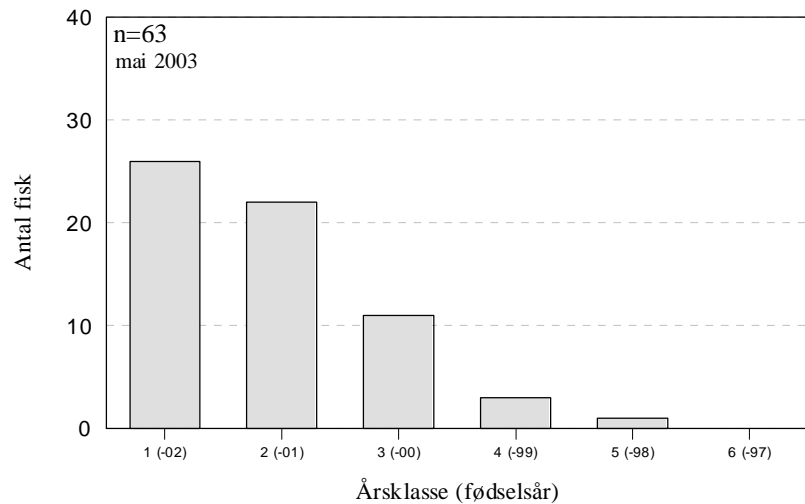
Elvetemperaturen var mellom 8,7 og 9,1 °C da elva ble elektrofisket 15. mai 2003. Vi fisket på strekninger der Bergen kommune (Bjordal 2002) hadde påvist muslinger i sone II, III og V. Strekningene ble bare overfisket én gang.

Det ble samlet inn 72 aure, og 63 av disse ble aldersbestemt og var fra ett til fem år gamle (Figur 6). Ettåringene var 86 mm lange, toåringene var 128 mm lange, og treåringene var 149 mm lange i gjennomsnitt (Tabell 2). Den største ettåringen var 103 mm lang og den minste toåringen var 117 mm lang. Det var dermed ikke overlapp i størrelse mellom ettåringer og toåringer. For eldre årsklasser av aure var det overlapp i lengdene. 31 av aurene eldre enn årsyngel ble kjønnsbestemt. Av disse var det

14 hanner og 17 hunner, alle var umodne. Ved undersøkelser av gjellene til alle fiskene ble det ikke funnet noen glochidier. Tetthet av aure er anslått etter én gangs overfiske til ca. 10 fisk per 100 m².

Tabell 2. Alder, lengde og antall fisk fanget ved elektrofiske i Sone II, III og V i Haukåselva 15. mai 2003.

Alder	Middel lengde (mm)	min – maks (mm)	Antall
1	85,7	68 - 103	26
2	128,1	117 – 140	22
3	148,7	135 – 166	11
4	182,0	166 - 203	3
5	182,0	182 - 182	1



Figur 6. Aldersfordeling av aure fanget i Haukåselva i mai 2003.

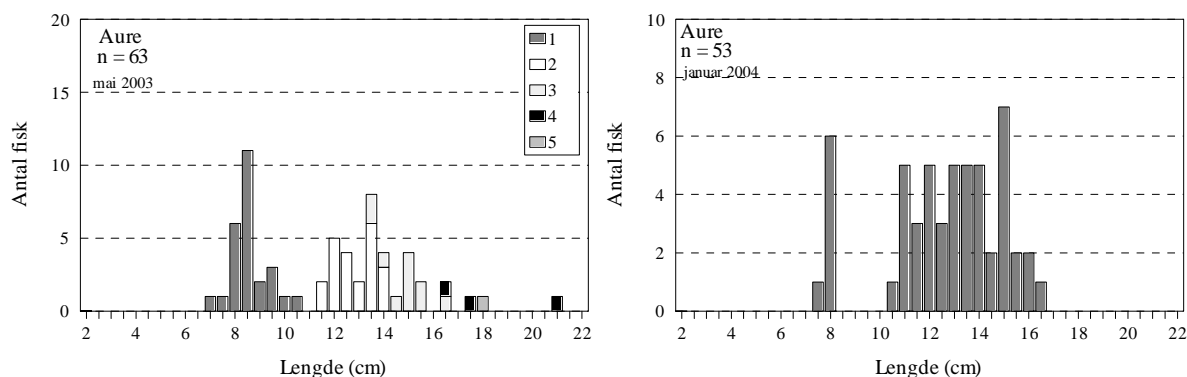
4.3.2 Elektrofiske januar 2004

Elvetemperaturen var nær 0 °C ved elektrofisket i januar. Innsatsen ble da konsentrert om strekninger i Sone II og III, også denne gangen med bare én gangs overfiske. Det ble fanget 56 aure, 31 i Sone III på Haukåsmynen og 22 på en strekning ovenfor bro over Travparkvegen (Sone II). Fiskene ble lengdemålt, og størrelsesfordelingen indikerer at de var fra ett til tre år gamle. Vi fant glochidier på gjellene til 14 aure, dvs. en prevalens (andel fisk med glochidier) på 26 % (Tabell 3). Prevalensen var høyere hos årsyngel enn hos større fisk, med 57 % mot 22 %. Det var også litt høyere prevalens i Sone III enn i Sone II ovenfor, men antallet fisk var lite og forskjellen neppe statistisk signifikant. Maksimalt antall glochidier på en fisk var 20 i Sone III og 14 i Sone II. Glochidier ble talt på begge sider, og infeksjonsintensitet (antall glochidier pr. fisk) gjelder derfor for hele fisken, ikke bare gjellene på den ene siden.

Tabell 3. Mengde fisk som var infisert, prevalens, total mengde fisk, infeksjonsintensitet (gjennomsnitt og median) av glochidier på ulike aldersgrupper av aure i Sone II og III. Materialet er samlet inn 16. januar 2004.

Sone	Alders- gruppe	Antall infisert	prevalens %	totalt antall fisk	Infeksjonsintensitet	
					gj.snitt	median
II	0+	2	50	4	8	8
	>0+	2	11	18	11	11
	Totalt	4	18	22	6,8	5,5
III	0+	2	67	3	15,5	15,5
	>0+	8	29	28	3	4,5
	Totalt	10	32	31	6,7	3
Sum	0+	4	57	7	11,8	12,5
	>0+	10	22	46	4,7	2
	Totalt	14	26	53	6,7	3

Størrelsesfordeling av fisk fanget begge datoer er vist i Figur 7. Det ble fanget relativt færre årsyngel i januar 2004 enn i mai 2003. Dette kan skyldes variasjon i årsklassene, men kan også henge sammen med ulike forhold under fisket, for eksempel lav temperatur.



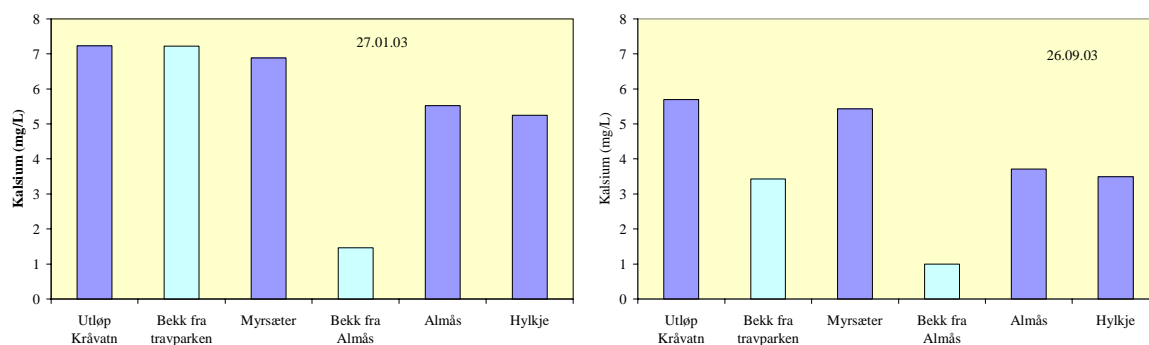
Figur 7. Størrelsesfordeling av fisk fanget i Haukåselva i mai 2003 (til venstre) og i januar 2004 (til høyre). For fisk fanget i mai er det angitt alder basert på avlesning av otolitter.

4.4 Vannmiljø

4.4.1 Vannkvalitet

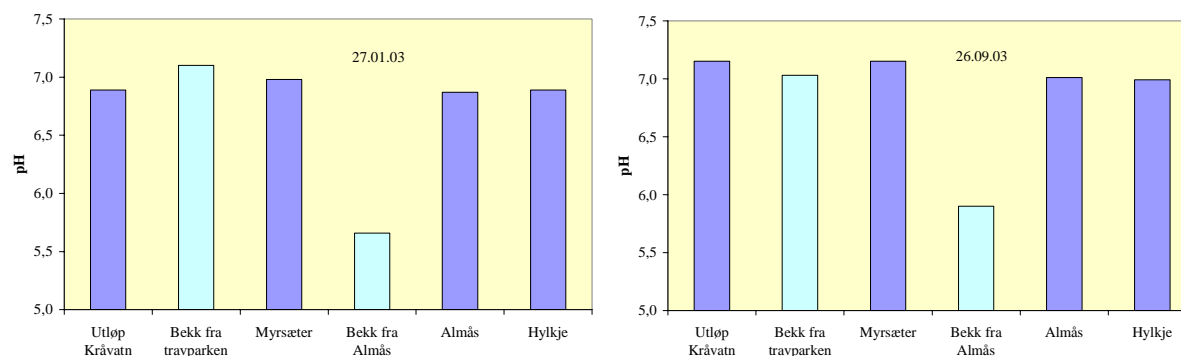
Prøvetakingen 2003 ble lagt til vår og høst, siden det fra tidligere foreligger målinger fra sommersesongene 1994 og 2000. Vi tok prøver fra fire faste stasjoner, og supplerte disse med prøver fra sidebekker ved to anledninger (Figur 2). Alle vannkjemiske måledata er samlet i Vedlegg A.

Hovedvassdraget har generelt en vannkvalitet som er ganske rik på ioner eller oppløste salter, uttrykt ved konduktivitet (elektrisk ledningsevne) rundt 10 mS/m (Vedlegg A). Sidebekken fra Almås skilte seg ut med lavere ionestyrke enn hovedvassdraget (rundt 3 mS/m), mens bekken fra travparken lå rundt 8 mS/m. Det relativt høye ioneinnholdet i vassdraget skyldes trolig marine løsavsetninger rundt Haukås. Dette er også årsaken til relativt høyt innhold av **kalsium** (Figur 8). Også her skiller Almåsbekken seg ut med lavere kalsiuminnhold.



Figur 8. Innhold av kalsium i Haukåsvassdraget 27.01.03 og 26.09.03. Stasjonene er ordnet fra øverst til nederst i vassdraget. Sidebekker er vist med lysere skravering. Prøvene fra september ble tatt under stor flom i vassdraget.

Mengden kalsium er viktig for vannets bufferevne mot **forsuring**. pH-verdier målt i vassdraget reflekterer dette (Figur 9), med markert lavere verdier i Almåsbekken. Hovedvassdraget synes å ha en god evne til å bufre forsuring, mens Almåsbekken er mer følsom.

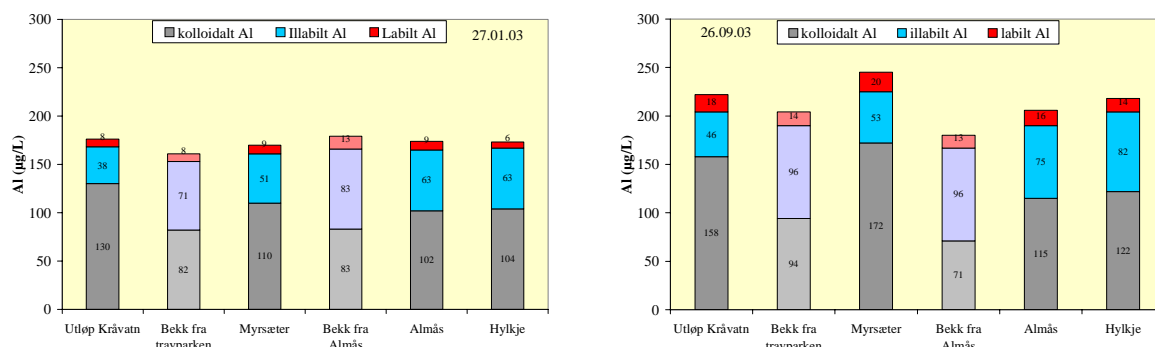


Figur 9. pH (surhetsgrad) i Haukåsvassdraget 27.01.03 og 26.09.03. Stasjonene er ordnet fra øverst til nederst i vassdraget. Sidebekker er vist med lysere skravering. Prøvene fra september ble tatt under stor flom i vassdraget.

For fisk er mengden løst **aluminium** (Al) og hvilke former dette foreligger i avgjørende for skader av forsuring. Analysene omfattet totalt, reaktivt og illabilt Al, mens labilt Al fremkommer som differensen mellom reaktivt og illabilt Al. Det er den labile fraksjonen som er akutt giftig for fisk. Mengden total aluminium målt i Haukåsvassdraget var relativt høye (161-245 $\mu\text{g/L}$; Figur 10), mens labilt aluminium viste moderate verdier mellom 6 og 20 $\mu\text{g/L}$. Reaktivt Al øker vanligvis med økende humusinnhold, og nivået i Haukåsvassdraget preges av en del humus (se nedenfor). Sidebekkene lå lavere i mengden total Al, men den reaktive fraksjonen lå høyere. Ved begge tidspunkt da disse parametrene ble målt så vi en økning av mengden reaktivt aluminium nedover i hovedvassdraget, trolig som følge av tilførsler fra sidebekkene.

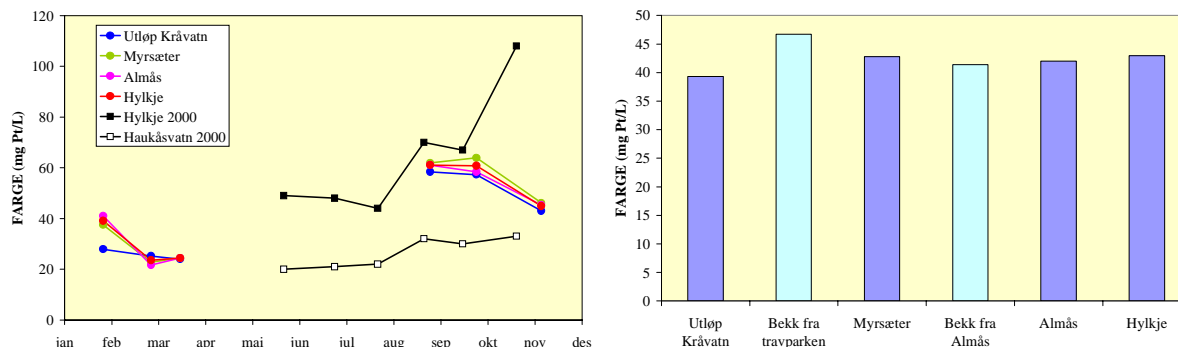
Det er vanskelig basert på disse to måleseriene å vurdere om det relativt høye nivå av totalt Al i vassdraget kan medføre noen risiko for elvemusling og fisk. Bekken fra Almås har mindre bufferevne enn hovedelva, og det kan tenkes at en del Al kan opptre som giftig (labilt) i spesielle situasjoner. Her tenkes det på perioder med stort nedfall av sjøsalter, som kan medføre sure episoder og frigjøring av giftig aluminium (Hindar m.fl. 1993). Denne muligheten kan bare vurderes basert på en lengre dataserie. Det bør likevel pekes på at fraværet av muslinger nedenfor Almåsbekkens utløp i hovedelva kan tenkes å henge sammen med sure episoder etter uvær og nedfall av sjøsalter, og dermed labil

vannkjemi. Det foreligger heller ingen detaljkunnskap om direkte aluminiumseffekter og deres eventuelle betydning for elvemusling i forsurede vassdrag.



Figur 10. Aluminiumsfraksjoner målt i Haukåsvassdraget 27.01.03 og 26.09.03. Stasjonene er ordnet fra øverst til nederst i vassdraget. Sidebekker er vist med lysere skravering. Søylen viser totalt Al, mens ulike fraksjoner er vist med ulik farge. Prøvene fra september ble tatt under stor flom i vassdraget. Summen av illabilt og labilt Al utgjør reaktivt Al, mens kolloidalt Al er differensen mellom total Al total Al og reaktivt Al.

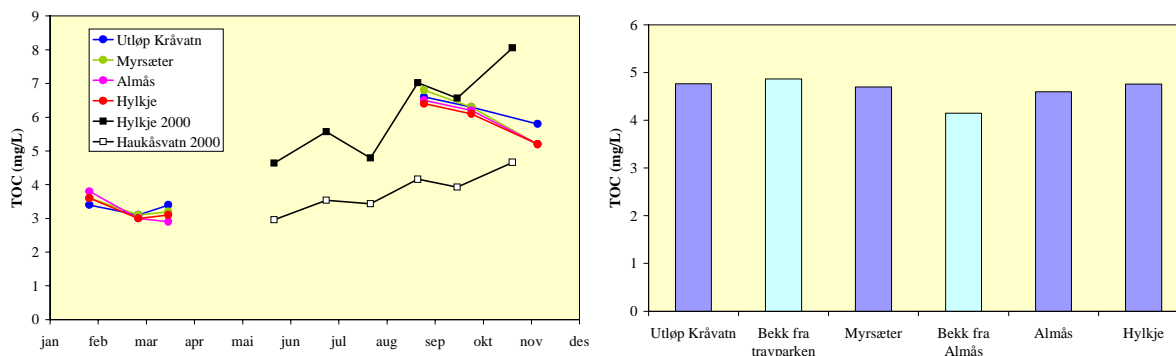
Mengden **organisk stoff** i vannet henger dels sammen med humusstoffer fra jordsmonn, og dels med organiske partikler skylt ut fra nedbørfelt og fra innsjøer. Mengden humusstoffer er målt som farge, dvs. vannets evne til å absorbere lys med en bestemt bølgelengde (Figur 11). Vi har også målt totalt organisk karbon (både partikler og humus). Partikkelmengde måles som turbiditet (se nedenfor). I Haukåsvassdraget var innholdet av humus forholdsvis høyt (20-65 mg Pt/L) i 2003. I 2000 ble det målt en enda høyere verdi nederst ved Hylkje (Figur 11).



Figur 11. Humusinnhold i Haukåsvassdraget målt som fargetall. Til venstre tidsserier fra 2003 (fire stasjoner) og i 2000 (to stasjoner). Til høyre middelverdier for 2003 for fire stasjoner i hovedelva og to sidebekker (lys skravering). Stasjonene er ordnet fra øverst til nederst i vassdraget.

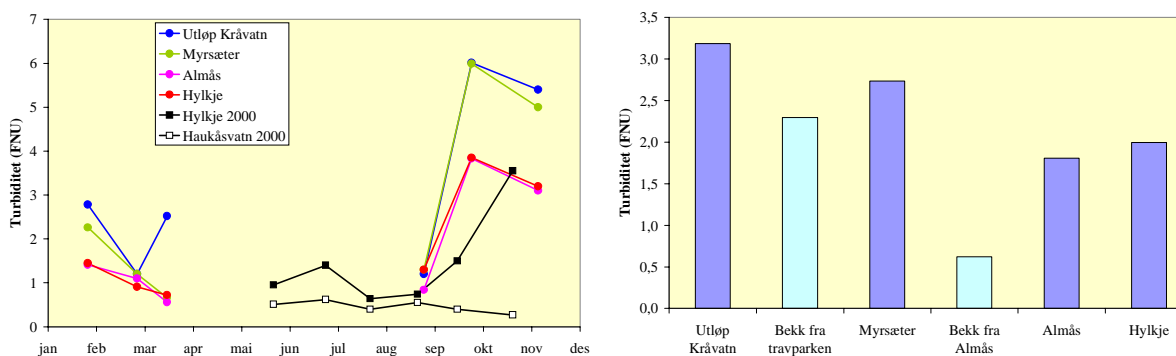
Mengden **humus** avhenger av jordsmonn, og varierer over tid med temperatur og nedbør. Vanligvis får vi høye verdier ved stor avrenning, som 26.09.03 (Figur 11). I vårt klima er det normalt med høyest verdier om høsten, slik vi ser for både 2000 og 2003. Det var liten forskjell mellom stasjonene i vassdraget i humusinnhold. Middelerdiene viste liten forskjell mellom stasjonene langs vassdraget i 2003, med litt høyere nivå i bekk fra travparken. Imidlertid viste dataserien fra 2000 at i Haukåsvatnet var nivået for humus betydelig lavere enn lengre ned i vassdraget. Det ser derfor ut til at avrenningen fra det øvre området rundt Kipevatn og Kråvatn tilfører vassdraget betydelige mengder humus.

Mengden totalt **organisk karbon** (TOC) viste ganske tilsvarende mønstre som fargetallene (Figur 12), med økende verdier om høsten og synkron variasjon i vassdraget i 2003. Også for TOC ser vi at Haukåsvatnet lå lavere enn vassdraget nedenfor i 2000. Data fra 2003 viste bare små endringer nedover vassdraget.



Figur 12. Organisk materiale i Haukåsvassdraget. Til venstre tidsserier fra 2003 (fire stasjoner) og i 2000 (to stasjoner). Til høyre middelerverdier for 2003 for fire stasjoner i hovedelva og to sidebekker (lys skravering). Stasjonene er ordnet fra øverst til nederst i vassdraget.

Mengden **partikler** i vannet er viktig for elvemuslingen. Målingene fra Haukåsvassdraget lå generelt høyt, og det var store fluktuasjoner (Figur 13). På de fleste tidspunkt var partikkelmengden høyest øverst i vassdraget, allerede ved utløpet av Kråvatn. Fra dataserien i 2000 ser vi at det ikke var høye verdier i Haukåsvatnet, men noe høyere ved Hylkje. Høsten 2003 svingte turbiditeten i takt i hele hovedelva, men lå lavere på de to nederste stasjonene. Ser vi på midlere partikkelmengde langs vassdraget i 2003 (Figur 13) ser vi igjen de høye verdiene øverst i vassdraget. Sidebekkene fra travparken og spesielt fra Almås lå lavere. De to nederste stasjonene i hovedelva hadde lavere turbiditet enn lenger opp i vassdraget.



Figur 13. Partikkelmengder i Haukåsvassdraget målt som turbiditet. Til venstre tidsserier fra 2003 (fire stasjoner) og i 2000 (to stasjoner). Til høyre middelerverdier for 2003 for fire stasjoner i hovedelva og to sidebekker (lys skravering). Stasjonene er ordnet fra øverst til nederst i vassdraget.

Ut fra målingene i 2000 synes det klart at planteplankton fra innsjøene øverst i vassdraget ikke kan være forklaringen på høyt partikkelinnhold lenger nede. Resultatene fra 2003 viser likevel at allerede ved utløp av Kråvatn var partikkelinnholdet unormalt høyt. En mulig kilde til dette er avrenning fra Ovn og motorsportsenteret. Hvis dette er kilden må vi anta at uorganiske partikler dominerer.

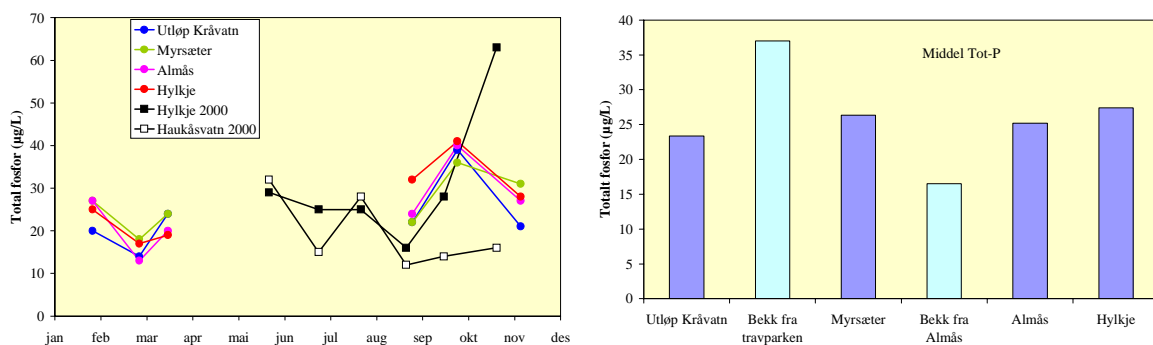
Prøvetakingen i 2003 har imidlertid ikke fanget opp en annen viktig partikkelkilde, nemlig bekken fra Travparken. Dette baseres dels på opplysninger fra lokalkjente, og dels på observasjoner 12.11.03. Under telling av muslinger i elva ved Breisteinsvegen ble vannet ganske plutselig ugjennomsiktig og grått, slik at tellingen måtte oppgis. Det grumsete vannet kom med bekken fra travparken, og ved å gå langs bekken kunne vi slå fast at partiklene stammet fra jord som hadde falt ut i bekken ved et anlegg for sortering av stein og jord like nedenfor selve traverbanene. Etter relativt kort tid (1,5 time) var episoden over, og tellingene kunne gjenopptas. Det ble for øvrig ved samme tidspunkt observert skum på bekken der denne kommer ut av et rør under traverbanen (Bilde 2).

En episode 12.11.02 med slam i bekken fra Travparken var mer omfattende. Denne bekken var da helt gråhvit på farge, og hovedelva gikk da misfarget helt ned til Hylkjeosen (Bjordal pers. medd.; se også bilde i Bergens Tidende 3.12.02).

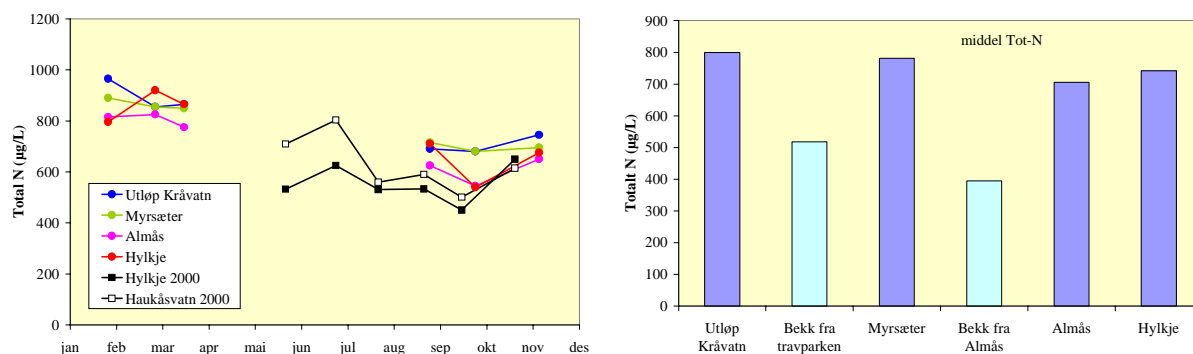
Målingene fra Haukåsvassdraget i 2003 viste høye tall for turbiditet og dermed partikkelmengder. Samtidig er det klart at målingene ikke har fanget opp ekstremverdier, men snarere normalverdier i vassdraget. Sannsynligvis ligger nivået langt høyere under episodene som lokalbefolkningen har beskrevet. I 2003 ble de høyeste målingene gjort under svært stor flom 26. september, da barrieren mellom Kipevatn og det lille tjernet nedenfor Ovnene var oversvømmet, og de høyeste verdiene ble målt i den øverste delen av elva nedenfor Kråvatnet.

Overgjødning eller eutrofiering av vassdrag skaper ofte problemer for elvemuslingen. Jordbruk og kloakkavrenning fører til økt innhold av fosfor og nitrogen, som styrer organisk produksjon i innsjøer og elver. Vanligvis er fosfor begrensende, og dette gjelder også Haukåsvassdraget. Nivået av totalt fosfor i vassdraget ligger klart høyere enn forventet naturtilstand, som tilsvarer ca. 10 µg/L (Johnsen m. fl. 1992). I hovedelva lå middelverdiene i 2003 mellom 23 og 27 µg/L (Figur 14). I bekken fra Almås var nivået lavere, mens bekken fra travparken hadde et markert høyere nivå. En generell tendens i vassdraget var høyere verdier om høsten. Dette ble også observert ved Hylkje i 2000, mens i Haukåsvatnet var det derimot en synkende tendens (Figur 14).

I hovedelva fikk vi en markert topp i fosformengde under flommen i september. Dette tyder på at mye av fosforet kommer med avrenning fra dyrket mark (gjødning). Overløp i kloakknettene kan også gi en lignende effekt.



Figur 14. Fosfor i Haukåsvassdraget. Til venstre tidsserier fra 2003 (fire stasjoner) og i 2000 (to stasjoner). Til høyre middelverdier for 2003 for fire stasjoner i hovedelva og to sidebækker (lys skravering). Stasjonene er ordnet fra øverst til nederst i vassdraget.



Figur 15. Totalt nitrogen i Haukåsvassdraget. Til venstre tidsserier fra 2003 (fire stasjoner) og i 2000 (to stasjoner). Til høyre middelværdier for 2003 for fire stasjoner i hovedelva og to sidebekker (lys skravering). Stasjonene er ordnet fra øverst til nederst i vassdraget.

Også nitrogenmengden lå høyt (Figur 15). I utløpet av Kråvatnet lå middelværdien rundt $800 \mu\text{g/L}$, og nivået i nedre del av elva var bare litt lavere. Både i 2000 og 2003 hadde vi en fallende tendens gjennom året (Figur 15). I sidebekkene var nivået lavere enn i hovedelva. Bekken fra travparken skilte seg ut med lavt nitrogeninnhold i forhold til fosformengden. I motsetning til fosfor observerte vi ingen topp under flom, i de nedre delene av vassdraget snarere en fortynning (Figur 15).

En vurdering av vannkvalitet etter Statens Forurensningstilsyn (SFT) sine kriterier (Andersen m.fl. 1997) er sammenfattet i Tabell 4. Dette er et generelt verktøy for vurdering av vannkvalitet, og for diskusjon i forhold til elvemuslingens miljøkrav vises til kap. 5.3. SFTs vurderingssystem gir grunnlag for å vurdere tilstand i forhold til en rekke virkningstyper. I tillegg til de som er vist i Tabell 4 finnes det kriterier for miljøgifter. I denne undersøkelsen har vi sett på miljøgifter i sediment i stedet for i vannfasen (kap 4.4.2).

Tabell 4. Miljøkvalitet i Haukåsvassdraget klassifisert etter SFTs system (Andersen m.fl. 1997). Tilstandsklassene er I (Meget god), II (God), III (Mindre god), IV (Dårlig) og V (Meget dårlig). Vurderingene for Haukåsvatn og Hylkje i 2000 er fra Bjørklund & Brekke (2001), mens vurdering for tarmbakterier (TKB, termotolerante koliforme bakterier) er etter Hobæk & Bjørklund (2004) basert på data fra 1992-2000. For 2003 er vurderingen basert på data fra denne undersøkelsen.

Virkningstyper og parametre	Haukåsvatn 2000	Utløp Kråvatn 2003	Myrsæter 2003	Almås 2003	Hylkje 2000	Hylkje 2003
Næringssalter						
Tot-P	III	IV	IV	IV	IV	IV
Tot-N	IV	IV	IV	IV	IV	IV
Organisk stoff						
TOC	III	III	III	III	III	III
FARGE	III	III	IV	IV	IV	IV
Partikler						
TURB	I	IV	IV	III	III	IV
Forsurende stoffer						
pH	II	I	I	I	I	I
Tarmbakterier						
TKB*	III	V	V	-	V	-

* TKB = termotolerante kolibakterier. Data fra 1992-2000

Med unntak av Haukåsvatnet helt øverst i vassdraget vurderes tilstanden for næringssalter som *Dårlig*. For virkning av organisk stoff blir tilstandsklassen også *Dårlig* for vassdraget nedenfor Kråvatnet, og *Mindre god* ovenfor. Det er høyt høyt innhold av humus (farge) som slår sterkest ut i denne vurderingen. Partikkelmengdene indikerer *Mindre god* til *Dårlig* tilstand, mens for forsurening vurderes tilstanden som *Meget god* for hele vassdraget nedenfor Haukåsvatnet. Virkning av tarmbakterier (fra gjødsel og kloakk) vurderes som *Mindre god* i Haukåsvatn og *Meget dårlig* i vassdraget nedenfor Kråvatnet.

4.4.2 Miljøgifter i sediment

Sedimentene fra de tre bassengene var ulike i vanninnhold og i organisk innhold, og det var også forskjeller mellom nivåene i sedimentkjernene (Tabell 5) fra Kipevatn og Kråvatn, hvor eldre sediment hadde langt høyere organisk innhold enn det nyeste. De yngste lagene i Kipevatn skilte seg ut ved svært lavt organisk innhold, og var altså dominert av uorganisk materiale. I Hylkjestemma var det organiske innhold forholdsvis lavt i begge snitt. Dette kan tyde på at sedimentene er mindre stabile her, noe som er sannsynlig både pga. stor gjennomstrømming og at bassenget er grunt.

Organisk innhold i sedimentene har betydning fordi en del av miljøgiftene er bundet til organiske partikler, og innholdet av disse må sees i sammenheng med mengden organisk stoff.

Sedimentenes innhold av PAHer var klart høyere i Kipevatn og Kråvatn enn i Hylkjestemma (Tabell 6). Dette gjelder både for sum av 16 komponenter (PAH16), kreftfremkallende PAHer (KPAH), og for den mye brukte indikatoren benzo(a)pyren (en KPAH). Mengden PCB (her oppgitt som summen av 7 PCBer kalt "seven Dutch") var også høyest oppe i innsjøene, men nivået var generelt lavt. For andre klororganiske stoffer har vi bare målinger fra Hylkjestemma (Tabell 6). Dette gjelder pentaklorbenzen (QCB), hexaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren (OCS), og to isomerer av hexaklorcyclohexan (HCH). γ -HCH er plantevernmidlet lindan som tidligere har vært mye brukt. Alle disse hadde lave nivåer.

Tabell 5. Karakteristikk av sedimenter fra Haukåsvassdraget. Fra hver lokalitet er det analysert på snitt fra to dyp i kjernene. Tørrstoff er angitt som % etter tørking, mens gløderesten representerer uorganisk materiale av tørrstoffet (TS). Glødetapet er vektreduksjon etter gløding, og representerer innholdet av organisk materiale. Resultater fra Kipevatn er fra Hobæk (1998), mens prøvene fra Kråvatn og Hylkjestemma er tatt 4.12.2003

Parameter	Enhet	Kråvatn		Kipevatn (1998)		Hylkjestemma	
		0-1,5 cm	30-31,5 cm	0-2 cm	20-22 cm	0-1,5 cm	23,5-25 cm
Tørrstoff	%	4,9	7,6	-	-	13,9	27,4
Gløderest	g/kg TS	536	238	810	297	682	746
Glødetap	%	46,4 %	76,2 %	19,0 %	70,3 %	31,8 %	25,4 %

Derimot fant vi overraskende høye nivåer for nedbrytningsprodukter av insektmidlet DDT (p,p diklordifenyiltrikloretan) i Hylkjestemma (Tabell 6). Dette er DDE (p,p diklordifenyldikloretylen) og DDD p,p diklordifenyldikloretan), med den sistnevnte som dominerende. DDT (ikke nedbrutt) ble ikke målt, men erfaringsmessig utgjør dette ca 12 % av (DDT+DDD+DDE) i innsjøsedimenter (Rognerud m.fl. 1997), slik at summen av DDT og de to derivatene i realiteten er noe høyere enn vist i Tabell 6. DDD dominerer gjerne ved anaerob nedbrytning av DDT.

Selv om DDT også spres gjennom atmosfæren, er nivåene målt i Hylkjestemma såpass høye at det høyst sannsynlig må finnes en lokal kilde. Resultatene tyder ikke på at tilførselene er redusert i senere

tid. Hvilken del av vassdraget som mottar forurensninger er usikkert, siden vi bare har målinger fra ett sted. DDT kan stamme fra deponerte eller nedgravde masser, eller fra ulovlig bruk.

Tabell 6. Organiske miljøgifter i sedimentprøver fra Haukåsvassdraget. Data for en avsnørt del av Kipevatn (bare toppsediment analysert) er etter Hobæk (1998a). Mengder er oppgitt som µg/kg tørstoff. Se ellers forklaring i Tabell 5. SFT-klasser er vist med fargekoder (blå = lite, grønn = moderat, gul= markert, orange = sterkt forurenset). I mangel av kriterier for ferskvann er det benyttet kriteriene for fjorder og kystfarvann. Fullstendige resultater er gitt i Vedlegg B. DDT-derivater ble bare målt i prøver fra Hylkjestemma.

Stoff	Kipevatn	Kråvatn		Hylkjestemma	
	0-2 cm	0-1,5 cm	30-31,5 cm	0-1,5 cm	23,5-25 cm
PAH ₁₆	5 180	2 282	4 388	677	1 009
KPAH	2 550	1 060	1 950	284	493
Benzo (a) pyren	590	200	230	43	66
PCB ₇	11	8,9	~0	~0	4,8
DDE + DDD	-	-	-	27,2	23,8

Sedimentene ble også analysert for en rekke metaller (Tabell 7). Mengdene som er påvist lå ikke spesielt høyt for noen av elementene, og sedimentene må karakteriseres som moderat forurenset etter SFTs kriterier. Det var likevel ganske markerte forskjeller mellom bassenger og mellom nytt og eldre sediment. For de fleste av disse lå nivået betydelig høyere i yngre enn i eldre sediment. Dette var særlig markert i Kipevatn og Kråvatn. For sink (Zn) lå nivået 8 x høyere i toppen av sedimentene sammenlignet med bunnen, og det samme var tilfelle med litium (Li) i Kråvatn (ikke målt i Kipevatn 1998). Andre elementer lå fra 1,8 – 4 x høyere, bortsett fra jern (Fe) og mangan (Mn) som lå 5-6 x høyere i yngre sediment. I Hylkjestemma var forskjellene mellom sedimentlagene mindre (1,1 – 2,5 x høyere i toppsedimentet).

En vesentlig del av forskjellene mellom nytt og gammelt sediment ligger i ulikt organisk innhold (Tabell 5). For Kipevatnet var dette svært påfallende (bare 19 % organisk innhold i toppsedimentet, mot 70 % i eldre sediment). En rekke av elementene (som As, Cd, Hg, Pb, Zn, Sb, Se) viser generelt en god sammenheng med organisk innhold (Rognerud m. fl. 1997). Hvis vi ser på innhold av metaller i forhold til organisk innhold, skiller Kipevatnets yngste sediment seg ut med vesentlig høyere nivåer for for alle metaller vi har målt unntatt Cd, som var på samme nivå som i Kråvatnet. At de samme stoffene finnes igjen i omtrent samme konsentrasjon i Kråvatnets toppsediment (men lavere mengder i forhold til organisk innhold) indikerer at organiske partikler transporteres i vassdraget, og at en del metaller og PAHer følger med. Hylkjestemma hadde imidlertid noe lavere innhold av de fleste metallene og av PAHer.

Den avsnørte delen av Kipevatn fremstår som hovedresipient for PAH og metaller samt betydelige mengder uorganiske partikler. En del av partiklene sedimenterer her, men noe spres videre nedover vassdraget. Organisk partikulært materiale fra dette området transporterer med seg metaller og PAHer. Nivået av disse forurensningene ovenfor hovedelva er sammenlignbart med urbane områder i Bergen (Hobæk 1998b).

Tabell 7. Innhold av metaller/sporelementer analysert i sedimentprøver fra Haukåsvassdraget. Se ellers forklaring til Tabell 5. Farger angir SFT-klasser (lys blå = lite; grønn = moderat forurenset). For de øvrige elementer er det ikke utarbeidet klassifiseringsgrunnlag i Norge. Data for Kipevatn er fra Hobæk (1998a). Analysene herfra omfattet færre elementer.

Stoff	Enhet	Kipevatn		Kråvatn		Hylkjestemma	
		0-2	20-22	0-1,5	30-31,5	0-1,5	23,5-25
As	µg/g TS	6,8	2,9	7,9	4,0	6,0	5,0
Cd	µg/g TS	0,69	0,44	1,8	0,73	0,90	0,60
Cu	µg/g TS	96,2	26,4	79,6	26,6	74,7	30,1
Hg	µg/g TS	0,38	0,12	0,34	0,12	0,14	0,095
Ni	µg/g TS	65,3	21,8	46,1	18,5	53,2	29
Pb	µg/g TS	92,5	39,2	104	64	59,6	40,4
Zn	µg/g TS	441	56,1	639	80	310	146
Co	µg/g TS	27,3	6,5	29,5	6,5	22,0	13,9
Cr	µg/g TS	82,7	20	38,3	9,4	29,4	18,7
Fe	mg/g TS	77,5	19,9	45,2	8,45	26,6	14,8
Mn	µg/g TS	733	126	836	138	482	227
Be	µg/g TS	-	-	0,94	0,53	0,43	0,38
Sn	µg/g TS	-	-	<2	<2	<2	<2
V	µg/g TS	-	-	76,5	21,7	36,8	29,5
Ag	µg/g TS	-	-	<0,5	<0,5	<0,5	<0,4
Li	µg/g TS	-	-	8,2	1	6,6	4,1
Mo	µg/g TS	-	-	3,1	1,7	1,9	1
Sb	µg/g TS	-	-	<2	<2	<2	<2
Se	µg/g TS	-	-	<5	5	6	<4

5. Diskusjon

Hovedkonklusjonen på denne undersøkelsen kan sammenfattes slik:

Bestanden av elvemusling i Haukåselva er svært liten, forgubbet og har dårlig rekruttering. Den vil neppe overleve uten at miljøforbedrende tiltak settes inn. Det synes likevel klart at bestanden kan ta seg opp igjen, siden reproduksjonssyklusen fortsatt er intakt. Hovedproblemet for dagens bestand og rekruttering ligger i massive tilførsler av partikler, og tidligere har trolig forurenset avrenning fra landbruk redusert bestanden. Jordbruket er nå mindre intensivt, mens partikkeltilførslene har økt. Dette har ført til at bunnssubstratet er blitt nedslammet og uegnet spesielt for unge muslinger. I tillegg kan miljøgifter og redusert tetthet av ungfisk ha medført begrenset rekruttering.

5.1 Bestand

I den øverste del av hovedvassdraget (sone I) er bestanden så godt som utryddet. Sone II mellom Brurås og Travparkvegen har en lav tetthet av muslinger, men her finner vi også lyspunktene med påvisning av et fåtall unge individer. I sone III finner vi hovedtyngden av dagens muslingbestand, men ingen unge dyr ble påvist. Voksne muslinger finner vi også i øvre del av sone IV, men nedenfor utløpet av en dreneringsgrøft over Haukåsmynen er muslingene borte. Bare enkelte individer finnes i elva nedenfor (i sone V). Bestanden anslås til å bestå av bare 400 voksne muslinger, og et lavt, men ukjent antall juvenile muslinger nedgravd i substratet.

Under våre befaringer registrerte vi ett juvenilt individ med 24 mm lengde. Elever ved Haukås skole fikk tilfeldig et annet juvenilt dyr med gult skall opp av grusen samme år, og året før fant Bjordal (2002) en juvenil musling på 32 mm. Disse små muslingene er trolig mellom 5 og 11 år gamle vurdert ut fra vekstkurver fra norske vassdrag (Larsen & Hartvigsen [1999], Larsen & Hårsaker [2001]). Alle observasjoner av små muslinger er gjort i sone II. Det er derfor klart at rekruttering har skjedd i løpet av de siste 10 år, men hvor mange unge muslinger bestanden har kan ikke anslås basert på dette materialet. Vi har bare gravd over svært små areal i elvegrusen på steder med gunstig substrat. Ofte finnes juvenile muslinger sammen med store, men vi har ikke gravd i "muslingbedene". Hastie m.fl. (2000b) gir eksempler på "sunne" bestander med >80 % av individene yngre enn 20 år, og 30 % yngre enn 10 år. Dette forteller en del om hvor alvorlig rekrutteringssvikten har vært i Haukåselva.

5.2 Habitat

Basert på omfattende undersøkelser i skotske elver konkluderte Hastie m. fl. (2000a) med at voksne muslinger kan klare en god del silt og mudder, mens unge muslinger finnes bare der elvebunnen er fri for nedslamming. Dette synes å være hovedforklaringen på situasjonen i Haukåselva, og blir derfor pekt ut som det største enkeltproblemet for muslingene. I sone II er strømmen raskere og elveløpet mest variert, og her ser vi minst sedimentasjon. Dette er også den eneste sonen der yngre muslinger er funnet. Trolig er det sonene III, IV og V som har hatt mest muslinger, selv etter utretting og kanalisering over Haukåsmynen.

Lange strekninger av elva i sonene IV og V har tilsynelatende gode forhold for muslinger, og vi vet fra lokale kilde at her har vært mye musling før i tiden. Mye tyder på at bestanden fra midt på Haukåsmynen og nedover har bukket under, og senere har ikke unge muslinger klart å etablere seg her. Dette kan sees i sammenheng med forurenset avrenning fra Haukås gård i den mest intense dyrkingsperioden på 1960-tallet. Siden denne påvirkningsfaktoren har avtatt, burde det være gode utsikter til reetablering av muslinger i dette området med mindre andre forhold forhindrer dette, som partikkelbelastning, forsuring eller miljøgifter.

For muslingbestandens rekruttering er det viktig at det er nok ungfisk for at glochidielarvene skal ha best mulig sjanse for å finne en vert for det parasittiske stadiet. Nyere litteratur angir at tettheten av yngste årsklasse (0+ når larvene slippes ut) bør være minst 5 fisk pr 100 m². Dette synes vesentlig å være basert på Ziuganov m.fl. (1994). Våre resultater fra mai 2003 viste en total tetthet på ca. 10 fisk pr 100 m². Av disse var 41 % av yngste årsklasse (1+ på dette tidspunktet). Imidlertid er estimatet basert på bare én gangs overfiske (mot normalt tre), og må derfor antas å være et minimumsestimat, spesielt for yngste årsklasse. Fisket i januar 2004 var mindre effektivt grunnet lav temperatur, og må antas å gi større feil for den yngste fisken, som i tillegg var mindre på denne årstiden. Selv om andelen av årsyngel som bar glochidier i januar var rimelig høy (57 %), var antallet larver på hver fisk ganske lavt (middel ca 12, maksimalt 20). Flere hundre larver pr. fisk er vanlig i gode muslingvassdrag, og verdier >1000 forekommer. Larvenes dødelighet fra de slipper seg fra fiskegjellene til de har vokst fem år eller mer nede i elvegrusen er svært høy. Derfor er god rekruttering avhengig av at svært mange larver slipper seg fra fiskegjeller om våren. Vi kan ikke se bort fra at lav fisketetthet (og dermed få glochidier klare til å slå seg ned) kan være en begrensende faktor for muslingbestanden i Haukåselva.

5.3 Vannmiljø

Vannkvaliteten i Haukåsvassdraget er i utgangspunktet god. Marine avsetninger gir relativt høyt innhold av kalsium og dermed god bufferevne mot forsuring, men vi kan ikke ekskludere muligheten for skadelige aluminiumseffekter forbundet med stor avsetning av sjøsalter. Et naturlig høyt innhold av humus synes heller ikke å by på problemer i seg selv, men kan gjøre at vassdraget tåler mindre annen organisk belastning i forhold til muslingenes miljøkrav. Innholdet av næringssalter er høyt, og dette har høyst sannsynlig medvirket til muslingenes problemer i vassdraget. Høy organisk produksjon fører til nedslamming, og erfaringsmessig virker nitratmengder over 500 µg/l begrensende for elvemusling (Bauer 1988). Det er sannsynlig at muslingenes rekruttering har sviktet fundamentalt i den mest intense jordbruksperioden på 1960-tallet. Selv tilførselene fra jordbruket i dag er mindre, er det viktig å hindre nye utslipp, spesielt i forhold til nitrogenmengdene som fortsatt ligger på et høyt nivå.

Undersøkelsene har bekreftet at vassdraget tilføres store mengder partikler. De dominerende kildene til denne type forurensning er området ved Kipevatn (Ovnen, Steinestøvegen og motorcrossbanen); Travparken med sorteringsanlegg for jord og stein; og øvingsbanen langs Haukåsmynen. Forbundet med tilførselene til Kipevatn har vi også påvist tilførsler av PAH, tungmetaller og sporelementer.

Muslingenes miljøkrav i forhold til miljøgifter er lite kjent. Det er imidlertid viktig å ta i betraktning at muslingene lever av å filtrere organiske partikler fra vannet, og at noen miljøgifter kan akkumulere i organismer. Siden mange miljøgifter er assosiert med organiske partikler er muslingene spesielt utsatt. Kvikksølv (Hg) har denne egenskapen, men nivået målt innsjøsedimentene synes ikke spesielt høyt. PAH-nivået synes å ligge relativt høyere, men disse stoffene akkumulerer ikke i levende organismer. Derimot synes det høye nivået av DDT-derivater påvist i Hylkjestemma å være bekymringsfullt. Disse stoffene kan akkumulere i organismer. Vi kjenner ikke til tålegrenser for elvemusling, men andre muslingarter i fersk- og sjøvann har vist nedsatt eggproduksjon som følge av DDT akkumulasjon. Dette er f. eks. vist for sebramusling (Binelli m. fl. 2001). I Finland overvåkes klororganiske stoffer inklusive DDT i vassdragene ved å måle innholdet i denne arten (Herve m. fl. 2001). For å vurdere om miljøgifter har betydning for elvemuslingen i Haukåselva må det tas prøver av levende dyr for direkte analyser.

6. Forslag til tiltak

Basert på vurderingen av trusselbildet for elvemuslingen i Haukåselva nevner vi nedenfor en del tiltak som kan bidra til å forbedre habitat og vannkvalitet, eller til å bedre bestandens rekruttering. En kort sammenfatning av problemområder og forslag til tiltak er vist i Tabell 8.

6.1 Reduksjon i partikkelbelastning

Partikkelbelastningen antas å være det største problemet for muslingene i Haukåselva. Vi tror derfor at tiltak som kan samle opp partikkelholdig avrenning og hindre direkte utslipp bør ha første prioritet. Sentrale områder med behov for sedimentasjonsbasseng er Ovnene, Motorsportsenteret, Travparken, Stein- og jordsorteringen, og treningsbanen langs Haukåsmyr.

Som et midlertidig tiltak kan siltgardiner benyttes i Kipevatnet nedenfor Ovnene/Motorsportsenteret. Generelt bør grøfting og ledning av vann til sedimentasjonsbasseng være enkle tiltak å etablere. Det er også viktig med gode rutiner for ettersyn og vedlikehold/tømming av bassengene.

6.2 Reduksjon i tilførsler av næringssalter

Belastningen av næringssalter i Haukåsvassdraget er betydelig, og eutrofiering er en del av problemene for muslingbestanden. Antagelig er kombinasjonen av partikkelbelastning og høyt næringsinnhold særlig ugunstig, fordi planter som etablerer seg i stilleflytende deler av elva der partiklene har sedimentert får rask vekst og blir fortere rotfaste når vannet er næringsrikt. Vannplantene fører igjen til økt sedimentasjon og redusert areal tilgjengelig for muslingene. Vi har registrert reduksjon i fosformengdene fra 1994 til i dag, men spesielt nitrogenmengdene er fortsatt høye. Så lenge jordbruksaktiviteten er lav må vi anta at forurensningen av vassdraget fra jordbruket vil avta.

I tillegg til jordbruksavrenning bidrar offentlig og privat kloakk med næringssalter og organisk materiale. Basert på målinger av tarmbakterier i perioden 1992-2000 vet vi at vassdraget mottar kloakkvann særlig ved mye nedbør. Det er ingen offentlig kloakk i den øvre del av vassdraget, men rundt Myrsæter har vi trolig problem med overløp. Sanering av lekkasjer og overløp vil være et viktig bidrag til å bedre forholdene i vassdraget.

Omtrent hele Haukåsvassdragets nedbørfeltet er klassifisert som kvoteområde med krav til rensing i kommunens avløpsplan, men det er få restriksjoner på å etablere nye anlegg med utslipp til terreng. Vi mener strengere restriksjoner på nye anlegg bør vurderes, spesielt i den øvre del av vassdraget. Belastningen fra private anlegg bør reduseres i stedet for å økes. Det er spesielt muslingenes miljøkrav i forhold til nitrogen som tilsier dette, fordi vanlig biologisk/kjemisk rensing er lite effektivt for nitrogen.

6.3 Opprensning i elveløpet

Store deler av elva som i utgangspunktet har vært godt muslinghabitat er i dag tildekket med slam. Mange steder forårsaker søppel, juletrær, bilhjul osv. i elva, eller greiner og stammer fra vegetasjon langs elva, at rusk og partikler hopper seg opp. Dette hindrer fri strøm og øker nedslammingen. Selv om dette i seg selv er en naturlig prosess, mener vi at opprensning av elveløpet kan føre til friere løp for vannmassene og dermed mer effektiv naturlig rensing av elvegrusen. I tillegg vil dette gjøre vassdraget atskillig mer innbydende for fiske og naturopplevelse enn i dag.

Dersom det er praktisk mulig, kan det tenkes at elvebunnen i en del stilleflytende områder kan slamsuges. Dette må selvsagt gjøres varsomt, spesielt i områder der det fortsatt er muslinger.

Ved å fjerne slam, søppel, stokker, greiner og en del av vannplantene fra elva kan man oppnå en betydelig økning av det areal som faktisk er beboelig for muslingene, spesielt for de sårbare unge stadiene. Det er viktig at dette gjøres med forsiktighet og under ledelse av en kyndig og lokalkjent person for å unngå at man tramper i hjel muslinger. Vi tror også dette arbeidet ikke bør gjøres i en intens dugnad hvor store mengder slam virvles opp fra bunnen, men avgrenses til små felt og korte perioder av gangen slik at elva får "roet seg" mellom øktene.

6.4 Åpne adgang for oppgang av fisk

Vassdraget er fra naturens side velegnet for sjøaure, men oppgangen ble stengt ved byggingen av Hylkjestemma. Terskelen ved bro til Solbakken bør også vurderes. Vi tror at å åpne adgang for anadrom fisk f. eks. med en fisketrapp kan ha en gunstig effekt for muslingenes rekruttering. I tillegg vil det gjøre vassdraget mer attraktivt for sportsfiske. Erfaringsmessig er ofte tettheten av ungfisk (0+ og 1+) større i elver der fisken slipper seg på sjøen når den blir stor nok. Trolig henger dette sammen med at større fisk fortrenger småfisken. Sjøauren forlater imidlertid elva når den vokser til, og overlater dermed mer areal til små fisk i den viktigste produksjonssesongen. Økt tetthet av små fisk kan gi økt antall glochidielarver som slår seg ned i elvegrusen.

6.5 Lokalisere og fjerne DDT-kilde

Mengden DDT-derivater påvist i Hylkjestemma synes bekymringsfull i forhold til elvemuslingen. Da kilden synes å være aktiv, bør den lokaliseres og elimineres. Det bør imidlertid først tas opp noen muslinger som analyseres for DDT-innhold, for å vurdere nærmere om nivået representer et problem. Tilførslene kan stamme fra ulovlig sprøyting i nedbørfeltet, eller fra tidligere deponering av sprøytemiddel. Lokalisering kan gjøres ved å sette passive prøvetakere ut i forskjellige deler av elva. Disse samler miljøgifter fra vannfasen over en periode. Etter at prøvetakerne har stått ute en måneds tid, vil målingene kunne avgrense hvilke(n) del(er) av elva som tilføres miljøgifter. Prosedyren kan gjentas i flere omganger for å snevre inn søket. Det kan godt tenkes at lokalkjente kan ha verdifull informasjon om sprøyting eller deponering av sprøytemidler, og undersøkelse gjennom intervju eller spørreskjema kunne være aktuelt.

6.6 Kultivering

Det er antagelig mulig å øke overlevelsen av unge muslinger ved å la dem vokse opp i et beskyttet miljø (Buddensiek 1995). Dette kan oppnås ved å fange inn ungfisk tidlig om våren, og la glochidielarver slippe seg i et akvarieanlegg med egnet substrat og god gjennomstrømming. Det vil kanskje ta fem år før unge muslinger er klar til å settes ut. Dette vil være et kostbart tiltak sammenlignbart med klekkerier for laks og aure, og vil bl.a. forutsette god kontroll over vannkvaliteten. Et slikt tiltak vil også kunne ha betydelig interesse for lokalmiljø, skoler og undervisning.

6.7 Forvaltningsplan

Haukåselva er i dag betydelig belastet med både inngrep og forurensning, og nye inngrep i nedbørfeltet er planlagt (se Vedlegg D). Dersom man skal ha håp om å bedre leveforholdene for elvemusling er det et klart behov for en helhetlig samlet plan for vassdraget. Dette er nødvendig for å sikre at det tas forholdsregler ved nye inngrep, samtidig som dagens forurensning reduseres. En forvaltningsplan vil være i både brukernes, utbyggernes og forvaltningens interesse.

Tabell 8. Sammenfatning av viktige problemområder og forslag til tiltak som kan bedre elvemuslingens levekår i Haukåselva.

Problem	Tiltak
Partikkelbelastning	Sedimentasjonsbasseng for å eliminere partikler fra - Ovnene, Motorsportsenteret og veien ved Kipevatn - Travparken og jordsorteringen - Treningsbane langs Haukåsmýren
Næringssaltbelastning	- Redusere kloakktilførsel fra offentlig nett ved å øke kapasitet for overløp - Restriktiv praksis for nye infiltrasjonsanlegg i områder uten offentlig kloakk
Sjøpøl og rask i elva	Opprensing, evt. slamsuging (i enkelte områder)
Ingen oppvandring av sjøaure	Åpne adgang ved Hylkjestemma
Miljøgifter	Finne og eliminere DDT-kilde(r)
Svak rekruttering	Kultivering (kortsiktig) Redusere partikkeltilførsler
Kompleks situasjon med mange påvirkninger	Helhetlig forvaltningsplan for vassdraget med nedbørfelt

7. Henvisninger

- 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.
- Bauer, G. 1988. Threats to the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. in Central Europe. *Biological Conservation* 45: 239-253.
- Bergengren, J. 2000. Metodstudie flodpärlmussla 1999-2000. Delrapport 1: Nedgravningsstudie. Länsstyrelsen i Jönköpings län. Meddelande 2000-17. 27 s. + vedlegg. <ikke sett; sitert etter Larsen (red.) 2001>.
- Binelli, A., Bacchetta, R., Vailati, G., Galassi, S. & Provini, A. 2001. DDT contamination in Lake Maggiore (N. Italy) and effects on zebra mussel spawning. *Chemosphere* 45: 409-415.
- Bjordal, H. 2002. Elvemusling i Haukåselva, Åsane i Bergen kommune. Rapport Bergen kommune, Miljøseksjonen.
- Bjørklund, A.E. 1994. Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune i 1994. Rådgivende Biologer, rapport nr. 145. 166 s.
- Bjørklund, A.E. & Brekke, E. 2001. Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune i 2000. Haukås-, Nesttun-, Fjøsanger- og Apeltunvassdragene. Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 476, 138 s.
- Buddensiek, V. 1995. The culture of juvenile fresh-water pearl mussels *Margaritifera margaritifera* L. in cages – A contribution to conservation programs and the knowledge of habitat requirements. *Biological Conservation* 74: 33-40.
- Cosgrove, P.J. & Hastie, L.C. 2001. Conservation of threatened freshwater pearl mussel populations: river management, mussel translocation and conflict resolution. *Biological Conservation* 99: 183-190.
- Cosgrove, P.J., Young, M.R., Hastie, L.C., Gaywood, M. & Boon, P.J. 2000. The status of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* Linn. in Scotland. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Systems* 10: 197-208.
- Dolmen, D. & Kleiven, E. 1999. Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* – status og utbredelse i Norge. *Fauna* 52: 26-33.
- Hastie, L.C. & Boon, P.J. 2001. Does electrofishing harm freshwater pearl mussels? . *Aquatic Conservation – Marine and Freshwater Ecosystems* 11: 149-152.
- Hastie, L.C., Boon, P.J. & Young, M.R. 2000 a. Physical microhabitat requirements of freshwater pearl mussels, *Margaritifera margaritifera* (L.). *Hydrobiologia* 429: 59-71.
- Hastie, L.C., Young, M.R., Boon, P.J., Cosgrove, P.J. & Henninger, B. 2000 b. Sizes, densities and age structures of Scottish *Margaritifera margaritifera* (L.) populations. *Aquatic Conservation – Marine and Freshwater Ecosystems* 10: 229-247.
- Hegland, S. J. 2002. Naturtypar i Meland kommune. Rapport med verdisetting av biologisk mangfold. 86 s. Finnes som pdf fil på <http://www.meland.kommune.no>.
- Herfindal Johannessen, M. 2003. “een Del Skiønne Pærle Elver” – om perlefiske og perle-Inspecteur Abraham Nordmand i Bergen stift 1719-1724. Åsabuen, Sogeskift for Åsane Historielag nr 4, 2003. Side 60-73.

- Herve, S., Paasivirta, J. & Heinonen, P. 2001. Trends of organochlorine compounds in Finnish inland waters - Results of mussel incubation monitoring 1984-1998. *Environmental Science and Pollution Research* 8: 19-26.
- Hindar, A., A. Henriksen, K. Tørseth & L. Lien. 1993. Betydningen av sjøsultanrikt nedbør i vassdrag og mindre nedbørfelt. Forsuring og fiskedød etter sjøsaltepisoden i januar 1993. NIVA-rapport, Lnr. 2917. 42 s.
- Hobæk, A. 1998 a. En orienterende kartlegging av miljøgifter i vassdrag ved anleggsområdet Ovn, Haukåsvassdraget i Bergen. NIVA-rapport Lnr. 4004-99. 21 s.
- Hobæk, A. 1998 b. Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune. Miljøgifter i innsjøsedimenter og i avrenning fra avfallsdeponier. NIVA-rapport Lnr. 3793-98. 27 s.
- Hobæk, A. & Bjørklund, A.E. 2004. Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune. Sammendragsrapport 1992-2000. NIVA-rapport Lnr. 4773-2004. 62 s.
- Johnsen, G.H., Lehmann, G.B. & Birkeland, K. 1992. Forberedende kartlegging for overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune. . Rådgivende Biologer, rapport nr. 61. 112 s.
- Johnsen, T.M., Hobæk, A., Oug, E. & Sundfjord, A. 2002. Resipientundersøkelser i Meland kommune i 2000. NIVA-rapport Lnr. 4396-2002. 107 s.
- Larsen, B.M.(red). 2001. Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Årsrapport 2000. NINA Oppdragsmelding 725. 43 s.
- Larsen, B.M. & Hartvigsen, R. 1999. Metodikk for feltundersøkelser og kategorisering av elvemusling *Margaritifera margaritifera*. NINA fagrappport 037. 41 s.
- Larsen, B.M. & Hårsaker, K. 2001. Borråselva i Gråelvsassdraget, Nord-Trøndelag (vassdragsnr. 124.2Z). Side 25-36 i Larsen, B.M. (red.) 2001.
- Larsen, B.M., Sandaas, K., Hårsaker, K. & Enerud, J. 2000. Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Forslag til overvåkningsmetodikk og lokaliteter. NINA Oppdragsmelding 651: 1-27.
- Myking, R. 1994. Elveperlemusling i Os. Upublisert rapport, Os kommune. 16 s + vedlegg.
- Raddum, G.G. 2000. Elvemusling (*Margaritifera margaritifera* L.) i Lonevassdraget, Osterøy. LFI, Zoologisk Museum, Universitetet i Bergen, Rapport nr 116. 10 s.
- Rognerud, S., Fjeld, E. & Løvik, J.E. 1997 a. Regional undersøkelse av miljøgifter i innsjøsedimenter. Delrapport 1. Organiske mikroforurensninger. SFT rapport nr. 712/97, TA nr. 1484/1997. 37 s.
- Rognerud, S., Fjeld, E. Løvik, J.E., & Skotvold, T. 1997 b. Regional undersøkelse av miljøgifter i innsjøsedimenter. Delrapport 2. Tungmetaller og andre sporelementer. SFT rapport nr. 713/97, TA nr. 1485/1997. 44 s.
- Ziuganov, V., Zotin, A., Nezhlin, L. & Tretiakov, V. 1994. The freshwater pearl mussels and their relationships with salmonid fish. VNIRO Publishing House, Moskva. 104 s. <ikke sett; sitert etter Larsen (red.) 2001>.

Vedlegg A. Vannkjemiske analyseresultater

Forkortelse	Parameter
pH	Surhetsgrad
KOND	Konduktivitet (ledningsevne)
TURB	Turbiditet
FARGE	Farge (filtrert)
Tot-P	Totalt fosfor
Tot-N	Totalt nitrogen
TOC	Totalt organisk karbon
Al/A	Totalt aluminium
Al/R	Reaktivt aluminium
Al/II	Illabilt aluminium
Al/I	Labilt aluminium
Ca	Kalsium

St#	Stasjon	Dato	pH	KOND mS/m	TURB FNU	FARGE Mg Pt/L	Tot-P µg/L	Tot-N µg/L	TOC mg/L	Al/A µg/L	Al/R µg/L	Al/II µg/L	Al/I µg/L	Ca mg/L
1	Utløp Kråvatn	27.01.03	6,89	9,85	2,78	27,9	20	965	3,4	176	46	38	8	7,23
1	Utløp Kråvatn	27.02.03	6,65	9,14	1,2	25,2	14	855	3,1					
1	Utløp Kråvatn	18.03.03	7,38	11,20	2,52	24,0	24	865	3,4					
1	Utløp Kråvatn	27.08.03	7,01	11,00	1,2	58,4	22	690	6,6					
1	Utløp Kråvatn	26.09.03	7,15	8,78	6,01	57,3	39	680	6,3	222	64	46	18	5,70
1	Utløp Kråvatn	07.11.03	7,11	10,60	5,4	43,0	21	745	5,8					
12	Bekk fra travparken	27.01.03	7,10	10,3	1,29	42,6	41	705	3,4	161	79	71	8	7,22
12	Bekk fra travparken	27.08.03	7,20	8,95	2,0	47,2	36	450	5,7					
12	Bekk fra travparken	26.09.03	7,03	4,60	3,60	50,3	34	400	5,5	204	110	96	14	3,43
2	Myrsæter	27.01.03	6,98	9,78	2,26	37,5	27	890	3,6	170	60	51	9	6,88
2	Myrsæter	27.02.03	6,98	10,5	1,2	22,8	18	855	3,1					
2	Myrsæter	18.03.03	7,36	11,40	0,66	24,4	24	850	3,2					
2	Myrsæter	27.08.03	7,24	10,90	1,3	61,9	22	715	6,8					
2	Myrsæter	26.09.03	7,15	8,31	5,99	63,9	36	680	6,3	245	73	53	20	5,43
2	Myrsæter	07.11.03	7,25	9,37	5,0	46,1	31	695	5,2					
2A	Haukåsmyren	26.09.03	7,08	6,77	5,30	59,6	41	575	6,2	221	91	76	15	4,44
14	Bekk fra Almås	27.01.03	5,66	4,03	0,44	32,9	13	450	3,1	179	96	83	13	1,46
14	Bekk fra Almås	26.09.03	5,90	2,71	0,80	49,9	20	340	5,2	180	109	96	13	1
3	Almås	27.01.03	6,87	8,80	1,41	41,0	27	815	3,8	174	72	63	9	5,52
3	Almås	27.02.03	6,95	10,4	1,1	21,7	13	825	3,0					
3	Almås	18.03.03	7,31	11,10	0,56	24,4	20	775	2,9					
3	Almås	27.08.03	7,24	9,81	0,84	61,1	24	625	6,5					
3	Almås	26.09.03	7,01	5,81	3,83	58,4	40	545	6,2	206	91	75	16	3,71
3	Almås	07.11.03	7,16	8,35	3,1	45,3	27	650	5,2					
4	Hylkje	27.01.03	6,89	8,59	1,45	39,1	25	795	3,6	173	69	63	6	5,25
4	Hylkje	27.02.03	7,05	13,7	0,91	23,6	17	920	3,0					
4	Hylkje	18.03.03	7,30	13,40	0,72	24,4	19	865	3,1					
4	Hylkje	27.08.03	7,22	10,00	1,3	61,1	32	710	6,4					
4	Hylkje	26.09.03	6,99	5,43	3,85	60,8	41	540	6,1	218	96	82	14	3,49
4	Hylkje	07.11.03	7,19	8,28	3,2	44,9	28	675	5,2					

Vedlegg B. Sedimentanalyser

Analysen av metaller og sporelementer i sediment er i sin helhet vist framme i rapporten, og er derfor ikke tatt med i dette vedlegget.

Vedleggstabell B1. Analyseresultater for klororganiske stoffer i sediment. Mengder er oppgitt i $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrstoff. I noen tilfeller (merket "i") kunne verdiene ikke avleses pga. interferens i kromatogrammene.

Stoff/stoffgruppe	For-kortelse	Kråvatn		Hylkjestemma	
		0-1,5 cm	30-31,5 cm	0-1,5 cm	23,5-25 cm
PCB-komponenter	CB28	i	<1	i	<1
	CB52	<1	i	<1	i
	CB101	1,4	<1	<1	i
	CB118	2,2	<1	<1	1,6
	CB105			<1	<1
	CB153	1,9	<1	<1	i
	CB138	2,3	i	<1	1,8
	CB156			<1	<1
	CB180	1,1	<1	<1	1,4
	CB209			i	<1
"Seven Dutch" PCB	Sum PCB ₇	8,9	0	0	4,8
Pentaklorbenzen	QCB			0,91	<0,5
Hexaklorbenzen	HCB			1,7	<0,5
Oktaklorstyren	OCS			<0,5	<0,5
α - hexaklorcyclohexan	HCHA			<1	<1
γ - hexaklorcyclohexan (<i>lindan</i>)	HCHG			<1	<1
p,p diklordifenyl dikloretylen	DDE			7,2	2,8
p,p diklordifenyl diklorethan	DDD			20	21

Vedleggstabell B2. Resultater fra PAH-analyser i sediment. Mengder er oppgitt i µg/kg tørrstoff. Analysene var noe mer omfattende i Hylkjestemma enn i Kråvatnet. Nederst er gitt summen av 16 PAH komponenter som er en vanlig standard for sammenligning. Det er disse stoffene som er analysert i Kråvatn (to isomerer av benzo-fluoranten er slått sammen i tabellen), mens analysene fra Hylkjestemma omfatter flere komponenter. Videre er oppgitt summen av antatt kreftfremkallende PAHer (KPAH). KPAH-forbindelsene er merket med en stjerne (*).

	Kråvatn		Hylkjestemma	
	0-1,5 cm	30-31,5 cm	0-1,5 cm	23,5-25 cm
Naftalen	<30	38	25	12
2-M-Naftalen			18	<10
1-M-Naftalen			11	<10
Biphenyl			<10	<10
2,6-DimetylNaftalen			<10	<10
Acenaftylen	<20	<20	<10	<10
Acenaften	<20	<20	<10	<10
2,3,5-Trimethylnaftalen			<10	<10
Fluoren	22	<20	<10	12
Fenantren	140	280	59	59
Anthracen	<20	<30	<10	<10
1-Metylfenantren			20	17
Fluoranten	370	820	110	150
Pyren	320	510	98	120
Benzo(a)antracen *	140	250	38	56
Chrysen+trifenylen	200	440	49	85
Benzo(b & j,k)fluoranten *	540	1 030	140	260
Benzo(e)pyren			71	110
Benzo(a)pyren *	200	230	43	66
Perylen			110	270
Indeno(123cd)pyren *	180	440	63	97
Dibenzo(ah)antracen *	<20	<50	<10	14
Benzo(ghi)perylene	170	350	52	78
Sum PAH(16)	2 282	4 388	677	1 009
Sum KPAH	1 060	1 950	284	493

Vedlegg C. Målinger av elvemusling

Vedleggstabell C1. Lengde, høyde, tykkelse (alle i mm) og vekt (g) av 51 levende muslinger i Haukåselva 2003.

Lengde	Høyde	Tykkelse	Vekt
24,0	13,0		
71,0	41,0	22,0	37,8
74,0	40,0	21,0	37,3
84,0	43,0	27,0	59,0
85,0	42,0	27,0	61,2
86,0	45,0	28,0	87,9
91,5	46,5	28,0	64,8
91,6	46,0	24,5	60,7
96,0	52,0	32,0	99,8
97,0	53,0	34,0	104,3
97,0	50,0	30,0	93,2
99,0	41,0	34,0	112,1
100,0	53,0	32,0	101,4
101,0	61,0	33,0	140,6
102,0	55,0	33,5	112,9
102,0	52,0	30,0	103,5
102,5	48,0	30,0	97,5
103,0	53,0	31,0	103,5
103,0	58,0	35,0	129,6
103,0	56,0	35,0	130,0
104,5	55,6	33,0	118,9
105,0	54,5	28,0	89,7
105,0	56,0	32,0	120,1
105,0	55,0	32,0	106,7
106,0	50,0	32,0	116,6
106,5	54,0	31,5	108

Lengde	Høyde	Tykkelse	Vekt
107,0	51,0	33,0	109,8
107,0	56,0	35,0	130,6
107,5	55,6	31,2	114,1
107,7	54,7	33,0	118,4
108,0	61,0	35,0	134,5
108,0	57,0	33,0	126,7
108,0	56,0	35,0	130,3
111,0	52,0	37,0	116,2
112,0	54,0	36,0	127,4
112,0	53,0	36,0	133,0
113,0	62,0	36,0	164,9
113,0	59,0	33,0	135,2
114,0	59,0	33,0	137,2
114,0	58,0	31,7	132,3
114,0	56,0	34,0	148,5
115,0	57,0	35,0	142,2
115,5	61,5	34,1	154,2
119,0	60,0	34,0	153
120,0	61,0	35,0	151,3
121,0	61,0	36,0	163,8
123,0	60,0	35,0	152,0
125,0	62,0	38,5	185,5
125,0	64,0	34,9	171,0
126,0	62,0	37,0	174,5
127,0	63,0	38,0	188,5

Vedlegg D. Kort omtale av planlagte inngrep og mulige effekter på muslingbestanden

Her omtales kort planer for større inngrep i Haukåselvas nedbørfelt i forhold til effekter på vannmiljøet og elvemuslingene. Kommentarene må oppfattes som innspill til en "føre-var-strategi" dersom inngrepene realiseres.

Haukås næringsområde

Det planlegges å legge en næringspark ved Haukås, nærmere bestemt mellom Steinestøvegen og Haukåselva langs sone II. Dette betyr utsprenngning og utfylling for å jevne ut arealet, og grusdekking og asfaltering av flatene rundt bygningene. Det vil også bli trafikk av både privatbiler og tyngre kjøretøy, med transport av ulike typer materiale og oppstillingsplasser for biler.

Under anleggsfasen er det i hovedsak tre forhold som må tas hensyn til:

- 1) Sprengsteinstøv kan være skadelig for fisk og må felles i sedimentasjonsbasseng så langt råd er
- 2) Steinestøv vil kunne slamme ned viktige områder for muslingene og må felles i sedimentasjonsbasseng så langt råd er
- 3) Avrenning fra sprengsteinfyllinger kan være rike på sprengstoffrester, og må samles og gis oppholdstid før de føres til vassdraget.

I anleggsfasen er det i hovedsak tilførsel av steinstøv fra sprengnings- og utfyllingsarbeider som medfører risiko for uønsket tilførsel til vassdraget. Sprengsteinstøv fra harde bergarter kan være skadelig for fisk, og det er i hovedsak de største partiklene som utgjør den største risikoen for skade for gjellene på fisk. Denne fraksjonen av steinstøvet vil det imidlertid være mulig å sedimentere i enkel sedimenteringsbasseng før avrenningsvannet ledes videre til vassdraget.

Videre vil avrenningsvann rikt på finpartikulært steinstøv kunne føre til tilslamming av viktige områder for muslingene. Dette vil være særlig problematisk for de minste muslingene, som bor nede i substratet, og dermed kan få problem med tilgang på oksygenrikt vann. Men også de store muslingene vil få problemer med for mye partikler i vannmassene, siden de lever av å filtrere vannet.

Det er også vist at avrenningsvann fra sprengsteinfyllinger kan være rikt på sprengstoffrester som i perioder kan gi svært høye konsentrasjoner av ammonium (NH_4^+) og ammoniakk (NH_3). Særlig ammoniakk er giftig for alle vannlevende organismer, og konsentrasjoner over 0,3 mg/l bør unngås dersom pH ellers er høy.

Oppsamling av avrenningsvann til **sedimenteringsbasseng** med oppholdstid som tillater effektiv sedimentasjon bør tilstrebes under utbyggingsfasen. Dette vil også sikre at eventuelle uhell med drivstofflekkasjer samles opp og kan fjernes før det går til vassdraget. Dersom det er snakk om mye sprengning kan det bli behov for **lufting** før eller etter sedimentering, for å luften ut ammoniakk.

Etter utbygging er det i hovedsak to forhold som må tas hensyn til:

- 1) Avrenning fra biloppstillingsplasser, industriområder, avfallshåndteringsplasser etc. kan føre uønskete stoffer til vassdraget.
- 2) Overflateavrenning vil føres raskere og mer direkte til vassdraget og dermed medføre uønskete vannkvalitetsendringer

Avrenning fra biloppstillingsplasser og andre asfalterte arealer vil kunne inneholde stoff som har samlet seg på disse stedene i perioder uten regn. Ved nedbør vil disse kunne føres relativt direkte til

vassdraget dersom det ikke går via oppsamlingskummer. Det er dessuten viktig å kunne samle opp avrenning dersom det skulle skje uhell ved transport av farlig stoff eller drivstofflekkasjer.

Ved store nedbørmengder vil overflatevann fra både tak og asfalterte uteområder renne mye raskere og mer direkte til vassdragene. Dette fører både til en raskere økning i vannføring i vassdraget, samtidig som vannkvaliteten i nedbøren ikke bufres via jordsmonnet. Nedbøren er vanligvis mye surere (pH 4,6 – 5,0) enn avrenningsvannet i Haukåsvassdraget, og dette vil kunne medføre uønskete kortvarige surstøtsepisoder i vassdraget dersom det ikke samles opp og ”modnes” før det slippes videre.

Alle asfalterte utearealer bør ha vannopsamlingsrenner ”nederst” mot vassdraget, der overflatevannet samles opp i en *sandfangskum med påfølgende sandfilter* før avrenningen ledes videre til vassdraget. Det kan være en fordel å bruke skjellsand for å bufre lav pH i regnvannet.

Største døgn-nedbør registrert i Bergen er på over 230 mm, slik at disse anleggene bør dimensjoneres for å kunne samle opp avrenning fra tilsvarende i hvert fall 50-100 mm nedbør på det drenerte arealet. Avrenningsvannet fra disse anleggene bør ikke ledes i rør fram til vassdraget, men få renne ”fritt” gjennom det planlagte grønt-beltet.

Dersom det er mulig å åpne elva der den går i rør under campingplassen (evt. legge elveløpet utenom) vil dette gjøre det lettere for fisk å passere, og muligens kan egnet areal for muslinger vinnes. Fri passasje for fisk er viktig dersom den øvre del av elva skal kunne rekoloniseres.

Veianlegg

Statens Vegvesen planlegger ny trase for Steinestøvegen med ny tunnel (Eikåstunnelen) mellom Vågsbotn og Brurås. Traseen vil gå kloss i Kipevatnet og det skal bygges en ny bro over utløpselva fra Kråvatn. I tillegg planlegges nye avkjørsler til eksisterende sideveier og til det planlagte Haukås næringsområde. Dette er et stort inngrep som kan få dramatiske følger i elva dersom avrenning får gå ubehandlet i vassdrag.

Problemene knyttet til sprengningsarbeider er de samme som beskrevet over for anlegging av næringspark. Ved driving av tunnel er det imidlertid snakk om langt større mengder sprengstoff og sprengstein. Det blir også betydelige vannmengder å ta hånd om fra boring og eventuell innlekking i tunnelen. Tetningsmasser brukt ved tunneldrift fører ofte til høy pH i avrenningsvannet, og med store nitrogenmengder er det sannsynlig at tunnelvannet må luftes for å drive ut ammoniakk. Det vil altså kreves lufte- og sedimentasjonsbasseng med stor kapasitet for å håndtere tunnelvann. Et alternativ kan være å føre dette vekk, enten til sjø eller inn på avløpsnett.

Utsprengte masser kan skape de samme typer problemer knyttet til steinstøv og nitrogen (ammonium og ammoniakk) fra sprengstoffet. Dersom masser skal deponeres midlertidig i feltet bør de vaskes. Ved permanent deponering bør massene overdekkes snarest mulig. Før deponering må det anlegges avskjærende drenering slik at avrenning kan ledes til sedimentasjonsbasseng og infiltreres gjennom grunn.

Anlegging av ny bro over Haukåselva samt nye på- og avkjørsler er et annet problem. Ideelt sett burde denne kryssingen unngås, men dette synes i praksis umulig. Her er det snakk om større gravearbeider både i elva og i dens umiddelbare nærhet. Utfyllinger med masse kan presse vann fra grunn direkte ut i elva. Grunnvannet kan være oksygenfattig og inneholde jern og mangan i redusert form, og disse vil kunne flokkulere og danne partikler i elva. Fiskedød har oppstått etter slike inngrep. Det er derfor vesentlig at disse arbeidene planlegges nøye med tanke på å redusere direkte tilførsler til elva. En mulighet kan være å legge elven midlertidig i rør mens ny bro bygges og nytt substrat legges i elveleiet. Elven bør ikke legges permanent i rør som kan hindre fiskens bevegelse i vassdraget. Hvis veibredden (og dermed broens bredde) er stor, bør det vurderes å lage åpning mellom kjørebanelene slik

at lys slipper til elven. Dette vil gjøre det lettere for fisk å vandre under broen, og skape mer naturlige forhold for muslinger som eventuelt etableres her.

Selve gravearbeidene krever spesielt stor forsiktighet. Siltgardiner kan holde igjen en del av partiklene. Det kan også være aktuelt å pumpe opp forurenset vann til sedimentasjonsbasseng. Det viktigste vil trolig være å ta hensyn til værforholdene. Ved å unngå å gjøre gravearbeidene i perioder med nedbør kan man unngå stor utvasking av partikler.

I anleggsområdet bør det etableres en beredskap for å ta hånd om uhell. Dette gjelder både utslipp av uheldige stoffer som drivstoff olje, og vann med stort innhold av partikler. Pumpekapsitet og tanker bør være planlagt i forkant. Generelt bør dreneringsforhold legges til rette for å hindre avrenning rett i vassdraget. Anlegging av sedimentasjonsbasseng kan trolig med fordel sees i sammenheng med behov for slike i forbindelse med Ovn og motorcrossbanen.

Det vil være umulig å gjennomføre denne utbyggingen uten at elva tilføres partikler, men ved å planlegge utbyggingen nøye og dimensjonere sedimentasjonsbasseng, pumpekapsitet og beredskap med omtanke kan det meste av påvirkningen unngås.

Restaurering av våtmarksområde Haukåsmynen

Bergen kommune har utarbeidet forslag til hvordan et våtmarksområde på Haukåsmynen kan utformes. Dette vil delvis bety en tilbakeføring til elvas naturlige form som meanderende over sletten, og dammer, kanaler og bekker knyttet til hovedelva. På lang sikt vil dette kunne bety en klar forbedring av forholdene for muslingbestanden, og større areal med gunstig strøm og substrat. Etter det foreliggende forslag vil inngrepene vesentlig påvirke området like nedenfor de største konsentrasjonene av muslinger. Muslingene som lever i selve inngrepsområdet og nedstrøms dette vil imidlertid kunne bli sterkt skadelidende om de ikke kan flyttes midlertidig. Små muslinger nede i elvegrusen er det neppe mulighet for å redde, men ingen slike er observert i det aktuelle området.

Restaureringsplanen innebærer at elveløpet langs Steinestøvegen vil trekkes lenger inn på Haukåsmynen. Dette må ses som en stor fordel, dels fordi man da reduserer forurensning i form av søppel og direkte avrenning fra vegbanen, og dels ved at faren for forurensning ved trafikkulykker reduseres.

Innledningsvis bør det tas jordprøver for kartlegging av miljøgifter, for å unngå at man eksponerer tidligere deponert forurensning for erosjon og utvasking. Oppgraving av nytt elveleie, dammer og grøfter kan slippe grunnvann direkte på muslingene som beskrevet ovenfor under veianlegg. Dette bør unngås for ikke å skade muslinger og fisk. Utfelling av jern på muslingenes gjeller vil kunne ha dramatiske effekter, og grunnvannet kan dessuten være oksygenfattig. Igjen kan det være aktuelt å pumpe opp vann for behandling eller transport bort fra elva, og siltgardiner kan redusere utslipp av partikler.

Det vil trolig være nødvendig å ta muslinger opp av elva i deler av anleggsperioden, og sette dem ut i det nye elveløpet. Dette skulle være overkommelig for de voksne muslingene, men dersom det finnes yngre muslinger på elvebunnen vil det være praktisk vanskelig å sikre disse. Flytting av muslinger vil i allefall innebære høy risiko, og kreve godkjennelse fra forvaltningen. Det vil være en fordel å planlegge eventuelle flyttinger nøye, slik at dette gjøres i små omganger og ikke alle på en gang. Hvis muslingene må midlertidig vente før utsetting, vil det kreves at det anlegges kar med egnet grus og pumpekapsitet for gjennomstrømming av vann.

Boligfelt Almås-Hylkje

Det planlegges utbygging av boligfelt av betydelige arealer i den nedre del av Haukåselvas nedbørfelt. Problemstillingene vil knytte seg til sprengningsarbeider, håndtering av utsprengte masser, og avrenning fra utplanerte områder dekket av grus og asfalt. For denne utbyggingen gjelder de samme retningslinjer som beskrevet ovenfor for næringsparken. I dette området vil det imidlertid være forholdsvis lettere å lede avrenning fra anleggsperioden og senere fra tette flater direkte til sjø.

Siden det nesten ikke finnes muslinger i den nedre delen av elva er risikoen forbundet med anleggsarbeidet mindre for denne utbyggingen. Det er imidlertid all grunn til å ta hensyn til fisk og annet liv i elva utenom elvemusling. Vi foreslår derfor at det planlegges for fremtiden, slik at avrenning fra tette flater, veier og bebodde arealer kan håndteres på en slik måte at vassdragets potensiale som muslinghabitat kan realiseres også i den nedre delen av elva.

Vedlegg E. Kart 1903-04

Kart utarbeidet i 1903-04 over Haukås og Brurås i forbindelse med Bergen kommunes kjøp av eiendommene.

Kartet viser elvens løp over myrene før arbeidet med drenering og oppdyrking startet.

På rapportens forside finnes et forstørret ustsnitt over Haukåsmyren.

Kart og scan tilhører Bergen kommune og er gjengitt her med kommunens tillatelse.

