

# Elvemusling i Vassbotnbekken og Møllebekken, Birkenes kommune, Aust-Agder

Bestandsstatus og bevaringstiltak

Jon H. Magerøy  
Bjørn Mejdell Larsen

# NINAs publikasjoner

## **NINA Rapport**

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

## **NINA Kortrapport**

Dette er en enklere og ofte kortere rapportform til oppdragsgiver, gjerne for prosjekt med mindre arbeidsomfang enn det som ligger til grunn for NINA Rapport. Det er ikke krav om sammendrag på engelsk. Rapportserien kan også benyttes til framdriftsrapporter eller foreløpige meldinger til oppdragsgiver.

## **NINA Temahefte**

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

## **NINA Fakta**

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

## **Annen publisering**

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

# Elvemusling i Vassbotnbekken og Møllebekken, Birkenes kommune, Aust-Agder

Bestandsstatus og bevaringstiltak

Jon H. Magerøy  
Bjørn Mejdell Larsen

Magerøy, J.H. & Larsen, B.M. 2017. Elvemusling i Vassbotnbekken og Møllebekken, Birkenes kommune, Aust-Agder: Bestandsstatus og bevaringstiltak. - NINA Kortrapport 70. 28 s.

Oslo, april 2017

ISSN: 2464-2797

ISBN: 978-82-426-3063-6

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Thomas Correll Jensen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Erik Framstad (sign.)

OPPDRAUGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Birkenes kommune

OPPDRAUGSGIVERS REFERANSE

[xx]

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Ole Martin Aanonsen

NØKKEWORD

Elvemusling, bestandsstatus, utbredelse, lengde, bevaringstiltak, Møllebekken, Vassbotnbekken, Birkenes kommune, Aust-Agder

KEY WORDS

Freshwater pearl mussel, population status, distribution, length, conservation measures, streams Møllebekken and Vassbotnbekken, Birkenes Municipality, Aust-Agder County

#### KONTAKTOPPLYSNINGER

##### **NINA hovedkontor**

Postboks 5685 Sluppen  
7485 Trondheim  
Telefon: 73 80 14 00

##### **NINA Oslo**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon: 73 80 14 00

##### **NINA Tromsø**

Framsenteret  
9296 Tromsø  
Telefon: 77 75 04 00

##### **NINA Lillehammer**

Fakkeltgården  
2624 Lillehammer  
Telefon: 73 80 14 00

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## Sammendrag

Magerøy, J.H. & Larsen, B.M. 2017. Elvemusling i Vassbotnbekken og Møllebekken, Birkenes kommune, Aust-Agder: Bestandsstatus og bevaringstiltak. – NINA Kortrapport 70. 28s.

Forekomsten av og forholdene for elvemusling i Vassbotnbekken, Møllebekken og Osebekken ved Birkeland i Birkenes kommune, Aust-Agder, ble undersøkt i september 2016. Levende musling ble bare funnet i Vassbotnbekken, men lokalt ble det bekreftet at det tidligere også fantes musling i Møllebekken.

Vassbotnbekken ble kartlagt fra Berse og opp til en tømmervei nedenfor Vassbotntjønn. I tillegg ble bekken undersøkt stedvis opp til Valetjønn. Elvemusling ble funnet på en ca. 200 m lang strekning ved Vassbotn gård. Det ble funnet 102 levende muslinger, som varierte i lengde fra 74,1 til 120,5 mm. Mangelen på mindre individer viser at det ikke har vært rekruttering på mange år. Bestanden står dermed i fare for å dø ut, hvis ikke tiltak gjennomføres for å bedre miljøforholdene. Det finnes flere trusler mot elvemuslingen i Vassbotnbekken. I den delen av bekken som har musling viste substratet tegn på forhøyet siltering og nitrogenkonsentrasjonene i vannet falt innenfor klassifiseringen «dårlig tilstand». Dette indikerer at avrenningen og tilførselen av næringsstoffer til bekken er for høy. Kilder til dette kan være den tette bebyggelsen rundt Valetjønn, avrenning fra dyrket mark og hogst helt ned til bekken. I nedre del av Vassbotnbekken bidrar beveraktivitet til økt siltering. I tillegg fungerer en stem og en kulvert ved Vassbotn gård som vandringshinder for fisk. Dette kan redusere vertstilgangen for muslingen i deler av utbredelsesområdet. Flere tiltak er aktuelle i Vassbotnbekken. For å redde bestanden bør man inkludere muslinger fra bekken i det nasjonale kultiveringsprogrammet for elvemusling. Produksjon av ungmuslinger vil sørge for at bestanden ikke dør ut og disse muslingene kan tilbakeføres til bekken. For å bevare bestanden på lang sikt er det nødvendig med miljøforbedrende tiltak slik at miljømålet «god tilstand» kan nås. I første rekke må mengden av silt og næringsstoff som tilføres bekken reduseres. For å oppnå dette må kantvegetasjonen langs bekken opprettholdes eller reetableres, og potensielle punktkilder til forurensning må kartlegges og utbedres. Hvis bever etablerer seg i området med elvemusling, bør man vurdere tiltak mot disse. Dessuten bør vandringshindrene for ørret utbedres, slik at fisken i større grad kan passere fritt mellom Berse og Vassbotntjønn. I tillegg til disse tiltakene, bør det hentes inn mer kunnskap om vertsfisken og genetikken til elvemuslingen i Vassbotnbekken. Slik informasjon vil vise om forholdet mellom musling og fisk kan forklare den manglende rekrutteringen i bekken, gi nyttig informasjon i forhold til kultiveringsprogrammet og avklare bestandens genetiske verneverdi.

I Møllebekken ble det bekreftet at elvemusling fantes på Øvre Birkeland for mer enn 50 år siden. Det er flere faktorer som bidrar til å gjøre bekken uegnet for muslinger i dag. Med bakgrunn i fosfor- og nitrogenkonsentrasjonene i nedre del av bekken ble vannkvaliteten klassifisert som «dårlig». Mulige årsaker til de høye næringskonsentrasjonene er mangel på kantvegetasjon i enkelte områder, erosjon og for høy avrenning fra dyrket mark, men hovedårsaken er sannsynligvis punktutslipp fra bebyggelsen. Det ble oppdaget flere sannsynlige problemutslipp som tilfører både næringsstoffer og annen form for forurensning til bekken. I øvre del av bekken ligger pH-verdiene ned mot minimumsgrensen for rekrutterende bestander av elvemusling og forsuring kan ha bidratt til at bestanden i sin tid forsvant. I tillegg er bekken lagt i rør på en ca. 200 m langt strekning, noe som er en vandringsbarriere for fisk. Hvis man ønsker å reetablere elvemuslingen i Møllebekken, vil de viktigste tiltakene være identifisering og utbedring av punktkilder, kalking og gjenåpning av rørgaten samt reetablering av kantvegetasjon.

I Osebekken (utløpselven fra Berse) ble det ikke funnet elvemusling og det er heller ingen historiske kilder som indikerer at det har vært elvemusling der. I dag fremstår bekken som uegnet for musling, med en bunn som består av ustabil sandsubstrat.

Jon H. Magerøy, NINA, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo; jon.mageroy@nina.no  
Bjørn Mejdell Larsen, NINA, Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim; bjorn.larsen@nina.no

# Innhold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>3</b>
<b>Innhold.....</b>	<b>4</b>
<b>Forord .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Innledning.....</b>	<b>6</b>
<b>2 Områdebeskrivelse.....</b>	<b>7</b>
<b>3 Metoder .....</b>	<b>9</b>
<b>4 Resultater .....</b>	<b>12</b>
4.1 Vassbotnbekken.....	12
4.2 Møllebekken.....	20
4.3 Osebekken .....	25
<b>5 Oppsummering .....</b>	<b>26</b>
<b>6 Referanser .....</b>	<b>27</b>

## Forord

Ifølge historiske kilder var det elvemusling i flere av innløpsbekkene til vannet Berse ved Birke-land i Birkenes kommune. I Vassbotnbekken finnes en av de få gjenværende elvemuslingbe-standene i Aust-Agder, men den nåværende statusen var ukjent. I de andre bekkene ved Berse var det ukjent om det finnes elvemusling. Birkenes kommune ønsket derfor å få gjennomført en kartlegging av elvemusling i tilløpsbekkene til Berse som skulle beskrive status med fokus på bestandsstørrelse og rekruttering. I tillegg ønsket kommunen at vannkvaliteten skulle undersø-kes og at trusselbildet mot muslingen skulle evalueres. Basert på dette skulle bekkenes kvalitet som elvemuslingbiotoper evalueres og eventuelle tiltak for å forbedre levetilstandene for elve-musling vurderes. Birkenes kommune mottok midler fra Miljødirektoratet, gjennom tiltaksmidler for truede arter, for å gjennomføre disse undersøkelsene.

Gjennom kontakt med Fylkesmannen i Aust-Agder, fikk Norsk institutt for naturforskning (NINA) oppdraget med å gjennomføre undersøkelsene og evalueringene nevnt ovenfor. Vi vil gjerne takke Ole Martin Anonsen, Merete Holtan Birkenes og Kjell L. Andersen (alle Birkenes kom-mune) samt Frode Kroglund (Fylkesmannen i Aust-Agder) for godt samarbeid under planleg-gingen og gjennomføringen av prosjektet.

Trondheim, mars 2017

Bjørn Mejdell Larsen

Prosjektleder

# 1 Innledning

Forsuring har vært et stort problem i Aust-Agder og er sannsynligvis hovedgrunnen til at elvemuslingen har gått sterkt tilbake i fylket (Larsen 1997, Dolmen & Kleiven 2004, Kleiven & Dolmen 2008, Kleiven mfl. 2013). Faktisk har ca. 80 % av de historisk kjente bestandene med elvemusling i Aust-Agder dødd ut (NINA database Upubl. data). I dag finnes det bare fire bekreftede gjenværende bestander i Aust-Agder. I tillegg er det noen få lokaliteter der det er usikkert om muslingen fremdeles finnes (Kleiven mfl. 2013). Det har vært ingen eller liten rekruttering (Larsen 2007, Larsen & Simonsen 2008, Kleiven mfl. 2013), og de gjenværende bestandene er derfor sårbare og står i fare for å dø ut. Det finnes imidlertid et positivt unntak. I Storelva ved Tvedestrand er det nå påvist en reetablering av bestanden etter omfattende kalkingstiltak i vassdraget (Kleiven mfl. 2013, Larsen & Magerøy 2016).

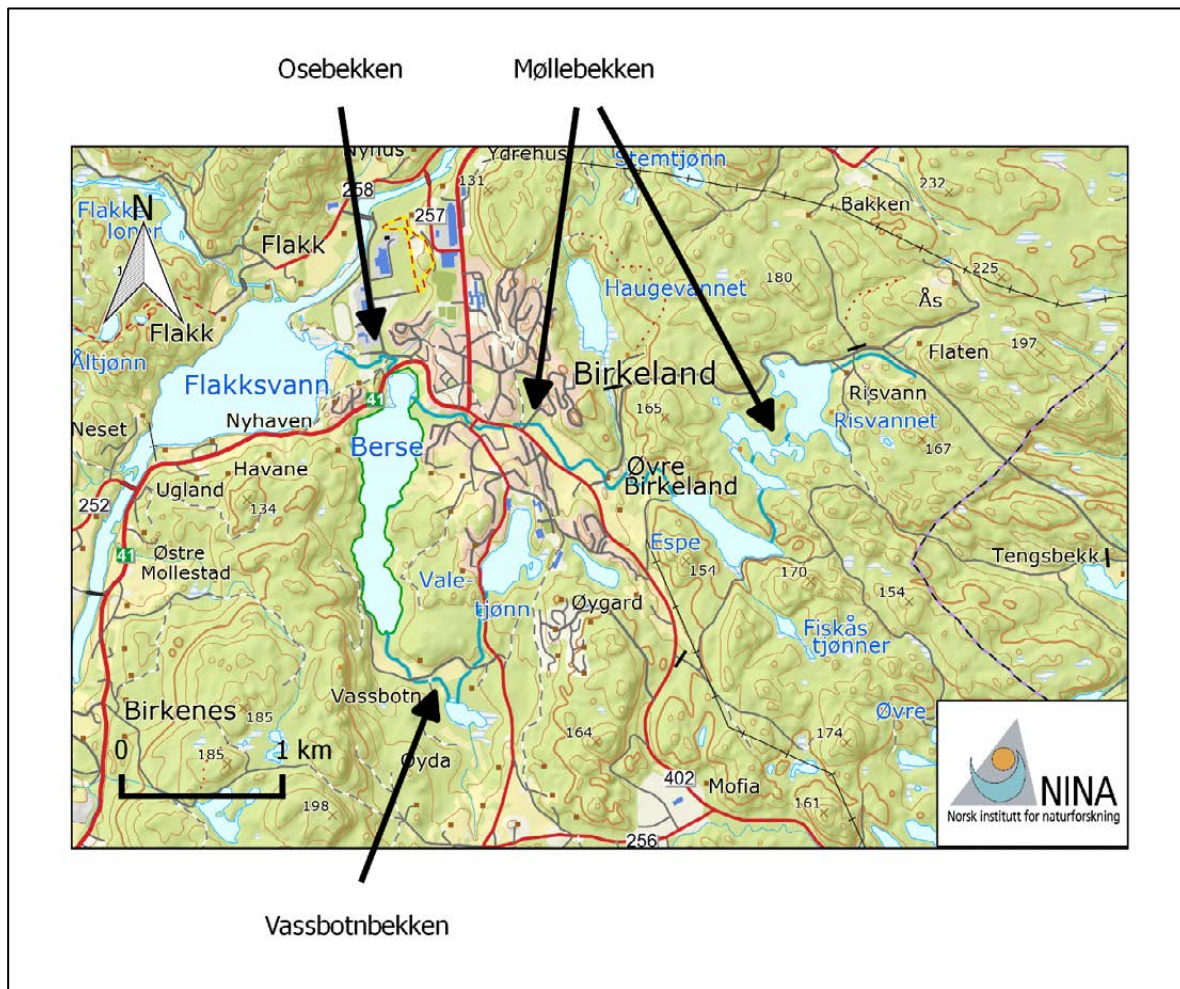
Basert på statusen til elvemuslingen i Aust-Agder, så har alle bestandene stor verneverdi og tiltak er nødvendige for å øke rekrutteringen blant disse bestandene. I tillegg er det viktig å undersøke om muslingen fremdeles finnes ved andre lokaliteter. Fra historiske kilder er det kjent at innløpsbekkene til vannet Berse, ved Birkeland i Birkenes kommune, hadde bestander av elvemusling (Helland 1904). Vassbotnbekken var en av disse bekkene og er en av de kjente gjenværende bestandene i Aust-Agder. Det skal ha vært tett med muslinger i bekken før og det foregikk perlefiske i bekken, kanskje helt fram til 1960-tallet (Kleiven mfl. 2013). Undersøkelser på 1980- og 1990-tallet viste at det bare var noen få muslinger tilbake i bekken (Dolmen & Kleiven 1997, Kleiven mfl. 2013). I 2009 ble det funnet 48 muslinger, men ingen av disse muslingene var mindre enn 80 mm (Kleiven mfl. 2013). Dette viser at det ikke hadde foregått rekruttering på mange år og den lille bestanden stod dermed i fare for å dø ut. En annen av bekkene som det sannsynligvis refereres til i de historiske kildene er Møllebekken (Kleiven mfl. 2013). I tillegg kan utløpsbekken fra Berse (Osebekken) være en mulig elvemuslinglokalitet, på grunn av nærheten til de to andre bekkene.

I Vassbotnbekken er det viktig å gjennomføre en fullstendig kartlegging av den kjente elvemuslingbestanden. Dette vil gi viktig informasjon om bestandens nåværende status, inkludert om rekruttering har funnet sted i de senere år. Dermed vil det være mulig å evaluere om bestanden fremdeles står i fare for å dø ut eller om den er levedyktig. I tillegg er det viktig å evaluere bekken som biotop for elvemusling, identifisere eventuelle trusler mot bestanden og foreslå tiltak som kan forbedre forholdene for muslingen.

I Møllebekken og Osebekken er det viktig å undersøke om det finnes elvemusling i dag. Skulle det bli påvist elvemusling i disse bekkene, er det viktig å gjennomføre en fullstendig kartlegging av bestandene. Enten det finnes elvemusling eller ikke, er det viktig å evaluere bekkene som biotoper for elvemusling, identifisere eventuelle faktorer som påvirker bekkene negativt og foreslå tiltak som kunne gjøre bekkene mer egnet for muslinger.



## 2 Områdebeskrivelse



**Figur 1.** Berse med omliggende områder, inkludert lokalisering av Vassbotnbekken, Møllebekken og Osebekken. Kartet er generert i QGIS 2.16.1 (QGIS Developmental Team 2016). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2017).

Berse, med tilhørende bekker, utgjør en sidegren (vassdragsnr. 020.A7) i Tovdalsvassdraget (vassdragsnr. 020.Z). Utløpsbekken Osebekken knytter vannet til Flaksvannet i Tovdalselva. De to større innløpsbekkene er Vassbotnbekken og Møllebekken. I tillegg renner det flere mindre bekker ut i vannet. Denne sidegrenen av vassdraget drenerer områdene sør og øst for Birkeland i Birkenes kommune (**figur 1**). Selve vannet er ca. 1,6 km<sup>2</sup> stort og ligger 19,9 moh. Nedbørsfeltet er på 13,6 km<sup>2</sup> og middelvanntilføringen er på 28,9 l/s/km<sup>2</sup> (liter pr. sekund pr. kvadratkilometer). Bergartene i området består av gneis, amfibolitt og glimmerskifer. I tillegg finnes det noe morenemasser rundt selve Berse og Raet ligger noe sør for vannet. Den marine grensen i området er på ca. 60 moh. og ca. 75 % av nedbørsfeltet ligger ovenfor denne. Nedbørsfeltet består av 77,1 % skog (løv- og barskog), 7,2 % vanndekte arealer, 6,8 % dyrket mark, 5,4 % bebyggelse og 1,0 % våtmarksområder. Fiskesamfunnet i Berse består av abbor, lagesild, laks, niøye, sik, trepigget stingsild, ørret og ål. I tillegg har den fremmede arten suter også etablert seg. Berse og noen mindre områder i randsonen av vannet utgjør Berse naturreservat (Haavik & Løvdal 2011, Kleiven mfl. 2013, NEVINA 2017, NORGESKART 2017, REGINE 2017).

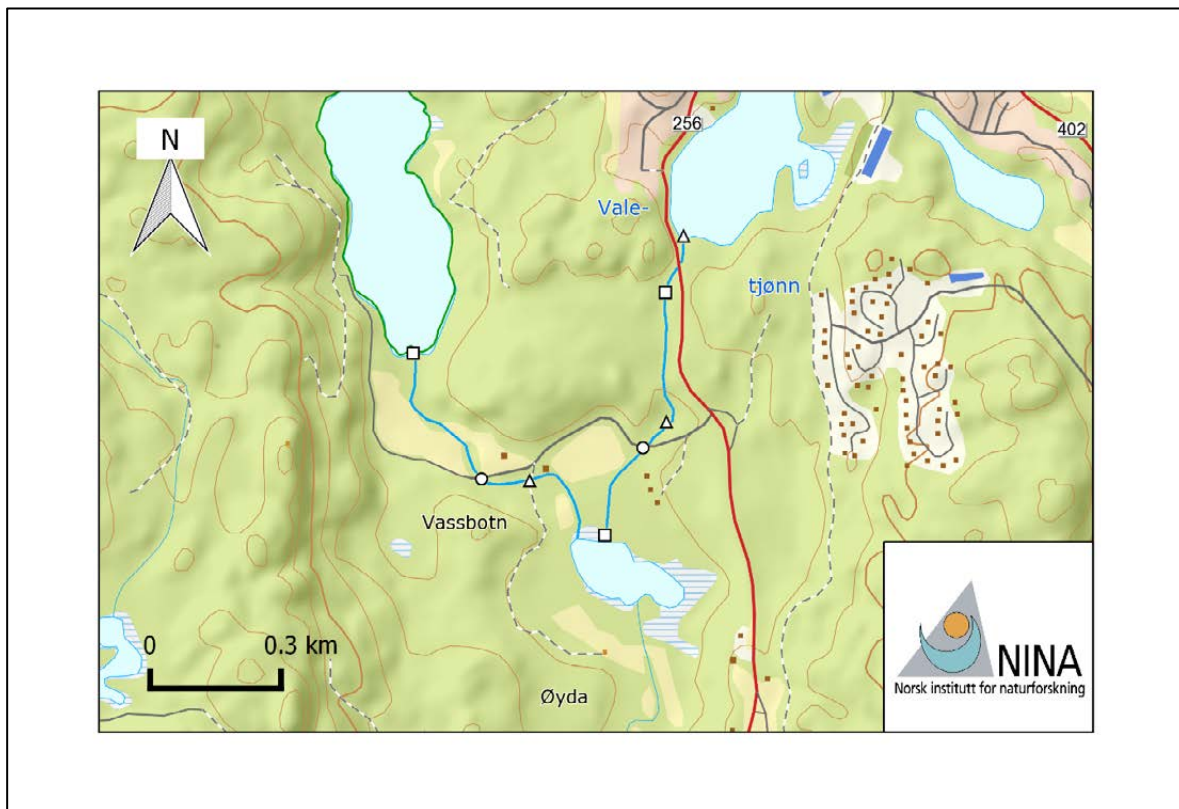
Vassbotnbekken er ca. 2 km lang. Den har sitt utspring i Øygardstjønn (53,5 moh.), og renner gjennom Valetjønn (55,8 moh.) og Vassbotntjønn (28,9 moh.) før den kommer ut i sørenden av Berse. Bekken drenerer områdene sør for Birkeland (**figur 1**). Nedbørsfeltet er på 3,7 km<sup>2</sup> og

middelvannføringen er på 29,4 l/s/km<sup>2</sup>. Bergartene i området består av gneis, amfibolitt og glimmerskifer. I tillegg er det morenemasser i området. Ca. 60 % av nedbørsfeltet ligger over marin grense. Det består av 79,5 % skog (løv- og barskog), 8,6 % dyrket mark, 3,5 % vanndekt areal, 1,9% bebyggelse og 0,5 % våtmarksområder. Det finnes niøye, ørret og ål i bekken mens innsjøene har bestander av abbor og ørret (Haavik & Løvdal 2011, Kleiven mfl. 2013, NEVINA 2017, NORGESKART 2017, VANNMILJØ 2017).

Møllebekken er over 3 km lang. Den har sitt utspring ovenfor Risvannet (102,9 moh.), og renner videre gjennom Stenvann (102,9 moh.) og Espe (89,5 moh.) til gårdene ved Øvre Birkeland. Her renner den sammen med Haugevassbekken, som har sitt utspring i Haugevannet (64,7 moh.), før den renner videre nedover til nordenden av Berse. Møllebekken drenerer områdene øst og sørøst for Birkeland (**figur 1**). Nedbørsfeltet er 8,0 km<sup>2</sup> og middelvannføringen er på 29,3 l/s/km<sup>2</sup>. Bergartene i området består i hovedsak av gneis. Ca. 90 % av nedbørsfeltet ligger over marin grense. Det består av 81,1 % skog (mest barskog), 6,0 % vanndekte arealer, 5,8 % dyrket mark, 5,1 % bebyggelse (inkludert næringsområder) og 1,1 % våtmarksområder. Det finnes både laks, ørret og ål i bekken, og suter i noen av vannene foruten ørret og abbor. Anadrom strekning utgjør ca. 550 m (Hope & Severinsen 2008, Haavik & Løvdal 2011, Kleiven mfl. 2013, NEVINA 2017, NORGESKART 2017, VANNMILJØ 2017).

Osebekken er ca. 600 m lang. Den renner fra nordenden av Berse (19,9 moh.) og ut i den østlige delen av Flakksvann (19,5 moh.). Bekken drenerer Berse og nærområdene rundt bekken (**figur 1**). Dermed utgjør nedbørsfeltet det samme som det som er beskrevet for Berse. Områdene rundt bekken består for det meste av morenemasser og ligger under marin grense. Nærområdene består av områder med våtmark, barskog, løvskog, noe beitemark og bebyggelse, inkludert næringsområder (Haavik & Løvdal 2011, NORGESKART 2017). Trolig finnes de samme fiskeartene i Osebekken som i Berse.

### 3 Metoder

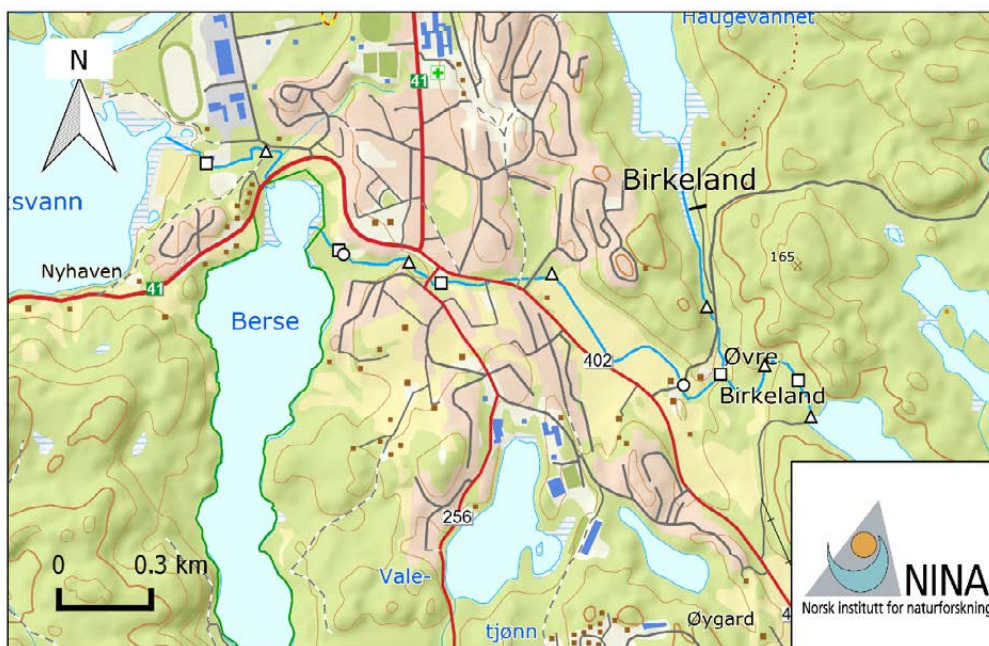


**Figur 2.** Vassbotnbekken med undersøkelsesstrekninger. Firkanter indikerer startpunkt og trekkanter indikerer slutt punkt for de undersøkte områdene. Alle søk startet nedstrøms. Sirkler indikerer vannprøvetakingslokaliteter. Kartet er generert i QGIS 2.16.1 (QGIS Developmental Team 2016). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2017).

Birkenes kommune var ansvarlig for innsamlingen av vannprøver på fire stasjoner i Vassbotnbekken og Møllebekken. Det ble gjennomført tre prøvetakingsrunder (28.09.2016, 16.11.2016 og 11.01.2017). I Vassbotnbekken ble det tatt prøver i nedre del, der veien krysser bekken ved Vassbotn gård, og i øvre del, der veien krysser bekken nær Herregård (**figur 2**). I Møllebekken ble det tatt prøver i nedre del, ved parkeringsplassen til friluftsområdet ved Berse, og i midtre del, der veien krysser bekken ved gårdene på Øvre Birkeland (**figur 3**). Det ble ikke tatt vannprøver i Osebekken. Prøvene ble analysert for parameterne turbiditet, fargetall, total karbon, konduktivitet, kalsium, alkalinitet, pH, totalt reaktivt aluminium, totalt monomerisk aluminium, illabilt aluminium, labilt aluminium, totalt fosfor, totalt nitrogen, nitrat, sulfat og jern. Analysene ble gjennomført av Eurofins Environmental Testing Norway AS i Kristiansand.

I Vassbotnbekken ble det gjennomført søk etter elvemusling ved direkte observasjon, dels ved snorkling (**bilde 1**) og dels ved bruk av vannkikkert (**bilde 2**) (Larsen & Hartvigsen 1999). Der det ble funnet muslinger ble det også gravd i øvre del av substratet. Det ble undersøkt tre strekninger langs bekken (**figur 2**). Den nederste strekningen gikk fra Berse til en skogsbilvei nedenfor Vassbotntjønn. Den midterste strekningen gikk fra Vassbotntjønn til ovenfor veibroen ved Herregård. Den øverste strekningen gikk fra et stykke nedenfor veibroen ved utløpet av Vale-tjønn til Valetjønn. Strekkene var henholdsvis ca. 500, 300 og 100 m lange. Snorkling ble gjennomført fra Berse og opp til strykpartiene nedenfor veibroen ved Vassbotn gård. Vannkikkert ble brukt i de andre områdene. Det var mulig å snorkle eller vade alle strekningene i sin helhet. På grunn av bekkens bredde ble undersøkelsene gjennomført mest effektivt av bare en person. Gode observasjonsforhold (godt lys og lav vannføring) gjorde at arealet ble dekket på en god





**Figur 3.** Møllebekken og Osebekken med undersøkelsesstrekninger. Firkanter indikerer startpunkt og trekkanter indikerer sluttspunkt for de undersøkte områdene. Alle søk startet nedstrøms. Sirkler indikerer vannprøvetakingslokaliteter. Kartet er generert i QGIS 2.16.1 (QGIS Developmental Team 2016). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2017).

måte. Tomme muslingskall og levende elvemusling ble tatt opp og målt med skyvelære til nærmeste 0,1 millimeter. Skall og skaldeler som ble funnet ble tatt vare på mens levende musling ble lagt tilbake i substratet. Prøver til genetiske analyser ble tatt av 30 levende muslinger i felt. Det ble tatt prøver ved å stryke på overflaten av de indre bløtdelene (fot og kappe) med en bomullspinne (Q-tip) (Karlsson & Larsen 2013, Karlsson mfl. 2013). Senere er DNA ekstrahert på NINAs genetikklaboratorium ved bruk av Dneasy tissue kit fra Qiagen, som beskrevet av Karlsson mfl. (2013). Prøvene er deretter plassert i ultrafryser og lagret ved minus 70-80 °C på NINA-huset, i påvente av senere analyser. Undersøkelsene i Vassbotnbekken ble gjennomført 15-16.09.2016.

I Møllebekken ble det gjennomført søk etter elvemusling ved bruk av vannkikkert (**bilde 2**) (direkte observasjon) (Larsen & Hartvigsen 1999). Det ble undersøkt fire strekninger langs bekken og i tillegg ble det undersøkt en strekning i sidebekken Haugevassbekken (**figur 3**). Den nederste strekningen gikk fra parkeringsplassen ved friluftsområdet ved Berse til like nedenfor der Tveitevegen krysser bekken. Den andre strekningen gikk fra rett ovenfor Tveitevegen til Birkelands myrer. Den tredje strekningen gikk fra samløpet med Haugevassbekken til en foss. Den øverste strekningen gikk fra strykpartiene ovenfor fossen til vannet Espe. Strekningene var henholdsvis ca. 300, 400, 200 og 100 m lange, men ca. 200 m av den andre strekningen er lagt i rør. Strekningen i Haugevassbekken gikk fra samløpet med Møllebekken til litt ovenfor der veien til Risvannet krysser bekken. Denne strekningen var ca. 150 m lang. Det var mulig å vade alle strekningene i sin helhet og to personer gikk delvis etter hverandre eller ved siden av hverandre i bekkeløpet, avhengig av bredden på bekken. Gode observasjonsforhold (godt lys og lav vannføring) gjorde at arealet ble dekket på en god måte. Undersøkelsene i Møllebekken ble gjennomført 16.09.2016.



**Bilde 1.** Søk etter elvemusling gjennom snorkling. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Bilde 2.** Søk etter elvemusling gjennom bruk av vannkikkert. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

I Osebekken ble det gjennomført søk etter elvemusling ved bruk av vannkikkert (**bilde 2**) (direkte observasjon) (Larsen & Hartvigsen 1999). Det ble undersøkt en strekning som gikk fra industriområdet ved Tollnesveien til gangbroen over bekken (**figur 3**). Denne strekningen var ca. 250 m lang. Det var mulig å vade hele strekningen, og to personer gikk ved siden av hverandre i bekkeløpet. Gode observasjonsforhold (godt lys og lav vannføring) gjorde at arealet ble dekket på en god måte. Undersøkelsene i Osebekken ble gjennomført 16.09.2016.

I tillegg til søk etter elvemusling ble de tre bekkenes egnethet som biotoper for elvemusling evaluert, eventuelle faktorer som påvirket bekkene negativt identifisert og tiltak som kan gjøre bekkene mer egnet som elvemuslingbiotoper vurdert. Vurderingene er i hovedsak basert på befaringene som ble gjennomført langs de strekningene som ble undersøkt for elvemusling, men områdene mellom de undersøkte strekningene ble også evaluert.

## 4 Resultater

### 4.1 Vassbotnbekken

Basert på norsk klassifiseringssystem i henhold til vannforskriften (Direktoratsgruppen 2015) framstod Vassbotnbekken som en klarvannsbekk med farge <30 mgPt/l og totalt karbon ≤5.2 mg/l. Bekken var helt på grensen mellom kalkfattig og moderat kalkrik, basert på grenseverdiene for kalsium (4,0 mg/l) og alkalinitet (0,2 mmol/l). Begge sett med verdier var høyere i øvre enn nedre del av bekken. Basert på en klassifisering som klar kalkfattig og ikke-lakseførende, lå pH verdiene innenfor grenseverdiene for «god tilstand» (6,6 – 5,9), men noe lavere enn den forventede referanseverdien (7,0). Verdiene av labilt og potensielt giftig aluminium (Um-al) lå også innenfor grenseverdiene for «god tilstand» (5 – 30 µg/l), men godt over referanseverdien (2,5 µg/l). Når det gjaldt næringsstoffer, ga de totale fosforverdiene «svært god tilstand» (1 – 11 µg/l). Derimot ga de totale nitrogenverdiene «moderat tilstand» (475 – 775 µg/l) i den øvre delen og «dårlig tilstand» (775 – 1350 µg/l) i den nedre delen av bekken. Basert på Statens Forurensningstilsyns (SFT; nå Miljødirektoratet) klassifiseringssystem for miljøkvalitet (Andersen mfl. 1997) falt verdiene av jern innenfor grenseverdiene for «mindre god tilstand» (100 – 300 µg/l). Se **tabell 1a** og **b** for detaljoversikt over de målte vannparameterne.

**Tabell 1a.** Vannkvalitet i Vassbotnbekken ved Vassbotn gård. Det ble målt turbiditet (Turb, NTU), fargetall (Farge, mgPt/l), total karbon (TOC, mg/l), konduktivitet (Kond, mS/m), kalsium (Ca, mg/l), alkalinitet til pH 4,5 (Alk, mmol/l), pH, totalt reaktivt aluminium (Tr-Al, µg/l), totalt monomerisk aluminium (Tm-Al, µg/l), illabilt aluminium (Om-Al, µg/l), labilt aluminium (Um-Al, µg/l), totalt fosfor (Tot-P, µg/l), totalt nitrogen (Tot-N, µg/l), nitrat (NO<sub>3</sub>, µg/l), sulfat (SO<sub>4</sub>, mg/l) og jern (Fe, µg/l).

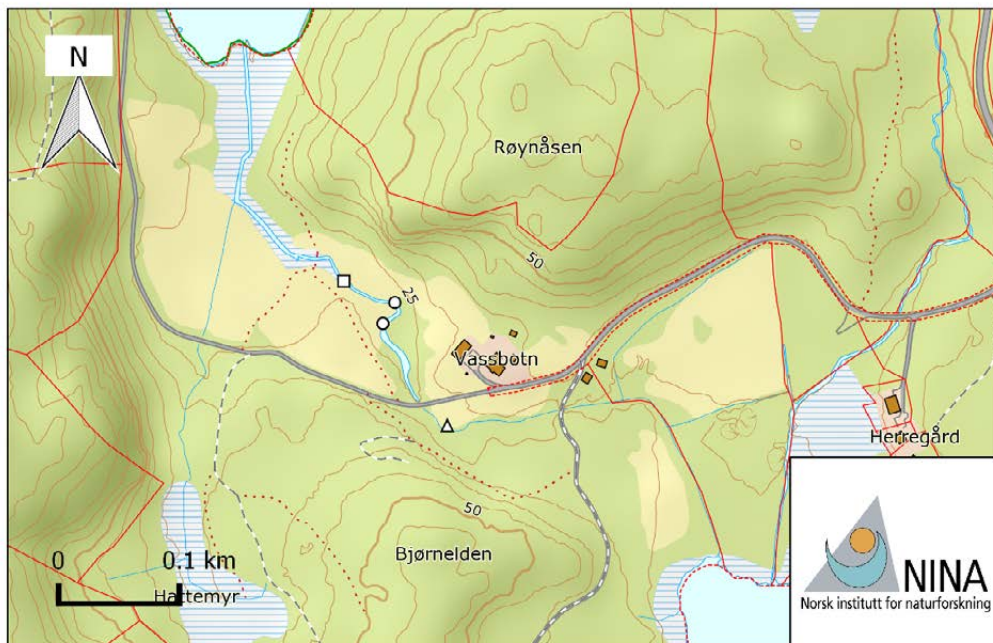
Dato	Turb NTU	Farge mgPt/l	TOC mg/l	Kond mS/m	Ca mg/l	Alk mmol/l	pH	Tr- Al µg/l	Tm- Al µg/l	Om- Al µg/l	Um- Al µg/l	Tot- P µg/l	Tot- N µg/l	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Fe µg/l
28.09.16	0,73	17	2,3	6,2	3,8	0,170	6,7		17	8*	9	3,0*	840	830	5,11	150
16.11.16	1,13		4,1	6,3	4,3	0,087	6,5	200				4,8	840	760	10,20	160
11.01.17	1,37	26	3,7	6,1	4,0	0,073	6,6	180	51	41	10	8,7	950	900	8,38	160
Gj.snitt	1,08	22	3,4	6,2	4,0	0,110	6,6	190	34	25	10	5,5	877	830	7,90	157

\* angir deteksjonsgrensen og at de målte verdiene var under denne grensen. Gjennomsnittet er beregnet med laveste målbare verdi.

**Tabell 1b.** Vannkvalitet i Vassbotnbekken ved Herregård. De samme parameterne ble målt som i tabell 1a.

Dato	Turb NTU	Farge mgPt/l	TOC mg/l	Kond mS/m	Ca mg/l	Alk mmol/l	pH	Tr- Al µg/l	Tm- Al µg/l	Om- Al µg/l	Um- Al µg/l	Tot- P µg/l	Tot- N µg/l	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Fe µg/l
28.09.16	0,59	21	3,9	8,1	6,4	0,122	6,8		25	8*	17	3,0*	380	260	15,50	210
16.11.16	2,43		3,6	8,2	5,8	0,056	6,4	340				3,0*	570	460	17,10	190
11.01.17	4,36	28	5,2	6,7	4,7	0,040*	6,0	440	86	66	20	14,0	650	530	13,90	220
Gj.snitt	2,46	25	4,2	7,7	5,6	0,073	6,4	390	56	37	19	6,7	533	417	15,50	207

\* angir deteksjonsgrensen og at de målte verdiene var under denne grensen. Gjennomsnittet er beregnet med laveste målbare verdi.



**Figur 4.** Elvemuslingfunn i Vassbotnbekken. Firkanten indikerer startpunkt og trekanten indikerer slutt punkt for strekningen med elvemusling. Sirkler indikerer de to lokalitetene som til sammen innehar mer enn halvparten av bestanden. Kartet er generert i QGIS 2.16.1 (QGIS Developmental Team 2016). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2017).

Elvemusling ble bare funnet i den nederste undersøkte strekningen i Vassbotnbekken i september 2016. Muslingene ble funnet på en ca. 200 m lang strekning som går fra nedre del av jordet, på østsiden av bekken, til en stem ovenfor veien ved Vassbotn gård (**figur 4**). Innenfor denne delen av bekken var det ikke muslinger på et ca. 25 m langt strykparti nedenfor veien ved Vassbotn gård. Det ble funnet til sammen 102 levende muslinger (se **bilde 3 – 6**) og 21 tomme skall eller skallrester. Henholdsvis 96 og 6 av de levende muslingene ble funnet nedenfor og ovenfor det nevnte strykpartiet. I det nedre funnområdet ble mesteparten av muslingene funnet på to meget begrensede områder. 26 individer ble funnet under to steiner (**bilde 5**) og 34 individer ble funnet under en rot (**bilde 6**). Bare, henholdsvis, en og to av muslingene var synlige ved snorkling. De resterende muslingene ble funnet ved at observatøren følte seg fram med hendene. I resten av det nedre funnområdet var muslingene relativt jevnt fordelt.





**Bilde 3.** Elvemusling i Vassbotnbekken. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Bilde 4.** Elvemusling fra Vassbotnbekken. Noter relativt stor slitasje i skallet ved umbo. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



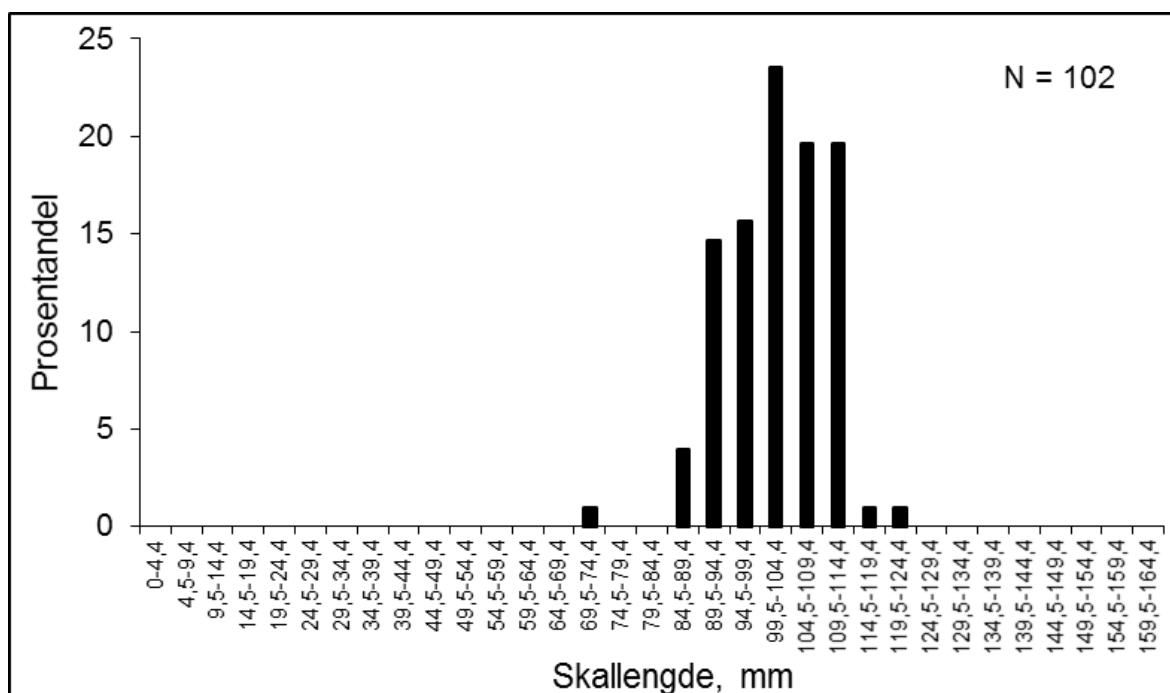
**Bilde 5.** Elvemusling funnet under to større steiner i Vassbotnbekken. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



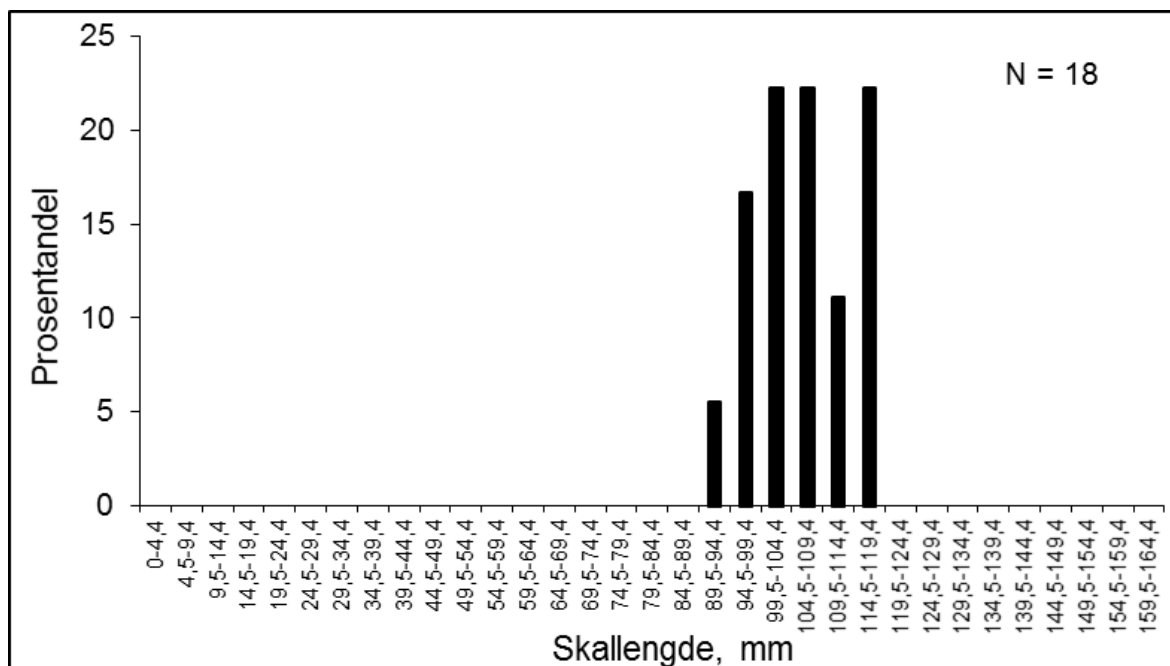
**Bilde 6.** Elvemuslinger funnet under en rot i Vassbotnbekken. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

De levende muslingene varierte i lengde fra 74,1 til 120,5 mm og gjennomsnittslengden var 102,3 mm (**figur 5**). Ingen mindre muslinger ble funnet, hvilket viser at det ikke har vært rekruttering i bekken på flere tiår. Dermed forklares økningen i antall muslinger, fra 48 i 2009 (Kleiven mfl. 2013) til 102 i 2016, ikke av bestandsvekst, men av grundigere undersøkelser. Det var mulig å måle lengden på 18 av skallene som ble funnet. Disse skallene varierte i lengde fra 89,9 til 115,7 mm og gjennomsnittslengden var 105,4 mm (**figur 6**). Skallene som ble funnet varierte fra helt ferske skall, fra muslinger som nettopp hadde dødd, til skall som var kraftig erodert og hadde ligget noen år i elva, siden muslingene døde. Sandaas & Enerud (2010) fant at muslingskall fikk en vektreduksjon på ca. 45 % etter seks år, men at de fremdeles beholdt formen og kunne oppfattes som «hele» skall. Det kan derfor ta 10 år eller mer før skallene helt eller delvis har forsvunnet. En prosent døde muslinger er forventet å representere en naturlig årlig dødelighet i livskraftige bestander med en levealder på om lag 100 år. I Vassbotnbekken ble det funnet en akkumulert dødelighet på 17 % i 2016, og det ble ikke observert noen akutt overdødelighet blant voksne muslinger i bekken. Hvis ikke dagens miljøforhold endrer seg, vil ikke bestanden stå i fare for å dø ut umiddelbart, men den vil dø ut ettersom de voksne individene dør av alderdom.





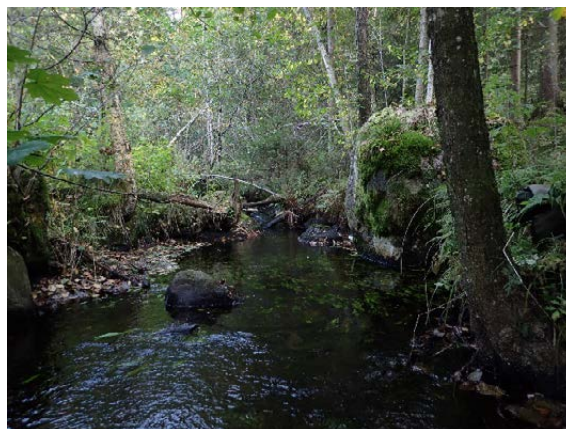
**Figur 5.** Lengdefordeling av levende elvemusling i Vassbotnbekken i september 2016.



**Figur 6.** Lengdefordeling av elvemusling skall i Vassbotnbekken i september 2016.



**Bilde 7.** Område med elvemusling nedenfor Vassbotn gård. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Bilde 8.** Område med elvemusling ovenfor Vassbotn gård. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Bilde 9 og 10.** Elvemuslinger i Vassbotnbekken med begroing, som er et tydelig tegn på økt siltering og næringstilførsel. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Det er bare i den delen av Vassbotnbekken som renner fra Vassbotntjønn til Berse at det finnes strekninger som er egnet for elvemusling. Selv innenfor denne delen av bekken er det i hovedsak bare strekningen som i dag har elvemusling som framstår som egnet biotop for arten. Her er kantvegetasjonen bevart og bekkeløpet virker relativt uberørt med god vanngjennomstrømning og sikker vannføring (**bilde 7 og 8**). Likevel er det tegn på siltering med høyt innhold av finpartikulært materiale i substratet (**bilde 9 og 10**), og vannprøvene viser at konsentrasjonene av både nitrogen og jern er for høye.

Området ned mot Berse er ikke egnet som biotop for elvemusling i dag. Vanngjennomstrømningen er liten, og det avsettes mye silt og organisk materiale i den delen av bekken som renner gjennom det flate våtmarksområdet ned mot vannet (**bilde 11**). I følge Haavik & Løvdal (2011) har vannstanden i Berse økt, noe som trolig kan forklares ved redusert gjennomstrømning i Osebekken. Dette har sannsynligvis redusert vanngjennomstrømningen i nederste del av Vassbotnbekken i enda større grad. I tillegg bidrar også beveraktivitet (**bilde 12 og 13**) til redusert vanngjennomstrømning og økt siltering i denne delen av bekken. Strekningen mellom Vassbotn gård og Vassbotntjønn er også dårlig egnet som biotop for elvemusling i dag. Bekken er kanalisert og stemmet opp, noe som har ført til redusert vanngjennomstrømning (**bilde 14**). I tillegg er skogen hogget helt ned til bekken på deler av strekningen, noe som med stor sannsynlighet har ført til økt avrenning til bekken. Den delen av bekken som renner fra Valetjønn til Vassbotntjønn er ikke





**Bilde 11.** Stilleflytende strekning, der Vassbotnbekken renner gjennom våtmarksområdet ned mot Berse. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Bilde 12.** Beverdemning i nederste del av Vassbotnbekken. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Bilde 13.** Stilleflytende strekning ovenfor beverdemningen i Vassbotnbekken. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Bilde 14.** Kanalisert og stilleflytende strekning nedenfor Vassbotntjønn. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Bilde 15.** Kanalisert og stilleflytende strekning ovenfor Vassbotntjønn. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Bilde 16.** Hogst helt ned til Vassbotnbekken mellom Valetjønn og Vassbotntjønn. Legg merke til bekken til venstre i bildet. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

egnet som biotop for elvemusling. Den nedre delen av bekken er kanalisert og har veldig lav vanngjennomstrømning (**bilde 15**). Den øvre delen av bekken har veldig liten vannføring og i tillegg er skogen hogget helt ned til bekken i større områder (**bilde 16**).

Den forhøyede siltingen og de høye nitrogenverdiene i Vassbotnbekken indikerer stor avrenning fra omliggende områder og høy tilførsel av næringsstoffer til bekken. Økt tilførsel av finpartikulært materiale kan delvis forklares ved at det stedvis er hogget helt ned til bekken. Punktutslipp fra den tette bebyggelsen rundt Valetjønn og fra gårdene i området samt avrenning fra dyrket mark bidrar med stor sannsynlighet også til den høye næringstilførselen, som trolig er den største trusselen mot elvemuslingen i Vassbotnbekken i dag. Resultatet er at oksygenivået i substratet reduseres. Dette er spesielt skadelig for ungmuslinger, som lever nedgravd i substratet i de første leveårene. Mangel på oksygen gjør at de små muslingene dør, og forklarer sannsynligvis den manglende rekrutteringen i bekken (Larsen 1997, 2005, Degerman mfl. 2009). I tillegg bidrar beverne til å øke siltingen i den nederste delen av bekken. I dag har det en relativt begrenset påvirkning på områdene med elvemusling, men skulle beverne etablere seg lenger opp i bekken vil dette ha svært negative konsekvenser for muslingene. Selv om ferskvannsmuslinger ikke er spesielt sensitive ovenfor forhøyde jernverdier (Milam & Farris 1998), kan forhøyede jernverdier være en indikator på annen form for forurensning i vassdraget. Det ble ikke undersøkt for tungmetaller, og bl.a. bly og kvikksølv er begge svært skadelige for ferskvannsmuslinger (Young 2005).

Det finnes to vandringshindre for fisk ved Vassbotn gård. Både stemmen (**bilde 17**) ovenfor veien og kulverten (**bilde 18**) under veien fungerer som vandringshindre ved visse vannføringer. Dette kan potensielt redusere tilgangen på vertsfisk for elvemuslinglarvene (glochidier) ovenfor veien samt redusere den genetiske utvekslingen mellom muslingene nedenfor og ovenfor veien. Selv om forsuring ikke ser ut til å være et problem i dag (relativt høye pH- og kalsiumverdier), så har nok tidligere forsuring bidratt til å redusere bestanden kraftig. I 1975 ble det målt pH på 5,78 ved utløpet av Valetjønn (VANNMILJØ 2017), noe som er godt under minimumsverdien for rekrutterende bestander av elvemusling (6,1-6,3) (Larsen 1997, Degerman mfl. 2009).

Grunnet manglende rekruttering vil bestanden av elvemusling i Vassbotnbekken dø ut ettersom de voksne individene blir eldre og dør av alderdom. Dermed er tiltak nødvendig for å sikre at rekrutteringen tar seg opp igjen og for at bestanden av elvemusling skal klare seg. For å redde bestanden på kort sikt er det ønskelig å inkludere muslinger fra Vassbotnbekken i det nasjonale kultiveringsprogrammet for elvemusling. Stammuslinger fra Vassbotnbekken kan tas inn på kultiveringsanlegget for elvemusling på Austevoll, utenfor Bergen, og produksjon av avkom vil sikre at bestanden ikke dør ut. De unge muslingene (normalt et par år gamle) kan tilbakeføres til vassdraget når de er forbi den mest sårbare fasen (Jakobsen mfl. 2013, 2015, Jakobsen & Jakobsen 2014). For å bevare bestanden på lengre sikt, er det imidlertid nødvendig å forbedre miljøforholdene i bekken. Dette gjelder spesielt tilførselen av silt og næringsstoffer. For å redusere denne tilførselen bør vegetasjonssonene rundt bekken og tjernene opprettholdes eller reetableres. I tillegg bør potensielle punktkilder i bebyggelsen og på gårdene i området kartlegges og utbedres. Det siste kan også bidra til å redusere tilførselen av andre former for forurensning til bekken. Selv om elvemuslingen bare finnes i en liten del av bekken, så er det viktig å poengtere at tiltak for å redusere næringstilførselen og annen forurensning til bekken bør gjennomføres i hele vassdraget. I den delen av Vassbotnbekken, der det finnes elvemusling, bør muligheten for fisk til å passere de to vandringshindrene forbedres for å styrke bestanden av ørret i hele bekken. I begge tilfeller vil oppbygning av området nedenfor vandringshinderet med stein kunne forbedre muligheten for fiskepassasje. Kulverten, som nå består av et rør, burde erstattes. Erstatning med en halvbue, som gjenoppretter naturlig elvebunn under veien, ville være den beste løsningen og gi de beste mulighetene for fiskepassasje. Ved eventuelt arbeid i bekken bør sedimenteringsnett settes opp nedstrøms arbeidsområdet, for å hindre økt silting i områdene med elvemusling.





**Bilde 17.** Stem ovenfor Vassbotn gård. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Bilde 18.** Kulvert under veien ved Vassbotn gård. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Områdene ned mot Berse og opp mot Vassbotntjønn har nok også vært gode leveområder for elvemusling tidligere og kunne potensielt sett blitt det igjen. Ned mot Berse vil dette kreve uttak av bever. Uttak av naturlig hjemmehørende dyr vil alltid være kontroversielt. I tillegg vil det ta lang tid før de beverpåvirkede områdene vil bli egnet som godt elvemuslinghabitat igjen. Dermed anbefaler vi ikke dette som tiltak i dag. Hvis beverne derimot etablerer seg i området der elvemuslingen finnes i dag, vil dette få store negative konsekvenser og tiltak for å ta ut bever fra området må i det tilfellet vurderes. For å gjøre området opp mot Vassbotntjønn egnet for elvemusling igjen, vil det kreve fjerning av en stem og tilbakeføring av bekken til dens naturlige løp. Dette er omfattende tiltak som krever store ressurser. I tillegg sikrer stemmen vanntilførselen til Vassbotn gård. Derfor anbefaler vi heller ikke å gjennomføre disse tiltakene. I stedet ønsker vi at man heller fokuserer på tiltak som kan bevare og styrke elvemuslingen på den strekningen som i dag har muslinger og som er best egnet som muslingbiotop i Vassbotnbekken.

I tillegg til tiltakene som er beskrevet ovenfor, bør det samtidig hentes inn mer informasjon om elvemuslingbestanden i Vassbotnbekken. For det første er det ikke kjent om muslingene reproducerer normalt (blir gravide). Undersøkelsene i 2016 ble gjennomført for sent på året til at det var mulig å undersøke for mulig graviditet. En slik undersøkelse vil vise om man kan forvente å finne muslinglarver på fisken i bekken. For det andre vet vi ingen ting om vertsfisken til muslingen i bekken. De fleste bestander med elvemusling bruker enten ørret (ørretmusling) eller laks (laksemusling) som vertsfisk (Karlsson & Larsen 2013, Karlsson mfl. 2014). Vi antar at ørret er vertsfisk i Vassbotnbekken, fordi det ikke er kjent at laks går opp i bekken og fordi muslingene har en størrelse som er typisk for ørretmusling (Larsen mfl. 2002, Dunca mfl. 2010). Vi vet ikke om muslingen faktisk infiserer ørreten i bekken eller om det er nok ørret til å opprettholde rekrutteringen blant muslingene. Det bør derfor gjennomføres et elfiske i bekken for å samle inn fisk som skal undersøkes med hensyn til forekomst av muslinglarver på gjellene. I tillegg bør man bestemme om tettheten av vertsfisk er høy nok til å opprettholde rekrutteringen. Hvis slike undersøkelser viser manglende suksess på vertsfisken eller manglende tetthet av vertsfisk, så kan det være aktuelt med flere tiltak for å styrke bestanden av vertsfisk i bekken. For det tredje er ingen ting kjent om genetikken til elvemuslingen i Vassbotnbekken. Genetiske undersøkelser kan også benyttes for å avgjøre om det er en ørret- eller laksemusling. Om undersøkelsene i Vassbotnbekken skulle vise at det ikke finnes muslinglarver på gjellene til ørret og de genetiske analysene viser at det er en laksemusling, vil det være nødvendig å gjøre tiltak for å tilrettelegge for laks i bekken. Genetiske analyser er også viktig å gjennomføre i forbindelse med innsamlingen av stammuslinger til oppdrett. Hvor stor er den genetiske variasjonen i bestanden, og hvor mange stammuslinger behøver vi for å fange opp denne variasjonen? I tillegg vil genetiske analyser også vise det genetiske slektskapet mellom muslingene i Vassbotnbekken og andre muslingbestander. Hvis bestanden er genetisk unik vil dette gjøre bestanden enda mer verdifull i verne-sammenheng.

## 4.2 Møllebekken

Den nedre og øvre delen av Møllebekken framstod så forskjellige fra hverandre, vannkvalitetsmessig, at de diskuteres separat.

Basert på norsk klassifiseringssystem i henhold til vannforskriften (Direktoratsgruppen 2015) framstod Møllebekken ved Berse som noe humøs med verdier for farge og totalt karbon noe over de nedre grenseverdiene for humøse vassdrag (henholdsvis 30 mgPt/l og 5 mg/l). Bekken var helt på grensen mellom kalkfattig og moderat kalkrik, basert på grenseverdiene for kalsium (4,0 mg/l) og alkalinitet (0,2 mmol/l). Basert på en klassifisering som humøs kalkfattig og ikke-lakseførende (selv om det er laks i nedre deler av bekken (Hope & Severinsen 2008, Haavik & Løvdal 2011)), lå pH-verdiene innenfor grenseverdiene for «svært god tilstand» (7,2 – 6,2). Hvis man istedenfor benytter verdiene for en klar kalkfattig bekk, så lå pH verdiene stort sett også innenfor grenseverdiene for «svært god tilstand» (7,3 – 6,6). Ved bruk av begge kategoriseringer lå verdiene av labilt og potensielt giftig aluminium (Um-Al) innenfor grenseverdiene for «svært god tilstand» (0 – 5 µg/l). Når det gjaldt næringsstoffer, ga de totale fosforverdiene «dårlig tilstand» uansett om bekken ble klassifisert som humøs eller klar (grenseverdier: henholdsvis 45 – 83 µg/l og 30 – 60 µg/l). Det samme gjaldt for totalt nitrogen (grenseverdier: henholdsvis 650 – 1300 µg/l og 775 – 1350 µg/l). Basert på SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet (Andersen mfl. 1997) falt verdiene av jern innenfor grenseverdiene for «dårlig tilstand» (300 – 600 µg/l). Se **tabell 2a** for detaljoversikt over de målte vannparameterne.

Basert på norsk klassifiseringssystem i henhold til vannforskriften (Direktoratsgruppen 2015) framstod Møllebekken ved Øvre Birkeland også som noe humøs med verdier for farge og totalt karbon noe over de nedre grenseverdiene for humøse vassdrag (henholdsvis 30 mgPt/l og 5 mg/l). Derimot var bekken helt klart kalkfattig, basert på grenseverdiene for kalsium (4,0 mg/l) og alkalinitet (0,2 mmol/l). Basert på en klassifisering som humøs kalkfattig og ikke-lakseførende, lå pH verdiene på grensen mellom «svært god tilstand» (7,2 – 6,2) og «god tilstand» (6,2 – 4,9),

**Tabell 2a.** Vannkvalitet i Møllebekken ved Berse friluftsområde. Det ble målt turbiditet (Turb, NTU), fargetall (Farge, mgPt/l), total karbon (TOC, mg/l), konduktivitet (Kond, mS/m), kalsium (Ca, mg/l), alkalinitet til pH 4,5 (Alk, mmol/l), pH, totalt reaktivt aluminium (Tr-Al, µg/l), totalt monomerisk aluminium (Tm-Al, µg/l), illabilt aluminium (Om-Al, µg/l), labilt aluminium (Um-Al, µg/l), totalt fosfor (Tot-P, µg/l), totalt nitrogen (Tot-N, µg/l), nitrat (NO<sub>3</sub>, µg/l), sulfat (SO<sub>4</sub>, mg/l) og jern (Fe, µg/l).

Dato	Turb NTU	Farge mgPt/l	TOC mg/l	Kond mS/m	Ca mg/l	Alk mmol/l	pH	Tr-Al µg/l	Tm-Al µg/l	Om-Al µg/l	Um-Al µg/l	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	NO <sub>3</sub> µg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Fe µg/l
28.09.16	1,27	34	5,0	9,9	6,7	0,299	7,1	13	8*	5	79,0	1400	590	7,72	270	
16.11.16	4,62		5,0	8,0	2,8	0,069	6,5	170	42	38	4	12,0	630	470	4,01	340
11.01.17	4,82	40	5,4	6,3	3,8	0,089	6,7	200	45	42	3	69,0	960	780	4,22	370
Gj.snitt	3,57	37	5,1	8,1	4,4	0,152	6,8	185	33	29	4	53,3	997	613	5,32	327

\* angir deteksjonsgrensen og at de målte verdiene var under denne grensen. Gjennomsnittet er beregnet med laveste målbare verdi.

**Tabell 2b.** Vannkvalitet i Møllebekken ved Øvre Birkeland. De samme parameterne ble målt som i tabell 2a.

Dato	Turb NTU	Farge mgPt/l	TOC mg/l	Kond mS/m	Ca mg/l	Alk mmol/l	pH	Tr-Al µg/l	Tm-Al µg/l	Om-Al µg/l	Um-Al µg/l	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	NO <sub>3</sub> µg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Fe µg/l
28.09.16	0,64	32	4,7	3,7	1,9	0,061	6,4	25	8*	17	3,8	240	69	2,15	210	
17.11.16	0,67	45	5,1	3,5	1,7	0,040*	6,2	150			5,0	400	230	2,63	330	
11.01.17	1,01	43	5,1	3,6	1,9	0,040*	6,1	180	65	57	8	7,4	510	360	2,46	300
Gj.snitt	0,77	40	5,0	3,5	1,8	0,047	6,2	165	45	33	13	5,4	383	220	2,41	280

\* angir deteksjonsgrensen og at de målte verdiene var under denne grensen. Gjennomsnittet er beregnet med laveste målbare verdi.



**Bilde 19 og 20.** Møllebekken ned mot Berse. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

men en god del lavere enn den forventede referanseverdien (6,8). Hvis man istedenfor benytter verdiene for en klar kalkfattig bekk, så lå pH verdiene stort sett innenfor grenseverdiene for «god tilstand» (6,6 – 5,9), men en god del lavere enn den forventede referanseverdien (7,0). Ved bruk av begge kategoriseringer lå verdiene av labilt og potensielt gift aluminium (Um-al) innenfor grenseverdiene for «god tilstand» (5 – 30 µg/l), men godt over referanseverdien (2,5 µg/l). Når det gjaldt næringsstoffer, ga de totale fosforverdiene «svært god tilstand» uansett om bekken ble klassifisert som humøs eller klar (grenseverdier: henholdsvis 1 – 17 µg/l og 1 – 11 µg/l). For totalt nitrogen ga gjennomsnittsverdiene «god tilstand», uansett om bekken ble klassifisert som humøs eller klar (grenseverdier: henholdsvis 200 – 400 µg/l og 325 – 475 µg/l), men noen av verdiene oversteg den øvre grensene for denne klassifiseringen. Basert på SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet (Andersen mfl. 1997) falt gjennomsnittsverdien av jern innenfor grenseverdiene for «mindre god tilstand» (300 – 600 µg/l), men noen av verdiene oversteg den øvre grensen for denne klassifiseringen. Se **tabell 2b** for detaljoversikt over de målte vannparametrene.

Det ble ikke funnet levende elvemusling, skall av musling eller skallrester etter musling i Møllebekken eller sidebekken Haugevassbekken. Derimot bekreftet to separate lokale kilder at det for mer enn 50 år siden fantes musling i Møllebekken ved gårdene på Øvre Birkeland (Per Einar Spilling pers. medd. og Anne Margrethe Mosfeld pers. medd.).

Den nedre delen av Møllebekken (**bilde 19 og 20**) framstår i dag som uegnet som elvemusling-biotop. Det er først og fremst på grunn av høye fosfor- og nitrogenverdier. De høye næringsverdiene kan bl.a. knyttes til mangel på kantvegetasjon og forhøyet avrenning fra beiteområdene på Birkelands myrer (**bilde 21**). Det var tydelige tegn på menneskeskapte erosjonsproblemer i området nederst mot Berse (**bilde 22 og 23**). Bekkeløpet går dessuten gjennom et ustabil område med store åpne raskanter, noe som også bidrar til å øke avrenningen til bekken. Vi fant flere sannsynlige punktutslipp med tydelige tegn på forurensning i det samme området (**bilde 24 – 26**). Gitt forskjellene i næringsstoffkonsentrasjon i vannprøvene, mellom Øvre Birkeland og ved Berse, er disse punktutslippene sannsynligvis de største kildene til uønsket næringstilførsel og forurensende utslipp til bekken. Høyt næringsinnhold er spesielt skadelig for ungmuslinger, men kan også være skadelig for voksne muslinger (Larsen 1997, 2005, Degerman mfl. 2009).





**Bilde 21.** Manglende kantvegetasjon på beiteområdene på Birkelands myrer. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Bilde 22.** Kjøring i Møllebekken skaper erosjonsproblemer, ved terrasseblokk ved Berse. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Bilde 23.** Erosjon som følge av manglende kantvegetasjon i Møllebekken, ved terrasseblokk ved Berse. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Bilde 24.** Punktutslipp og forsøpling i Møllebekken, i det tettbygde området ned mot Berse. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Bilde 25 og 26.** Punktutslipp i Møllebekken, i det tettbygde området ned mot Berse. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



Den delen av Møllebekken som renner gjennom gårdene på Øvre Birkeland (**bilde 27** og **28**) framstår i dag som noe bedre egnet som leveområde for elvemusling. Her er ikke høye næringsverdier et like stort problem som i den nedre delen av bekken. Et par av verdiene for totalt nitrogen lå likevel på eller over den øvre grensen for «god tilstand». I tillegg lå nitratverdiene over det som noen forskere mener er skadelig for elvemusling (Larsen 1997, 2005, Degerman mfl. 2009). Ved Øvre Birkeland skyldes forhøyet tilførsel av næringsstoffer sannsynligvis økt avrenning fra områdene rundt bekken, da bekken renner gjennom beitemark og har lite kantvegetasjon (**bilde 29**). Dessuten har beitedyrene fri tilgang til bekken (**bilde 30**), noe som kan redusere substratets stabilitet og påvirke muslinger negativt (Larsen mfl. 2008). Selv om pH-verdiene faller innenfor «god tilstand», så ligger flere av målingene ned mot minimumsgrensen for rekrutterende bestander av elvemusling (6,1-6,3) (Larsen 1997, Degerman mfl. 2009). I tillegg viser forsuringsovervåking fra Vestre Tveitdalen, litt lengre nord i Birkenes, at pH-verdiene kan variere innad i og mellom år (Statens Forurensningstilsyn 2009, Garmo mfl. 2014, 2016). Det er sannsynlig at dette også skjer i Møllebekken og det er sannsynligvis perioder med enda lavere pH enn de tre målingene fra Øvre Birkeland viste. Det er derfor fortsatt mulig at forsuring er et problem for denne delen av bekken, som potensiell elvemuslingbiotop. Det er høyst sannsynlig at forsuring har bidratt til at bestanden av musling i sin tid forsvant fra Møllebekken ved Øvre Birkeland. Vannkjemiske målinger mellom 1976 og 2004, fra utløpene til Espe og Haugevannet, ga pH-verdier mellom 5,37 og 6,03. I tillegg lå verdiene av ANC (vannets syrenøytraliserende kapasitet) mellom 11,2 og 18,4 mens verdiene av Um-Al (labilt aluminium) lå mellom 24 og 104 µg/l (VANNMILJØ 2017). I denne tidsperioden ga ANC-verdiene «moderat til dårlig tilstand» (Direktoratsgruppen 2015) og Um-Al-verdiene ga «moderat til svært dårlig tilstand» for bekken (Andersen mfl. 1997).

Lenger ned er bekken lagt i rør på en ca. 200 m langt strekning nedenfor Birkelands myrer (**bilde 31**). Dette fungerer som en fullstendig vandringsbarriere for fisk, kanskje med unntak av under enkelte perioder med ekstrem flom. Dette bidrar til å redusere bestanden av ørret ved Øvre Birkeland siden det også finnes et naturlig vandringshinder for fisk like ovenfor gårdene på Øvre Birkeland (**bilde 32**).

For både den nedre og den øvre delen av Møllebekken ble det funnet høye jernverdier. Selv om ferskvannsmuslinger ikke er spesielt sensitive ovenfor forhøyde jernverdier (Milam & Farris 1998), kan de forhøyede jernverdiene være en indikator på annen form for forurensning i vassdraget.

Selv om bestanden er utdødd, kunne det vurderes å reetablere elvemusling i Møllebekken. Den naturlige framgangsmåten for en slik reetablering ville være å bruke muslingmateriale fra Vassbotnbekken, siden disse to stammene sannsynligvis var nært beslektet. Som nevnt anbefaler vi at musling fra Vassbotnbekken blir tatt inn i det nasjonale kultiveringsprogrammet for elvemusling (Jakobsen mfl. 2013, 2015, Jakobsen & Jakobsen 2014). Produksjon av ungmuslinger gjennom dette programmet kunne, i tillegg til å styrke bestanden i Vassbotnbekken, også brukes til å reetablere bestanden i Møllebekken. For at dette skulle kunne la seg gjennomføre, vil det kreve omfattende tiltak for å forbedre miljøforholdene i bekken. Avrenning og erosjon fra områdene rundt bekken samt tilførselen av næringsstoffer til bekken må reduseres. Dette kan oppnås ved å reetablere kantvegetasjonen langs bekken på beiteområdene ved gårdene på Øvre Birkeland, på Birkelands myrer og i områdene nederst ved Berse. Det er enda viktigere å identifisere og utbedre punktkilder for forurensning, både i bebyggelsen langs bekken og ved gårdene i området. Det siste kan også bidra til å redusere tilførselen av andre former for forurensning til bekken. I tillegg bør kalking vurderes ovenfor gårdene på Øvre Birkeland for å forhindre eventuell forsuring. Dette kan enten gjøres ved tilførsel av skjellsand i bekken (Barlaup mfl. 2002), ovenfor områdene der det kunne være aktuelt å reetablere elvemusling, eller ved å kalke opp Espe til en pH mellom 6,2 og 6,5. Nedenfor Birkelands myrer må rørgaten fjernes og bekken åpnes opp igjen slik at det naturlige bekkeløpet reetableres. Dette vil gi fri passasje av fisk og øke det produktive arealet for ørret. Selv om tiltakene er mulige å gjennomføre, er de likevel så omfattende at vi på kort sikt ikke anbefaler at elvemusling reetableres i Møllebekken.



**Bilde 27.** Møllebekken ovenfor Øvre Birkeland gårder. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Bilde 28.** Haugevassbekken. Sidebekk som løper sammen med Møllebekken ved gårdene på Øvre Birkeland. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Bilde 29.** Lite kantvegetasjon langs Møllebekken på beiteområdene ved Øvre Birkeland gårder. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Bilde 30.** Beitedyr har fri tilgang til Møllebekken på beiteområdene ved Øvre Birkeland gårder. Noter krøtterstien, til høyre i bildet, som går ned til og gjennom bekken. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Bilde 31.** Møllebekken er lagt i rør på en ca. 200 m langt strekning nedenfor Birkelands myrer. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Bilde 32.** Naturlig vandringshinder i Møllebekken ovenfor Øvre Birkeland gårder. Foto: Bjørn Mejdell Larsen



### 4.3 Osebekken



**Bilde 33 og 34.** Osebekken.

Det ikke ble funnet levende elvemusling, skall av musling eller skallrester i Osebekken. Det er heller ikke noen historiske kilder som indikerer at det har vært elvemusling der, på tross av nærheten til de to andre bekkene. Dessuten fremstår Osebekken som fullstendig uegnet som muslingbiotop i dag. Den er stilleflytende og har en bunn som består av ustabilt sandsubstrat (**bilde 33 og 34**). Derfor ble bekken ble ikke evaluert med hensyn til trusler eller eventuelle tiltak for å forbedre den som leveområde for elvemusling. Dermed ble heller ikke tatt vannprøver i Osebekken.

## 5 Oppsummering

Det ble funnet elvemusling i Vassbotnbekken, men ikke i Møllebekken og Osebekken. To forskjellige lokale kilder bekreftet imidlertid at det fantes elvemusling i Møllebekken for mer enn 50 år siden.

I Vassbotnbekken ble det funnet 102 levende elvemuslinger, på en ca. 200 m lang strekning ved Vassbotn gård. Disse muslingene varierte i lengde fra 74,1 til 120,5 mm. Mangelen på mindre muslinger viser at det ikke har vært rekruttering i bekken på ganske mange år. Dermed vil bestanden dø ut på lengre sikt, hvis ikke dagens miljøforhold endrer seg til det bedre eller tiltak gjennomføres.

Hovedårsaken til manglende rekruttering av elvemusling i Vassbotnbekken er sannsynligvis økt siltering, som resultat av erosjon og tilførsel av finpartikulært materiale samt økt næringstilførsel til bekken. Beveraktivitet i nedre del av bekken bidrar også til økt siltering. Hvis beverne skulle etablere seg i den delen av bekken der muslingene finnes i dag, vil det utgjøre en stor trussel mot elvemuslingen. Vandringshindrene ved Vassbotn gård splitter bestanden av muslinger og reduserer den genetiske utvekslingen mellom muslingene nedenfor og ovenfor veien. Dette er uheldig og vandringshindrene reduserer i tillegg vertstilgangen for elvemuslingen ovenfor veien.

På grunn av den manglende rekrutteringen anbefaler vi at muslingen i Vassbotnbekken tas inn i det nasjonale kultiveringsprogrammet for elvemusling. Dette vil hindre at bestanden dør ut og ungmuslinger kan tilbakeføres til vassdraget når de er forbi den mest sårbare fasen. For å bevare bestanden på lengre sikt, er det imidlertid nødvendig å forbedre miljøforholdene i Vassbotnbekken. Hovedfokus bør være å redusere avrenningen og næringstilførselen til bekken. Denne tilførselen kan reduseres ved at vegetasjonssonene rundt bekken og tjernene opprettholdes eller reetableres. Man bør også kartlegge og utbedre potensielle punktkilder i bebyggelsen og på gårdene i området. Hvis bever etablerer seg i området med elvemusling, bør tiltak mot disse vurderes. I tillegg bør de to vandringshindrene ved Vassbotn gård modifiseres for å forbedre muligheten for fisk til å passere.

I tillegg til tiltakene som er beskrevet ovenfor, bør det hentes inn mer informasjon om elvemuslingbestanden i Vassbotnbekken. Man bør sjekke om muslingen reproducerer, om den infiserer ørreten i bekken og om tettheten av ørret i bekken er høy nok til å opprettholde tilfredsstillende rekruttering. I tillegg bør man undersøke genetikken til muslingen og sammenlikne den med andre bestander.

Møllebekken fremstår i dag som uegnet som elvemuslingbiotop. I nedre del er dette i hovedsak på grunn av for høyt næringsinnhold, pga. økt erosjon, avrenning og næringstilførsel til bekken. I øvre del er bildet mer sammensatt. Her er det noe høye næringsverdier, beitedyr har tilgang til bekken og pH-verdiene er noe lave. I tillegg er vertstilgang et potensielt problem, siden bekken er lagt i rør nedenfor og det er et naturlig vandringshinder ovenfor gårdene på Øvre Birkeland. Hvis det skulle være ønskelig å reetablere muslingen i Møllebekken, så vil det være nødvendig å gjennomføre omfattende tiltak, slik som reetablering av kantvegetasjon, identifisering og utbedring av punktkilder, kalking og gjenåpning av den rørlagte delen av bekken. Selv om tiltakene er mulig av gjennomføre, er de likevel så omfattende at vi på kort sikt ikke anbefaler at elvemusling reetableres i Møllebekken.

Osebekken framstår som fullstendig uegnet som leveområde for elvemusling, hovedsakelig fordi substratet er ustabil og består for det meste av sand. Derfor ble bekken ikke evaluert med hensyn til trusler og tiltak som kan påvirke dens egnethet som muslingbiotop.

Basert på funnene og evalueringen over, anbefaler vi at man fokuserer på tiltak som kan bevare muslingen i nedre del av Vassbotnbekken.

## 6 Referanser

- Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O. & Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT Veiledning 97:04. 31 s.
- Barlaup, B.T., Hindar, A., Kleiven, E. & Raddum, G.G. 2002. Bekkekalking med skjellsand og kalkgrus: Effekter på vannkjemi, bunndyr og fisk. DN Utredning 2002-5. 68 s.
- Degerman, E., Alexanderson, S., Bergengren, J., Henrikson, L., Johansson, B.-E., Larsen, B.M. & Söderberg, H. 2009. Restaurering av flodpärlmusselvatten. WWF Sverige, Solna, Sverige. 64 s.
- Direktoratsgruppen. 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann: Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Norsk Klassifiseringssystem for Vann i Henhold til Vannforskriften Veileder 02:2013 - revidert 2015. 117 s.
- Dolmen, D. & Kleiven, E. 1997. Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Norge 2. NTNU Vitenskapsmuseet Zoologisk Notat 1997-2. 33 s.
- Dolmen, D. & Kleiven, E. 2004. The impact of acidic precipitation and eutrophication on the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L.) in Southern Norway. Fauna Norvegica 52: 7-18.
- Dunca, E., Mörtz, C.-M. & Larsen, B.M. 2010. Skaltillväxt och kemiska analyser av flodpärlmusslor från Ogna och Figga, Norge. Bivalvia Rapport 2010. 28 s.
- Garmo, Ø., Skancke, L.B. & Høgåsen, T. 2014. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør: Årsrapport - Vannkjemiske effekter 2013. Miljødirektoratet Rapport 173/2014. 58 s.
- Garmo, Ø., Skancke, L.B. & Høgåsen, T. 2016. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør: Årsrapport – Vannkjemiske effekter 2015. Miljødirektoratet Rapport 613. 84 s.
- GeoNorge. 2017. Norge Digitalt. Kartverket, GEOVEKST og kommunene.
- Haavik, A. & Løvdal, I. 2011. Forvaltningsplan for Berse naturreservat. Fylkesmannen i Aust-Agder Forvaltningsplan: Birkenes kommune, Aust-Agder 2011-2021. 30 s.
- Helland, A. 1904. Norges land og folk topografisk-statistisk beskrevet. IX: Nedenes amt. 2.del. H. Aschehoug & Co. (W. Nygaard), Kristiania. 620 s.
- Hope, A.M. & Severinsen, K. 2008. Anadrome sidebekker i Tovdalselva: Registrering 2007. Birkenes Kommune Rapport. 52 s.
- Jakobsen, P., Bjånesøy, T. & Marwaha, J. 2013. Storskala produksjon av elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) for utsetting: 2012. Universitetet i Bergen, Institutt for biologi, Rapport til Miljødirektoratet. 17 s.
- Jakobsen, P. & Jakobsen, R.A. 2014. Rapport 2013 for prosjektet: Storskala kultivering av elvemusling som bevaringstiltak. Universitetet i Bergen, Institutt for biologi, Rapport til Miljødirektoratet. 32 s.
- Jakobsen, P., Jakobsen, R.A. & Bjånesøy, T. 2015. Årsrapport 2014: Kultivering av elvemusling for gjenutsetting. Universitetet i Bergen, Institutt for biologi, Rapport til Miljødirektoratet. 40 s.
- Karlsson, S. & Larsen, B.M. (red.) 2013. Genetiske analyser av elvemusling *Margaritifera margaritifera* (L.): Et nødvendig verktøy for riktig forvaltning av arten. NINA Rapport 926. 44 s.
- Karlsson, S., Larsen, B.M., Eriksen, L. & Hagen, M. 2013. Four methods of non-destructive DNA sampling from freshwater pearl mussels *Margaritifera margaritifera* L. (Bivalvia: Unionoida). Freshwater Science 32: 525-530.
- Karlsson, S., Larsen, B.M. & Hindar, K. 2014. Host-dependent genetic variation in freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). Hydrobiologia 735: 179-190.
- Kleiven, E. & Dolmen, D. 2008. Forsuring: En viktig årsak til tilbakegang for elvemusling. pH-status 2: 10-11.
- Kleiven, E., Håvardstun, J., Dolmen, D. & Güttrup, J. 2013. Historisk kunnskap og status for elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Aust-Agder. NIVA Rapport 6607-2013. 55 s.
- Larsen, B.M. 1997. Elvemusling (*Margaritifera margaritifera* L.): Litteraturstudie med oppsummering av nasjonal og internasjonal kunnskapsstatus. NINA Fagrapport 28. 51 s.
- Larsen, B.M. 2005. Handlingsplan for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge: Innspill til den faglige delen av handlingsplanen. NINA Rapport 122. 38 s.
- Larsen, B.M. 2007. Elvemusling og fisk i Hammerbekken, Aust-Agder: Etterundersøkelser i forbindelse med utslipp av dieselolje i vassdraget høsten 2006. NINA Rapport 319. 17 s.
- Larsen, B.M. & Hartvigsen, R. 1999. Metodikk for feltundersøkelser og kategorisering av elvemusling *Margaritifera margaritifera*. NINA Fagrapport 37. 41 s.

- Larsen, B.M., Karlsen, L.R. & Eggen, J.-E. 2002. Enningdalselva, Østfold (vassdragsnr. 001.1Z). S. 26-37 i: Larsen, B.M. (red.) 2002. Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge: Årsrapport 2001. NINA Oppdragsmelding 762. 42 s.
- Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2016. Elvemusling i Storelva (Vegårvassdraget), Aust-Agder. NINA Upublisert Rapport. 20 s.
- Larsen, B.M., Sandaas, K., Enerud, J. & Magerøy, J. 2008. Sørkedalselva, Oslo/Akershus (vassdragsnr. 007.Z). S. 23-40 i: Larsen, B.M. (red.) 2008. Overvåking av elvemusling i Norge: Årsrapport for 2006 og 2007. NINA Rapport 417. 56 s.
- Larsen, B.M. & Simonsen, J.H. 2008. Lilleelva, Aust-Agder (vassdragsnr. 019.A1Z). S. 9-19 i: Larsen, B.M. (red.) 2008. Overvåking av elvemusling i Norge: Årsrapport for 2006 og 2007. NINA Rapport 417. 60 s.
- Milam, C.D. & Farris, J.L. 1998. Risk identification associated with iron dominated mine discharges and their effect upon freshwater bivalves. *Environmental Toxicology and Chemistry* 17: 1611-1619.
- NEVINA. 2017. Nedbørfelt-vannføring-indeks-analyse. Norges Vassdrags- og Energidirektorat, Oslo, Norge.
- NORGESKART. 2017. Kartutsnitt. <http://www.norgeskart.no/>
- QGIS Developmental Team. 2016. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. <http://qgis.osgeo.org>
- REGINE. 2017. Register for nedbørsfelt. Norges Vassdrags- og Energidirektorat, Oslo, Norge.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2010. Forvitring av skall fra elvemusling. *Fauna* 63: 28-31.
- Statens Forurensningstilsyn. 2009. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør: Årsrapport - Effekter 2008. Statlig Program for Forurensningsovervåking Rapport 1057/2009. 165 s.
- VANNMILJØ. 2017. Vannmiljø: Registrering og analyse av tilstand i vann. Miljødirektoratet, Trondheim, Norge.
- Young, M.R. 2005. A literature review of the water quality requirements of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) and related freshwater bivalves. Scottish Natural Heritage Commissioned Report No. 084 (ROAME No. F01AC609d). 24 s.



ISSN: 2464-2797  
ISBN: 978-82-426-3063-6

**Norsk institutt for naturforskning**

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

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

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger