

2049

NINA Rapport

Vurdering av uønsket overføring av organismer med utslipp av vann fra Holsfjorden til vassdrag i indre Oslofjord

Vurderinger basert på miljø-DNA-undersøkelser i 2018, 2019 og 2020

Tor Atle Mo, Marie Davey & Frode Fossøy



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er NINAs ordinære 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 engelsk, som NINA Report.

NINA Temahefte

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. 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 forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler og i populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Vurdering av uønsket overføring av organismer med utslipp av vann fra Holsfjorden til vassdrag i indre Oslofjord

Vurderinger basert på miljø-DNA-undersøkelser i 2018, 2019 og 2020

Tor Atle Mo
Marie Davey
Frode Fossøy

Mo, T.A., Davey, M. & Fossøy, F. 2021. Vurdering av uønsket overføring av organismer med utslipp av vann fra Holsfjorden til vassdrag i indre Oslofjord. NINA Rapport 2049. Norsk institutt for naturforskning.

Oslo, desember 2021

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4832-7

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Markus Antti Mikael Majaneva

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Kristin Thorsrud Teien (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Asker og Bærum Vannverk IKS

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Jon Mobråten

FORSIDEBILDE

Innsamlingslokalitet i Lysakerelva ©Tor Atle Mo

NØKKEWORD

Tyrifjorden, Neselva, Lysakerelva, Akerselva, vannbehandlingsanlegg, overføring av arter, miljø-DNA

KEY WORDS

Lake Tyrifjorden, River Neselva, River Lysakerelva, River Akerselva, water treatment plant, transmission of species, environmental DNA, eDNA

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor
Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo
Sognsveien 68
0855 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø
Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer
Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen
Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Mo, T.A., Davey, M. & Fossøy, F. 2021. Vurdering av uønsket overføring av organismer med utslipp av vann fra Holsfjorden til vassdrag i indre Oslofjord. NINA Rapport 2049. Norsk institutt for naturforskning.

Fare for overføring av regionalt fremmede organismer til Akerselva, Lysakerelva og Neselva med vann fra Holsfjorden (en del av Tyrifjorden) ved utilsiktede utslipp fra drikkevannsanleggene på henholdsvis Kattås i Bærum og på Huseby i Oslo, ble undersøkt ved ulike miljø-DNA-metoder. Spesifikke DNA-metoder ble brukt for å belyse forekomst av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*, krepsepestsoppen *Aphanomyces astaci* og vasspestplanten *Elodea canadensis*, mens brede DNA-metoder ble brukt for å belyse forekomst av furunkulosebakterien *Aeromonas salmonicida* og organismer i mange forskjellige taksonomiske grupper. *G. salaris*, *A. astaci*, *E. canadensis* og *A. salmonicida* ble ikke påvist i vannprøver fra Holsfjorden. Med unntak av *G. salaris*, er de tre andre navngitte organismene påvist i vassdrag som drenerer til indre Oslofjord. Det ble påvist mange organismer i Holsfjorden som ikke ble påvist i elvene, og omvendt. Disse forskjellene kan trolig forklares med forskjeller i leveområder for innsjølevende og elvelevende organismer. Det ble ikke påvist organismer i Holsfjorden som kan forventes å ha negativ effekt på livet i elvene, dersom en overføring skjer via et uheldig utslipp fra drikkevannsanleggene.

Tor Atle Mo (tor.mo@nina.no), NINA, Sognsveien 68, 0855 Oslo,
Marie Davey (marie.davey@nina.no) & Frode Fossøy (frode.fossoy@nina.no), NINA, Pb. 5685
Torgarden, 7485 Trondheim

Abstract

Mo, T.A., Davey, M. & Fossøy, F. 2021. Assessment of unwanted transfer of organisms with discharge of water from Holsfjorden to watercourses in the inner Oslofjord. NINA Report 2049. Norwegian Institute for Nature Research.

The danger of transferring regionally foreign organisms to the Rivers Akerselva, Lysakerelva and Neselva with water from the Holsfjord (part of the Tyrifjord) in the event of unintentional discharges from the drinking water plants at Kattås in Bærum and at Huseby in Oslo, respectively, was investigated by various environmental DNA methods. Specific DNA methods were used to elucidate the presence of the salmon parasite *Gyrodactylus salaris*, the crayfish plague fungus *Aphanomyces astaci* and the water plague plant *Elodea canadensis*, while broad DNA methods were used to elucidate the occurrence of the furunculosis bacterium *Aeromonas salmonicida* and organisms in many different taxa. *G. salaris*, *A. astaci*, *E. canadensis* and *A. salmonicida* were not detected in water samples from Holsfjorden. With the exception of *G. salaris*, the other three named organisms have been detected in watercourses that drain into the inner Oslofjord. Many organisms were detected in the Holsfjord that were not detected in the rivers, and vice versa. These differences can probably be explained by differences in habitats for lake-dwelling and river-dwelling organisms. No organisms were detected in the Holsfjord that can be expected to have a negative effect on life in the rivers, if a transfer takes place via an unfortunate discharge from the drinking water facilities.

Tor Atle Mo (tor.mo@nina.no), NINA, Sognsveien 68, 0855 Oslo,
Marie Davey (marie.davey@nina.no) & Frode Fossøy (frode.fossoy@nina.no), NINA, Pb. 5685
Torgarden, 7485 Trondheim

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Materiale og metoder	9
2.1 Innsamlingslokaliteter.....	9
2.2 Innsamling og filtrering av vannprøver.....	9
2.3 DNA-analyser.....	10
2.3.1 Ekstraksjon av miljø-DNA.....	10
2.3.2 Artsspesifikke analyser (ddPCR).....	10
2.3.3 Artsgenerelle analyser (DNA-metastrekkoding).....	10
2.4 Databearbeidelser.....	10
3 Resultater	11
3.1 Bruk av ddPCR for spesifikke påvisninger.....	11
3.2 Bruk av DNA-metastrekkoding for sammenligning av artsmangfold.....	11
3.2.1 Forekomst av insekter, krepsdyr og hjuldyr.....	13
3.2.2 Dyr.....	16
3.2.3 Planter.....	16
3.2.4 Mikroorganismer.....	17
4 Diskusjon	19
4.1 Lakseparasitten <i>Gyrodactylus salaris</i>	19
4.2 Krepsepestsoppen <i>Aphanomyces astaci</i>	20
4.3 Vasspestplanten <i>Elodea canadensis</i>	20
4.4 Furunkulosebakterien <i>Aeromonas salmonicida</i>	20
4.5 Sammenligning av artsmangfold i Holsfjorden, Neselva, Lysakerelva og Akerselva.....	21
5 Referanser	24
6 Vedlegg	28

Forord

I februar 2018 fikk NINA Oslo en forespørsel fra Jon Mobråten ved Asker og Bærum Vannverk IKS (ABV) om vi kunne bidra til å skaffe ABV et faktagrunnlag vedrørende fare for overføring av smitte mellom vassdrag. Etter et møte ved ABVs vannbehandlingsanlegg på Kattås i Bærum ble bestillingen konkretisert til en faglig utredning knyttet til fare for uønsket overføring av organismer (ikke bare smittsomme) fra Holsfjorden til Neselva i Asker som kunne skje ved utilsiktede uhell i ABVs vannbehandlingsanlegg. Undersøkelser og sammenligninger skulle gjennomføres ved analyser av miljø-DNA-prøver fra hhv Holsfjorden og Neselva. Før feltinnsamlingene startet i juni 2018, ble det klart at Vann- og avløpsetaten i Oslo kommune ønsket å delta i prosjektet fordi det var besluttet at Oslo skulle etablere en reserve drikkevannsforsyning basert på vann fra Holsfjorden. Det ble vurdert som mest sannsynlig at eventuelle utilsiktede utslipp fra et vannbehandlingsanlegg i Oslo vest ville havne i Lysakerelva eller Akerselva. I tillegg til den opprinnelige innsamlingen og filtreringen av vann fra Holsfjorden (to dyp) og Neselva, har tilsvarende prøver blitt tatt i Lysakerelva og Akerselva. Prøver ble tatt to ganger årlig i perioden 2018-2020.

Kontaktperson har vært Jon Mobråten hos Asker og Bærum Vannverk IKS. I tillegg har Lars John Hem hos Oslo Vann- og avløpsetat vært kontaktperson knyttet til undersøkelser i Oslo elver. Vi takker for oppdraget og godt samarbeid.

Oslo, desember 2021

Tor Atle Mo

Prosjektleder

1 Innledning

Asker og Bærum Vannverk IKS (ABV) og Oslo vann- og avløpsetat (Oslo VAV) bygger hvert sitt nye vannbehandlingsanlegg basert på vann fra Holsfjorden, som er den lengste og dypeste fjordarmen i Tyrifjorden. ABVs nye vannbehandlingsanlegg blir en utvidelse av dagens anlegg som ligger i fjell på Kattås i Bærum, mens Oslo VAVs nye vannbehandlingsanlegg vil ligge på Huseby i Oslo. I begge anlegg vil vannbehandlingen bestå av filtrering med kjemisk felling, UV og klor. ABVs anlegg vil ha flere åpne vannspeil med både ubehandlet vann og ferdig behandlet vann der både planlagte og ukontrollerte utslipp av ubehandlet og behandlet Holsfjordvann vil bli fanget opp i et indre system med avløp til Vestfjorden Avløpsselskap (VEAS) sitt renseanlegg i Asker. Fra Oslo VAVs vannbehandlingsanlegg vil en del spylevann og eventuelle utilsiktede utslipp av råvann dreneres gjennom rør til VEAS-tunnelen. Det er en teoretisk mulighet for at vannet under spesielle forhold kan slippes ut i indre Oslofjord ved Lysaker. Dette vannet slippes på dyp i Lysakerfjorden med så høy saltholdighet at ferskvannslevende organismer ikke forventes å klare seg. Selv om det er liten sannsynlighet for at utilsiktede utslipp fra vannbehandlingsanleggene vil renne ut i vassdrag som drenerer til Indre Oslofjord, kan muligheten likevel ikke utelukkes.

Tyrifjorden ligger i Drammensvassdraget som renner ut i Drammensfjorden og ytre Oslofjord. Utilsiktede utslipp av Holsfjordvann kan resultere i uønsket overføring av regionalt fremmede organismer til vassdrag i indre Oslofjord, først og fremst vassdrag som ligger nærmest utslippspunkt fra vannbehandlingsanleggene. For ABVs anlegg gjelder dette Neselva, mens det for Oslo VAVs anlegg gjelder Lysakerelva og Akerselva. Forut for igangsettelse av vannbehandlingsanleggene, er det derfor ønskelig å sammenligne flora og fauna i Holsfjorden med til flora og fauna i de tre elvene. For organismer som forekommer i Holsfjorden, men ikke i elvene, ønskes en vurdering av konsekvensen ved en eventuell overføring. Det skal spesielt fokuseres på lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*, furunkulosebakterien *Aeromonas salmonicida*, krepspestsoppen *Aphanomyces astaci* og vasspestplanten *Elodea canadensis*.

Analyser av miljø-DNA er en ny metode for overvåking av arter og økosystemer der innsamling av prøver ikke er avhengig av langvarig innsats eller taksonomisk ekspertise i felt (Thomsen & Willerslev 2015, Valentini mfl. 2016). Denne metoden har vist seg å være svært effektiv med tanke på overvåking av truede arter, samtidig som den muliggjør innsamling av prøver ved hjelp av publikum (Thomsen mfl. 2012b, Biggs mfl. 2015). Dette gjør at innsamling og analyse av miljø-DNA i mange sammenhenger er en svært kostnadseffektiv metode for en bred taksonomisk kartlegging av organismer. I tillegg har miljø-DNA-metoden klare fordeler i tilfeller der det er ønskelig å dokumentere forekomst av smittsomme organismer hos vertdyr/vertsplanter som er vanskelig og/eller tidkrevende å innsamle med tradisjonelle metoder. I noen tilfeller vil også bruk av miljø-DNA redusere eller hindre uttak og avlaving av sjeldne eller sårbare (rødlistede) arter.

Miljø-DNA-metoden drar nytte av at alle organismer frigir DNA til omgivelsene som kan samles inn ved filtrering av vannprøver. Med arts-spesifikke genetiske markører er det mulig å påvise tilstedeværelsen av enkeltarter eller hele taksonomiske grupper. I og med at DNA brytes raskt ned i naturen, vil en påvisning av én eller flere arter indikere en stor sannsynlighet for at denne

eller disse finnes på den undersøkte lokaliteten eller har vært i området for kort tid siden (innenfor en relativ kort periode). Miljø-DNA-metoden er svært sensitiv og det trengs i prinsippet kun én enkelt DNA-kopi for å kunne påvise tilstedeværelsen av en art. Derfor har metoden frem til nå primært vært brukt til å finne sjeldne arter (Thomsen mfl. 2012b) og/eller uønskete fremmede arter (Balasingham mfl. 2018). Sammenligning med konvensjonelle metoder har vist at miljø-DNA-metoden er mer sensitiv og finner flere arter (Thomsen mfl. 2012a).

NINA har i løpet av de siste årene utviklet både prøvetakingsutstyr og molekylære verktøy for analyser av miljø-DNA, og har verifisert protokoller for mange akvatiske organismer (Fossøy mfl. 2017, Taugbøl mfl. 2017, Fossøy mfl. 2018, Taugbøl mfl. 2018, Fossøy mfl. 2019, Wacker mfl. 2019).

I dette studiet valgte vi å bruke spesifikke markører for å påvise *G. salaris*, *A. astaci* og *E. canadensis* og en taksonomisk bred genetisk markør for å sammenligne biologisk mangfold (inklusive *A. salmonicida*) i Holsfjorden (to dybder), Akerselva, Lysakerelva og Neselva.

2 Materiale og metoder

2.1 Innsamlingslokaliteter

Etter avtale med ABV og Oslo VAV ble følgende innsamlingslokaliteter valgt (geografisk posisjon i EU89 UTM-sone 33 i parentes):

- Holsfjorden, overflatevann ved ABVs vanninntak (6651368N 239231Ø)
- Holsfjorden, ABVs vanninntak på 50 m (6651378N 239281Ø)
- Neselva, nedstrøms Skustadgata bru ved Solhaug (6645277N 246316Ø)
- Lysakerelva, nedstrøms Møllefossen (6649947N 256101Ø)
- Akerselva, ved Elvebakke pumpestasjon (6650053N 262669Ø)



Figur 1. Plastkanner (10 L) med vann fra de fem innsamlingslokalitetene Lysakerelva, Akerselva, Neselva, overflatevann og vann fra 50 meters dybde utenfor Toverud pumpestasjon ved Holsfjorden (del av Tyrifjorden).

2.2 Innsamling og filtrering av vannprøver

Innsamling av vannprøver ble gjennomført i periodene 18.-20. juni og 3.-4. oktober i 2018, 26.-30. juni og 24. oktober i 2019 samt 23. juni og 14. oktober i 2020. Ved hver lokalitet ble to vannprøver samlet i to 10 L plastkanner. Vannet i hver kanne ble deretter filtrert gjennom et 2 µm (mikrometer) glassfiberfilter (Merck Millipore) ved hjelp av en peristaltisk pumpe montert på en batteridrevet hånddrill (Vampire Sampler, Bürkle) og en silikonslange. Hvert filter ble overført til et 5 ml Eppendorfprør med 4050 µl ATL-buffer og sendt til NINAs laboratorium i Trondheim for videre bearbeidelse. Totalt ble det filtrert 60 vannprøver (5 lokaliteter x 2 prøver x 2 perioder x 3 år) i hele perioden (2018, 2019, 2020).

2.3 DNA-analyser

2.3.1 Ekstraksjon av miljø-DNA

Isolering av DNA fra filtrerne startet med at 450 µl proteinase-K (Qiagen) ble tilsatt i 5 ml rørene innsamlet i felt som deretter ble inkubert ved 56°C over natt. DNA ble så isolert med NucleoSpin Plant II Midi kit (Macherey-Nagel) etter produsentens protokoll, men med lysere- og vaskebuffer fra Qiagen. DNA ble eluert i 200 µl forvarmet AE-buffer (Qiagen) og deretter re-eluert på samme kolonne for å maksimere utbyttet av DNA.

2.3.2 Artsspesifikke analyser (ddPCR)

Artsspesifikke markører for lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* (Collins mfl. 2010), krepsepestsoppen *Aphanomyces astaci* (Strand mfl. 2011) og vasspestplanten *Elodea canadensis* (de'Auriac mfl. 2019) ble analysert på en digital-PCR (ddPCR: droplet-digital-PCR) for påvisning og kvantifisering av DNA. For hvert PCR-oppsett ble det tatt med en positiv kontroll (DNA fra individer av arten som templat) og en negativ kontroll (dH₂O som templat). Hver ddPCR reaksjon bestod av 0.9 µM forward og revers primer, 0.25 µM probe, 10 µL ddPCR™ Supermix for Probes (ingen dUTP), dH₂O og 5 µl DNA-templat fra de innsamlede prøvene.

2.3.3 Artsgenerelle analyser (DNA-metastrekkoding)

En standard to-trinns Illumina PCR-protokoll for generering av bibliotek (library-prep) ble benyttet for DNA-metastrekkoding. Normalisering og rensing av PCR-produktene ble gjort med et SequelPrep Normalization Plate Kit (Invitrogen) i 2018 og ved hjelp av magnetiske kuler (MAG-BIND RXN PURE PLUS) i 2019 og 2020 etter hver PCR, før prøvene ble slått sammen til ett bibliotek og sendt til sekvensering ved NTNU Genomics Core Facility (GFC) i Trondheim.

Prøvene ble analysert med genetiske markører for bakterier (16S: 515F/816R) (Parada mfl. 2016), planter (ITS: S2F/ITS4) (Chen mfl. 2010) og dyr (COI: BF2(BF3)/BR2 (Elbrecht & Leese 2017, Elbrecht mfl. 2019) og sekvensert på en Illumina MiSeq maskin. Markøren BF2(BF3)/BR2 er en taksonomisk bred markør som fanger opp mange grupper av dyr og planter. Markøren er imidlertid i utgangspunktet laget for å påvise insekter og invertebrater, og artstreffene på vertebrater, planter, sopp og alger er mer sporadiske og ikke så godt egnet for bruk til overvåking.

2.4 Databearbeidelser

Sekvenseringsresultatene for BF2(BF3)/BR2 ble analysert i programmet dada2 (Callahan et al. 2016) for å generere ASV-er (Amplicon Sequence Variants). Ved å bruke ASV-er kontrolleres det for usikkerheten i DNA-sekvensen for hver analyse (både innen og mellom sekvenseringsmaskiner) og genererer biologisk meningsfylte DNA-sekvenser (genotyper) med færre amplifiserings- og sekvenserings-feil (Callahan et al. 2017). Flere studier har vist at denne tilnærmingen reduserer antall grupper/arter («operational taxonomic units» (OTUs) eller ASVs) og ikke minst reduserer risikoen for falske genotyper og dermed feilaktig påvisning av arter som ikke finnes i prøven (Caruso et al. 2019). For å tilegne hver ASV til et taksonomisk nivå benyttet vi RDP-Classifer (Wang et al. 2007). Resultatene for planter ble analysert med programvaren OBITOOLS (Boyer mfl. 2016) installert på NINAs modulære Linux server med European Nucleotide Archive (ENA) (www.ebi.ac.uk/ena).

3 Resultater

3.1 Bruk av ddPCR for spesifikke påvisninger

Alle vannprøver i 2018, 2019 og 2020 var negative for forekomst av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* ved bruk av en spesifikk markør i en ddPCR-analyse. For sammenligning ble det også brukt en spesifikk markør for å belyse forekomst av ørretparasitten *G. derjavinoides* i 2018 og 2020. Denne parasitten ble heller ikke påvist i Holsfjorden, men den ble påvist i alle de tre elvene.

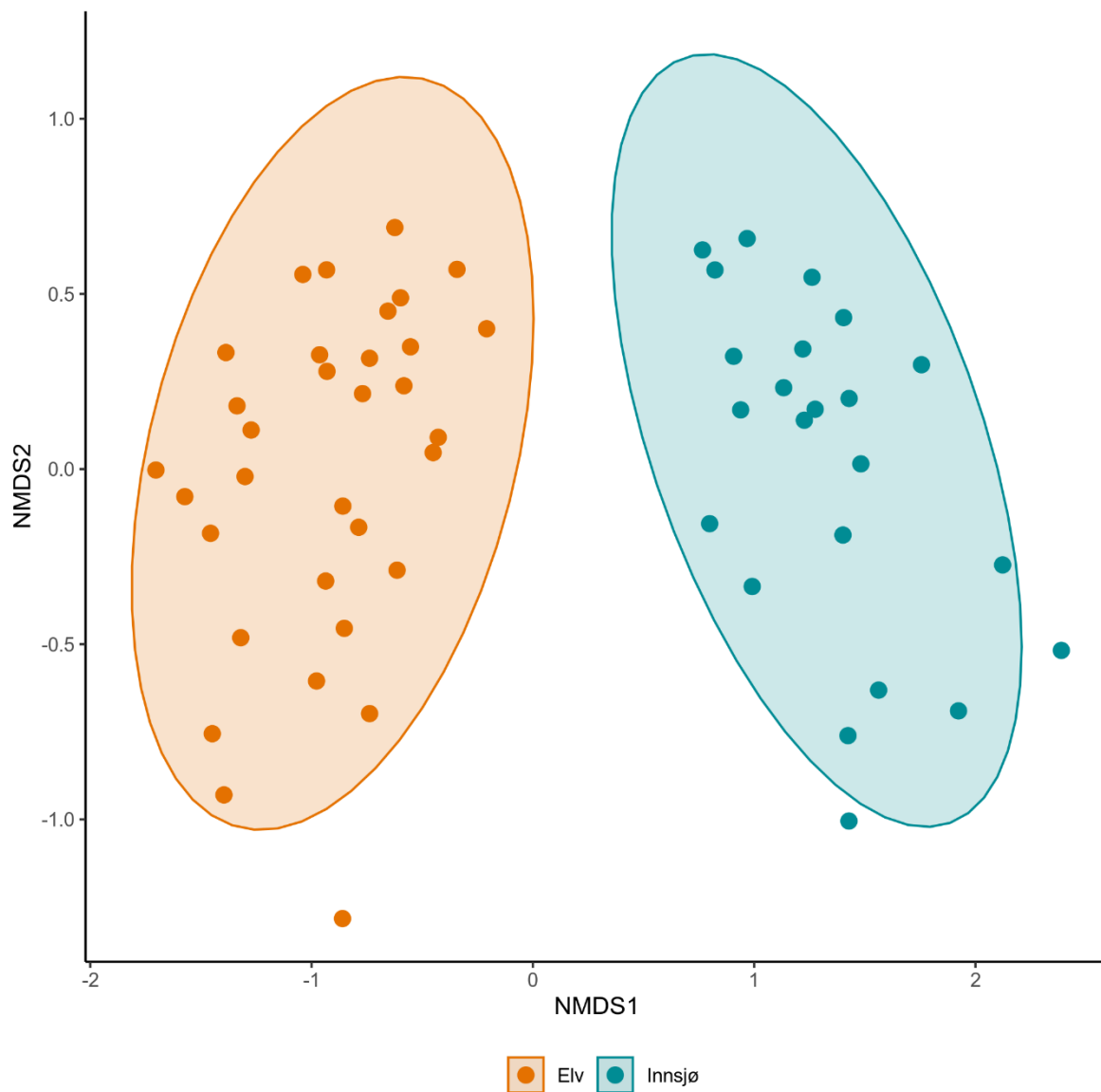
Alle vannprøver i 2018, 2019 og 2020 var negative for forekomst krepspestsoppen *Aphanomyces astaci* ved bruk av en spesifikk markør i en ddPCR-analyse.

Alle vannprøver i 2018, 2019 og 2020 var negative for forekomst av vasspest *Elodea canadensis* ved bruk av en spesifikk markør i en ddPCR-analyse. For å bekrefte at markøren fungerer, tok vi i 2019 vannprøver fra område i Steinsfjorden, en annen sidegren av Tyrifjorden, der det er stor forekomst av vasspest. Analysen av disse miljø-DNA-prøvene viste forekomst av vasspest, som forventet.

3.2 Bruk av DNA-metastrekoding for sammenligning av artsmangfold

Den taksonomisk markøren som ble brukt i metastrekkodingsanalysene, er utviklet for å påvise det mitokondrielle genet cytokrom c oxidase I (COI) fra insekter og leddyr (artropoder), men fanger også opp en rekke andre organismer (vertebrater, alger, planter, sopp, bakterier, m.m.). Selv om bakterier og sopp ikke har COI, blir mange arter likevel påvist fordi de har DNA-sekvenser som ligner på COI. Vi viser her resultatet kun for insekter, krepsdyr og hjuldyr, siden dette er organismer som har COI og vi vet at den genetiske markøren fanger opp disse gruppene. Den brede markøren ble brukt i analysene i alle år (2018-2020). I tillegg testet vi to andre genetiske markører for planter og bakterier i 2018.

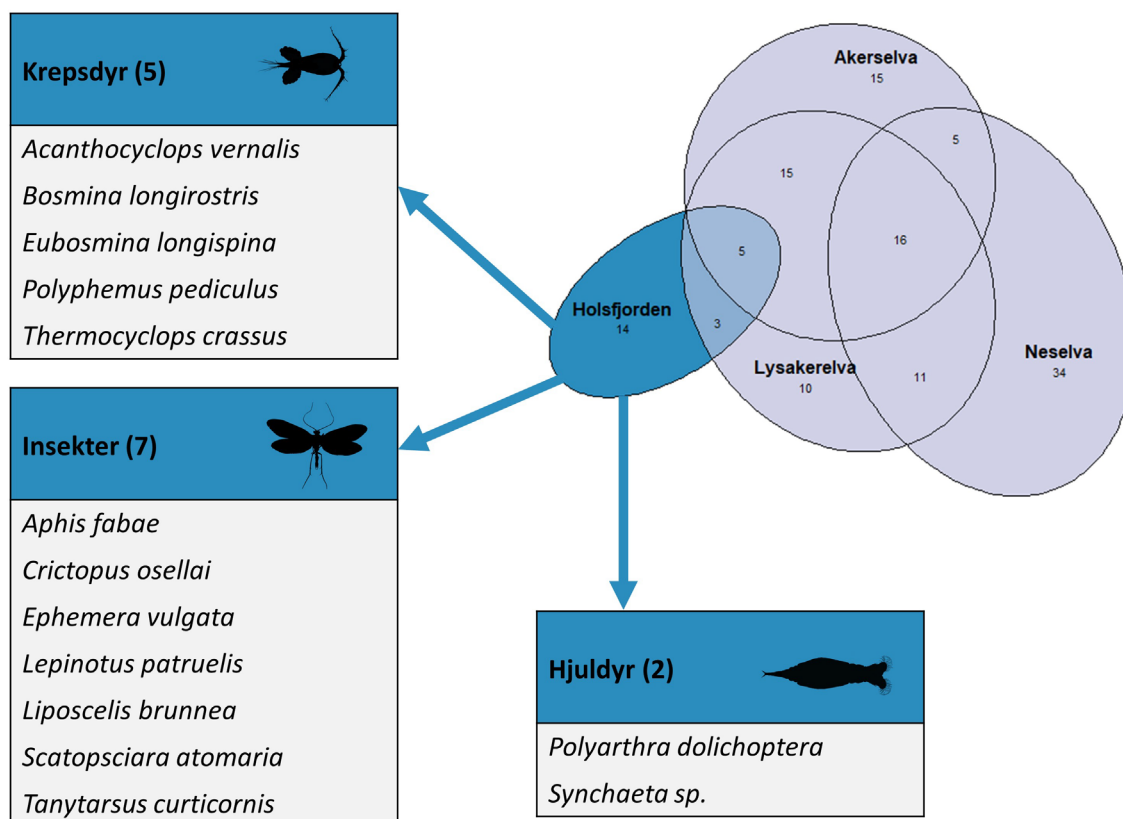
I figur 2 er forekomst av organismer i de fire lokalitetene sammenlignet på et generelt nivå, og vi ser at det er betydelig større likhet mellom elvene enn mellom Holsfjorden og elvene. Dette kan sies å være forventet både med tanke på geografisk nærhet mellom elvene og forskjellen i leveområder (habitater) mellom innsjøen og elvene.



Figur 2. Figuren viser at de største forskjellen i arter mellom datasettene er forskjellen mellom Holsfjorden og elvene.

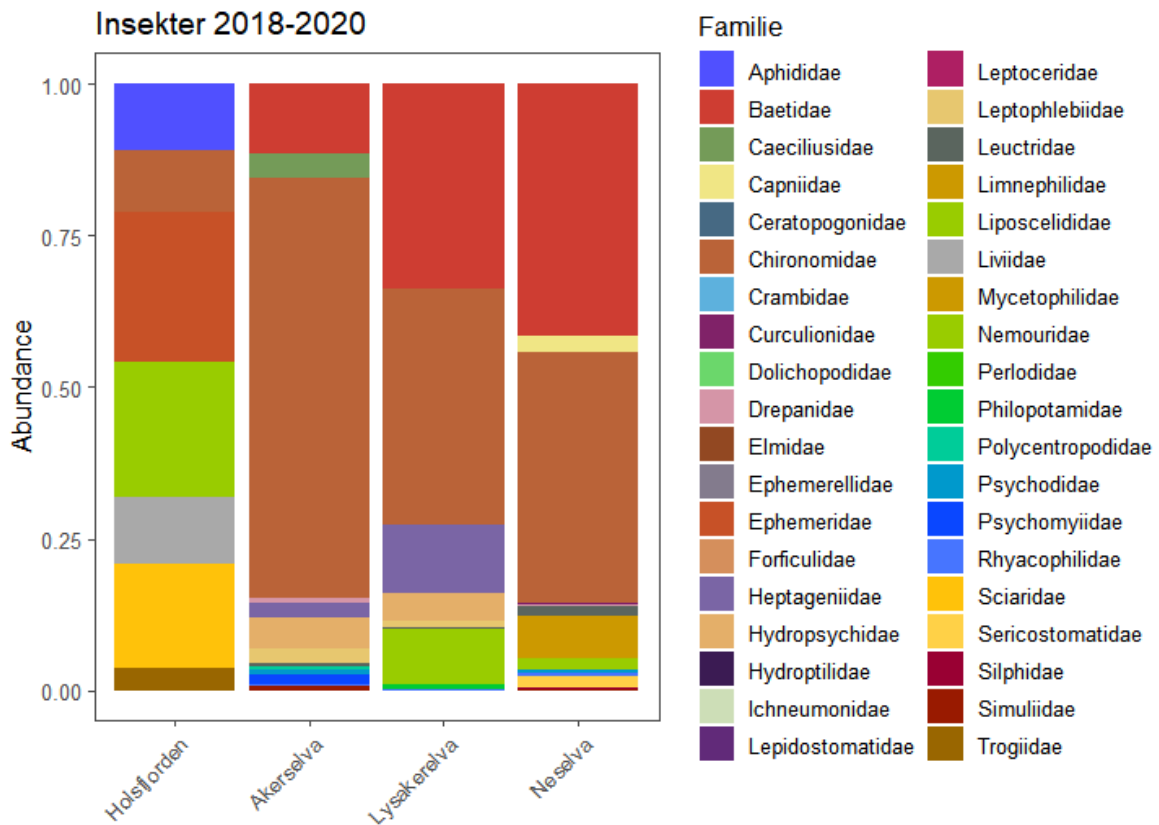
3.2.1 Forekomst av insekter, krepsdyr og hjuldyr

I og med at den brede markøren, som ble brukt i våre analyser, er utviklet for å påvise insekter og leddyr (og andre invertebrater), har vi sammenlignet forekomst av insekter, krepsdyr og hjuldyr i de fire lokalitetene i figur 3. Totalt ble det påvist 128 arter, inklusive ulike genetiske varianter, i de tre dyregruppene (se tabell 1 i vedlegg). Av disse ble det påvist fem krepsdyrarter, syv insektarter og to hjuldyrarter i Holsfjorden som ikke ble påvist i noen av de tre elvene. De fleste av de 128 artene er kjent fra norske lokaliteter (se artskart.artsdatabanken.no), men funn i Holsfjorden/Tyri fjorden er ikke registrert for alle artene i Artsdatabankens kunnskapsbank for naturmangfold. Videre er det enkelte arter som ikke er registrert i Artsdatabanken, men vi har ikke undersøkt i andre kilder om det kan være snakk om nye registreringer av artene i Norge og om de kan være introdusert til landet i nyere tid. Det var ingen arter i de tre dyregruppene som ble påvist i alle fire lokaliteter. Totalt var det 106 arter (10+15+15+16+11+5+34) som ble påvist i én eller flere elver, men ikke i Holsfjorden (figur 3). Av disse var det 17 arter som ble påvist i alle tre elvene. Videre var det f.eks. fem arter som ble påvist i Holsfjorden, Lysakerelva og Akerselva, men ikke i Neselva, og to arter som ble påvist i Holsfjorden og Neselva, men ikke i Akerselva og Lysakerelva. DNA-metastrekkoding medfører en viss sannsynlighet for falske positive, dvs. påvisning av arter som ikke finnes i prøven. Forekomst av falske positive avhenger blant annet av hvor godt referansebiblioteket er for en taksonomisk gruppe, og hvor strenge kriterier man bruker i bioinformatiske analyser. Vi har brukt relativt strenge kriterier i dette prosjektet, men kan likevel ikke helt utelukke forekomst av falske positive.

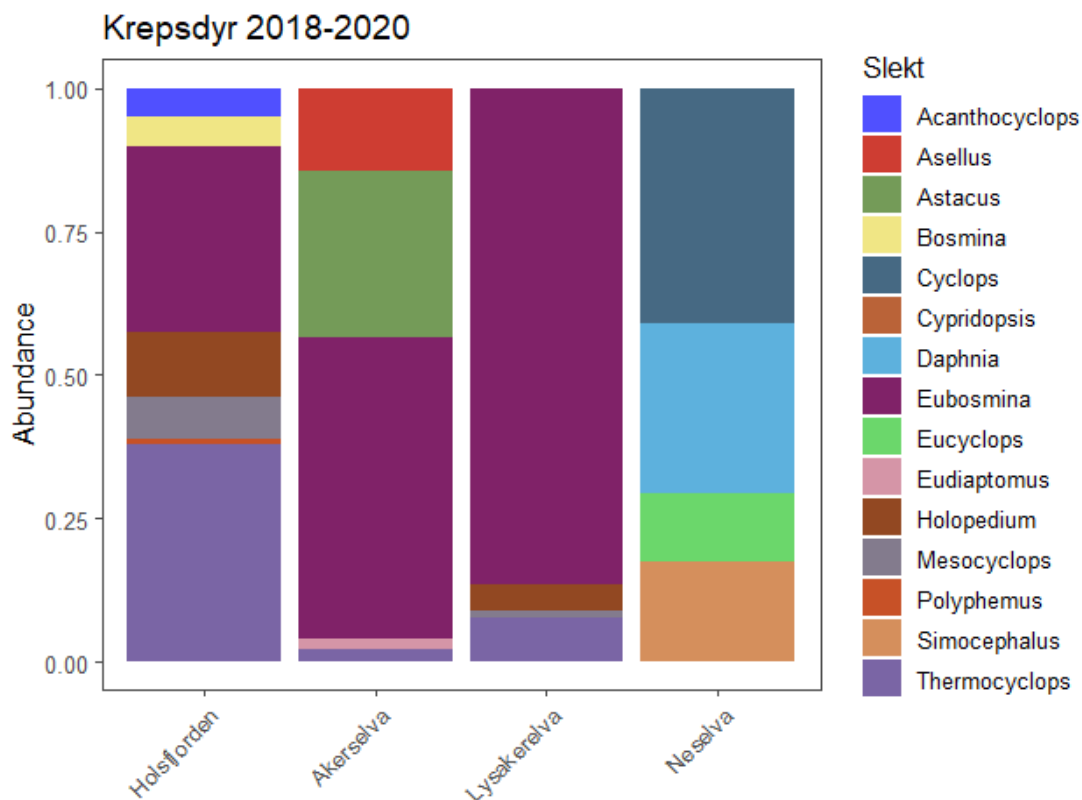


Figur 3. Forekomst og sammenligning av antall krepsdyr-, insekt- og hjuldyrarter i Holsfjorden, Akerselva, Lysakerelva og Neselva.

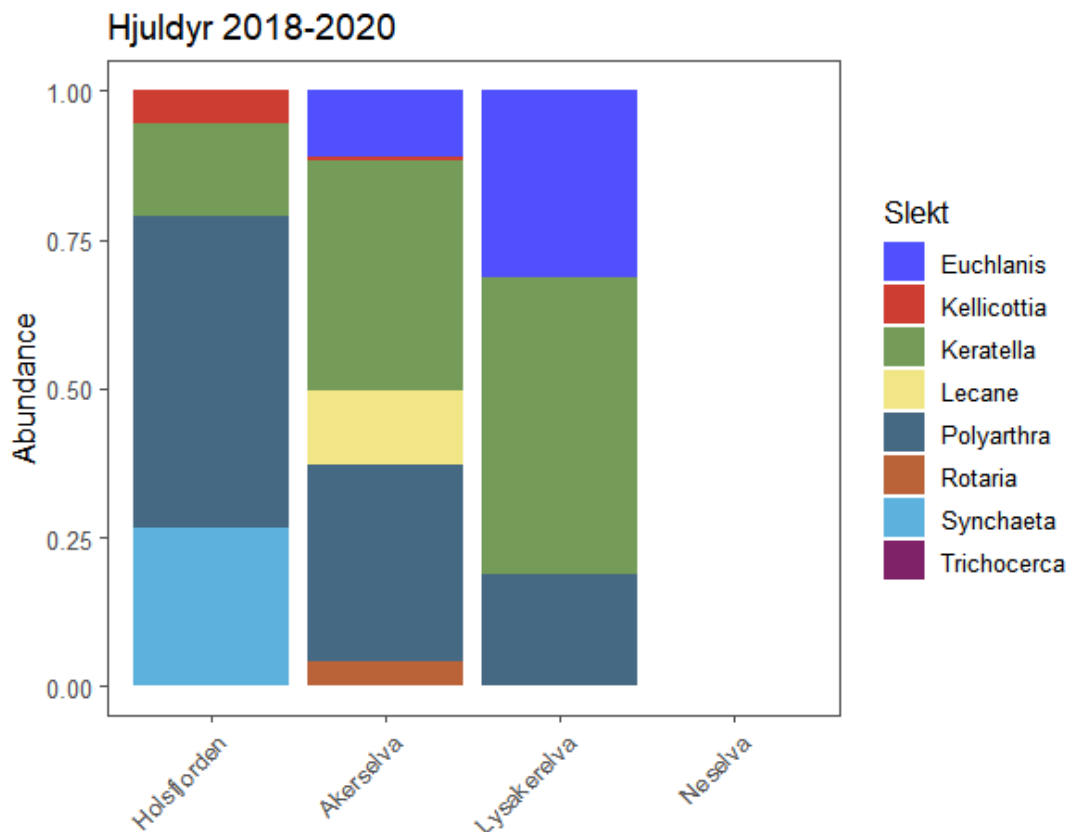
I figurene 4-6 er forekomsten av henholdsvis insekter, krepsdyr og hjuldyr slått sammen for alle fire lokaliteter og alle tre år, og angitt på henholdsvis familie-, slekts- og slektsnivå. I figur 6 fremgår det at hjuldyr ikke ble påvist i Neselva. Artsnavn for insekter, krepsdyr og hjuldyr, som er grunnlaget for utarbeidelse av figurene 3-6, er gitt i tabell 1 i kapittel 6 Vedlegg.



Figur 4. Relativ fordeling av DNA fra ulike insektfamilier i Holsfjorden, Akerselva, Lysakerelva og Neselva i perioden 2018-2020 basert på DNA-metastekodingsanalyser.



Figur 5 Relativ fordeling av DNA fra ulike krepsdyrslekter i Holsfjorden, Akerselva, Lysakerelva og Neselva i perioden 2018-2020 basert på DNA-metastekodingsanalyser.



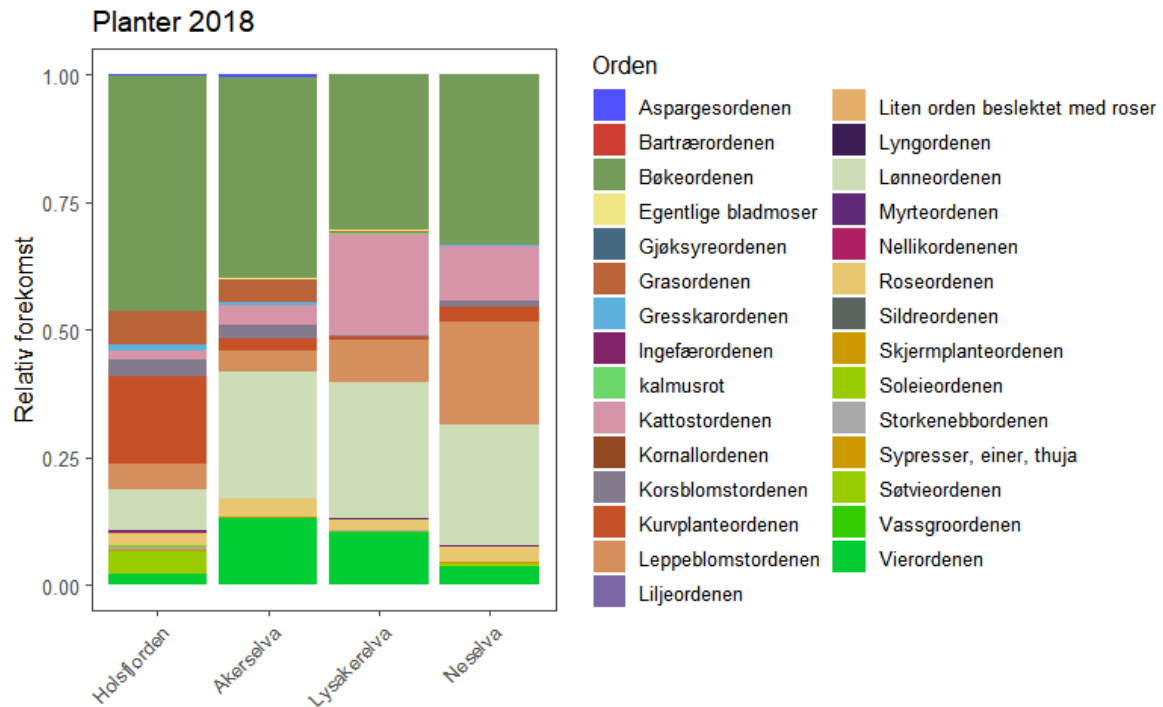
Figur 6. Relativ fordeling av DNA fra ulike hjuldyrslekter i Holsfjorden, Akerselva, Lysakerelva og Neselva i perioden 2018-2020 basert på DNA-metastekkkodingsanalyser.

3.2.2 Dyr

Med den brede genetiske markøren påviste vi dyrearter fra mange andre dyregrupper enn de tre som er omtalt i forrige delkapittel (se tabell 2 i vedlegg). Flertallet av artene fra andre dyregrupper er tidligere påvist i Norge, men mange, særlig «fåbørstemarkene», er i henhold til Artsdatabankens artskart, ikke registrert i Tyrifjorden, Akerselva, Lysakerelva eller Neselva. Enkelte av artene er heller ikke nevnt i Artsdatabankens liste over norske arter.

3.2.3 Planter

Analysene for plante-DNA viste ganske lik forekomst på ordensnivå ved de fire lokalitetene (figur 8). Både i Holsfjorden og i elvene var mange av artene grønnsaker og landlevende planter. Plante-DNA tilføres disse lokalitetene via småbekker og dreneringsrør, men også direkte ved nedfall av blader eller andre plantedeler. I 2018 var det kun to vannlevende plantearter som ble påvist i Holsfjorden og som ikke forekom i elvene. Dette var tjerngras *Littorella uniflora* og grønnalgen *Desmodesmus bicellularis*.

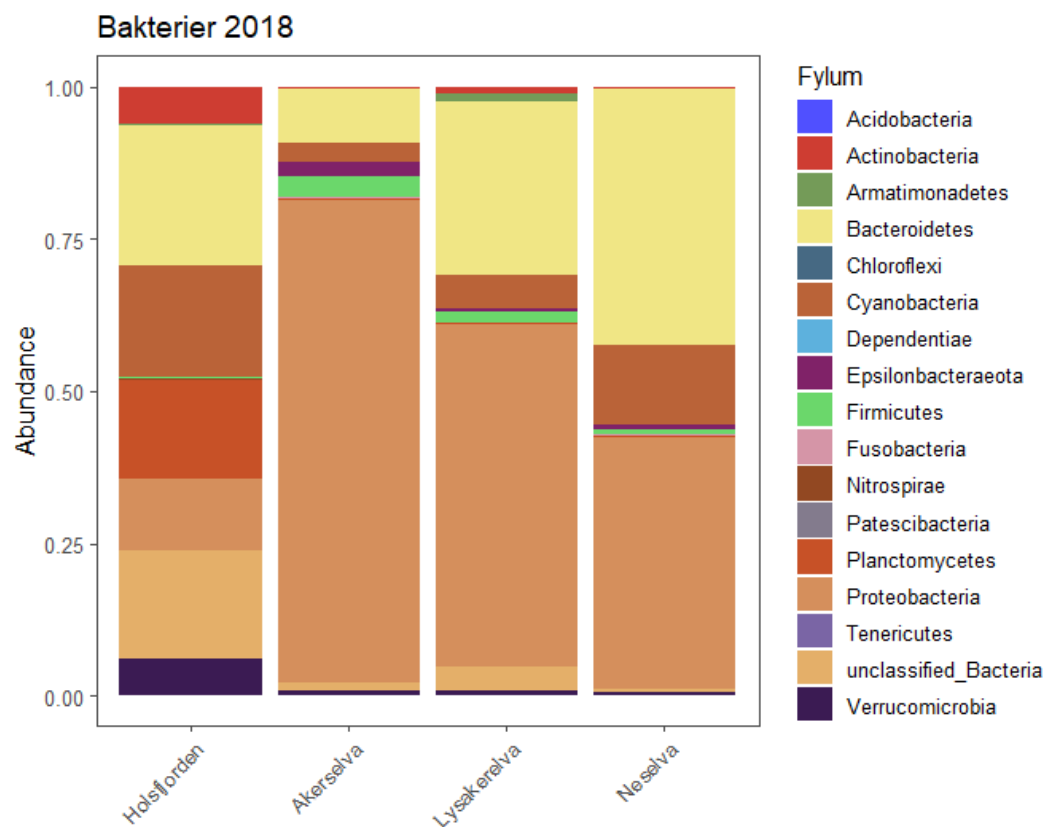


Figur 8. Relativ fordeling av DNA fra 29 planteordener i 2018 i Holsfjorden, Akerselva, Lysakerelva og Neselva ved hjelp av en egen plantemarkør (Chen mfl. 2010).

I prøvene fra Holsfjorden var det betydelig mer alge-DNA i 2018 enn i 2019. Dette kan forklares med at den varme våren og sommeren 2018 gav stor algevekst. I elvene var det også en større andel alger i 2018 sammenlignet med 2019. I 2019 var det også en del alger i elvene, men nå hadde miljø-DNA-prøvene høyere andeler av bakterier, fisk, krepsdyr, leddormer og til dels insekter enn i 2018.

3.2.4 Mikroorganismer

Figur 7 viser at artsmangfoldet av bakterier og sopp i 2018 var større i Holsfjorden enn i Neselva, Lysakerelva og Akerselva. I Holsfjorden var det mange flere bakterie- og sopparter i overflaten enn på 50 meters dyp (ikke vist i figur). Analyser på artsnivå viste at bakterien *Aeromonas salmonicida* forekommer i alle de tre elvene, men ikke i Holsfjorden. DNA-metastrek-kodingsanalysen gav imidlertid ikke informasjon på underartsnivå og følgelig heller ikke informasjon om det er snakk om sykdomsfremkallende (patogene) eller ikke-sykdomsfremkallende (apatogene) varianter av denne bakterien. Krepsepestsoppen *Aphanomyces astaci* ble ikke påvist ved hjelp av ddPCR (se delkapittel 3.1), men andre arter i slekten *Aphanomyces* ble påvist i elvene ved hjelp DNA-metastrek-koding.



Figur 7. Relativ fordeling av DNA fra ulike bakterier som forekom i de to prøvene fra de fem lokalitetene i juni og oktober 2018.

4 Diskusjon

For å dekke behovet for drikkevann i Asker, Bærum og Oslo, blir vann i Holsfjorden overført til to prosesseringsanlegg i henholdsvis Bærum og Oslo. Selv om det ikke skal komme prosessvann fra de to anleggene til vassdrag rundt Oslofjorden, kan dette likevel skje ved et uhell. Spørsmålet er da om det finnes organismer i Holsfjorden som kan true enkeltorganismer eller økosystemer i vassdragene. Dette er undersøkt ved innsamling av miljø-DNA og ulike genetiske påvisningsmetoder. Undersøkelsene ble spesielt rettet mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*, krepsepestsoppen *Aphanomyces astaci*, vasspestplanten *Elodea canadensis* og furunkulosebakterien *Aeromonas salmonicida*, som hver for seg har kjent negativ påvirkning på vertedyr eller økosystem. I tillegg ble forekomst av ulike organismegrupper på høyere taksonomisk nivå sammenlignet i de fire lokalitetene.

4.1 Lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*

I 1986 ble lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* påvist på regnbueørret *Oncorhynchus mykiss* i et oppdrettsanlegg nær Utvika i Holsfjorden (Mo 1991). Året etter ble parasitten også påvist på laks og regnbueørret i et oppdrettsanlegg ved Sylling i Holsfjorden (Mo 1991). All fisk i begge anlegg ble slaktet for å hindre spredning av *G. salaris* til laks på lakseførende strekning i Drammensvassdraget, nedstrøms Tyrifjorden, men parasitten ble likevel spredt til laks i Drammenselva og Lierelva kort tid etter (Mo 1991). I de påfølgende årene ble *G. salaris* påvist i en rekke regnbueørretanlegg i Drammensvassdragets nedslagsfelt. Alle regnbueørretanleggene ble sanert for å utrydde parasitten. Senere har flere av anleggene startet med ny produksjon av regnbueørret og disse har blitt overvåket i det nasjonale overvåkingsprogrammet for *G. salaris* uten at parasitten har blitt påvist (Hytterød mfl. 2019). På 1990-tallet ble det undersøkt om rømt regnbueørret hadde etablert ville bestander i Drammensvassdraget og om disse i så fall var smittebærere av *G. salaris*. Det ble ikke gjort slike funn.

Norske myndigheter, ved Miljødirektoratet og Mattilsynet, ønsker å utrydde dødelige varianter av *G. salaris* i alle norske vassdrag der det er mulig (Anon. 2014), og en egen arbeidsgruppe har vurdert muligheten for å utrydde *G. salaris* fra Drammensvassdraget og de andre vassdragene i Drammensregionen (Hindal mfl. 2018). En viktig forutsetning for vurderingen har vært en avklaring av eventuell forekomst av *G. salaris* oppstrøms lakseførende strekning i Drammensvassdraget. Mattilsynet har derfor bedt Veterinærinstituttet om å gjøre ulike undersøkelser for å avklare om parasitten fortsatt er tilstede. Etter at det ble dokumentert at røye hadde vært langtidsbærer av *G. salaris* i flere innsjøer i Vefsn (Hytterød mfl. 2011), har røye fra flere innsjøer i Drammensvassdraget blitt undersøkt. Mange undersøkelser har blitt gjennomført ovenfor lakseførende strekning, inklusive 388 røyer i Tyrifjorden/Holsfjorden, uten at *G. salaris* har blitt påvist (Hytterød mfl. 2016, 2017, 2018, 2019, Rusch mfl. 2018). Det er konkludert med at *G. salaris* bare finnes på lakseførende strekning i Drammensvassdraget (Hindar mfl. 2018). I praksis betyr det at det er ført tilstrekkelig dokumentasjon på at *G. salaris* ikke finnes i Holsfjorden. Som forventet ble det ikke påvist DNA-spor etter *G. salaris* i våre miljø-DNA-undersøkelser i 2018, 2019 eller 2020. Dette gir grunnlag for å konkludere med at tilsiktede eller utilsiktede utslipp av Holsfjordvann til vassdrag som drenerer til indre Oslofjord medfører svært liten risiko (sannsynlighet x konsekvens) for spredning av *G. salaris*.

4.2 Krepsepestsoppen *Aphanomyces astaci*

Krepsepestsoppen *Aphanomyces astaci* har blitt innført til Norge, trolig med innførsel av signalkreps. Krepsepest har blitt påvist i syv norske vassdrag, inklusive Lysakervassdraget (www.vetinst.no/overvaking/krepsepest). Steinsfjorden, en sidegren av Tyrifjorden, har en stor bestand av edelkreps som har vært overvåket i lang tid uten at krepsepest har blitt påvist (Johnsen mfl. 2014). Det ble heller ikke påvist DNA-spor etter krepsepest i våre miljø-DNA-undersøkelser i 2018, 2019 eller 2020. Andre *Aphanomyces*-arter ble derimot påvist i de tre elvene, men ikke i Holsfjorden. I og med at krepsepest ikke har blitt påvist i Steinsfjorden eller Tyrifjorden for øvrig, gir dette grunnlag for å konkludere med at tilsiktede eller utilsiktede utslipp av Holsfjordvann til vassdrag som drenerer til indre Oslofjord medfører svært liten risiko for spredning av krepsepest. I og med at krepsepest er påvist i Lysakervassdraget i 1998 (Strand mfl. 2019), gir det grunnlag for å hevde at risiko for spredning av krepsepest fra Lysakerelva til f.eks. Akerselva eller Neselva, er betydelig større enn med vann fra Holsfjorden.

4.3 Vasspestplanten *Elodea canadensis*

På slutten av 1970-tallet ble den innførte vannplanten vasspest *Elodea canadensis* påvist i Steinsfjorden, Tyrifjorden (Rørslett mfl. 1986). Planten er nå vanlig forekommende i den grunne Steinsfjorden, men er mindre vanlig i den dype Holsfjorden. I Norge ble vasspest påvist i Østensjøvannet i 1925 (Mjelde mfl. 2012) og senere har denne introduserte vannplanten blitt påvist i en rekke vassdrag som drenerer til indre Oslofjord, inklusive Lysakervassdraget (Olsen & Reiso 2005). Vasspest ble ikke påvist ved hjelp av miljø-DNA-analyser av vann fra lokaliteten Toverud i Holsfjorden. Det vurderes heller ikke som sannsynlig at vasspest kan spres med plantefragmenter via tilsiktede eller utilsiktede utslipp av Holsfjordvann til vassdrag som drenerer til indre Oslofjord. I og med at vasspest allerede forekommer i Lysakervassdraget og i andre vassdrag som drenerer til Indre Oslofjord, gir det grunnlag for å hevde at sannsynligheten for spredning av vasspest fra disse vassdragene til f.eks. Akerselva eller Neselva er betydelig større enn med vann overført fra Holsfjorden.

4.4 Furunkulosebakterien *Aeromonas salmonicida*

I 1992 ble furunkulose, forårsaket av bakterien *Aeromonas salmonicida* var. *salmonicida*, påvist i syk og død stamfisk av ørret i Randselva som drenerer til Tyrifjorden (Eken 2017). Det er usikkert om senere observasjoner av død fisk har vært forårsaket av furunkulose. I våre undersøkelser ble *A. salmonicida* påvist i Neselva, Lysakerelva og Akerselva, men ikke i Holsfjorden. Vi vet ikke hvilken eller hvilke underarter av *A. salmonicida* som er påvist i elvene og det er følgelig ikke kjent om varianten(e) kan forårsake sykdom hos fisk i disse elvene. Uansett ser det ut til at bakterien har lavere eller ingen forekomst i Holsfjorden, mens bakterien er påvist i de tre undersøkte elvene. Dette gir grunnlag for å konkludere med at tilsiktede eller utilsiktede utslipp av Holsfjordvann til vassdrag som drenerer til indre Oslofjord, medfører liten risiko for spredning av *A. salmonicida*.

4.5 Sammenligning av artsmangfold i Holsfjorden, Neselva, Lysakerelva og Akerselva

Holsfjorden er en del av Tyrifjorden, som er en av Norges mest artsrike innsjøer, og som er moderat næringsrik til næringsfattig (oligotrof). Neselva, Lysakerelva og Akerselva er alle næringsrike med urban tilførsel av næringsalter og alle tre elver kommer fra næringsrike (eutrofe) innsjøer: Akerselva kommer fra Maridalsvannet (som er Oslos hoveddrikkevannskilde), Lysakerelva kommer fra Bogstadvannet og Neselva kommer fra Åstaddammen (som er svært liten sammenlignet med Maridalsvannet og Bogstadvannet). Generelt har næringsrike elver og innsjøer et større mangfold i plante- og dyrearter enn næringsfattige elver og innsjøer. Selv om artsmangfoldet i Holsfjorden og de tre nevnte elvene er stort, kan det forventes at artssammensetningene er klart forskjellige fordi en stor, dyp innsjø gir mange andre typer leveområder (biotoper, habitater) enn grunne, raskflytende elver. DNA-analysene ved hjelp av metastrekkoding viste at organismesamfunnet i Holsfjorden er ulik det i elvene, men at det også er forskjeller mellom elvene selv om er lokalisert nær hverandre i indre Oslofjord. Det er sannsynlig at artsmangfoldet i elvene, påvist med miljø-DNA, til en viss grad er påvirket av artsmangfoldet i innsjøene elvene kommer fra. I dette prosjektet er imidlertid ikke artsmangfoldet i Maridalsvannet, Bogstadvannet og Åstaddammen sammenlignet med artsmangfoldet i Holsfjorden. I en eventuell oppfølging av dette prosjektet, kan artsmangfoldet i de fire innsjøene sammenlignes, bl.a. for å undersøke om organismer som ble påvist i Holsfjorden, men ikke i elvene, likevel forekommer i innsjøene som drenerer til elvene.

Våre miljø-DNA-analyser ved bruk av metastrekkoding, viste at det er stort biologisk mangfold i alle de fire lokalitetene. Artsmangfoldet blant bakterier var større i Holsfjorden enn i de tre elvene, særlig i prøvene fra juni i 2018. Disse organismene fungerer først og fremst som nedbrytere av, eller snyltere på, andre organismer. Kanskje har den store forekomsten av bakterier i Holsfjorden sammenheng med den rike forekomsten av dyr og planter i innsjøen, men også med en stor tilførsel av ekskrementer og fragmenter fra landlevende dyr og planter som kanskje var ekstra stor etter vårens snø- og ismelting. I oktober 2018 var forskjellen mellom antall bakteriearter mindre, men fortsatt omtrent det dobbelte i Holsfjorden sammenlignet med elvene. I Holsfjorden var det både i juni og i oktober 2018 mange flere bakterie- og sopparter i overflaten enn på 50 meters dyp der ABV har sitt vanninntak (data ikke vist). Det kan gjenspeile at det generelt er større biomasse, rester av landlevende planter og biologisk omsetning og aktivitet i Holsfjordens øverste vannlag enn i dypere vannlag.

Ved analyser på slekts- og artsnivå ble det indentifisert slekter av bakterier (*Aeromonas* og *Pseudomonas*) eller sopp (*Achlya*, *Aphanomyces* og *Saprolegnia*) som inneholder arter som kan forårsake sykdom hos vannlevende dyr. Imidlertid ble ingen av disse slektene påvist i Holsfjorden. Blant artene i disse slektene som ble påvist i én eller flere av elvene, er det bare *Saprolegnia parasitica* som er kjent for å forårsake sykdom hos vannlevende dyr eller planter. *S. parasitica* er vanlig forekommende i vassdrag i hele Norge. Det er heller ikke kjent at noen av de påviste bakterie- eller soppartene kan ha negativ påvirkning på økosystemet i Holsfjorden eller i Drammenselva som Tyrifjorden drenerer til. Dette gir grunnlag for å konkludere med at utilsiktede utslipp av Holsfjordvann til vassdrag som drenerer til indre Oslofjord, medfører liten

risiko for spredning av bakterier eller sopp som vil kunne forårsake sykdom hos dyr eller planter eller forårsake andre uønskede økologiske effekter.

Mangfoldet av plantearter varierte betydelig mellom lokaliteter og årstid. Ved hver innsamling og prøve ble det påvist flest plantearter i Akerselva. Årsaken til det store artsmangfoldet i Akerselva er delvis de mange grønnsakene og andre plantearter fra husholdningene langs elva, og delvis fra de mange artene i Maridalsvannet som drenerer til Akerselva. I juni var det nest mest plantearter i Holsfjorden, mens Holsfjorden har færre påviste plantearter enn elvene i oktober. Analyser på artsnivå viste at disse forskjellene først og fremst skyldes forskjeller i tilførsel fra terrestriske planter. Totalt var det bare 17 plantearter som ble påvist i Holsfjorden, men som ikke ble påvist i de tre elvene (se tabell 2 i vedlegg). Av disse er det bare tjerngras (*Littorella uniflora*) og grønналgen *Desmodesmus bicellularis* som lever i vann, de femten andre plantene lever på land. Tjerngras lever først og fremst i strandkanten ved næringsfattige og noe næringsrike innsjøer, mens *D. bicellularis* tilsynelatende bare lever i innsjøer. Vår vurdering er at det ikke gjort ble funn av DNA fra planter som gir grunnlag for å konkludere med at utilsiktede utslipp av Holsfjordvann vil føre til en vesentlig risiko for spredning av regionalt fremmede ferskvannsplanter til elver som drenerer til indre Oslofjord.

Ved hver innsamling i alle tre år (2018-2020) var mangfoldet av dyrearter større i de tre elvene enn i Holsfjorden. Foruten de nevnte fem krepsdyrartene, syv insektartene og to hjuldyrarter (se figur 3 og tabell 1 i vedlegg), ble ytterligere åtte organismer påvist i Holsfjorden, men ikke i de tre elvene (se tabell 2 i vedlegg). Av disse var det én bakterieart, to gjærsopparter, to algearter, to edderkoppdyr og én muslingart (se neste avsnitt). Bakterien *Delftia acidovorans* er en saprofyttisk, jordlevende bakterie med ulike unike egenskaper som å omgjøre giftige metaller som selen og krom til harmløse forbindelser. På den annen side er *D. acidovorans* en opportunistisk patogen som kan ha resistens mot antibiotika (Kawamura mfl. 2011, Chotikanatis mfl. 2011) og kan forekomme i kontaminert vann (Reina mfl. 1991). Den ene gjærsoppen, *Malassezia globosa*, finnes naturlig på hudoverflater hos mange dyr, inkludert mennesker. I sporadiske opportunistiske infeksjoner kan denne sopparten forårsake irritasjon og ulike former for pigmentering i hud hos mennesker (Bonardi mfl. 2019). De andre gjærsoppen, *Rhodotorula mucilaginosa*, er ganske vanlig forekommende i jord og vann. *R. mucilaginosa* har forårsaket ulike, mindre alvorlig sykdommer hos både landlevende og vannlevende varmblodige dyr, og blant mennesker er det slike sykdommer først og fremst påvist hos personer med nedsatt immunforsvar (Zaas mfl. 2003). Funn av de to gjærsoppene i Holsfjorden i 2019, kan f.eks. ha sammenheng med at pattedyr har svømt i Holsfjorden eller i rennende vann som drenerer til innsjøen. Det kan imidlertid ikke utelukkes at gjærsoppene, særlig *R. mucilaginosa*, finnes naturlig i Holsfjorden. Den ene algen, *Stephanodiscus minutulus*, tilhører en slekt kiselalger (diatomeer) som er vanlig utbredt i ferskvann på den nordlige halvkule (Storermer & Matthews 2003), mens den andre algen, *Gonyostomum semen*, antas nylig å ha spredt seg til norske innsjøer fra Sverige som en følge av klimaendringer (Pechinkina 2018) og blir spredt til en rekke norske innsjøer, først og fremst i Sørøst-Norge (Hagman mfl. 2015). *G. semen* er kjent for å forårsake hudirritasjoner og allergiske reaksjoner hos badende personer i flere innsjøer i Norge og Sverige, forårsaket av slimtråder fra algenes trichocyster (Bjørndalen & Løvstad 1984, Cronberg mfl. 1988). Edderkoppen *Metellina mengei* (norsk: vårkrattvever) og en middart i

familien Tydeidae, er begge landlevende og vurderes som tilfeldige funn i vannprøvene fra Holsfjorden.

Bløtdyret *Kurtiella bidentata* ble påvist i flere prøver i alle tre år i Holsfjorden. Dette marine skjellet finnes langs hele norskekysten inklusive Oslofjorden. Miljø-DNA-funnet kan bety at det finnes en relikvt bestand etter siste istid av *K. bidentata* i saltholdig bunnvann i Holsfjorden. Det kan imidlertid ikke helt utelukkes at den identifiserte DNA-sekvensen tilhører en art, f.eks. en ferskvannsmusling, da DNA-sekvenser fortsatt mangler for mange arter i DNA-databasene.

Vår konklusjonen fra tre år med innsamling og analyser av miljø-DNA av vann fra Holsfjorden er at det ikke er gjort funn av DNA fra organismer som gir grunnlag for å hevde at utilsiktede utslipp av Holsfjordvann vil føre til en vesentlig risiko for spredning av regionalt fremmede organismer til elver som drenerer til indre Oslofjord.

5 Referanser

- Anon. 2014. Handlingsplan mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* for perioden 2014–2016. Miljødirektoratet og Mattilsynet. Rapport M-288. 114 s.
- Balasingham, K. D., Walter, R. P., Mandrak, N. E. & Heath, D. D. 2018. Environmental DNA detection of rare and invasive fish species in two Great Lakes tributaries. *Molecular Ecology* 27: 112-127.
- Biggs, J., Ewald, N., Valentini, A., Gaboriaud, C., Dejean, T., Griffiths, R. A., Foster, J., Wilkinson, J. W., Arnell, A., Brotherton, P., Williams, P. & Dunn, F. 2015. Using eDNA to develop a national citizen science-based monitoring programme for the great crested newt (*Triturus cristatus*). *Biological Conservation* 183: 19-28.
- Bjørndalen, K. & Ø. Løvstad, 1984. En regionalundersøkelse av innsjøer i Østfold. Eutrofiering og problemalger. *VANN* 1:10.
- Bonardi, A., Gratteri, P. & Nocentini, A. 2019. Chapter 19 - Carbonic anhydrases from pathogens: fungal carbonic anhydrases and their inhibitors as potential antifungal agents. I *Carbonic Anhydrases. Biochemistry and Pharmacology of an Evergreen Pharmaceutical Target*. Redaktører C.T. Supuran & A. Nocentini, s. 419-448.
- Boyer, F., Mercier, C., Bonin, A., Le Bras, Y., Taberlet, P. & Coissac, E. 2016. obitools: a unix-inspired software package for DNA metabarcoding. *Molecular Ecology Resources* 16(1): 176-182.
- Callahan, B.J., McMurdie, P.J., Rosen, M.J., Han, A.W., Johnson, A.J.A. & Holmes, S.P. 2016. DADA2: High-resolution sample inference from Illumina amplicon data. *Nature Methods* 13: 581.
- Chen, S., Yao, H., Han, J., Liu, C., Song, J., Shi, L., Zhu, Y., Ma, X., Gao, T., Pang, X., Luo, K., Li, Y., Li, X., Jia, X., Lin, Y. & Leon, C. 2010. Validation of the ITS2 Region as a Novel DNA Barcode for Identifying Medicinal Plant Species. *PLOS ONE* 5(1): e8613.
- Chotikanatis, K., Bäcker, M., Rosas-Garcia, G. & Hammerschlag, M.R. 2011. Recurrent Intravascular Catheter Related Bacteremia Caused by *Delftia acidovorans* in a Hemodialysis Patient. *Journal of Clinical Microbiology* 49: 3418–3421.
- Collins, C.M., Kerr, R., McIntosh, R. & Snow, M. 2010. Development of a real-time PCR assay for the identification of *Gyrodactylus* parasites infecting salmonids in northern Europe. *Diseases of Aquatic Organisms* 90: 135-142.
- Cronberg, G., Lindmark, G. & Björk, S. 1988. Mass development of the flagellate *Gonyostomum semen* (Raphidophyta) in Swedish forest lakes – an effect of acidification? *Hydrobiologia* 161: 217–236.
- d'Auriac, M.B.A., Strand, D.A., Mjelde, M., Demars, B.O., & Thaulow, J. 2019. Detection of an invasive aquatic plant in natural water bodies using environmental DNA. *PloS one*, 14(7).
- Eken, M. 2017. Storørreten i Tyrifjorden – Utfordringer, status og tiltak. <http://www.stororretnorge.no/wp-content/uploads/2017/12/Eken-Storørret-i-Tyrfjorden.pdf>
- Elbrecht, V. & Leese, F. 2017. Validation and Development of COI Metabarcoding Primers for Freshwater Macroinvertebrate Bioassessment. *Frontiers in Environmental Science* 5(11).

- Elbrecht, V., Braukmann, T.W.A., Ivanova, N.V., Prosser, S.W.J., Hajibabaei, M., Wright, M., Zakharov, E.V., Hebert, P.D.N. & Steinke, D. 2019. Validation of COI metabarcoding primers for terrestrial arthropods. PeerJ 7:e7745 <https://doi.org/10.7745/2019.07745>
- Fossøy, F., Dahle, S., Eriksen, L., Spets, M., Karlsson, S. & Hesthagen, T. 2017. Bruk av miljø-DNA for overvåking av fremmede fiskearter – utvikling av artsspesifikke markører for gjedde, mort og ørekyt. NINA Rapport nr 1299. Norsk institutt for naturforskning(NINA), Trondheim.
- Fossøy, F., Thaulow, J., Anglès d'Auriac, M., Brandsegg, H., Sivertsgård, R., Mo, T., Sandlund, O. & Hesthagen, T. 2018. Bruk av miljø-DNA som supplerende verktøy for overvåking og kartlegging av fremmed ferskvannsfisk. NINA Rapport nr 1586. Norsk institutt for naturforskning(NINA), Trondheim.
- Fossøy, F., Sivertsgård, R., Brandsegg, H., Solem, Ø., Hindar, K. & Mo, T. 2019. Miljø-DNA som metode for overvåking av *Gyrodactylus salaris* og laks i Drivaregionen. NINA Rapport nr 1641. Norsk institutt for naturforskning(NINA), Trondheim.
- Hagman, C.H.C., Ballot, A., Hjermann, D.Ø., Skjelbred, B., Brettum, P. & Ptacnik, R. 2014. The occurrence and spread of *Gonyostomum semen* (Ehr.) Diesing (Raphidophyceae) in Norwegian lakes. Hydrobiologia 744: 1-14.
- Hindar, K., Mo, T.A., Eken, M., Hagen, A. Gjørwad, Hytterød, S., Sandodden, R., Vøllestad, A. & Aamodt, K.O. 2018. Kan *Gyrodactylus salaris* utryddes fra Drammensregionen? - Sluttrapport fra arbeidsgruppen for Drammensregionen. NINA Rapport 1456. Norsk institutt for naturforskning.
- Hytterød, S., Adolfsen, P., Aune, S. & Hansen, H. 2011. *Gyrodactylus salaris* funnet på røye (*Salvelinus alpinus*) i Fustvatnet (Nordland); patogen for laks (*Salmo salar*)? Veterinærinstituttets Rapportserie. Veteinærinstituttet.
- Hytterød, S., Mo, T.A. & Hansen, H. 2016. The surveillance programme to map the occurrence of *Gyrodactylus salaris* in the Drammenselva catchment in 2014 - 2015. Surveillance programmes for terrestrial and aquatic animals in Norway. Annual report 2015
- Hytterød, S., Rusch, J., Darrud, M., Mohammed, S.N. & Hansen, H. 2017. Mapping the occurrence of *Gyrodactylus salaris* upstream of the natural anadromous region of the Drammenselva catchment. Surveillance programmes in Norway – *Gyrodactylus salaris*-Drammenselva catchment – Annual Report 2016. Norwegian Veterinary Institute.
- Hytterød, S., Rusch, J., Darrud, M., Mohammed, S.N. & Hansen, H. 2018. Mapping the occurrence of *Gyrodactylus salaris* upstream of the natural anadromous region of the Drammenselva catchment 2017. Surveillance programmes in Norway – *Gyrodactylus salaris*-Drammenselva catchment – Annual Report 2017. Norwegian Veterinary Institute.
- Hytterød, S., Darrud, M., Mohammed, S.N., Rusch, J. & Hansen, H. 2019. Mapping the occurrence of *Gyrodactylus salaris* upstream of the natural anadromous region of the Drammenselva catchment 2018. Surveillance programmes in Norway – *Gyrodactylus salaris*-Drammenselva catchment – Annual Report 2018. Norwegian Veterinary Institute.
- Johnsen, S.I., Skurdal, J. & Garnås, E. 2014. Status og overvåking av krepsebestanden i Steinsfjorden i Buskerud 1979-2014 - NINA Rapport 1048. Norsk institutt for naturforskning.
- Kawamura, I., Yagi, T., Hatakeyama, K., Hasegawa, Y., Ohkura, T., Ohkusu, K., Takahashi, Y. & Kojima, S. 2011. Recurrent vascular catheter-related bacteremia caused by *Delftia*

- acidovorans* with different antimicrobial susceptibility profiles. *Journal of Infection and Chemotherapy* 17: 111–113.
- Mjelde, M., Berge, D. & Edvardsen, H. 2012. Kunnskapsgrunnlag for handlingsplan mot vasspest (*Elodea canadensis*) og smal vasspest (*Elodea nuttallii*) i Norge. NIVA Rapport L.NR. 6416-2012.
- Mo, T.A. 1991. Variations of opisthaptor hard parts of *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 (Monogenea: Gyrodactylidae) on rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) in a fish farm, with comments on the spreading of the parasite in south-eastern Norway. *Systematic Parasitology* 20: 1-9.
- Olsen, K.M. & Reiso, S. 2005. Biologiske undersøkelser i Bogstadvann, Gjersrudtjern og Skraperudtjern, Oslo kommune. Siste Sjanse – Notat 2005-17.
- Parada, A.E., Needham, D.M. & Fuhrman, J.A. 2016. Every base matters: assessing small subunit rRNA primers for marine microbiomes with mock communities, time series and global field samples. *Environmental Microbiology* 18(5): 1403-1414.
- Pechinkina, L. 2018. *Gonyostomum semen* - en klimaflyktning? Utvikling av algens dominans i to innsjøer i Østfold. En paleolimnologisk studie. Masteroppgave ved NMBU.
- R Core Team. 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Reina, J., Llompart, I. & Alomar, P. 1991. Acute suppurative otitis caused by *Comamonas acidovorans*. *Clinical Microbiology Newsletter* 13: 38–39.
- Rusch, J.C., Hansen, H., Strand, D.A., Markussen, T., Hytterod, S. & Vrålstad, T. 2018. Catching the fish with the worm: a case study on eDNA detection of the monogenean parasite *Gyrodactylus salaris* and two of its hosts, Atlantic salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Parasites & Vectors* 11(1): 333.
- Rørslett, B., Berge, D. & Johansen, S.W. 1986. Lake enrichment by submerged macrophytes: A Norwegian whole-lake experience with *Elodea canadensis*. *Aquatic Botany* 26: 325-340.
- Saunte, D. M. L., Gaitanis, G. & Hay, R. J. (2020). Malassezia-Associated Skin Diseases, the Use of Diagnostics and Treatment. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 10, 112.
- Stoermer, E.F. & Julius, M.L. 2003. Centric Diatoms. I *Freshwater Algae of North America*. Ecology and classification. Redaktører J.E. Wehr & R.G. Sheath, s. 559-594
- Strand, D.A., Holst-Jensen, A., Viljugrein, H., Edvardsen, B., Klaveness, D., Jussila, J. & Vrålstad, T. 2011. Detection and quantification of the crayfish plague agent in natural waters: direct monitoring approach for aquatic environments. *Diseases of Aquatic Organisms* 95: 9-17.
- Strand, D., Rusch, J., Johnsen, S.I., Tarpai, A. & Vrålstad, T. 2019. Surveillance programmes in Norway – *Aphanomyces astaci* – Annual Report 2018. Norwegian Veterinary Institute.
- Taugbøl, A., Dervo, B., Bærum, K., Brandsegg, H., Sivertsgård, R., Ytnehus, B., Miller, A. & Fossøy, F. 2017. Første påvisning av den patogene soppen *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) i Norge. Bruk av miljø-DNA for påvisning av fremmede arter. NINA Rapport nr 1399. Norsk institutt for naturforskning(NINA), Trondheim.

- Taugbøl, A., Dervo, B., Sivertsgård, R., Brandsegg, H. & Fossøy, F. 2018. Bruk av miljø-DNA til overvåkning av små- og storsalamander. NINA Rapport nr 1476. Norsk institutt for naturforskning(NINA), Trondheim.
- Thomsen, P.F., Kielgast, J., Iversen, L.L., Møller, P.R., Rasmussen, M., & Willerslev, E. 2012a. Detection of a Diverse Marine Fish Fauna Using Environmental DNA from Seawater Samples. PLOS ONE 7(8): e41732.
- Thomsen, P. F., Kielgast, J., Iversen, L. L., Wiuf, C., Rasmussen, M., Gilbert, M. T., Orlando, L. & Willerslev, E. 2012b. Monitoring endangered freshwater biodiversity using environmental DNA. *Molecular Ecology* 21: 2565-2573.
- Thomsen, P.F. & Willerslev, E. 2015. Environmental DNA – An emerging tool in conservation for monitoring past and present biodiversity. *Biological Conservation* 183: 4-18.
- Valentini, A., Taberlet, P., Miaud, C., Civade, R., Herder, J., Thomsen, P. F., Bellemain, E., Besnard, A., Coissac, E., Boyer, F., Gaboriaud, C., Jean, P., Poulet, N., Roset, N., Copp, G. H., Geniez, P., Pont, D., Argillier, C., Baudoin, J. M., Peroux, T., Crivelli, A. J., Olivier, A., Acqueberge, M., Le Brun, M., Moller, P. R., Willerslev, E. & Dejean, T. 2016. Next-generation monitoring of aquatic biodiversity using environmental DNA metabarcoding. *Molecular Ecology* 25: 929-942.
- Wacker, S., Fossøy, F., Larsen, B. M., Brandsegg, H., Sivertsgård, R. & Karlsson, S. (2019). Downstream transport and seasonal variation in freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) eDNA concentration. *Environmental DNA* 1: 64-73.
- Zaas, A.K., Boyce, M., Schell, W., Lodge, B.A., Miller, J.L. & Perfect, J.R. 2003. Risk of fungemia due to *Rhodotorula* and antifungal susceptibility testing of *Rhodotorula* isolates. *Journal of Clinical Microbiology* 41: 5233–5235.

6 Vedlegg

Tabell 1. Påviste arter av krepsdyr, insekter og hjuldyr med miljø-DNA og bruk av markøren BF3(BF2)/BR2 i Holsfjorden, Akerselva, Lysakerelva og Neselva. I hvert år (2018-2020) ble det innsamlet doble prøver både vår og høst i elvene og Holsfjorden. I Holsfjorden ble det også tatt prøver i på to dybder som her er slått sammen. Således er fire prøver innsamlet årlig i hver elv og 8 prøver årlig i Holsfjorden. Tallene i hver rute for hver art angir hvor mange prøver arten ble påvist i hvert enkelt år. Årsaken til at hjuldyrarten *Polyarthra dolichoptera* er skrevet to ganger er at det er ble de påvist to genetiske varianter hvorav den ene bare ble påvist i Holsfjorden.

Kategori	Fylum	Klasse	Orden	Familie	Artsnavn	Holsfjorden			Akerselva			Lysakerelva			Neselva		
						2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Krepsdyr	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Bosminidae	<i>Bosmina longirostris</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Krepsdyr	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Bosminidae	<i>Eubosmina coregoni</i>	3	7	2	0	2	2	0	2	3	0	0	0
Krepsdyr	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Bosminidae	<i>Eubosmina longispina</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Krepsdyr	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Chydoridae</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Krepsdyr	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia longispina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Krepsdyr	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Simocephalus norwayensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Krepsdyr	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Holopediidae	<i>Holopedium gibberum</i>	1	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Krepsdyr	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Polyphemidae	<i>Polyphemus pediculus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Krepsdyr	Arthropoda	Hexanauplia	Calanoida	Diaptomidae	<i>Eudiaptomus gracilis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Krepsdyr	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Acanthocyclops vernalis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Krepsdyr	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops strenuus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Krepsdyr	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Eucyclops serrulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Krepsdyr	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Mesocyclops leuckarti</i>	2	2	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Krepsdyr	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Thermocyclops crassus</i>	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Krepsdyr	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Thermocyclops oithonoides</i>	4	6	4	0	1	1	0	1	1	0	0	0
Krepsdyr	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Astacidae	<i>Astacus astacus</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0

Krepsdyr	Arthropoda	Malacostraca	Isopoda	Asellidae	<i>Asellus aquaticus</i>	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0
Krepsdyr	Arthropoda	Ostracoda	Podocopida	Cyprididae	<i>Cypridopsis vidua</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Krepsdyr	Arthropoda	Protura	NA	Fujientomidae	<i>Fujientomon dicestum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	<i>Scolytus laevis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Insekter	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Elmis aenea</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Silphidae	<i>Calosilpha brunnicollis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Culicoides impunctatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Brillia bifida</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	3	1
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Cardiocladius capucinus</i>	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chaetocladius sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus sp.</i>	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Cladotanytarsus atridorsum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Cladotanytarsus pallidus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Conchapelopia hittmairorum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Corynoneura sp.</i>	0	0	0	1	0	0	2	3	1	0	1	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Corynoneura sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Cricotopus bicinctus</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Cricotopus curtus</i>	0	0	0	2	2	2	1	2	1	0	2	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Cricotopus skirwithensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Cricotopus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Cricotopus osellai</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Cricotopus tremulus</i>	0	0	0	0	2	1	0	1	1	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Eukiefferiella claripennis</i>	0	0	0	3	2	3	0	1	0	0	1	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Eukiefferiella ilkleyensis</i>	0	0	0	3	4	4	3	3	2	0	1	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Micropsectra notescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Micropsectra pallidula</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Micropsectra sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Nilotanypus dubius</i>	0	0	0	1	1	1	0	2	1	0	2	1

Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Orthocladius ashei</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Orthocladius dentifer</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Orthocladius frigidus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Orthocladius rubicundus</i>	0	0	0	2	2	3	1	1	1	0	1	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Orthocladius schnelli</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Paracricotopus</i> sp.	0	0	0	3	2	4	0	2	1	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Paramerina divisa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Parametrioconemus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Parametrioconemus stylatus adzharicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Polypedilum convictum</i>	0	0	0	0	1	0	1	1	3	0	1	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Psectrocladius octomaculatus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Rheocricotopus fuscipes</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	2	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Rheocricotopus</i> sp.	0	0	0	0	2	2	0	2	1	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Rheotanytarsus distinctissimus</i>	0	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Rheotanytarsus pentapoda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Rheotanytarsus ringei</i>	0	0	0	2	1	2	1	0	2	0	1	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Rheotanytarsus</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Synorthocladius semivirens</i>	0	0	0	2	2	2	0	2	2	3	3	1
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Tanytarsus brundini</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Tanytarsus curticornis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Tanytarsus ejuncidus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Tanytarsus eminulus</i>	0	0	0	2	2	2	0	2	1	2	2	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Tanytarsus palettaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Thienemanniella caspersi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Thienemanniella obscura</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Thienemanniella vittata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Trissopelopia longimana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Tvetenia calvescens</i>	0	0	0	2	2	2	0	1	1	0	2	2

Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Tvetenia verralli</i>	0	0	0	3	4	4	1	4	3	0	1	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Zavrelimyia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	<i>Pericoma blandula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	<i>Psychoda</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Sciaridae	<i>Scatopsciara atomaria</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium intermedium</i>	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium tuberosum</i>	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium vernalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis fuscatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis niger</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
Insekter	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis rhodani</i>	0	0	0	3	3	4	3	4	3	2	3	4
Insekter	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Centroptilum luteolum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Takobia muticus</i>	0	0	0	1	1	0	2	3	2	4	2	4
Insekter	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Ephemeridae	<i>Ephemerella vulgata</i>	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Heptagenia sulphurea</i>	0	0	0	0	3	4	1	4	3	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Leptophlebia vespertina</i>	0	0	0	0	1	1	0	3	1	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Aphididae	<i>Aphis fabae mordvilkoii</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Liviidae	<i>Diaphorina lycii</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Ichneumonidae	<i>Venturia effusa</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Drepanidae	<i>Achlya ambisexualis</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Drepanidae	<i>Achlya colorata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Drepanidae	<i>Achlya oligacantha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Insekter	Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Capniidae	<i>Capnopsis schilleri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Capniidae	<i>Zwicknia bifrons</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Insekter	Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Leuctridae	<i>Leuctra digitata</i>	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	2	2
Insekter	Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Nemouridae	<i>Amphinemura borealis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Insekter	Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Nemouridae	<i>Amphinemura sulcicollis</i>	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	1	1
Insekter	Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Nemouridae	<i>Nemoura avicularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0

Insekter	Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Nemouridae	<i>Nemoura cinerea</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Nemouridae	<i>Nemoura flexuosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlodidae	<i>Isoperla grammatica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Psocoptera	Caeciliusidae	<i>VCaeciliusidae sp</i>	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Psocoptera	Liposcelididae	<i>Liposcelis brunnea</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Psocoptera	Trogiidae	<i>Lepinotus patruelis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche siltalai</i>	0	0	0	1	4	4	2	4	3	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Ithytrichia clavata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Lepidostomatidae	<i>Lepidostoma hirtum</i>	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Athripsodes cinereus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Limnephilidae	<i>Halesus tessellatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
Insekter	Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Limnephilidae	<i>Potamophylax cingulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	3	3
Insekter	Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Limnephilidae	<i>Potamophylax nigricornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Insekter	Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Philopotamidae	<i>Chimarra marginata</i>	0	0	0	0	2	2	1	1	2	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Neureclipsis bimaculata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Psychomyiidae	<i>Psychomyia pusilla</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Insekter	Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila nubila</i>	0	0	0	0	1	2	0	1	1	0	2	2
Insekter	Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Sericostomatidae	<i>Sericostoma flavicorne</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3	3
Insekter	Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Sericostomatidae	<i>Sericostoma personatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3
Hjuldyr	Rotifera	Eurotatoria	NA	NA	<i>Rotaria rotatoria</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Hjuldyr	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Euchlanis dilatata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Hjuldyr	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Kellicottia bostoniensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Hjuldyr	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Kellicottia sp.</i>	3	2	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0
Hjuldyr	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella cochlearis</i>	1	5	2	0	4	1	0	4	1	0	0	0
Hjuldyr	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane closterocerca</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Hjuldyr	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra dolichoptera var. 1</i>	4	4	5	0	4	3	0	4	1	0	0	0
Hjuldyr	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra dolichoptera var. 2</i>	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hjuldyr	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Synchaetidae	<i>Synchaeta sp.</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Hjuldyr	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Synchaetidae	<i>Synchaeta grandis</i>	3	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
---------	----------	-------------	--------	--------------	--------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabell 2. Andre påviste arter med miljø-DNA ved bruk av markøren BF3(BF2)/BR2 i Holsfjorden, Akerselva, Lysakerelva og Neselva. I hvert år (2018-2020) ble det innsamlet doble prøver både vår og høst i elvene og Holsfjorden. I Holsfjorden ble det også tatt prøver i på to dybder som her er slått sammen. Således er fire prøver innsamlet årlig i hver elv og 8 prøver årlig i Holsfjorden. Tallene i hver rute for hver art angir hvor mange prøver arten ble påvist i hvert enkelt år. *Funn av laks i Holsfjorden skyldes trolig at den bredspektrede markøren ikke skiller mellom laks og ørret.

Kategori	Fylum	Klasse	Orden	Familie	Artsnavn	Holsfjorden			Akerselva			Lysakerelva			Neselva		
						2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Alger	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia palea</i>	0	0	0	2	1	3	0	0	0	0	0	1
Alger	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Encyonema</i> sp. WJS-2015a	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0
Alger	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Didymosphenia geminata</i>	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0
Alger	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema parvulum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Alger	Bacillariophyta	Coccinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Stephanodiscus</i> cf. <i>minutulus</i>	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alger	Bacillariophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Asterionella formosa</i>	8	6	8	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Alger	Haptista	Haptophyta	Prymnesiales	Chrysochromulinaceae	<i>Chrysochromulina parva</i>	1	3	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Alger	NA	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	<i>Dinobryon bavaricum</i>	5	5	4	0	2	1	0	4	1	1	0	0
Alger	NA	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	<i>Dinobryon divergens</i>	3	1	0	0	2	0	2	2	0	0	0	2
Alger	NA	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	<i>Dinobryon pediforme</i>	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
Alger	NA	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	<i>Dinobryon</i> sp.	2	4	4	3	4	4	2	4	3	0	0	0
Alger	NA	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	<i>Poteriospumella lacustris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0

Alger	NA	Chrysophyceae	Chromulinales	Paraphysomonadaceae	<i>Paraphysomonas</i> sp.	0	0	0	0	2	0	4	4	3	3	1	4
Alger	NA	Chrysophyceae	NA	Apoikiaceae	<i>Apoikiospumella mondseeiensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0
Alger	NA	Chrysophyceae	NA	NA	<i>Chrysophyceae</i> sp.	6	2	2	1	2	2	2	3	0	2	1	4
Alger	NA	Raphidophyceae	Chattonellales	Vacuolariaceae	<i>Gonyostomum semen</i>	4	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alger	NA	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Alger	NA	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Synura</i> sp.	1	3	4	3	4	3	1	4	3	2	0	0
Alger	NA	Synurophyceae	Synurales	NA	<i>Synurales</i> sp.	5	3	6	0	2	2	2	4	3	0	0	0
Alger	Rhodophyta	Florideophyceae	Acrochaetiales	Acrochaetiaceae	<i>Audouinella hermannii</i>	0	0	0	1	4	4	3	4	3	0	3	1
Alger	Rhodophyta	Florideophyceae	Batrachospermales	Batrachospermaceae	<i>Batrachospermum helminthosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0
Alger	Rhodophyta	Florideophyceae	Batrachospermales	Batrachospermaceae	<i>Sheathia boryana</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	1	4	3	4
Alger	Rhodophyta	Florideophyceae	Batrachospermales	Batrachospermaceae	<i>Sheathia confusa</i>	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Alger	Rhodophyta	Florideophyceae	Batrachospermales	Batrachospermaceae	<i>Sheathia exigua</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	2	0
Alger	Rhodophyta	Florideophyceae	Batrachospermales	Lemaneaceae	<i>Paralemanea annulata</i>	0	0	1	3	4	4	4	4	3	4	3	4
Amfibier	Chordata	Amphibia	Anura	Bufoidea	<i>Bufo bufo</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Leddormer	Annelida	Clitellata	Crassiclitellata	Lumbricidae	<i>Aporrectodea caliginosa</i> L1	0	0	0	0	4	2	0	2	0	1	1	1
Leddormer	Annelida	Clitellata	Crassiclitellata	Lumbricidae	<i>Dendrodrilus rubidus</i>	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	2	3
Leddormer	Annelida	Clitellata	Crassiclitellata	Lumbricidae	<i>Eiseniella</i> sp. BIOUG24567-F10	0	0	0	0	1	0	1	2	2	2	3	4
Leddormer	Annelida	Clitellata	Crassiclitellata	Lumbricidae	<i>Eiseniella tetraedra</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	3
Leddormer	Annelida	Clitellata	Crassiclitellata	Lumbricidae	<i>Eiseniella tetraedra</i>	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0

					<i>complex sp. L2 DP-2018</i>												
Leddormer	Annelida	Clitellata	Crassiclitellata	Lumbricidae	<i>Lumbricidae sp. BIOUG32102-E10</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Leddormer	Annelida	Clitellata	Crassiclitellata	Lumbricidae	<i>Lumbricus rubellus complex sp. A SM-2016</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Leddormer	Annelida	Clitellata	Crassiclitellata	Lumbricidae	<i>Octolasion sp. BIOUG32102-B02</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
Leddormer	Annelida	Clitellata	Enchytraeida	Enchytraeidae	<i>Lumbricillus rutilus</i>	0	0	0	0	2	3	0	1	1	0	0	0
Leddormer	Annelida	Clitellata	Enchytraeida	Enchytraeidae	<i>Mesenchytraeus armatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0
Leddormer	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	<i>Aulodrilus pluriseta</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Leddormer	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	<i>Chaetogaster diastrophus</i>	0	0	0	2	4	4	0	4	3	2	2	3
Leddormer	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	<i>Limnodrilus claparedianus</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Leddormer	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	<i>Limnodrilus hoffmeisteri complex lineage X</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Leddormer	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	<i>Ophidonais serpentina</i>	0	0	0	2	4	2	0	2	0	0	0	0
Leddormer	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	<i>Ripistes parasita</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Leddormer	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	<i>Slavina appendiculata</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Leddormer	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	<i>Specaria josinae</i>	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0
Leddormer	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	<i>Stylaria lacustris</i>	0	0	0	0	3	2	0	2	2	0	0	0
Leddormer	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	<i>Tubifex ignotus</i>	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0
Leddormer	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	<i>Tubifex tubifex</i>	0	0	0	0	2	2	0	1	1	2	3	4

Leddormer	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	<i>Vejdovskyella comata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Leddormer	Annelida	Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus aff. variegatus</i> ETOligo1	0	0	0	0	2	1	0	2	1	0	3	2
Leddormer	Annelida	Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus variegatus</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0
Leddormer	Annelida	Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	<i>Stylodrilus heringianus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Edderkopp-dyr	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Tetragnathidae	<i>Metellina mengei</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Edderkopp-dyr	Arthropoda	Arachnida	NA	NA	<i>Arachnida sp.</i> BOLD:ACM9770	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0
Edderkopp-dyr	Arthropoda	Arachnida	Sarcoptiformes	Oppiidae	<i>Oppiella nova</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Edderkopp-dyr	Arthropoda	Arachnida	Trombidiformes	Hydrodromidae	<i>Hydrodroma torrenticola</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Edderkopp-dyr	Arthropoda	Arachnida	Trombidiformes	Mideopsidae	<i>Mideopsis roztoczensis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Edderkopp-dyr	Arthropoda	Arachnida	Trombidiformes	Tydeidae	<i>Tydeidae sp.</i> BIOUG25926-C08	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bakterier	Actinobacteria	NA	NA	NA	<i>Actinobacteria bacterium</i> IMCC26256	0	5	6	0	2	1	0	0	0	0	0	0
Bakterier	Bacteroidetes	Bacteroidia	Bacteroidales	Bacteroidaceae	<i>Bacteroides sp.</i> A1C1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Bakterier	Proteobacteria	Alphaproteobacteria	Hyphomicrobiales	Rhizobiaceae	<i>Rhizobium leguminosarum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Bakterier	Proteobacteria	Alphaproteobacteria	Hyphomonadales	Hyphomonadaceae	<i>Hyphomonadaceae bacterium</i> UKL13-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Bakterier	Proteobacteria	Betaproteobacteria	Burkholderiales	Burkholderiaceae	<i>Polynucleobacter paneuropaeus</i>	0	1	0	0	1	0	0	3	2	0	0	0

Bakterier	Proteobacteria	Betaproteobacteria	Burkholderiales	Comamonadaceae	<i>Delftia acidovorans</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bakterier	Proteobacteria	Betaproteobacteria	Nitrosomonadales	Methylophilaceae	<i>Methylotenera versatilis</i> 301	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Citrobacter amalonaticus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Citrobacter freundii</i>	0	0	0	1	3	4	0	1	3	0	0	2
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Citrobacter freundii</i> complex sp. CFNIH4	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Citrobacter portucalensis</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Citrobacter</i> sp. CF971	0	0	0	0	3	4	1	2	3	1	0	1
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Citrobacter</i> sp. CFNIH10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Citrobacter</i> sp. FDAARGOS 156	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Citrobacter</i> sp. LY-1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Enterobacter cloacae</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Enterobacter hormaechei</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Enterobacter hormaechei</i> subsp. <i>xiangfangensis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Enterobacter kobei</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Enterobacter soli</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Escherichia coli</i>	0	0	0	0	2	2	0	1	2	0	0	2
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Klebsiella michiganensis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0

Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Klebsiella oxytoca</i>	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Klebsiella oxytoca</i> KONIH1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	2
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Klebsiella</i> sp. FDAARGOS 511	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Klebsiella</i> sp. M5al	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Klebsiella variicola</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Lelliottia</i> sp. WB101	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	1	4
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Raoultella electrica</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Hafniaceae	<i>Edwardsiella piscicida</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Morganellaceae	<i>Providencia rettgeri</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Yersiniaceae	<i>Serratia liquefaciens</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Yersiniaceae	<i>Serratia marcescens</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Yersiniaceae	<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Bakterier	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	<i>Pseudomonas</i> sp. St29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Bakterier	Verrucomicrobia	NA	NA	NA	<i>Verrucomicrobia bacterium</i> IMCC26134	0	4	2	0	4	3	0	4	3	0	0	0
Fugler	Chordata	Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas platyrhynchos</i>	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	2	1
Fugler	Chordata	Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	0	0	0	1	3	0	0	1	0	0	0	0

Fugler	Chordata	Aves	Passeriformes	Paridae	<i>Parus major</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Fugler	Chordata	Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus pilaris</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Mosdyr	Bryozoa	Phylactolaemata	NA	Cristatellidae	<i>Cristatella mucedo</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Mosdyr	Bryozoa	Phylactolaemata	NA	Plumatellidae	<i>Plumatella repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Spretthaler	Arthropoda	Collembola	Entomobryomorpha	Isotomidae	<i>Isotomurus graminis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
Spretthaler	Arthropoda	Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	<i>Allacma fusca</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
Fisk	Chordata	Actinopteri	Anguilliformes	Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Fisk	Chordata	Actinopteri	Cypriniformes	Leuciscidae	<i>Phoxinus phoxinus</i>	0	0	0	1	4	4	0	3	2	0	0	0
Fisk	Chordata	Actinopteri	Cypriniformes	Leuciscidae	<i>Rutilus rutilus</i>	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0
Fisk	Chordata	Actinopteri	Esociformes	Esocidae	<i>Esox lucius</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Fisk	Chordata	Actinopteri	Perciformes	Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0
Fisk	Chordata	Actinopteri	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Salmo salar</i>	0	1*	0	1	4	0	0	4	3	0	0	0
Fisk	Chordata	Actinopteri	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Salmo trutta</i>	0	0	0	1	4	3	1	4	3	0	3	4
Fisk	Chordata	Actinopteri	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Salvelinus namaycush</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Fisk	Chordata	Hyperoartia	Petromyzontiformes	Petromyzontidae	<i>Lampetra fluviatilis + L. planeri</i>	0	0	0	0	4	2	0	2	2	0	0	0
Sopp	Ascomycota	Dothideomycetes	Cladosporiales	Cladosporiaceae	<i>Cladosporium bruhnei</i>	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Sopp	Ascomycota	Lecanoromycetes	Lecanorales	Parmeliaceae	<i>Hypogymnia vittata</i>	1	2	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0
Sopp	Ascomycota	Leotiomycetes	Helotiales	Discinellaceae	<i>Articulospora tetracladia</i>	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0
Sopp	Ascomycota	Leotiomycetes	Helotiales	NA	<i>Tetracladium marchalianum</i>	0	0	0	0	2	0	0	1	1	4	3	4
Sopp	Ascomycota	Sordariomycetes	Hypocreales	Nectriaceae	<i>Ilyonectria</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	4
Sopp	Ascomycota	Sordariomycetes	Microascales	Halosphaeriaceae	<i>Nais alpina</i>	0	1	0	3	4	3	2	3	2	0	2	3

Sopp	Ascomycota	Sordariomycetes	Microascales	Halosphaeriaceae	<i>Nais barbata</i>	0	2	0	0	2	2	0	2	0	0	3	4
Sopp	Ascomycota	Sordariomycetes	Microascales	Halosphaeriaceae	<i>Nais communis</i>	0	0	0	0	2	2	0	4	2	0	1	0
Sopp	Ascomycota	Sordariomycetes	Microascales	Halosphaeriaceae	<i>Nais communis/varia bilis</i> complex sp. A1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0
Sopp	Ascomycota	Sordariomycetes	Microascales	Halosphaeriaceae	<i>Nais communis/varia bilis</i> complex sp. A2	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	3	1
Sopp	Ascomycota	Sordariomycetes	Microascales	Halosphaeriaceae	<i>Nais communis/varia bilis</i> complex sp. A4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	4
Sopp	Ascomycota	Sordariomycetes	Microascales	Halosphaeriaceae	<i>Nais elinguis</i>	0	0	0	0	2	2	0	2	2	0	2	3
Sopp	Basidiomycota	Malasseziomycetes	Malasseziales	Malasseziaceae	<i>Malassezia globosa</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sopp	Basidiomycota	Microbotryomycetes	Sporidiobolales	Sporidiobolaceae	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrozoer	Cnidaria	Hydrozoa	Anthoathecata	Hydridae	<i>Hydra oligactis</i>	0	0	0	0	2	0	2	1	0	2	3	0
Hydrozoer	Cnidaria	Hydrozoa	Limnomedusae	Olindiidae	<i>Craspedacusta sowerbii</i>	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0
Pattedyr	Chordata	Mammalia	Artiodactyla	Bovidae	<i>Bos taurus</i>	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0
Pattedyr	Chordata	Mammalia	Carnivora	Canidae	<i>Canis lupus orion</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Pattedyr	Chordata	Mammalia	Primates	Hominidae	<i>Homo sapiens</i>	3	5	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0
Pattedyr	Chordata	Mammalia	Rodentia	Castoridae	<i>Castor fiber</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Pattedyr	Chordata	Mammalia	Rodentia	Muridae	<i>Mus musculus</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Amøber	Discosea	Flabellinia	NA	Vannellidae	<i>Ripella decalvata</i>	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	0	2
Amøber	Discosea	NA	Himatismenida	Cochliopodiidae	<i>Cochliopodium kieliense</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0
Bukhårsdyr	Gastrotricha	NA	Chaetonotida	Chaetonotidae	<i>Chaetonotus borealis</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0

Bukhårsdyr	Gastrotricha	NA	Chaetonotida	Chaetonotidae	<i>Chaetonotus cf. maximus</i> TK186	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Bukhårsdyr	Gastrotricha	NA	Chaetonotida	Chaetonotidae	<i>Chaetonotus persimilis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Amøber	Heterolobosea	NA	NA	Vahlkampfiidae	<i>Naegleria fultoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Amøber	Heterolobosea	NA	NA	Vahlkampfiidae	<i>Naegleria pagei</i>	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Lagenidiales	Lagenidiaceae	<i>Lagenidium sp.</i> DAOM 242348	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Peronosporales	Peronosporaceae	<i>Phytophthora bilobang</i>	0	0	0	1	2	2	0	1	1	2	3	3
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Peronosporales	Peronosporaceae	<i>Phytophthora gallica</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	3	2
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Peronosporales	Peronosporaceae	<i>Phytophthora gonapodyides</i>	0	0	1	2	3	1	1	2	1	4	3	4
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Peronosporales	Peronosporaceae	<i>Phytophthora lacustris</i>	0	0	0	3	4	4	4	3	3	4	2	4
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Peronosporales	Peronosporaceae	<i>Phytophthora megasperma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Peronosporales	Peronosporaceae	<i>Phytophthora plurivora</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1	0
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Peronosporales	Peronosporaceae	<i>Phytophthora pseudosyringae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Peronosporales	Peronosporaceae	<i>Phytophthora syringae</i>	0	0	0	0	1	2	1	2	1	2	1	3
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Peronosporales	Peronosporaceae	<i>Phytophthora undulata</i>	0	0	0	3	1	2	4	1	2	4	1	2
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Pythiales	Pythiaceae	<i>Phytophthora delawarensis</i>	0	2	0	3	4	4	3	2	2	3	0	4
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Pythiales	Pythiaceae	<i>Pythium aquatile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Pythiales	Pythiaceae	<i>Pythium cystogenes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Pythiales	Pythiaceae	<i>Pythium diclinum</i> +	0	3	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0

					<i>Pythium aff. diclinum</i>												
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Pythiales	Pythiaceae	<i>Pythium monospermum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Pythiales	Pythiaceae	<i>Pythium pachycaule</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Pythiales	Pythiaceae	<i>Pythium sp.</i>	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Pythiales	Pythiaceae	<i>Pythium sp. AL-2010</i>	0	0	0	2	0	2	1	0	1	0	0	0
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Pythiales	Pythiaceae	<i>Pythium sp. CAL-2011c</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Pythiales	Pythiaceae	<i>Pythium sp. JJC-2018a</i>	0	1	0	2	0	2	2	2	1	2	2	2
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Pythiales	Pythiaceae	<i>Pythium sp. JN-1a</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Pythiales	Pythiaceae	<i>Pythium sterilum</i>	0	0	0	1	1	0	2	1	0	0	0	0
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Saprolegniales	Saprolegniaceae	<i>Aphanomyces laevis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Saprolegniales	Saprolegniaceae	<i>Aphanomyces sp. BOLD:AAO9952</i>	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Saprolegniales	Saprolegniaceae	<i>Leptolegnia sp. BOLD:AAX5717</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Saprolegniales	Saprolegniaceae	<i>Saprolegnia bulbosa</i>	0	0	0	0	2	1	3	0	1	2	0	2
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Saprolegniales	Saprolegniaceae	<i>Saprolegnia ferax</i>	0	0	0	2	1	1	0	0	0	4	0	1
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Saprolegniales	Saprolegniaceae	<i>Saprolegnia hypogyna</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	2	2
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Saprolegniales	Saprolegniaceae	<i>Saprolegnia parasitica</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0
Eggsporesop p	Oomycota	NA	Saprolegniales	Saprolegniaceae	<i>Saprolegnia parasitica +</i>	0	0	0	2	1	2	0	0	1	0	0	0

					<i>Saprolegnia delica</i>												
Tusenbein	Arthropoda	Diplopoda	Julida	Julidae	<i>Allajulus nitidus</i>	0	0	0	0	1	0	0	2	2	0	0	1
Tusenbein	Arthropoda	Diplopoda	Julida	Julidae	<i>Julus scandinavicus</i>	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	0	3
Bløtdyr	Mollusca	Bivalvia	Galeommatida	Montacutidae	<i>Kurtiella bidentata</i>	3	6	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planter	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	NA	NA	<i>Botryococcus braunii</i>	0	0	0	1	4	2	0	0	0	0	0	
Planter	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	NA	NA	<i>Coccomyxa subellipsoidea C-169</i>	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	3	4
Planter	Streptophyta	Magnoliopsida	Caryophyllales	Chenopodiaceae	beta proteobacterium CB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Planter	Streptophyta	Magnoliopsida	Crossosomatales	Staphyleaceae	<i>Staphylea trifolia</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0
Planter	Streptophyta	Magnoliopsida	Fagales	Betulaceae	<i>Betula pendula</i>	0	3	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0
Planter	Streptophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Oleaceae	<i>Schrebera arborea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3
Planter	Streptophyta	Magnoliopsida	Malpighiales	Salicaceae	<i>Populus alba</i>	0	0	1	0	2	2	0	1	0	0	0	0
Planter	Streptophyta	Magnoliopsida	Proteales	Nelumbonaceae	<i>Nelumbo nucifera</i>	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2	3	2
Flatmark	Platyhelminthes	Catenulida	NA	Stenostomidae	<i>Stenostomum cf. simplex</i> AW-2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Slimormer	Nemertea	Enopla	Monostilifera	Tetrastemmatidae	<i>Prostoma cf. eilhardi</i> EZ-2019	0	0	0	2	4	4	0	0	0	0	0	0
Svamper	Porifera	Demospongiae	Spongillida	Lubomirskiidae	<i>Lubomirskia abietina</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0
Svamper	Porifera	Demospongiae	Spongillida	Spongillidae	<i>Spongilla lacustris</i>	0	0	0	0	1	1	0	1	2	0	0	0

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.

NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.

NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-4832-7

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

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

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger