

Undersøkelse av innsjøresipienter fra Larvikittbruddene, fase 1 - 2022



Hovedkontor

Økernveien 94
0579 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Danmark

Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33

Internett: www.niva.no

Tittel Undersøkelse av innsjøresipienter fra Larvikittbruddene, fase 1 - 2022	Løpenummer 7835-2023	Dato 27.02.2023
Forfatter(e) Camilla Hedlund Corneliussen Hagman, Marthe Torunn Solhaug Jenssen, Jonas Persson og Birger Skjelbred	Fagområde Overvåking	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Vestfold og Telemark	Sider 30 + vedlegg

Oppdragsgiver(e) WSP Norge AS	Kontaktperson hos oppdragsgiver Rolf E. Andersen
Oppdragsgivers utgivelse:	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 210302

<p>Sammendrag</p> <p>To innsjøer nedstrøms Larvikitt-bruddet i Tvedalen, Larvik kommune, ble i 2022 undersøkt for effekter av påvirkning fra steinbruddet på vannkvalitet, sedimenter, vannplanter og bunndyr. Undersøkelsen ble utført som en oppfølging av tidligere undersøkelser i 2007 og 2008. Resultatene tyder på at vannkvaliteten i innsjøene ikke er eutrofierte, og at turbiditeten er betydelig bedret, men at forholdene fremdeles tilsier signifikant partikkelpåvirkning i form av reduserte lysforhold for vannplanter, spesielt i Bålsrødvannet. I Torpevannet ble det funnet svært lite vannplanter uten opplagt årsak til dette, derfor kunne ikke effekter fra steinbruddet vurderes. Bunndyrundersøkelsene ga ingen opplagte svar på omfanget av evt. påvirkning fra steinbruddet. Resultatene fra 2022 tyder totalt sett på at Bålsrødvannet er mest, og fremdeles, preget av partikkelforurensning fra Tvedalen steinbrudd, men at forholdene er betydelig bedret siden 2007 og 2008.</p>

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Steinbrudd 2. Tiltaksrettet overvåking 3. Partikkelpåvirkning 4. Sediment 	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Quarries 2. Operational monitoring 3. Fine particles 4. Sediments
---	--

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Camilla H. Corneliussen Hagman
Prosjektleder/Hovedforfatter

Åse Åtland
Kvalitetssikrer

Laurence Carvalho
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7571-1
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

© Norsk institutt for vannforskning. Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse.

Undersøkelse av innsjøresipienter fra
Larvikittbruddene, fase 1 - 2022

Forord

NIVA har i 2022 gjort undersøkelser i Bålsrødvannet og Torpevannet i Larvik kommune på oppdrag fra WSP Norge AS (tidligere Golder Associates) for Lundhs AS som drifter Larvikitt-bruddet i Tvedalen. I henhold til vilkår i utslippstillatelsene er Lundhs AS pålagt å overvåke effekter av utslippene på innsjøene som mottar avrenning. I 2022 ble fase 1 av overvåkingen gjennomført, og inkluderte nevnte innsjøer. Formålet med undersøkelsene var å undersøke sedimentasjon av steinslam i innsjøene og effekter på biota. Sediment- og bunndyrundersøkelsene i Bålsrødvannet og Torpevannet i 2022 ble utført som en oppfølging av undersøkelsene NIVA gjorde i 2007 og 2008, mens vannplanter ble undersøkt som et forsøk på å se om dette er en kvalitetsparameter som kan gi informasjon om påvirkning fra steinslam. Det ble i tillegg gjort rutinemessig prøvetaking av vannkvalitet.

Birger Skjelbred (NIVA) har utført feltarbeid og prøvetaking for vannkvalitet og sedimenter, med assistanse fra Jan Inge Karlsen (Lundhs AS), Eivind Ekholt Andersen (NIVA) og undertegnede. Metode for bearbeiding av prøvene fra sedimentfeller er utviklet av Tina Bryntesen (NIVA). Bunndyr er samlet inn, identifisert og rapportert av Jonas Persson (NIVA). Hauk Even Kleveland (Lundhs AS) assisterte ved prøvetakingen.

Vannplanter er undersøkt og rapportert av Marthe Torunn Solhaug Jenssen. Lise Ann Tveiten (NIVA) assisterte ved feltarbeidet. Resultatene er faglig kvalitetssikret av Marit Mjelde (NIVA). Rapporten i sin helhet er kvalitetssikret av Åse Åtland (NIVA).

Alle takkes for godt samarbeid!

Oslo, 7. februar 2023

Camilla Hedlund Corneliussen Hagman
prosjektleder

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	7
2	Metode	8
2.1	Om vannforekomstene	8
2.2	Feltmetodikk og analysemetoder	10
2.2.1	Vannkvalitet, fysiske og kjemiske parametere	10
2.2.2	Vannvegetasjon	10
2.2.3	Sedimentundersøkelser	11
2.2.4	Bunndyr	12
2.3	Vurdering av påvirkning og økologisk tilstand	13
3	Resultater	14
3.1	Vannkvalitet	14
3.1.1	Kjemiske og fysiske kvalitetselementer	14
3.1.2	Vannplanter	17
3.2	Sedimentundersøkelser	20
3.2.1	Sedimentfeller	20
3.2.2	Sedimentkjerner	21
3.2.3	Bunndyr	23
4	Oppsummering og vurderinger	25
4.1	Bålsrødvannet	25
4.1.1	Vannfasen	25
4.1.2	Sedimentundersøkelser	26
4.2	Torpevannet	27
4.2.1	Vannfasen	27
4.2.2	Sedimentundersøkelser	28
5	Konklusjoner	29
6	Referanser	30
	Vedlegg A, metoder	31
	Vedlegg B, resultater	32

Sammendrag

I 2022 ble det utført en omfattende undersøkelse av innsjøene Bålsrødvannet og Torpevannet som ligger nedstrøms steinbruddet Tvedalen i Larvik kommune. Målet med undersøkelsen var å følge opp undersøkelser utført i 2007 og 2008, med fokus på effekter fra steinbruddet på sedimenter, bunnfauna og vannvegetasjon. Fysiske og kjemiske støtteparametere ble inkludert for å forstå den økologiske tilstanden i innsjøene.

Undersøkelsen viser at vannkvaliteten i Bålsrødvannet og Torpevannet i henhold til vanndirektivet hovedsakelig er god i forhold til næringssalter (nitrogen og fosfor) og planteplankton biomasse (klorofyll a). Likevel er det moderat tilstand for total fosfor i Bålsrødvannet, noe som mest sannsynlig er pga. det fosfor-rike steinslammet.

Turbiditeten i innsjøene er betydelig bedret siden 2007 og 2008, noe som tyder på mindre partikkelpåvirkning i 2022 enn tidligere. Likevel er Bålsrødvannet tydelig partikkelpåvirket med lavt siktedyp og påfølgende dårlige lysforhold som gjør at det er dårlig tilstand for vannplanter. I Torpevannet er siktedypet bedre, men av ukjente årsaker finnes det veldig lite vannplanter i innsjøen, og en vurdering av påvirkning fra steinslampartikler var derfor ikke mulig. Det anbefales å gjøre ytterligere undersøkelser i Torpevannet for å om mulig finne årsakene til mangelen på vannplanter, samt å undersøke nærliggende upåvirkede innsjøer som referanse.

Sedimentundersøkelsene viste at det fremdeles er betydelige mengder steinslam avsatt på toppen av innsjøsedimentene, men at denne mengden stort sett er uforandret de siste 15 årene, bortsett fra ved det dypeste punktet i Bålsrødvannet der det har vært en 50 % økning (5 cm) i mengden steinslam. Resultatene tyder på at det er mye sedimentasjon i innsjøen, som fungerer som en fangdam før avrenningen fra steinbruddet når Torpevannet. Sedimentfeller som ble satt ut viste at det er høy avsetning av materiale i begge innsjøene, spesielt i Bålsrødvannet, men dette viste seg altså ikke som økt steinslam på bunnen i Torpevannet, noe som kan tyde på at partiklene føres ut av innsjøen.

Bunndyrundersøkelsene i 2022 ble gjort som en oppfølging av tidligere undersøkelse (2007-2008) og dermed ikke med metodikk som kreves for å beregne indekser i hht. vanndirektivet. Det ble observert endringer i bunndyrsamfunnet siden 2007-8, men det er ikke mulig å tillegge dette noen direkte årsak ut fra de artene som er til stede. Det anbefales å følge opp undersøkelsene for å avdekke evt. årsvariasjoner og om mulig inkludere referansestasjoner i nærliggende upåvirkede innsjøer.

Summary

Title: Surveys of lakes downstream Larvikitt quarry, phase 1 - 2022

Year: 2023

Author(s): Camilla H. C. Hagman, Marthe T. S. Jenssen, Jonas Persson and Birger Skjelbred

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7571-1

In 2022, a comprehensive survey was carried out in the lakes Bålsrødvannet and Torpevannet, which are both downstream of the Tvedalen quarry in Larvik municipality. The aim of the survey was to follow up similar investigations carried out in 2007 and 2008, with a focus on the effects from the quarry on sediments, benthic fauna and aquatic vegetation. Physical and chemical supporting parameters were included to understand the ecological condition of the lakes.

The investigation shows that the water quality in Bålsrødvannet and Torpevannet is in good status according to the Water Framework Directive, in relation to nutrients (nitrogen and phosphorus) and phytoplankton biomass (chlorophyll a). Nevertheless, total phosphorus was moderate status in Bålsrødvannet, which is most likely due to inputs of phosphorus-rich particles from the quarry. Turbidity in both lakes has improved significantly since 2007 and 2008, which indicates less impact from particles in 2022. Nevertheless, Bålsrødvannet remains impacted by particles leading to low visibility (Secchi depth) and poor light conditions, with subsequently bad status for aquatic plants (macrophytes). In Lake Torpevannet, the visibility is better, however, there's very few aquatic plants in the lake, so an assessment of the impact from quarry-derived particles was not possible. It is recommended to carry out further investigations in Torpevannet in order to establish the reasons for the lack of aquatic plants, as well as to investigate nearby unaffected lakes as a reference.

The sediment surveys showed that there are still significant amounts of rock silt deposited on top of the lake sediments, but that this amount has largely remained unchanged over the past 15 years, except at the deepest point in Bålsrødvannet where there has been a 50% increase (5 cm) of rock silt. The results indicate that there is significant sedimentation occurring in the lake, and that this lake functions as a sedimentation basin before the runoff from the quarry reaches Torpevannet. Sediment traps that were set out showed that there is a high deposition of material in both lakes, especially in Bålsrødvannet. However, this did not lead to increased deposition of rock silt on the lake bottom in Torpevannet, which could indicate that the particles are being transported out of the lake.

The surveys of benthic fauna in 2022 were carried out as a follow-up to the previous survey (2007-2008) and these did not follow the methodology required to calculate indices in respect of the Water Framework Directive. Changes were observed in the benthic community since 2007-8, however based on the species present, it was not possible to attribute this to any direct changes in water quality. It is recommended to follow up the surveys to examine any annual variations and, if possible, compare with reference stations in nearby unaffected lakes.

1 Innledning

WSP Norge AS (tidligere Golder Associates) har på vegne av Lundhs AS, 2022 i tråd med pålegg fra Statsforvalteren i Vestfold og Telemark, gitt NIVA i oppdrag å undersøke innsjøene Bålsrødvannet (også kalt Bålsrødtjern eller Bålsrudtjern) og Torpevannet i Larvik kommune. Innsjøene mottar avrenning fra Larvikittbruddet i Tvedalen vest, som driftes av Lundhs AS, og har ved tidligere undersøkelser vist seg å være påvirket av avrenningen fra steinbruddet (Berge m.fl. 2009, Moe m.fl. 2017). Særlig er Bålsrødvannet utsatt for denne påvirkningen, grunnet sin nærhet til steinbruddet, og siden vannet mottar avrenning fra Askedalsbekken, som tidligere har blitt funnet å være svært påvirket fra steinbruddet (Berge m.fl. 2009, Moe m.fl. 2017, Persson 2022).

Det er spesielt utslipp av finpartikulært steinstøv som gir høy turbiditet (mye partikulært materiale) i avrenningsvannet og resipientene, og som gir den største påvirkningen fra steinindustrien (Berge m.fl. 2009, Moe m.fl. 2017). Først og fremst er påvirkningen synlig som gråfarge i bekker og innsjøer som mottar denne avrenningen, i tillegg til at det fører til høy turbiditet i resipientene (se bl.a. Berge 2009, Persson 2022). Avrenningen kan føre til nedslamming av bunnen av innsjøen, som påvirker organismene som lever der, spesielt bunnlevende virvelløse dyr (bunndyr). Tilførsler av steinslam vil i tillegg forårsake høy konsentrasjon av partikler i vannmassene, som reduserer lystilgangen for både dyr og planter. Per i dag finnes det ingen biologiske kvalitetselementer i vannforskriften for å beregne effekter av partikkelforurensning. I 2016 ble kun zooplankton undersøkt i Bålsrødvannet og Torpevannet, og en lav andel filtratorer tydet på at samfunnet var negativt påvirket av steinslam (Moe m.fl. 2017). Rapporten konkluderte derimot med at effektene årsak var vanskelig å påvise, da det er nødvendig med kjennskap til fiskebestandene for å skille påvirkning fra beiting kontra partikkelforurensning. Det utføres årlig omfattende undersøkelser av elvene/bekkene i området som er påvirket av steinbruddsaktiviteten (bl.a. Persson 2022), men det er kun gjort undersøkelser i innsjøene i 2007-2008 (Berge m.fl. 2009) og i 2016 (Moe m.fl. 2017).

For å se påvirkningen av steinslam i avrenning fra steinbruddene på de nærliggende innsjøene, ble det gjort ulike sedimentundersøkelser, bl.a. som en oppfølging til undersøkelsen i 2007-8. Sedimentkjerner gir et inntrykk av sedimenteringen av både organisk materiale, forurensning og mineralisk materiale (som f.eks. steinstøv) som kontinuerlig avsettes på bunnen av innsjøene. Samtidig er hastigheten og mengden på denne avsetningen variabel og avhengig av flere forhold, og sedimentkjerner gir derfor kun et bilde på mengden over lengre tid. Det ble derfor også satt ut sedimentfeller i innsjøene. Disse ble stående i 4 uker vår og høst 2022 for å gi et inntrykk av selve sedimentasjonshastigheten.

I 2022 ble det også utført bunndyrundersøkelser i littoralsonen, ved 3-4 m dyp, som en oppfølging av undersøkelsene i 2007-8. Bunndyrfaunaen omfatter en lang rekke taksonomiske grupper, fra snegler og bløtdyr til igler, fåbørstemark, krepsdyr og insekter. Deres økologiske preferanser og habitatsutnyttelse er svært ulike. Gruppesammensetning i bunndyr-samfunn kan derfor brukes for å studere dominansforhold som kan indikere ulike typer stress.

I tillegg ble det gjort et forsøk med undersøkelser av vannplanter/makrovegetasjon (høyere planter). Dette er planter som har sitt normale habitat i vann, og de er et biologisk kvalitetselement siden de er sensitive for både nedslamming og redusert lystilgang. De kan også derfor være sannsynlige til å bli påvirket av steinslam og partikkelforurensning. Det ble videre lagt vekt på å inkludere både stasjoner i nærheten av avrenning fra steinbruddene og stasjoner som er mindre påvirket av tilførsler.

2 Metode

2.1 Om vannforekomstene

Det ble foretatt undersøkelser i innsjøene Bålsrødvannet (også kalt Bålsrødtjern eller Bålsrudtjern i tidligere rapporter) og Torpevannet i Larvik kommune, som begge ligger nedstrøms og i nærhet til driftsområdet Tvedalen. Innsjøinformasjon er angitt i Tabell 1, mens Figur 1 viser kart med beliggenheten til begge innsjøene i forhold til hverandre og steinbruddet i Tvedalen, samt undersøkte stasjoner. Innløpet til Bålsrødvannet, Askedalsbekken, er påvirket av avrenning fra steinbruddet (Moe m. fl. 2017, Persson 2022) og renner videre ut av Bålsrødvannet og inn i Torpevannets midte bukt Svanevika. Nord i Torpevannet er det innløp fra Tvedalsbekken som også er påvirket av avrenning fra steinbruddet (Moe m.fl. 2017), mens utløpet til Torpevannet er i en vestre bukt. Det ble etablert hovedstasjoner ved de dypeste punktene i innsjøene. I tillegg ble stasjoner ved innløpene undersøkt, hovedsakelig innløpet nord i Torpevannet (utenfor campingplassen), da det var stasjonen som også ble benyttet i 2007-8. I 2022 ble det også valgt å hente opp en sedimentkjerne samt undersøke bunndyr ved innløpet i Svanevika i Torpevannet. Tabell 2 angir stasjonene som ble undersøkt i 2022 med koordinater og undersøkte parametere.

Tabell 1. Informasjon om innsjøene som ble undersøkt i 2022.

Innsjønr.	Innsjønavn	Innsjøareal, km ²	H.o.h., m	Maks. dyp, m
016-6735-L	Bålsrødvannet	0,09	10	8,5
016-6741-L	Torpevannet	0,42	6	12

Tabell 2. Undersøkte stasjoner i hver innsjø. Koordinater (WGS84) og undersøkte parametere er angitt.

Innsjø	Stasjon	Breddegrad	Lengdegrad	Undersøkte parametere
Bålsrødvannet	Hovedstasjon (dypeste punkt)	59.02164	9.85835	Vannprøver, sedimentkjerne, sedimentfeller
	Innløp (Askedalsbekken)	59.023437	9.858119	Sedimentkjerne
	Littoralsone	59.02345	9.858084	Bunndyr
Torpevannet	Hovedstasjon (dypeste punkt)	N/A	N/A	Vannplanter
	Innløp (Tvedalsbekken), ved campingplass	59.00684	9.87144	Vannprøver, sedimentkjerne, sedimentfeller
	Innløp (Tvedalsbekken), ved campingplass	59.014159	9.87198	Sedimentkjerne
	Innløp (Askedalsbekken), Svanevika	59.014295	9.872084	Bunndyr
	Littoralsone	59.009917	9.869242	Sedimentkjerne, bunndyr
		N/A	N/A	Vannplanter

2.2 Feltmetodikk og analysemetoder

2.2.1 Vannkvalitet, fysiske og kjemiske parametere

Seks ganger, månedlig fra mai til oktober 2022 ble det med en YSI EXO sonde målt temperatur og oksygen (mg/L og % metning) ved hver meter fra overflaten til bunnen over det dypeste punktet i begge innsjøene for å avdekke sjiktforholdene. Det ble samtidig registrert turbiditet og klorofyll a i hele vannsøylen. Siktedypet ble målt med en secchiskive, og integrerte vannprøver fra overflaten ned til 2x siktedypet ble deretter hentet opp med en Ramberg vannhenter. Datoer og dyp for prøvetaking av vannprøver er angitt i Tabell 3. Prøvetakingen ble utført i henhold til Veileder 02:2028 (Direktoratsgruppa 2018). Vannprøvene ble analysert for pH, farge, turbiditet, kalsium, total fosfor, total nitrogen, ammonium og klorofyll a. Total nitrogen ble analysert ved Eurofins Environment Testing Norway (Moss), mens resterende parametere ble analysert ved NIVAs laboratorium for kjemiske analyser (Oslo). Analysemetoder er angitt i Vedlegg A.1.

Tabell 3. Datoer for prøvetaking i Bålsrødvannet og Torpevannet i 2022, samt prøvetakingsdyp for vannprøver ved hovedstasjonene.

Prøvetakingsdato	Prøvetakingsdyp	
	Bålsrødvannet	Torpevannet
18.05.2022	0-2 m	0-4 m
15.06.2022	0-4 m	0-6 m
13.07.2022	0-4 m	0-6 m
24.08.2022	0-4 m	0-6 m
21.09.2022	0-4 m	0-6 m
19.10.2022	0-4 m	0-4 m

2.2.2 Vannvegetasjon

Makrovegetasjon (høyere planter) er planter som har sitt normale habitat i vann. De deles ofte inn i helofytter («sivvegetasjon») og «ekte» vannplanter. Helofyttene er semi-akvatiske planter med hoveddelen av fotosyntetiserende organer over vannflata det meste av tida og et velutviklet rotsystem. Vannplantene er planter som vokser helt neddykket eller har blader flytende på vannoverflata. Disse kan deles inn i 4 livsformgrupper: isoetider (kortskuddplanter), elodeider (langskuddplanter), nymphaeider (flytebladplanter) og lemnider (frittflytende planter). De største algene, kransalgene, inkluderes som en egen livsformgruppe.

Feltarbeid

Vegetasjonsundersøkelsene i Bålsrødvannet og Torpevannet ble foretatt 20.-21. juli 2022. Utbredelse og sammensetning av vannplantene (inkl. kransalgene) ble kartlagt fra båt, vha. vann-kikkert og kasterive/rive. Kartleggingen dekket de fleste habitatene i innsjøene og omfattet hele dybdesonen fra vannkanten ned til vegetasjonens nedre grense, iht. standard metodikk for undersøkelse av vannvegetasjon (NS-EN 15460:2007) angitt i klassifiserings-veilederen (Direktoratsgruppen 2018). Mengde av enkeltarter er vurdert vha. av en 5-delt semi-kvantitativ skala, hvor 1=sjelden (<5 individer av arten), 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende, 5=dominerer lokaliteten. Det er utarbeidet en artsliste for hver innsjø. Navnsettingen følger Mjelde m.fl. (2022), oppdatert i forhold til Lid og Lid (2005) og Langangen (2007).

Bearbeiding og vurdering

For hver innsjø er det gitt en beskrivelse av vannvegetasjonen (både karplanter og kransalger), inkludert artslister. Det foreligger ingen indekser for å vurdere effekter av sedimentavleiring og forhøyet turbiditet på vannvegetasjon, men forskjeller fra forventet tilstand og mulige effekter fra steinbruddene er beskrevet og diskutert.

2.2.3 Sedimentundersøkelser

Sedimentkjerner

En sammenligning med sedimentkjernene som tatt i 2007-8 ble utført 13. juli 2022. Ved hjelp av en gravity-corer (kjernehenter) ble det hentet opp søyler fra sedimentene med en lengde/dybde på ca. 20-30 cm. Mengden steinslam på toppen av sedimentene ble visuelt vurdert, og dybden av dette øvre laget ble målt.

Sedimentfeller

For å måle nåværende avsetning av steinslam i innsjøene ble det satt ut sedimentfeller sent på våren (mai-juni) og tidlig høst (august-september) 2022 ved hovedstasjonene. Fellene bestod av to sylinderformede rør (diameter 5 cm, Figur 2) som fungerte som paralleller og fanget opp sedimenterende partikler, inkludert steinslam, i tilhørende flasker skrudd fast til bunnen av rørene. Fellene ble festet til en bøye på overflaten og ble forankret med lodd på innsjøbunnen slik at de holdt seg vertikale i vannet. Fellene ble først inspisert etter to uker, men pga. lite avsetning ble de stående i en måned ved begge anledninger.



Figur 2.
Sedimentfeller i Bålsrødvannet (venstre) og Torpevannet (høyre) mai 2022. Foto: Birger Skjelbred.

Da prøvene inneholdt mindre sedimentert materiale enn forventet kunne de ikke analyseres som sediment slik som planlagt. Samtidig var vannet og partiklene som ble samlet opp i prøveflaskene likevel for aggregert til å kunne analyseres som homogene vannprøver. Det ble derfor utviklet en metode for å forberede materialet til analyse av glødetap og gløderest etter en omfattende tørkeprosess. Denne metoden gir informasjon om andel organisk (glødetap) og mineralsk (gløderest) materiale i prøvene, og vil gi en indikasjon på andelen steinslam. Fullstendig beskrivelse av metoden finnes i Vedlegg A.2.

2.2.4 Bunndyr

Prøvetaking og bearbeiding

Målet med bunndyrundersøkelsene i 2022 var å gjennomføre samme undersøkelser som ble gjort i 2007-8 (Berge m.fl. 2009), for å vurdere resultatene mot hverandre. Bunndyrprøver ble tatt 16. november i 2022. Det ble anvendt en håndholdt Ekman-grabb (ISO 10870 2012; Figur 3) med åpning 15 x 15 cm, og prøvene ble tatt på ca 3,5 m dybde. Prøven ble deretter vasket i en sil med maskevidde 0,5 mm (Figur 3) for å fjerne finsediment, før materialet ble fiksert med etanol (96%) i felt for senere analyser i laboratoriet.

Taksonomiske bestemmelser av bunndyr

Bunnfaunaprøvene ble talt opp og bestemt til lavest praktisk mulige taksonomiske nivå ved hjelp av stereolupe. Etter NIVAs metode for subsampling (Eriksen mfl. 2015) blir hele prøven analysert for å få med alle taksa, mens mengden av hvert takson (dominansforhold) blir ekstrapolert fra delprøver. Prøven blir overført i en bakk og homogenisert. Materialet for analyse deles så opp i åtte delprøver før analysen begynner. Første delprøve velges tilfeldig fra bakken og gjennomgås under stereolupe med telling av samtlige individer. For andre delprøve gjentar man prosedyren, men her kan man unnlate å telle taksa der man registrerte mer enn 40 individer ved første delprøve. For de taksa der man etter to delprøver har registrert mer enn 40 individer til sammen, ekstrapolerer man antallet til full prøve. Tellingene fortsetter videre ved å slå sammen de to neste delprøvene (totalt ¼ av den samlede prøven) og telle de taksa det er få av i denne. Også denne gangen ekstrapolerer man antall individer av tallrike takson i henhold til prosedyren beskrevet over. Til sist slår man sammen de siste fire delprøvene (totalt ½ av den samlede prøven) og går frem på samme måte som over. Etter analyse ble alt materiale re-fiksert med ny etanol (70%), registrert og lagret på NIVAs langtidslager.



Figur 3. Utstyr benyttet til prøvetaking av bunndyr. Nederst i bildet ses Ekman-grabben som ble benyttet for innhenting av sediment. Øverst i bildet ses den runde silen med maskevidde 0,5 mm som ble benyttet for å fjerne finsediment fra prøvene. Foto: Jonas Persson.

2.3 Vurdering av påvirkning og økologisk tilstand

Dette prosjektet ble gjennomført med hensikt å avdekke evt. påvirkninger fra aktiviteten i steinbruddene på innsjøenes tilstand, og å gjøre en sammenligning med tilstanden 15 år tidligere som rapportert i Berge m.fl. (2009). Klassifisering i hht. vanndirektivet er gjort som en støtte til vurderingene for å få en indikasjon på status og forholdene. Undersøkelsene i 2022 inkluderte imidlertid ikke alle parametere som normalt benyttes for overvåking av innsjøer og vurdering av økologisk tilstand i hht. EUs Vanndirektiv (Direktoratsgruppa, 2018), slik som planteplankton eller fisk. For de parametere som ble undersøkt og som har grenseverdier er det likevel gjort vurderinger ut fra Veileder 02:2018. Dette gjelder i hovedsak eutrofieringsparametere som total nitrogen, total fosfor, siktedyp og klorofyll a. Følgende klasser og fargeangivelser benyttes:

Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
-----------	-----	---------	--------	--------------

Det finnes ikke noen indeks i veilederen til vanndirektivet som egner seg for vurdering av bunndyrprøver tatt med metoden benyttet i 2007-8. Vurderingene av resultatene i 2022 er derfor gjort opp mot tidligere undersøkelser og eventuelle endringer som observeres.

Det foreligger ingen indekser for å vurdere effekter av sedimentavleiring og forhøyet turbiditet på vannvegetasjon. Den viktigste effekten av eutrofiering på vannplanter er sannsynligvis reduserte lysforhold pga. høy biomasse av planteplankton, og dette vises med trofiindeksen (Tic) (Direktoratsgruppa, 2018). Indeksen er basert på forholdet mellom antall sensitive og antall tolerante arter ut fra liste for artsspesifikk følsomhet for eutrofiering. Det beregnes én indeksverdi for hver innsjø basert på innsjøens totale artsliste. En beregning av eutrofieringsindeks for vannplanter sammen med en vurdering av innsjøens eutrofistatus (næringssalter) inkludert planteplanktonbiomasse (klorofyll a) vil derfor kunne gi informasjon om eventuelle påvirkninger på vannplantene.

Norske innsjøer deles inn i ulike vanntyper basert på geologi, klima og morfologi slik at vurdering av økologisk tilstand kan foretas basert på forventet naturlig tilstand. Hverken Bålsrødvannet eller Torpevannet er per nå tildelt vanntype i Vann-nett (vann-nett.no), og dette er derfor i denne rapporten gjort basert på resultater fra 2022, selv om inndelingen av ikke tar hensyn til partikkelforurensning.

3 Resultater

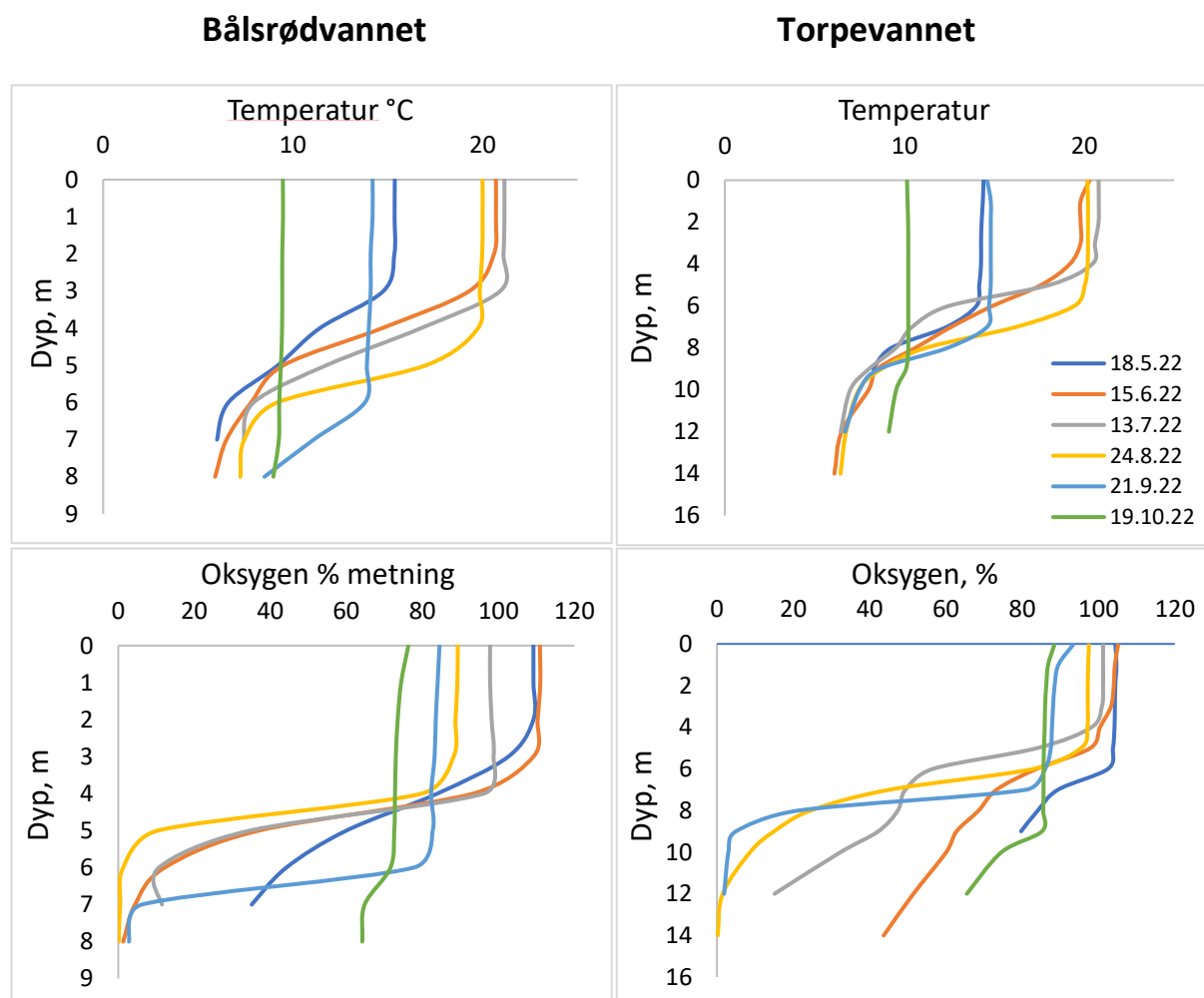
Resultater er hovedsakelig gjengitt som gjennomsnittsverdier for alle seks prøver tatt månedlig fra mai til oktober i 2022. Fullstendige data for alle parametere er angitt i vedlegg B sammen med beregnet EQR og nEQR for aktuelle parametere.

3.1 Vannkvalitet

3.1.1 Kjemiske og fysiske kvalitetselementer

Sjiktningforhold, temperatur og oksygen

Bålsrødvannet har kraftig temperatursjiktning fra mai til august og sjiktningen ligger på omtrent 3 m dyp (4 m i august) (Figur 4). Mot slutten av september er sjiktningen ved 6 m dyp og i oktober er det full sirkulasjon i vannmassene. Det er også redusert oksygenmetning i bunnlagene (hypolimnion) når vannet er sjiktet, men kun august er det helt oksygenfritt over bunnen (6-8 m dyp) (Figur 4).



Figur 4. Temperatur (°C) og oksygenmetning (%) ved hver meter i hele vannsøylen målt med sonde månedlig fra mai til oktober 2022.

Typologifaktorer som angir vanntype – kalsium og farge

I Bålsrødvannet var gjennomsnittsverdien av kalsium 17,1 µg/L i 2022, mens det i Torpevannet var 10,1 µg. Gjennomsnittlig fargetall var hhv. 24,5 mg Pt/L og 23,0 mg Pt/L. Begge innsjøene er dermed moderat kalkrike (4-20 mg Ca/L) og klare (farge < 30 mg Pt/L) og havner i innsjøtype L107. I slike innsjøer er det angitt at turbiditeten normalt skal være < 1,5 FNU, men i tilfellet med Bålsrødvannet og Torpevannet, som mottar avrenning fra steinbrudd vil denne parameteren kunne være unaturlig høy.

Turbiditet, siktedyp og pH

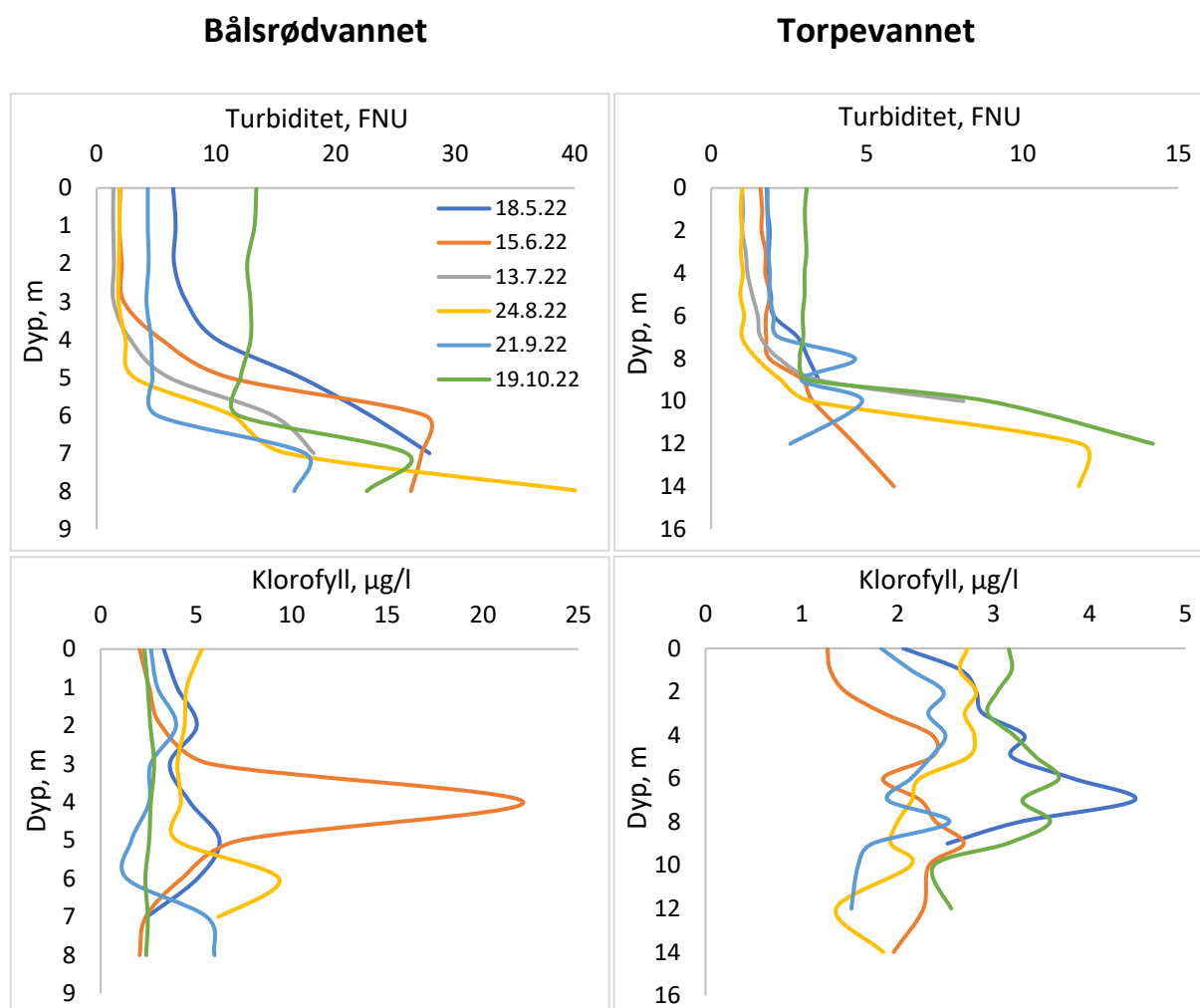
Det ble målt turbiditet i integrerte vannprøver tatt fra epilimnion etter dyp angitt i Tabell 3 (Kapittel 2, Metode). Resultatene er gitt i Tabell 4 sammen med målt siktedyp. I Bålsrødvannet var turbiditeten i gjennomsnitt 4 FNU og i Torpevannet 2 FNU mai til oktober 2022. Det var relativt jevnt siktedyp gjennom sesongen i Torpevannet, og gjennomsnitt på 4,2 m, mens det i Bålsrødvannet var spesielt lavt siktedyp i mai, september og oktober og gjennomsnitt på 2,8 m. Siktedypet viser moderat økologisk tilstand i Bålsrødvannet og god tilstand i Torpevannet. Observasjoner i felt viser at fargen i Bålsrødvannet var preget av grått i mai, september og oktober, mens det i juni til august var mer gulfarget. Torpevannet ble vurdert som brungult og grønt (Tabell 4).

Tabell 4. Månedlige målinger av siktedyp, turbiditet samt visuell vurdering av fargen i innsjøene gjennom vekstsesongen 2022. Gul farge = moderat status, grønn = god status.

Innsjø	Bålsrødvannet			Torpevannet		
	Siktedyp (m)	Turbiditet (FNU)	Visuell fargevurdering	Siktedyp (m)	Turbiditet (FNU)	Visuell fargevurdering
18.05.2022	1,7	1,6	Gråbrun	3,1	4,7	Brunlig gul
15.06.2022	3,1	2,7	Gulaktig	4,0	1,5	Brunlig gul
13.07.2022	4,5	1,4	Gulaktig	4,8	0,9	Grønnlig
24.08.2022	4,0	1,8	Gulaktig	4,9	0,8	Grønnlig
21.09.2022	2,4	3,5	Gulgrå	5,5	1,5	Brunlig gul
19.10.2022	0,9	13,0	Gråbrun	3,0	2,6	Brunlig gul
Gjennomsnitt	2,8	4,0		4,2	2,0	

Turbiditetsmålinger med sonde i vannmassene viste at turbiditeten økte med dypet i begge innsjøene (Figur 5). I Bålsrødvannet starter økningen ved 4 m i mai, men starter dypere utover sommeren og høsten. I Torpevannet starter økningen mellom 6-8 m hele sesongen, og noe dypere i oktober. Mens turbiditeten i Torpevannet er relativt stabil gjennom hele året (0,8-4,7) er det i Bålsrødvannet svært høy turbiditet i oktober (13) sammenlignet med mai-september (1,4-3,5) (Figur 5). Klorofyllmålingene i Bålsrødvannet viser variasjon i mengden klorofyll a ved de ulike dypene (Figur 5). Spesielt er det høye verdier i hypolimnion (dypere vannmasser) under sjiktningsperioden, ved 4 m dyp i juni, ved 6 m i august og ved 7 m i september. I Torpevannet er det også stor variasjon ved de ulike dypene, og stort sett høyere klorofyll a verdier mellom 6 og 10 m dyp enn i de øverste meterne (Figur 5).

I de integrerte vannprøvene fra de øvre vannmassene var pH ganske stabil i innsjøene gjennom sesongen 2022, med gjennomsnittsverdi på 7,6 i begge vannene (fullstendige data finnes i Vedlegg B.1.).



Figur 5. Turbiditet (FNU) og klorofyll ($\mu\text{g/L}$) ved hver meter i hele vannsøylen målt med sonde månedlig fra mai til oktober 2022.

Eutrofiparametere

Middelverdier for eutrofirelaterte parametere i 2022 er angitt i tabell 5 mens fullstendige data er gitt i Vedlegg B. I Bålsrødvannet var gjennomsnittet for Tot-N $472 \mu\text{g/L}$ og Tot-P $17,2 \mu\text{g/L}$, noe som setter Bålsrødvannet i tilstandsklasse god for Tot-N og moderat for Tot-P. Klorofyll-*a* verdien på $5 \mu\text{g/L}$ gir økologisk tilstandsklasse svært god. I Torpevannet var gjennomsnittet for Tot-N og Tot-P hhv. 570 og $11 \mu\text{g/L}$ som gir økologisk tilstandsklasse god, mens gjennomsnittlig klorofyll-*a* verdi på $2,7 \mu\text{g/L}$ gir tilstandsklasse svært god også her.

Tabell 5. Gjennomsnittsverdier for total nitrogen, total fosfor, ammonium og klorofyll a i innsjøene målt månedlig fra mai til oktober 2022.

	Tot-N $\mu\text{g N/L}$	Tot-P $\mu\text{g P/L}$	Ammonium $\mu\text{g N/L}$	Klorofyll-a $\mu\text{g/L}$
Bålsrødvannet	472	17,2	15,5	5,0
Torpevannet	570	11	19,0	2,7

3.1.2 Vannplanter

Bålsrødvannet (20. juli)

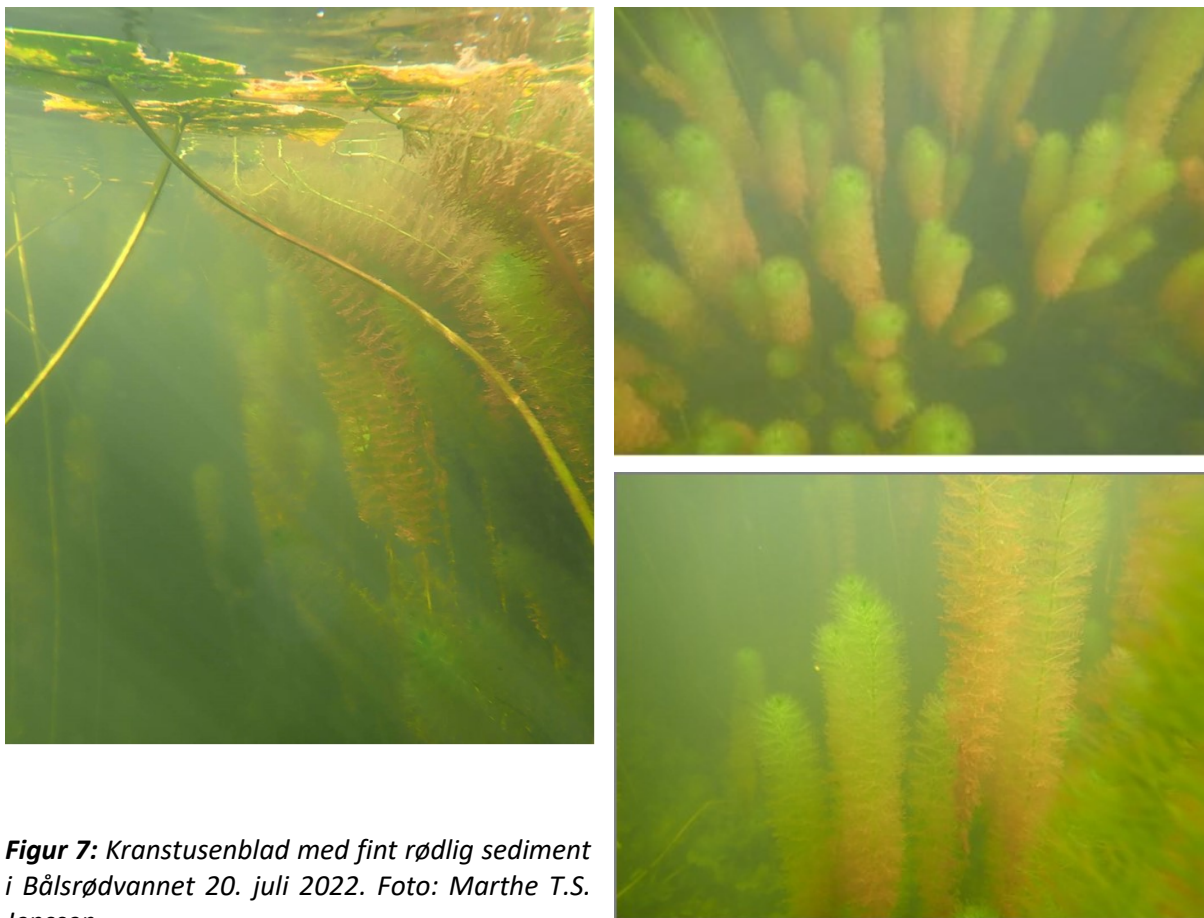
Ved undersøkelsene i juli var vannstanden lav, trolig ca 0,5 m lavere enn normal vannstand (Figur 6). Flere ting tydet også på at siktedypet vanligvis er mye lavere, noe som også ble bekreftet av siktedypsmålinger ved vannprøvetaking (høyeste målt siktedyp var 13. juli med 4,5 m).



Figur 6. Takrør og redusert vannspeil i Bålsrødvannet. Foto: Marthe T. S. Jenssen.

Bålsrødvannet er omkranset av en svært frodig helofyttvegetasjon, dominert av takrør *Phragmites australis*, men også sjøsivaks *Schoenoplectus lacustris*, brei dunkjevle *Typha latifolia*, kjempepiggnopp *Sparganium erectum*, sverdlilje *Iris pseudacorus*, vassgro *Alisma plantago-aquatica* og flaskestarr *Carex rostrata* m.fl. ble registrert. De fleste av disse indikerer god næringstilgang. Takrørene gikk ut til ca. 1 m dyp.

Vannvegetasjonen var dominert av langskuddplanten kranstusenblad *Myriophyllum verticillatum* og flytebladplantene hvit nøkkerose *Nymphaea alba* og gul nøkkerose *Nuphar lutea* (Tabell 6). Øvrige arter hadde sparsom forekomst. Plantene av kranstusenblad var svært langstilkete og delvis dekket av fint rødlig sediment (Figur 7). Kranstusenblad hadde en nedre voksegrense på ca. 2,5-3 m. Arten regnes som tolerant overfor eutrofiering, sannsynligvis fordi den tåler dårlige lysforhold. Hesterumpe *Hippuris vulgaris* står i vannkanten og kan også opptre som helofytt og er derfor mindre avhengig av lysforholdene i vannet. Det lave antall langskuddplanter skyldes sannsynligvis dårlige lysforhold, enten pga. eutrofiering eller partikler fra steinbruddet.



Figur 7: Kranstusenblad med fint rødlig sediment i Bålsrødvannet 20. juli 2022. Foto: Marthe T.S. Jenssen.

Torpevannet (21. juli)

Også Torpevannet var trolig mye klarere enn normalt grunnet tørke. Torpevannet er mer eksponert, men har hadde også flere grunne og beskytta områder og større substratvariasjon enn Bålsrødvannet.

Torpevannet hadde en variert helofyttvegetasjon tilsvarende Bålsrødvannet med blant annet sjøsivaks *Schoenoplectus lacustris*, brei dunkjevle *Typha latifolia*, kjempepiggnopp *Sparganium erectum*, flaskestarr *Carex rostrata*, sverdlilje *Iris psudacorus*, vassgro *Alisma plantago-aquatica*, m.fl. (Figur 8). De fleste av disse indikerer god næringstilgang.

Innsjøen var overraskende fattig på vannplanter og bare en liten forekomst av flytebladplantene hvit nøkkerose *Nymphaea alba* og gul nøkkerose *Nuphar lutea* ble registrert (Tabell 6).



Figur 8. Kjempepiggnopp, takrør, dunkjevle og store grunne områder med spredt helofyttvegetasjon 21. juli 2022. Foto: Marthe T. S. Jenssen.

Tabell 6. Vannvegetasjon i Bålsrødvannet (BÅL) og Torpevannet (TOR) i 2022. Forekomst: 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerer lokaliteten. Kolonnen til venstre viser sensitive (S) og tolerante (T) arter i forhold til eutrofiering (TI). Rødlisterstatus iht. Artsdatabanken (2021), (VU=sårbar).

TI	Latinske navn	Norske navn	BÅL	TOR
	ELODEIDER (langskuddplanter)			
S	<i>Hippuris vulgaris</i>	Hesterumpe	2	
T	<i>Myriophyllum verticillatum</i> ^{VU}	Kranstusenblad	4	
	NYMPHAEIDER (flytebladplanter)			
	<i>Nuphar lutea</i>	Gul nøkkerose	3-4	2
	<i>Nymphaea alba</i>	Hvit nøkkerose	4-5	2
T	<i>Persicaria amphibia</i>	Vass-slirekne	1-2	
S	<i>Sparganium angustifolium</i>	Flotgras	1	
Totalt antall arter			6	2

Det er heller ikke tidligere registrert vannplanter i Bålsrødvannet og Torpevannet (se <https://artskart.artsdatabanken.no/>), unntatt vasskryp *Lythrum portula*, som her ser ut til å vokse ved en innløpsbekk.

Økologisk tilstand

Basert på trofiindeksen Tlc kan økologisk tilstand for vannvegetasjon i forhold til eutrofiering karakteriseres som dårlig i Bålsrødvannet (Tabell 7). Torpevannet har bare to arter og indeksverdien kan derfor ikke regnes ut.

Tabell 7. Økologisk tilstand i forhold til eutrofiering for vannvegetasjon i Bålsrødvannet i 2022 oppgitt både med indeksverdi Tlc og nEQR. Tilstandsklasser: SG=Svært god, G=God, M=Moderat, D=Dårlig, SD=Svært dårlig.

Innsjø	Innsjøtype ¹	Tlc	nEQR	Økologisk tilstand
Bålsrødvannet	201	0	0,38	D

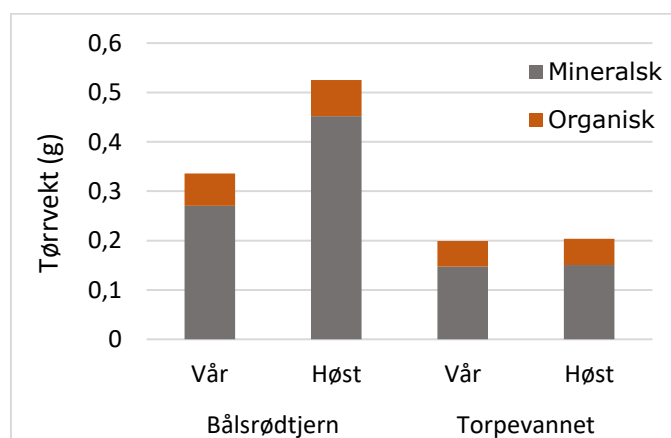
¹: NGIG-type vannvegetasjon (se Direktoratgruppen, 2018)

3.2 Sedimentundersøkelser

3.2.1 Sedimentfeller

I Bålsrødvannet var det forskjell på mengden avsatt materiale vår og høst (0,34 g tørrvekt på våren og 0,5 g tørrvekt høst), mens det i Torpevannet ble avsatt 0,2 g både vår og høst. Dette tilsvarer en gjennomsnittlig avsetning på 0,29 g/cm²/år i Bålsrødvannet (hhv. 0,22 og 0,35 g/cm²/år vår og høst), mens det i Torpevannet var en avsetning tilsvarende 0,13 g/cm²/år i Torpevannet begge tidspunkt. På våren var andelen mineralsk materiale i Bålsrødvannet 80,5 % mens den på høsten var 86,1 %. I Torpevannet var andelen 73,9 % både vår og høst.

Andelen mineralsk og organisk materiale og totalmengden (tørrvekt) er visualisert i Figur 9.



Figur 9. Andelen mineralsk og organisk materiale samt totalmengde (tørrvekt) fanget i sedimentfellene i Bålsrødvannet og Torpevannet i løpet av en måned (4 uker) på våren (18. mai-13. juni) og høst (24. august-21. september).

3.2.2 Sedimentkjerner

Alle sedimentkjernene som ble hentet opp fra de to innsjøene hadde tydelige avsetninger av steinslam over de naturlige innsjøsedimentene (Figur 10-13). Dybden (størrelsen) på dette steinslammet var fra 5 til 15 cm, som angitt i tabell 8. Det var lite endringer de siste 15 årene. Den mest markante endringen var en økning fra 10 til 15 cm steinslam i det dypeste punktet i Bålsrødvannet. I tillegg var det en liten endring (≤ 1 cm) ved det dypeste punktet i Torpevannet, mens det ved de andre punktene var noe mindre steinslam enn i 2007-8.

Tabell 8. Mengde steinslam målt på toppen av sedimentkjerner som ble hentet opp fra ulike stasjoner i begge innsjøene i juli 2022. Mengden som ble målt ved de samme stasjonene i 2007-2008 (hentet fra Berge m.fl. 2009) er også oppgitt sammen med endringen i mengden i denne perioden.

Innsjø og stasjon	2007-2008	2022	Endring
Bålsrødvannet innløp	15 cm	14 cm	- 1 cm
Bålsrødvannet dypeste punkt	10 cm	15 cm	+ 5 cm
Torpevannet innløp	-	10 cm	-
Torpevannet dypeste punkt	4-5 cm	5 cm	+ 0-1 cm
Torpevannet campingplass	10 cm	9 cm	- 1 cm

Bålsrødvannet



Figur 10. Sedimentkjernen som ble hentet opp ved innløpet til Bålsrødvannet (3,5 m dyp) i 2007-8 (venstre) viste 15 cm steinslam på toppen (fra Berge m.fl. 2009). I 2022 (høyre) var tilsvarende 14 cm (ved 3,3 m dyp). Pga. gjengroing ble prøven i 2022 tatt litt nedenfor innløpet. Foto til høyre: Birger Skjelbred.

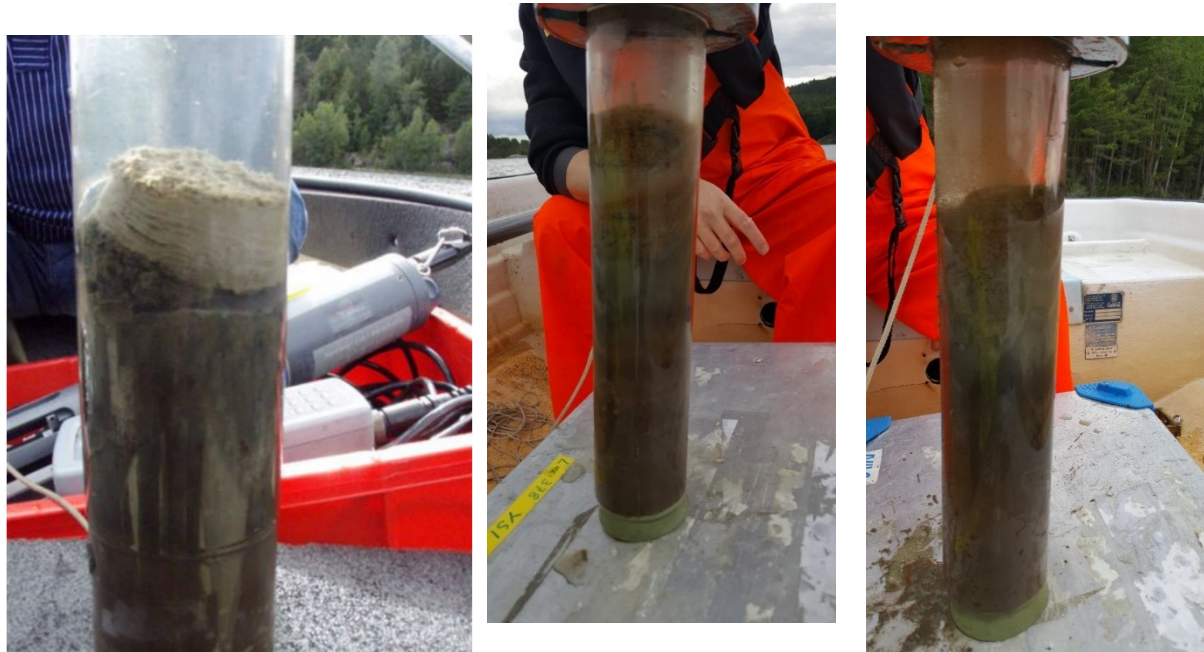


Figur 11. Sedimentkjernen som ble hentet opp ved det dypeste punktet (7 m) i Bålsrødvannet i 2007-8 (venstre) viste 10 cm steinslam på toppen (fra Berge m.fl. 2009). I 2022 (høyre) var mengden steinslam 15 cm (ved 8,4 m dyp). Foto til høyre: Birger Skjelbred.

Torpevannet



Figur 12. Sedimentkjernen som ble hentet opp utenfor campingplassen i Torpevannet (3,5 m dyp) i 2007-8 (venstre) viste ca 10 cm steinslam på toppen (fra Berge m.fl. 2009). På samme sted i 2022 (høyre) var tilsvarende 9 cm (ved 3,2 m dyp). Foto til høyre: Birger Skjelbred.

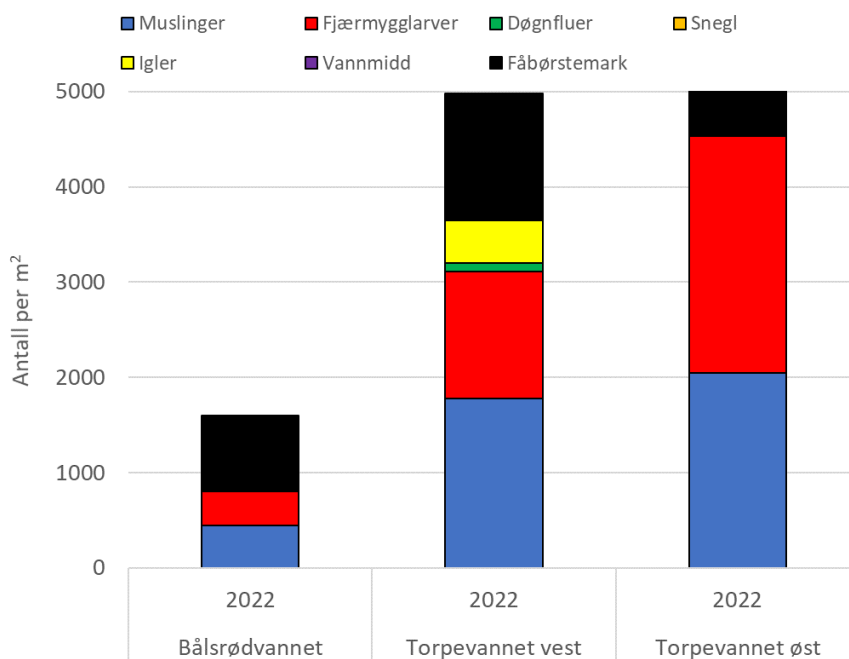


Figur 13. Sedimentkjernen som ble hentet opp på det dypeste punktet (12 m) i Torpevannet i 2007-8 (venstre) viste 4-5 cm steinslam på toppen (fra Berge m.fl. 2009). I 2022 (midten) var tilsvarende 5 cm (12 m dyp). Sedimentkjernen som ble hentet opp ved innløpet (Svanevika) i Torpevannet (5,2 m dyp, høyre bilde) viste 10 cm steinslam på toppen. Det ble ikke tatt prøve på tilsvarende sted i 2007-8. Foto: Birger Skjelbred.

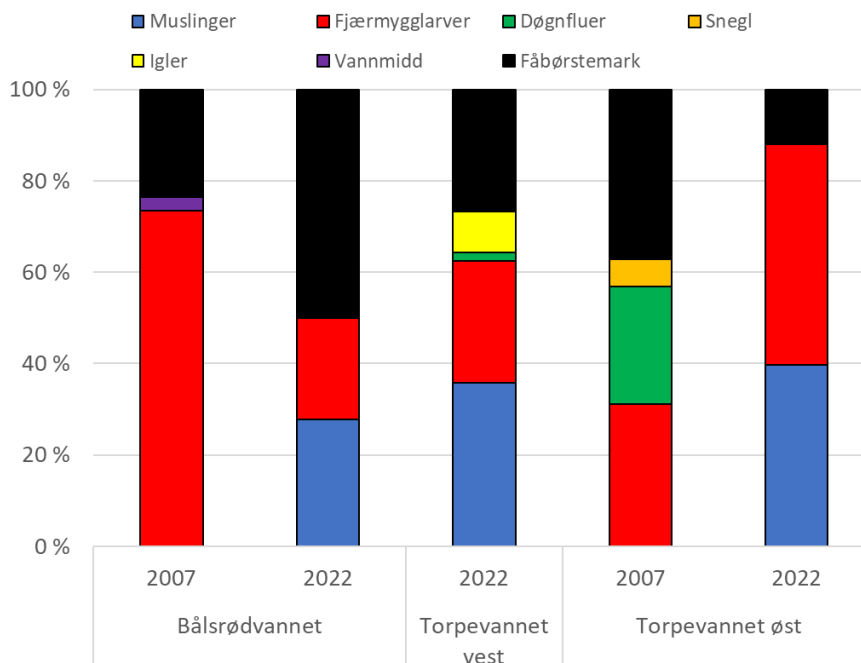
3.2.3 Bunndyr

Tettheten av individer var betydelig høyere ved de to stasjonene i Torpevannet enn ved stasjonen i Bålsrødvannet (se Figur 13 og artstabell i Vedlegg B.3). Mange biotiske og abiotiske faktorer kan påvirke antall individer som fanges opp i en prøve, blant annet habitat- og substratforhold, mattilgang og beitepress fra predatorer. Det er derfor vanskelig å trekke konklusjoner ut fra tetthet av individer.

Biologisk mangfold målt som antall taksa av bunndyr viste tre taksa i prøven fra Bålsrødvannet, samt fem taksa ved Torpevannet vest og tre taksa ved Torpevannet øst (se artstabell). Alle de tre prøvene var dominert av fjærmygglarver, muslinger og fåbørstemark. Ved Torpevannet vest fant vi i tillegg en del igler og noen få døgnfluer. Fjærmygglarver og fåbørstemark inneholder arter som kan trives frodes også ved mye slam og lavt oksygeninnhold, men vi fant ikke noen av de lett gjenkjennbare fjærmygglarvene som er røde grunnet at de har hemoglobin for å kunne håndtere lave oksygenivåer.



Figur 14. Sammensetningen av bunndyrsamfunnet i Baalsrødvannet (ved innløpet) og Torpevannet (begge innløp) ved prøvetakingen i november 2022. Torpevannet vest tilsvarer innløpet fra Baalsrødvannet (Svanevika) mens Torpevannet øst tilsvarer innløpet fra Tvedalsbekken i nord.



Figur 15. Relativ dominans av de ulike grupper i bunndyrsamfunnet ved prøvetakingen i august 2007 (data hentet fra Berge m.fl. 2009) og i november 2022. Planktoniske krepsdyr fra Berge mfl. (2009) er ikke inkludert.

4 Oppsummering og vurderinger

Grunnturbiditetsmålinger utført ukentlig i bruddene og tilførselsbekkene er benyttet som bakgrunnsinformasjon. Oppdragsgiver rapporterer disse resultatene via Altinn (<https://www.altinn.no/>).

Steinbruddene var stengt i uke 29-31 (18. juli til 7. august 2022). I denne perioden var det også lite nedbør (yr.no) og lav vannføring i tilførselsbekkene noe som sammen førte til synlig klarere vann og større siktedyp. Det ble også observert lavere vannstand enn normalt i juli, spesielt i Bålsrødvannet. Dette gjorde det enklere å observere vannplantesamfunnet, enn det ville vært om anlegget var i drift og siktedypet lavere. Når steinbruddet er i drift, er lysforholdene dårligere.

4.1 Bålsrødvannet

4.1.1 Vannfasen

Vannkvalitet

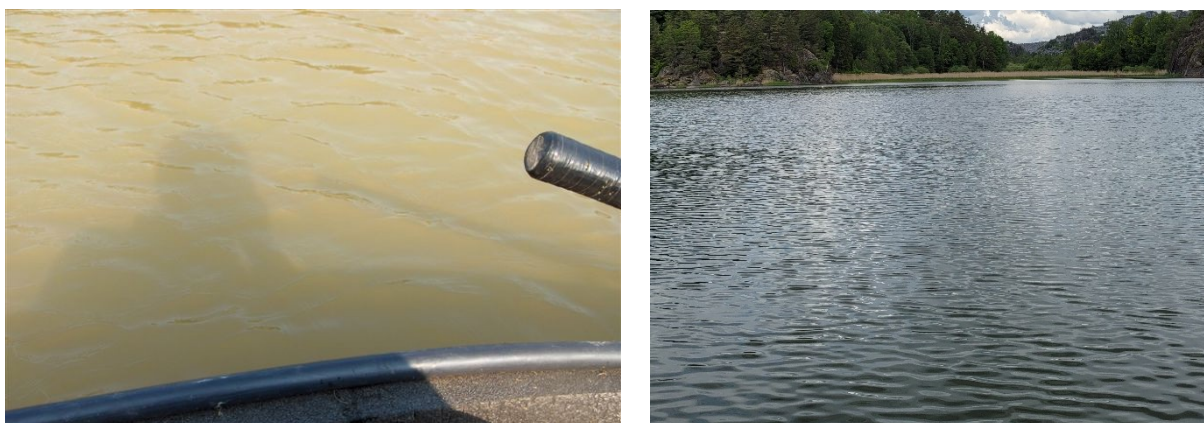
Oppsummert viser de utvalgte parameterne i dette prosjektet at Bålsrødvannet er i dårlig økologisk tilstand (vedlegg B.2) grunnet dårlig tilstand av vannplanter. Kun klorofyll a og total nitrogen var i hhv. svært god og god status, mens total fosfor og siktedyp var moderat og totalt for eutrofieringsparametere er tilstanden dårlig (vedlegg B.2). De noe høye verdiene av fosfor henger trolig sammen med tilførsler av fosfor-rikt steinslam fra steinbruddet. I tidligere undersøkelser ble det vist at fosforkonsentrasjonen i Bålsrødvannet hang sammen med turbiditeten, og dermed trolig stammet fra avrenning fra steinbruddet (Berge m.fl. 2009). Det samme ble observert i 2022. Fosforet er ikke biotilgjengelig og vil derfor ikke påvirke algevekst i stor grad (Berge m.fl. 2009), noe klorofyll-verdiene i 2022 bekrefter. Det ble vist at klorofyll-konsentrasjonene oftest var høyere i de dypere vannmassene enn i de øvre lagene som ble prøvetatt. Alger som oppholder seg under den eufotiske sonen (det øverste sjiktet av vannmassene der det er god lystilgang) er ofte arter som kan benytte seg av alternative næringskilder (miksotrofi eller arter som henter næring fra sedimentene) og er ikke nødvendigvis et resultat av høye næringskonsentrasjoner i innsjøen. Til tross for den moderate tilstanden for eutrofieringsparametere i hht. klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2018) er det derfor nærliggende å tro at Bålsrødvannet ikke er spesielt påvirket av eutrofiering.

Partikkelpåvirkning og lystilgang

Siktedypet i Bålsrødvannet var som forventet negativt korrelert med turbiditeten, og når turbiditeten var som høyest i oktober ble det minste siktedypet målt. Motsatt var det lite turbiditet i juli, da siktedypet var størst. Klorofyll-nivåene og dermed planteplanktonmengden er lave gjennom hele sesongen, og variasjonene er ikke direkte korrelert med siktedypet. Det er derfor trolig tilførsler av partikler fra nedbørfeltet som hovedsakelig påvirker både siktedyp og turbiditet. Dette bekreftes av observasjonen med klare vann i juli, mens steinbruddet var sommerstengt i 4 uker. Dette påvirkes også av den lave nedbørmengden, samt vannføringen i tilførselsbekkene som var lav til i juli. Men siden det var lite nedbør og lav til normal vannføring hele perioden fra mai til august 2022, tyder dette på at det også er driftsstansen som påvirker innsjøene, noe som også ble observert ved undersøkelsene i 2007-8 (Berge m.fl. 2009). I tillegg vil også den skarpe sjiktningen i vannmassene fra mai føre til økt sedimentasjon av partikler i denne perioden og bidra til klarere vann. Dette viser også målingene av turbiditet gjennom vannsøylen. Turbiditeten øker mot dypet og økningen starter ved 4 m i mai og går deretter nedover mot dypere lag utover sommeren og høsten, noe som tyder på at partiklene sedimenteres. Økte planteplanktonmengder kan også være en årsak til høy turbiditet, men i Bålsrødvannet var det generelt lite algebiomasse (målt som klorofyll a), og målingene i hele vannsøylen

sammenfalt ikke med turbiditeten da det hovedsakelig var mest klorofyll a 1-2 m over dypene med høyest turbiditet.

Bålsrødvannet har blitt vesentlig klarere sammenlignet med forrige undersøkelse. I 2022 var gjennomsnittsverdien for turbiditet målt i overflatelagene 4,0 FNU, mens det var 12 og 18 FNU i hhv. 2007 og 2008 (Berge m.fl. 2009). Sammenlignet med observasjoner gjort i 2007-8 er det også i 2022 et bedre inntrykk av Bålsrødvannet i forhold til farge, som vist i Figur 16. Tidligere var innsjøen synlig grå og «mudrete» hele året, mens den i 2022 fremstod klarere. Det ble i 2018 tatt i bruk et sedimentasjonsbasseng oppstrøms Bålsrødvannet, som har ført til bedre tilstand i Askedalsbekken (Persson 2022) de seneste årene. Dette kan være årsaken til at tilstanden i Bålsrødvannet synes å være bedre i 2022 enn i 2007-8. Ettersom dette er den første undersøkelsen på 15 år er det vanskelig å knytte bedringen i f.eks. turbiditet direkte til dette tiltaket. Det kan også være en effekt av en tørr vår og sommer med lite nedbør og vannføring i tilførselsbekken.



Figur 16. Det er tydelig forskjell på fargen og partikkelpåvirkningen i Bålsrødvannet fra 2007-2008 (til venstre, hentet fra Berge m.fl., 2009) til 2022 (til høyre, foto: Camilla H. Corneliussen Hagman).

Vannplanter

Ulike arter og grupper av arter har forskjellige krav til lys og toleranse for dårlige lysforhold. Eutrofiering vil derfor virke inn på sammensetningen av vannplanter i innsjøen og på mengden av de forskjellige artene. Dessuten vil endrete lysforhold ha stor betydning for hvor dypt plantene kan vokse. De fleste kortskuddartene og kransalgene er sensitive overfor eutrofiering. Ingen av disse er registrert i Bålsrødvannet. Innsjøen har kun planter som har evnen til å strekke seg mot lyset og det er tydelig at plantene her er tilpasset dårlige lysforhold i og med at de er så langstilkede (Figur 7). Den høye partikkeltilførselen og påfølgende dårlige lysforhold i store deler av året er trolig hovedårsaken til at den økologiske tilstanden i Bålsrødvannet blir dårlig. Plantene var dekket av et rødlig slam. Fargen på slammene er ikke i tråd med fargen på steinslammene – som hovedsakelig er grått/gråbrunt. Rødfargen kan komme av f.eks. jernforbindelser, eller begroingsalger, dermed kan det ikke kun på bakgrunn av nedslammingen konkluderes med at vannplantene er negativt påvirket av avrenning fra steinbruddet.

4.1.2 Sedimentundersøkelser

Sedimentfellene viste ulik sedimentering vår og høst i Bålsrødvannet. Det var noe høyere avsetning, og også noe høyere andel mineralisk materiale, på høsten. Avrenning av partikler fra nedbørfeltet forbundet med nedbørsperioder på høsten bidrar trolig til denne forskjellen i mengde sediment. Sedimentfellene fanget opp materiale som tilsvarer en sedimentasjon på 0,29 g/cm²/år i

Bålsrødvannet, noe som er høyt (i teorien vil sedimentet øke med nesten 1 g per cm² på tre år). Dette sammenfaller den observerte endringen i mengden steinslam på toppen av innsjøsedimentene (innsjøbunnen) de siste 15 årene i Bålsrødvannet. Det var nedgang i mengden ved innløpet i Bålsrødvannet, mens en ikke uventet større (5 cm) økning ved det dypeste punktet, som er hvor det meste av materialet som sedimenteres i innsjøer vil avsettes. Dette tyder på at Bålsrødvannet (fremdeles) fungerer som et sedimentasjonsbasseng for avrenning fra steinbruddet, og mengden steinslam avsatt på dypet her har økt med 50 % (fra 10 til 15 cm) de siste 15 årene.

Bunndyr

Det ble funnet like mange taksa i Bålsrødvannet i 2022 som i 2007-8 (Berge m.fl. 2009). Felles er fjærmygglarver og fåbørstemark, mens det tidligere ble funnet vannmidd og i 2022 ble funnet muslinger. Muslinger filtrerer fôr fra vannmassen, men vurderes som «veldig lite følsomme» for påvirkning fra finsediment i PSI-indeksen (Proportion of Sediment-sensitive Invertebrates; Extence mfl. 2011) som brukes ved overvåkingen av steinbruddenes miljøeffekter i bekker i området (Persson 2022). Tilstedeværelsen sier derfor lite om tilstanden for bunndyr er bedre eller dårligere enn tidligere. Bunndyrsamfunnet var i 2007-8 dominert av fjærmygglarver, mens det i 2022 var mest fåbørstemark.

4.2 Torpevannet

4.2.1 Vannfasen

Vannkvalitet

Oppsummert viser de utvalgte parameterne i dette prosjektet at Torpevannet er i god økologisk tilstand (Vedlegg B.2). Innsjøen ser ikke ut til å være eutrofi-påvirket, og det er lavere konsentrasjoner av klorofyll a enn i Bålsrødvannet. Det er også lavere fosfor konsentrasjoner, noe som kan tyde på at det fosfor-rike steinslammet ikke når helt frem til Torpevannet.

Partikkelpåvirkning, lystilgang og vannvegetasjon

Siktedypet i Torpevannet var vesentlig høyere enn i Bålsrødvannet gjennom hele sesongen 2022. Det største siktedypet ble målt i september (5,5 m), altså ikke under driftsstansen i juli, men likevel i en periode med lite nedbør (yr.no) samt lav til normal vannføring i tilførselsbekkene. Turbiditeten var variabel men relativt lav (< 5 FNU) gjennom sesongen. De høyeste turbiditetsmålingene ble gjort i mai, og tyder på sterk påvirkning fra vårflommen, noe som også er observert tidligere (Moe m.fl. 2016). Den laveste turbiditeten ble målt i august, dernest juli, noe som tyder på at det også i Torpevannet er lite nedbør og driftstans i steinbruddet sammen som bringer med seg partikler, samtidig med lite avrenning av turbid vann fra Bålsrødvannet. Dette ble også observert i 2007-8 (Berge m.fl. 2009). Likevel korrelerer ikke siktedypet direkte med turbiditeten i Torpevannet i 2022, og tyder på at det ikke er avrenning fra steinbruddet som har størst påvirkning på siktedypet. Også i Torpevannet er det mest turbid vann i de dypere vannmassene, og også her er det tidvis høye klorofyllverdier under prøvetakingsdypet, men høyere opp enn turbiditetsvariasjonene som stort sett ligger under 8 m. Dette kan tyde på at det er tunge partikler som har sunket og blir liggende i bunnlagene, men i Torpevannet ser ikke partiklene ut til å sedimentere dypere utover sesongen, men varierer noe i mengde og dybde.

Selv om det allerede i 2007 og 2008 var vesentlig lavere turbiditet i Torpevannet enn i Bålsrødvannet, har også Torpevannet blitt vesentlig klarere de siste 15 årene. I 2022 var gjennomsnittsverdien for turbiditet målt i overflatelagene 2,0 FNU, mens det i 2007 var ca. 5 og i 2008 3 FNU (Berge m.fl. 2009). Sammenlignet med observasjoner gjort i 2007 og 2008 er det også i 2022 et bedre inntrykk av Torpevannet i forhold til farge, som vist i Figur 17.



Figur 17. Torpevannet var i 2007 og 2008 farget grått stort sett hele året (til venstre, hentet fra Berge m.fl. 2009), mens det gir et annet inntrykk i 2022 (til høyre, foto: Camilla H. Corneliussen Hagman).

Vannplanter

Torpevannet er mindre påvirket av partikkeltransporten fra steinbruddet enn Bålsrødvannet. At vi ikke finner flere eller tilsvarende arter i Torpevannet som i Bålsrødvannet er derfor overraskende. Torpevannet er større og mer eksponert enn Bålsrødvannet, men innsjøen har også mer beskyttede områder og mer variert substrat hvor man kunne forvente å finne vannplanter. En eldre demning ved utløpet bidrar sannsynligvis til å stabilisere vannstanden i innsjøen, noe som også er gunstig for vannvegetasjonen. Spredning av arter fra Bålsrødvannet bør være mulig (f.eks. transport av overvintringsskudd ved flom), men helofyttbeltene i tilløpselva kan muligens redusere spredningsmulighetene noe.

Kvaliteten av sedimentet muligens ugunstig, evt. for ustabil for etablering av vannvegetasjon, men dette er ikke nærmere vurdert. Det er lite organisk materiale i sedimentene i Torpevannet, noe som kan indikere at det har vært plantefattig ei stund. Det er imidlertid tidligere ikke foretatt undersøkelser/ettersøk av vannplanter i disse innsjøene. Basert på undersøkelsene i 2022 er det altså vanskelig å fastslå om steinbruddet har betydning for vannvegetasjonen i Torpevannet. For å få mer kunnskap om eventuelle effekter av steinbrudd på utbredelse av vannvegetasjon og andre organismegrupper bør man vurdere å inkludere tilsvarende innsjøer i nærområdet som har liten eller ingen påvirkning fra steinbrudd. Eventuelt kan man også vurdere undersøkelser av miljøgifter i sedimentene.

4.2.2 Sedimentundersøkelser

Sedimentfellene i Torpevannet viste lite avsetning både vår og høst, og ingen forskjell mellom sesongene, i motsetning til Bålsrødvannet. Andelen mineralsk materiale var også lavere enn i Bålsrødvannet med kun 73,9 %, og det var heller ingen ulikheter mellom vår og høst, til tross for forskjeller i turbiditet gjennom sesongen. I Torpevannet fanget sedimentfellene opp materiale tilsvarende en avsetning på 0,13 g/cm²/år. Dette er kun 1/3 av mengden som blir avsatt i Bålsrødvannet. Sedimentfellene ble kun benyttet ved hovedstasjonene, altså det dypeste punktet i innsjøen der man forventer at mye av det som tilføres fra innløpene vil bli igjen og avsettes. Ulikt Bålsrødvannet var det i Torpevannet minst mengde steinslam (kun 5 cm) på toppen av sedimentene på det dypeste punktet, med en økning på ≤ 1 cm de siste 15 årene, noe som tyder på at avsetningen her likevel ikke er høy. Imidlertid var det større mengde (9-10 cm) steinslam på sedimentene ved begge innløpene (Svanevika og utenfor campingplassen), men det var samme mengde (1 cm mindre ved

campingplassen) som i 2007-8. Torpevannet har trolig blitt tilført en viss mengde steinslam både fra Askedalsbekken via Bålsrødvannet og fra Tvedalsbekken tidligere, men det ser ut til at det ikke sedimenteres i stor grad. Mulig blir det transportert ut av innsjøen før det rekker å avsettes på bunnen. Disse resultatene tyder på at påvirkningen fra steinbruddet er minimal direkte fra Tvedalsbekken i nord, og at Bålsrødvannet (fortsatt) fungerer som et sedimentasjonsbasseng for avrenning fra Askedalsbekken.

Bunndyr

Sammenlignet med tidligere undersøkelse utenfor campingplassen (innløpet i nord) var det færre taksa av bunndyr i Torpevannet i 2022, de samme tre som i Bålsrødvannet. Snegl og døgnfluer ble funnet i 2007-8 men ikke i 2022, mens det i 2022 ble funnet muslinger. Som nevnt over sier tilstedeværelsen lite om tilstanden for bunndyr er bedre eller dårligere enn tidligere. Ved innløpet fra Bålsrødvannet ble det funnet flere taksa, både døgnfluer og igler, i tillegg til de som ble funnet både i Bålsrødvannet og i nord-enden av Torpevannet.

5 Konklusjoner

Sedimentundersøkelsene i Bålsrødvannet og Torpevannet tyder på at det fremdeles er stor påvirkning fra steinbruddet i Bålsrødvannet, og videre at innsjøen fungerer som fangdam for tilførsel til Torpevannet., Det vises også bedring siden 2007-8. Det er vanskelig å konkludere hvorvidt bedringen skyldes tiltak gjort oppstrøms med sedimentasjonsbasseng i 2018 da det er 15 år siden siste undersøkelse av sedimenter i innsjøene, og det var lite turbiditet og vannføring i bekken i 2022, men resultater fra tilførselsbekken siden 2018 kan tyde på at det er blitt bedring.

Basert på denne undersøkelsen er det vanskelig å trekke konklusjoner om påvirkning på bunndyrfaunaen i innsjøene, og det er heller ikke mulig å bestemme hva endringene fra siste undersøkelse skyldes.

Forsøket med å benytte vannplanter til vurdering av påvirkning fra steinslam ser ut til å fungere i Bålsrødvannet. Innsjøen er ikke humøs og ikke eutrof, men har likevel vannplantesamfunn som vitner om dårlige lysforhold, noe som trolig skyldes partikkelpåvirkning fra steinbruddet. Mangelen på vannplanter i Torpevannet er overraskende, men det er ingen ting som kan bevise at det skyldes partikkelpåvirkning. For å avdekke årsakene til dette bør det gjøres flere undersøkelser, f.eks. av sedimentforholdene og miljøgifter, samtidig som man også bør vurdere å undersøke nærliggende referanseområder som ikke er påvirket av steinbruddet, for å lete etter mulige forklaringer.

Selv om forholdene i innsjøene synes ok og bedre enn for 15 år siden, er det fremdeles påvirkninger av partikkelforurensning i innsjøene, og vi anbefaler at det følges opp med undersøkelser i årene som kommer også. Da det ikke finnes noen indekser som går direkte på partikkelforurensning i vandirektivet, anbefaler vi at det fokuseres på sedimentforhold, lysforhold (bl.a. turbiditet) og effekter på vannplanter og planteplankton. Bunndyr bør også undersøkes videre og hyppigere og inkludere referansestasjoner uten påvirkning slik at endringer og effekter fra steinbruddene enklere kan vurderes.

6 Referanser

Berge, D., Bækken, T., Romstad, R., Källqvist, T., Corneliussen, C. H., Dahl-Hansen, G. A., Christensen, G. N. & Rygg, B. (2009) Samlet plan for utslipp til vann fra steinindustrien (larvikittproducentene) i Larvik, Del I: Resipientundersøkelser 2006-2008 (Tekstdel). NIVA-rapport 5834-2009.

Direktoratsgruppen 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2018.

Extence, C. A., R. P. Chadd, J. England, M. J. Dunbar, P. J. Wood og E. D. Taylor (2011) The assessment of fine sediment accumulation in rivers using macro-invertebrate community response. *River Re. Applic.* 29: 17-23.

Eriksen, T. E., Bækken, T. & Moe, J. (2010). Innsamling og bearbeiding av bunnfauna i rennende vann – et metodestudium. NIVA-rapport 6043-2010

Moe, T. F., Persson, J., Hobæk, A. & Ranneklev, S. B. (2017) Overvåking av vassdrag i forbindelse med larvikittbrudd i Larvikområdet. Resultater fra biologiske og vannkjemiske undersøkelser i 2016. NIVA-rapport 7120-2017.

NS-EN ISO 10870:2012. Vannundersøkelse. Veiledning i valg av prøvetakingsmetoder og utstyr til bentiske makroinvertebrater i ferskvann. Standard Norge.

Persson, J. 2022. Tiltaksorientert overvåking av larvikittbruddene i Larvik kommune i 2021. NIVA-rapport 7698-2022

Mjelde, M., Rørslett, B. og Langangen, A. 2022. Fotoflora for norske vannplanter. Versjon 1. Norsk institutt for vannforskning. <https://www.niva.no/en/projectweb/fotoflora-for-norske-vannplanter>

Elven, R., Bjorå, Charlotte S., Fremstad, E., Hegre, H., Solstad, Heidi. 2022. Norsk flora. Samlaget.

Vedlegg A, metoder

A.1. Analyserte parametere i Bålsrødvannet og Torpevannet 2022 med benyttede metoder og standarder ved de ulike laboratoriene.

Parameter	Standard (NIVA metodekode)
Analysert ved NIVA	
Ammonium	NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner), NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4)
Kalsium	NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner), NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4)
Fargetall	NS-EN ISO 7887:2011 (A5-2)
Klorofyll a	NS 4767:1983 (H1-1)
pH	NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5)
Total fosfor	Mod. NS 4725:1984 (D2-1)
Turbiditet	NS-EN ISO 7027-1:2016 (A4-3)
Analyse ved Eurofins Environment Testing	
Total nitrogen	ISO/IEC 17025:2017 Norsk Akkreditering TEST 003

A.2 Beskrivelse av metode for forberedelse av prøver fra sedimentfeller til analyse for glødetap/gløderest.

Det ble benyttet en 0,9 liters skåler ("brødform") av aluminium merket med innsjønavn. Skålene ble veid i tørr tilstand (**vekt aluskål**), på vekt med lesbarhet på 0,0001 gram (NIVA-44-6). For å få en stabil vekt ble skålene plassert med kortsiden ned på vekten, og det var viktig å få balansert de riktig på vekten. Etter at vektene av skålene var notert ned, ble ca 2/3 av prøvene helt over i hver sin aluminiumskål. Disse ble deretter plassert i tørkeskap på 105 grader C, der de stod over natten. Det dannet seg små bobler i bunn men det ble ingen koking i vannet. Neste morgen var mye av vannet fordampert, men ikke alt. Skålene ble påfylt av resten av vannprøvene. Til slutt ble hver flaske skylt 2 ganger med en liten mengde Type1 vann, som også ble helt over i skålene, for å få med siste rester av tørrstoff fra innsiden av flaskene. Skålene fikk stå på 105 grader C til de var helt tørre. Det tok nok totalt i underkant av 2 døgn i juni og 30 timer i oktober.

Etter tørking, ble skålene hentet ut fra ovnen, og plassert i tørkeskap for avkjøling. Etter avkjøling ble skålene igjen veid på vekten med lesbarhet 0,0001 gram (**vekt aluskål + tørrstoff**). Det var her viktig å påse at ikke noe materiale ville falle ut av skålen når den ble plassert på høykant. **Gram tørrstoff** ble regnet ut ved

$$\text{Tørrstoff (g)} = \text{«vekt aluskål + tørrstoff»} - \text{«vekt aluskål»}$$

Deretter ble hver skål glødet i 2 timer på 480°C (en om gangen, pga. begrenset størrelse på glødeovnen). De ble deretter avkjølt i eksikator igjen, og til slutt veid enda en gang (**gram aluskål + gløderest**). **Gram gløderest** ble regnet ut ved

$$\text{Gløderest (g)} = \text{"vekt aluskål + gløderest"} - \text{"vekt aluskål"}$$

Deretter:

$$\text{Glødetap (g)} = \text{tørrstoff (g)} - \text{gløderest (g)}$$

Prosentvis organisk og uorganisk ble deretter utregnet.

Vedlegg B, resultater

B.1 Resultater fra kjemiske analyser

Bålsrødvannet		18.05.22	15.06.22	13.07.22	24.08.22	21.09.22	19.10.22	Gjennomsnitt
Ammonium	µg N/L	7	6	<2	13	24	41	15,5
Kalsium	mg/L	16,2	16,5	16,8	17,6	17,7	17,5	17,1
Farge	mg/L Pt	30	24	18	19	18	38	24,5
Klorofyll-a	µg/L	6,3	7	3,6	3,8	4,5		5,0
pH	pH units	7,69	7,64	7,74	7,68	7,66	7,42	7,6
Tot-N	µg N/L	510	390	270	250	310	1100	471,7
Tot-P	µg P/L	15	23	10	13	12	30	17,2
Turbiditet	FNU	1,6	2,7	1,4	1,8	3,5	13	4,0

Torpevannet		18.05.22	15.06.22	13.07.22	24.08.22	21.09.22	19.10.22	Gjennomsnitt
Ammonium	µg N/L	6	<2	35	22	31	18	19,0
Kalsium	mg/L	9,9	10	9,42	10,2	10,2	10,9	10,1
Farge	mg/L Pt	24	27	22	18	17	30	23,0
Klorofyll-a	µg/L	3	2,3	1,8	3,3	3,2	2,7	2,7
pH	pH units	7,87	7,56	7,59	7,69	7,55	7,44	7,6
Tot-N	µg N/L	730	640	570	320	360	800	570,0
Tot-P	µg P/L	12	8	11	11	9	15	11,0
Turbiditet	FNU	4,7	1,5	0,9	0,8	1,5	2,6	2,0

B.2 Utdrag fra tilstandsklassifiseringskjema for innsjøtype L-107

Vannforekomst (navn)	Bålsrødvannet			
Høyderegion (h.o.h., m)	10			
Størrelse (overflateareal, km²)	0,09			
Middeldyp (antatt ut fra maks dyp/3)	2,33			
Kalsium (mg/L) 4,0-20	17,10			
Farge (mg Pt/L) (humus) < 30	24,5			
Vanntype (N-GIG kode)	L-N1, L-N-M201			
Kvalitetsparameter	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Plantep plankton, klorofyll a (µg/L)	5,00	SG	0,60	0,84
Vannplanter, trofisk indeks (Tic)	0	D	0,57	0,38
Totalvurdering biologiske kvalitetselementer		D		0,38
Total fosfor (µg/L)	17,2	M	0,35	0,59
Total nitrogen (µg/L)	472	G	0,58	0,75
Siktedyp, m	2,8	M	0,56	0,45
Totalvurdering eutrofieringsparametre		M		0,52
Totalvurdering for vannforekomsten		D		0,38

Vannforekomst (navn)	Torpevannet			
Høyderregion (h.o.h., m)	6			
Størrelse (overflateareal, km ²)	0,42			
Middeldyp (antatt ut fra maks dyp/3)	4			
Kalsium (mg/L) 4,0-20	10,10			
Farge (mg Pt/L) (humus) < 30	23			
Vanntype (N-GIG kode)	L-N1, L-N-M201			
Kvalitetsparameter	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Planteplankton, klorofyll a (µg/L)	2,70	SG	1,11	1,00
Totalvurdering biologiske kvalitetselementer		SG		1,00
Total fosfor (µg/L)	11,0	G	0,55	0,76
Total nitrogen (µg/L)	570	G	0,48	0,66
Siktedyp, m	4,2	G	0,82	0,77
Totalvurdering eutrofieringsparametre		G		0,76
Totalvurdering for vannforekomsten		G		0,76

B.3 Taksaliste og individantall fra bunndyrprøver tatt 16. november 2022. Antall individer er angitt per kvadratmeter.

Taksagruppe	Navn	Bålsrødvannet	Torpevannet vest, Innløp Svanevika	Torpevannet øst, Innløp
Bivalvia	<i>Sphaeriidae</i>	444	1778	2044
Diptera	<i>Chironomidae</i>	356	1333	2489
Ephemeroptera	<i>Ephemera vulgata</i>		89	
Hirudinea	<i>Helobdella stagnalis</i>		444	
Oligochaeta	<i>Oligochaeta</i>	800	1333	622
Totalt	Antall individer	1600	4978	5156
	Antall taksa	3	5	3

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

Økernveien 94 • 0579 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no