

Testing av metoder for påvisning av mikro- og makroplast i vannprøver og ferskvannbiota

Av Annette Taugbøl, Andrea Rishatt, Børre K. Dervo og Finn Audun Grøndahl

Annette Taugbøl er Master of science fra UiO og forsker ved Norsk institutt for naturforskning (NINA).

Børre Dervo er Cand. scient fra UiO og jobber som forsker ved NINA.

Andrea Rishatt er Master of science fra NMBU og jobber som rådgiver ved Dokkadeltaet Nasjonale Våtmarkssenter

Finn Audun Grøndahl er Cand. agric frå NMBU og jobber som naturhistoriker ved Randsfjordmuseet.

Summary

Testing methods for detection of micro- and macro plastic in water samples and freshwater biota.

Microplastic are commonly defined as plastic of sizes less than 5 mm. The presence of microplastic as a new type of emerging contaminant has received increasing concern, where the focus is gradually also embracing freshwater systems. The aim of this study was to test cheap, simple and easily available methods for microplastic detection in surface water and in freshwater biota. By comparing four filtering methods: 1) filtering water through a glass membrane filter after sampling surface water with a glass plate, 2) filtering surface water directly in the field through a glass membrane filter, 3) filtering surface water through a paper-filter and, 4) filtering water with a zooplankton mesh, we ended up analyzing the samples from method 1 and 2 only, as the other samples contained too much organic material for small plastic-fragments to be readily detected with a stereoscope. From the filtered glass membrane filters (method 1 and 2), we were able to detect microplastic in all eight sample sites in the northern part of Randsfjorden, and the two analyzed methods yielded similar results. We further checked the stomachs/

gizzards for artificial fragments using a stereoscope, for a total of 11 whitefish (*Coregonus lavaretus*), one mute swan (*Cygnus olor*), one common merganser (*Mergus merganser*) and 45 great cormorants (*Phalacrocorax carbo*). In total, we found pieces of microplastics in three of the fish-stomachs, and we discovered fishing equipment (macroplastics and other man-made objects) from the swan and five cormorants. The number of animals that were found to contain plastics are likely an under-estimation, as we only detected artificial fragments in the animals with empty stomachs/ gizzards or only recovered large objects. Further decomposing of organic material are needed to study the potential abundance of microplastic in animals. In summary, this project illustrates that simple equipment (a glass frame and a squeegee) will be enough equipment for anyone who wants to take simple field-samples that can be sent to a lab for filtration and qualitative analysis.

Sammendrag

Kunnskap om mikroplast (plastfragmenter <5 mm) i ferskvann og ferskvannsbiota er begrenset da det meste av fokuset på denne tematikken har vært for det marine miljøet. I dette studiet

presenterer vi flere enkle og godt egnede metoder for innsamling og filtrering av vann for påvisning av mikroplast, samt metodiske utfordringer ved påvisning i magesekker fra fisk og fugl. Prøvetakningen av vann ble gjennomført i den nordlige delen av Randsfjorden fra åtte ulike stasjoner og fire ulike innsamlingsteknikker: 1) innsamling av vann med glassplate som senere ble filtrert gjennom glassfiberfilter, 2) direkte filtrering av overflatevann gjennom glassfiberfilter i felt, 3) filtrering av overflatevann gjennom et papirfilter og 4) filtrering av vann med planktonhov. De filtrerte prøvene ble gjennomgått med stereolupe og det ble satt et skår mellom 1-6 som kategoriserte hvor mange plastfragmenter filtrerte inneholdt. Prøvene filtrert med papirfilter og planktonhov (metode 3 og 4) inneholdt for mye organisk materiale for at mikroplast kunne skilles ut effektivt og ble ikke analysert. Det ble funnet plastfragmenter på alle innsamlingsstasjonene og de to filtreringsmetodene (1 og 2) metodene var jevn gode for påvisning av mikroplast. Et utvalg sik (*Coregonus lavaretus*) over 30 cm fikk dissekert ut og skåret opp magesekken, før innhold ble gjennomgått i stereolupe. Det ble funnet plastfragmenter i 3 av 11 analyserte fisk. Dette er trolig en underestimert, ettersom de 3 fiskene med positivt mikroplastfunn var de eneste som hadde tom magesekk, og dermed også høyere deteksjonsmulighet. Det ble videre foretatt et utvalg av innkommet fallvilt med opprinnelse fra Randsfjorden, der magesekk fra storskarv (*Phalacrocorax carbo*), laksand (*Mergus merganser*) og knoppsvane (*Cygnus olor*) ble analysert, der resultatene viser inntak av fiskeredskaper for de fleste undersøkte fuglene. Oppsummert viser dette studiet at enkle innsamlingsverktøy, som en glassplate og en nal, er alt man trenger for å samle inn en prøve vann til videre enkle analyser i laboratorium.

Innledning

Plast har siden sin opprinnelse revolusjonert hverdagen til mennesker, der særlig den vestlige verden har vært storforbrukere. Plast brukes blant annet i innpakninger, byggematerialer,

elektronikk, biler, sportsutstyr og klær. Ifølge PlasticsEurope (2019) ble det i 2018 produsert 359 millioner tonn plastikk, og det er estimert en økning i plastproduksjon på 40% frem mot 2030. Etter masseproduksjonen av plast startet på 1950-tallet har også plast akkumulert i naturen. Allerede er det estimert at vi har over 150 millioner tonn plast i havene våre, og det er estimert at dette tallet øker med ca 8 millioner tonn årlig (Rochman et al., 2013). Plast i naturen er et fenomen som er stadig økende og problematisk ved at det brytes langsomt ned og fragmenterer til mindre deler. Lenge ble kun makroplast og synlig forsøpling langs marine strender sett på som et mer eller mindre estetisk problem, og det har vært kjent at større plastdeler og rester av fiskegarn kan gi dødelig utfall for sjøfugl og pattedyr. Det er først i det siste tiåret at problematikken med plast i naturen har fått økt fokus, og da spesielt mikroplast.

Mikroplast er plastdeler som er mellom 1 og 5 mm (Frias og Nash, 2019). Mikroplast har ulike typer opphav, der direkte kilder (primærkilder) blant annet er kosmetikk (fra pellets i f.eks. ansiktsskrubb og tannkrem), klesvask og bruk av syntetisk materiale generelt. En viktig kilde er for eksempel at små fragmenter slites av bildekk langs veinettet (Browne et al., 2011), men også større plastobjekter som havner i naturen (makroplast) vil over tid brytes ned til stadig mindre fragmenter og blir til slutt til mikroplast (sekundærkilder). Mikroplast kan igjen brytes videre ned til nanoplast, som er plastbiter mindre enn 1 mm.

Mikroplast kan påvirke miljøet negativt på flere måter. Plast inneholder additiver, det vil si kjemikalier, som tilsettes for å gi plastproduktet de egenskapene man ønsker. Mange av disse tilsetningsstoffene er uønskede i naturen og kan lekke ut av plastoverflaten når plastobjektene brytes ned. I tillegg kan mikroplast oppkonsentrere allerede tilstedeværende organiske miljøgifter (Wang et al., 2018). Plast er også et problem ved at dyr kan misoppfatte plastobjekter som mat. Ved inntak av større plastobjekter kan platen hope seg opp i magesekken og hindre opptak av næring, noe som vil føre til at dyret sulter i

hjel. Mikroplast kan ha samme størrelse og form som ulike typer dyreplankton, og utgjør derfor et problem for organismer som filtrerer ut smådyr fra vann, f.eks. over gjellestrukturer («filterfeeders»). Det er funnet plast i fordøyelsessystemet til en rekke akvatiske arter (Karami et al., 2017; Rochman et al., 2015) og det er beregnet at minst 800 marine arter verden over er påvirket av plast (Marine Debris 2016), et tall som trolig er underestimert. Ulike undersøkelser har vist at mikroplast har påvirket formeringsevnen til flere marine arter (Sussarellu et al., 2016), samt at det også påvirker mage- og tarmfunksjoner (Powell et al., 2010), produksjon av hormoner og effektiviteten til immunsystemet.

I takt med økt fokus på mikroplast i ferskvann har det blitt publisert flere rapporter fra Norge som viser funn av mikroplast også i norske innsjøer og vassdrag, som f.eks. Mjøsa (Lusher et al., 2018) og elver i Sørøst-Norge (Lorenz et al., 2020). Felles for resultatene fra de publiserte rapportene er at de anvendte metodene er ressurs- og utstyrs krevende, og vi ønsket derfor å teste ut enkle metoder for påvisning av mikroplast i overflatevann. Vi valgte derfor å vektlegge *påvisning* av mikroplast, og det ble ikke prioritert å gjennomføre detaljerte kvalitative eller kvantitative innsamlinger, hverken i felt eller i laboratorieanalysene. Vi plukket ut innsamlingslokaliteter for vannprøver der vi forventet at konsentrasjonen av fragmenter burde være høy. Det ble forventet at forekomsten kunne være høy i nærheten av renseanlegg, i bukter inn mot land og langs land der vannet er relativt stillestående. For å videre undersøke hvorvidt vi kunne påvise mikroplast i ferskvannsbioota ved bruk av lupe, samlet vi inn mageprøver av sik som ble fanget inn i forbindelse med prøvefiske, samt mageprøver fra et lite utvalg fugler som har blitt innlevert til Randsfjordmuseet etter drukning i fiskeredskaper eller andre dødsårsaker.

Materialer og metoder

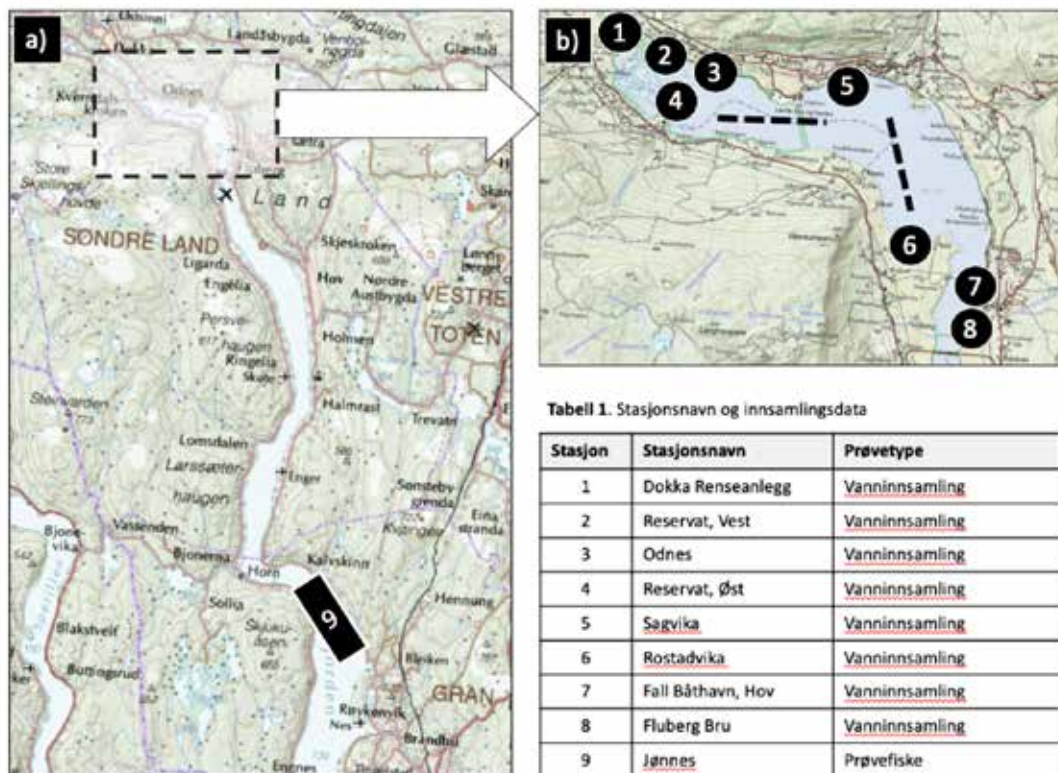
Innsamlingsområde

Randsfjorden er den fjerde største innsjøen i Norge (Figur 1). Innsjøen brukes som drikke-

vannskilde og forsyner blant annet 90% av befolkningen i Jevnaker. Helt nord i Randsfjorden ligger Dokkadeltaet naturreservat, som også fikk status som Ramsar-område i 2002. I motsetning til de fleste andre større elvedeltaer, er Dokkadeltaet lite berørt av tekniske inngrep. Slitasje fra bildekk fra omkringliggende vegnett anses å være en av de største kildene til mikroplast (Sundt, m.fl. 2014). På hver side av Randsfjorden går det to veier, FV33 på østsiden og FV245 på vestsiden. Begge veiene ligger stedvis tett ved fjorden og spesielt FV33 er relativt høyt trafikkert. I tillegg ligger Vinjarmoen motorcrossbane ved bredden av Dokka/Etna vassdraget, sør-vest for Dokka sentrum. Det er ikke usannsynlig at partikler fra bildekkene kan finne veien ut i Randsfjorden og Dokkadeltaet gjennom overflatevann. Det finnes i tillegg flere andre mulige kilder til mikroplastforurensning, som for eksempel diffus forsøpling (avfall etterlatt i naturen av enkeltpersoner), villfyllinger, industrivirksomhet og avfallsdeponier. Behandlet avløpsvann er også en kjent kilde til mikroplast (Nerland, m.fl. 2014). Dokka renseanlegg renser avløpsvannet for befolkningen på Dokka og har utløp i Dokka/Etna elv (Stasjon 1, Figur 1). Eventuelle mikroplastpartikler fra klesvask, kosmetikk og lignende kilder vil ikke fanges opp av dagens rensemetoder. Det kan derfor tenkes at slike partikler til slutt havner i vassdraget og ellers i naturen.

Innsamling og analyse av vannprøver

Det ble totalt samlet inn og filtrert 27 overflatevannprøver fra 8 ulike stasjoner i nordre del av Randsfjorden den 8. august 2019 (Figur 1). Fire ulike metoder ble testet for å samle inn vannprøver; 1) innsamling av vann med glassplate og nal som senere ble filtrert gjennom glassfiberfilter (ny nal, skylt på labb før bruk), 2) direkte filtrering av overflatevann gjennom glassfiberfilter i felt, 3) filtrering av overflatevann gjennom et papirfilter og 4) filtrering av vann med planktonhov. Metodikken for innsamling av vann med glassplate er oppsummert i Figur 2. Det innsamlede vannet ble lagret i en gjennom-siktig, plastboks (ny, uten slitasje, skylt på labb)

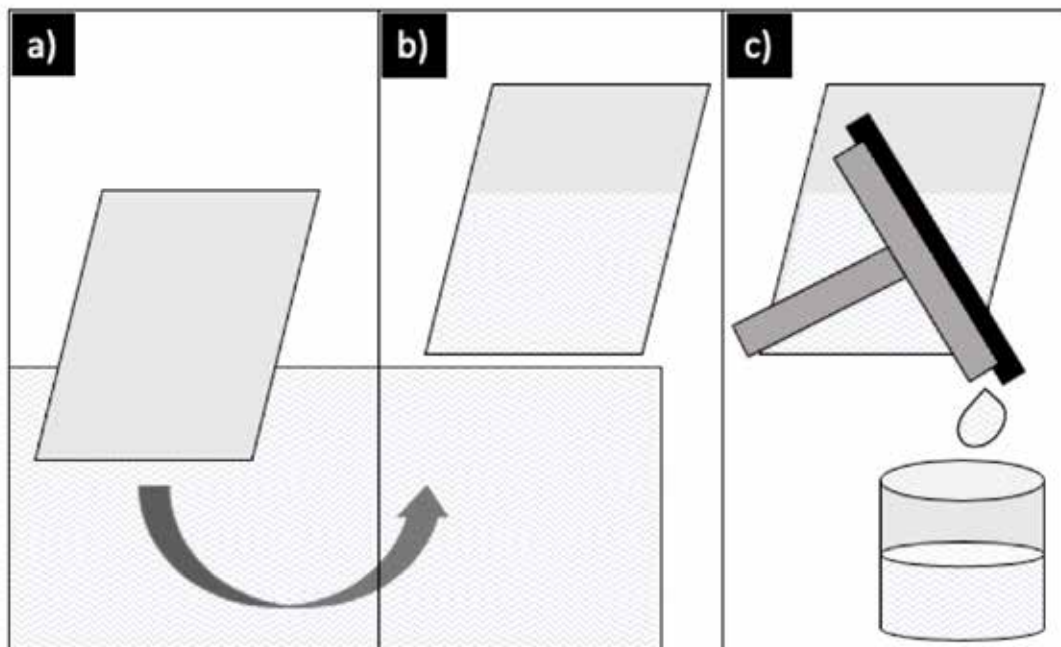


Figur 1. Kart over innsamlingsområdet. a) viser øvre del av Randsfjorden med en inntegnet førstørrelse over beliggenheten til innsamlingsområdet for vannprøvene (b) og stasjon 9, der prøvefiske ble foretatt. Vannprøvene i stasjonene 2-5 ble samlet inn fra båt, mens vannprøvene fra stasjonene 1, 7 og 8 ble samlet inn fra land. Tabell 1 angir stasjonsnavn. De stiplede strekene i kartutsnitt b) viser områder vi samlet inn prøver med planktonhø. (kartutsnittet er hentet fra norgeskart.no).

og senere filtrert igjennom et glassfiberfilter. En eventuell kontaminering av plast fra plastikkboksen ville gitt utslag i gjennomsiktige «plastflass» (ikke detektert). En annen mulig plastkilde kunne være håndtaket til nalen, som var knall blå, og dermed også ville vært forholdsvis enkelt å utelukke fra prøvene når man bruker lupe. Ved bruk av andre, mer sofistikerte analysemetoder bør man nale tilsvarende mengde helt plastfritt vann som en kontroll. Ved direkte filtrering av vann i felt med båt (stasjon 2-6) ble vannet først samlet inn ved å dytte en rosa bølge ned i vannet slik at overflatevannet rant ned i bøtten. En eventuell kontaminering fra bøtten ville ha gitt utslag i rosa «plastflass» i prøvene (ikke detektert). Det innsamlede vannet ble så filtrert ved bruk av en batteridreven peristaltisk pumpe som trykket vannet igjennom et 2.0 µm

glassfiberfilter (Merc). Fra land ble vannet samlet inn og filtrert direkte fra overflatevann (stasjon 1, 7 og 8). Glassfiberfiltrene ble lagret individuelt på 15 mL tuber (SARSTEDT). Filtrering av vann gjennom papirfilter ble også samlet inn med en bøtte som ble dyttet ned i vannet før det ble helt igjennom en metalltrakt og filtrert direkte. Filtrene ble lagret individuelt på 15 mL tuber (SARSTEDT). Filtrering av vann med planktonhø ble gjennomført fra båt mellom innsamlings-stasjonene 4-5, 3-4 og 5-6, totalt 3 prøver ble samlet inn og lagret i en boks. Alle prøvene ble fryst før analysering.

Ved analysering ble prøvene tint og lagt i en ren petriskål. For prøvene samlet inn med papirfilter og planktonhø, var det ved visuell analyse under lupe vanskelig å skille ut eventuelle fragmenter av plast/ andre antropogene frag-



Figur 2. Metodikk for innsamling av vann med glassplate. Det ble samlet inn partikler i overflatevannet via en glassplate-teknikk som går ut på å dyppe en glassplate ned i vannet (ved ca 45°), før glassplaten trekkes langsomt opp igjen med tilnærmet konstant hastighet opp av vannet før vannet skrapes av ned i en beholder med en nal. Partikler i overflatehinnen festes til glasset dersom det ikke helles av for raskt, og hastigheten på vannet som renner av holdes nede ved at man holder glassplaten i en vinkel mot overflaten avhengig av hvor raskt vannet renner; vinkelen kan økes før man naler. Vannprøvene ble samlet fra båt (stasjon 1-5) og fra land (stasjon 6-8) og «dyppe-teknikken» ble repetert 20-30 ganger på hver stasjon. Vi gjør oppmerksom på at nalen har plastelementer i skaft og at selve nalen er laget av plast, noe som kan være kilde til kontaminering, spesielt om nalen er gammel. I denne analysen brukte vi lupe, der vi kunne ha sett bort fra partikler med knall blå farge (som håndtaket til nalen), og eventuelt mer «rugglette» svarte plastfragmenter fra nalen, men om prøvene skulle blitt analysert med f.eks. Pyr-GC/MS, en analysemetode som kjenner igjen ulike polymerer ved hjelp av ulike kjemiske pyrolyse-gass-kromatografi profiler når de brennes, vil vi anbefale å sende med en kontrollprøve der man har nalet tilsvarende mengde helt plastfritt vann.

menter fra andre biologiske fragmenter, og det ble derfor bestemt at metoden ble for tidkrevende og ga for usikre resultater. Filtrering av vann igjennom glassfiberfilter ga en fin kontrast, der det var enkelt å detektere uorganiske fragmenter med mørk farge mot den hvite kontrasten til filteret i lupe. Prøvene ble gitt en score på 1-6 på mengde plast, der 1 er lav og 6 er høyt.

Innsamling av biologiske prøver

Det ble gjennomført prøvafiske i Randsfjorden 16. august 2019 i forbindelse med prosjektet «Fisk i innsjøer» (Schartau et al., 2018), der vi fikk tilgang til magesekker fra sik større enn

30 cm. Fiskene ble fanget inn med trål mellom Bjønøroa og Brandbu (Figur 1a) og fryst direkte etter fangst. Siken ble senere opptint i romtemperatur for dissekering av mageprøver på laboratorium. Hver enkelt mageprøve ble lagt på en petriskål før den ble snittet av et barberblad og innholdet ble gått igjennom med stereolupe og pinsett.

Ved funn av dødt vilt blir noe av dette innlevert til det regionale museet med naturhistoriske samlinger. Det ble foretatt et utvalg av innkommet fallvilt med opprinnelse fra Randsfjorden, der arter som henter føde i størst mulig grad i vannoverflaten, samt fiskespisende arter

som livnærer seg mest av arter i strandsone, ble prioritert. Magesekker av arter som inngikk i undersøkelser av mikroplast inkluderte laksand, knoppsvane, og storskarv (3 stk). Innholdet i magesekkene ble vasket igjennom en finmasket duk og samlet opp i rene beholdere før diverse byttedyr-rester ble vasket ut. Innholdet ble deretter tørket, før det resterende materialet ble gjennomgått med visuelle analyser i stereolupe ved bruk av pinsett. Totalt 45 skarv ble også undersøkt for eksterne plastobjekter og fiske- redskaper, som f.eks. sene rundt fot, hals og nebb.

Resultater

I dette studiet gjenkjente vi uorganiske fragmenter ved bruk av stereolupe, og kan ikke med sikkerhet si at alle fragmentene var av plast (se diskusjon). Når vi allikevel kaller resultatene for mikroplast, er det på bakgrunn av at alle observasjonene hadde unaturlig farge (for det meste blåtonet), gjenskin (refleks av lys) og form (trådaktig, rund, ikke fliset) som alle tilsa at de var av plast.

Mikroplast i vannprøver

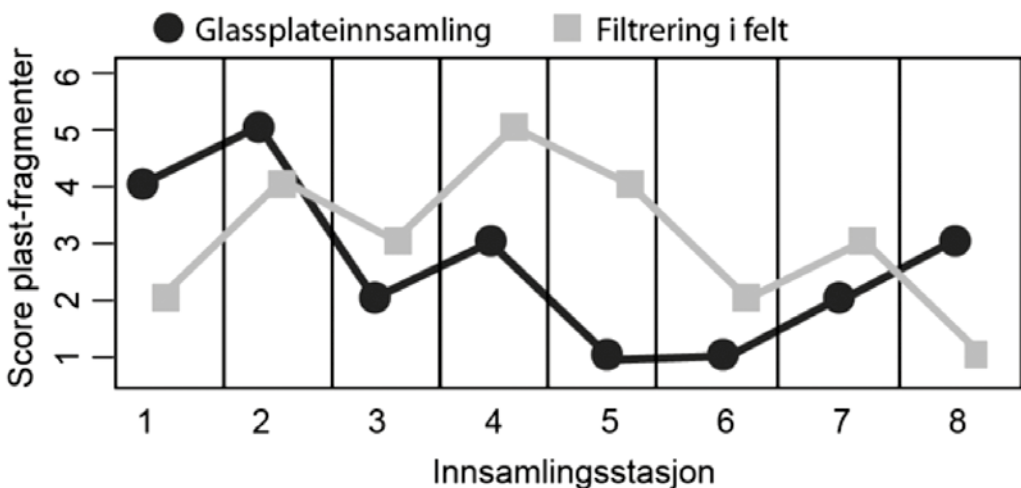
Vi detekterte uorganiske fragmenter fra alle prøvestasjonene med innsamling på glassplate. Mengden fragmenter varierte noe fra stasjon til

stasjon, med flest fragmenter ble funnet på stasjon 2 og færrest på stasjon 5 og 6 (Figur 3, 4a). Gjennomsnittlig skår på 2,65 (\pm standardfeil 1,41). Vi detekterte også uorganiske fragmenter fra alle prøvestasjonene når vi samlet inn og filtrerte overflatevann med peristaltisk pumpe, der alle stasjonene hadde en gjennomsnittlig skår på 3 (\pm standardfeil 1.31). Mengden fragmenter varierte noe fra stasjon til stasjon, med flest fragmenter på stasjon 4 og færrest på stasjon 8 (Figur 3, 4b).

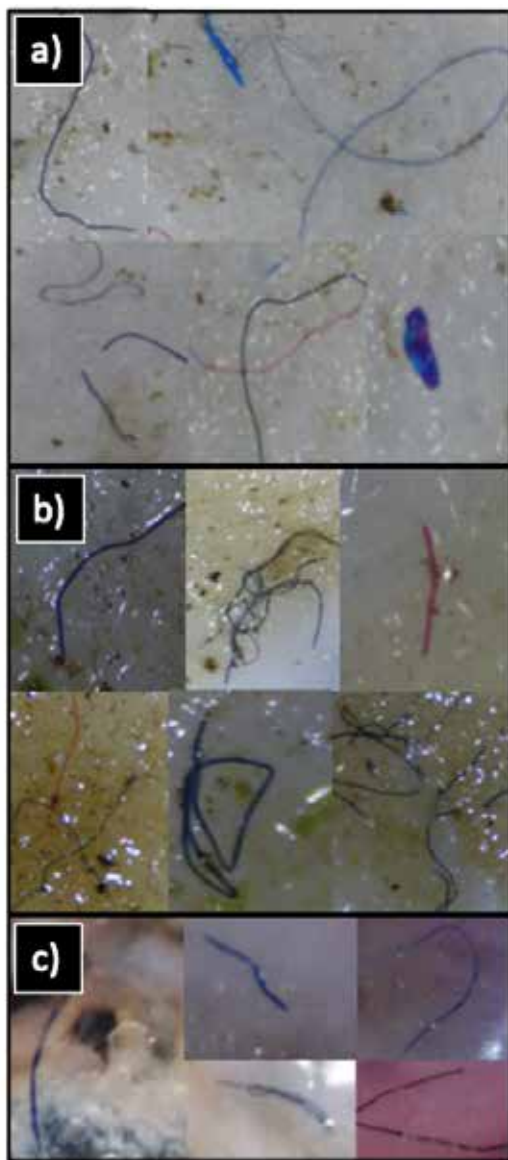
Mikroplast i biologiske prøver

Av de 11 gjennomgåtte fiskene hadde 3 fisk totalt 8 uorganiske fragmenter i magen (Figur 4c). Seks fisk hadde mye zooplankton i magen, noe som gjorde det vanskelig å skille organiske og uorganiske partikler fra hverandre (Figur 4c), og det ble kun observert 1 partikkel til sammen for fiskene med fulle mager. Av de 5 fiskene som hadde tomme mager ble det observert 5 partikler i en fisk og tre fisk hadde en partikkel hver.

Det ble funnet store mengder organisk materiale i magesekken til laksanden, noe som trolig skyldes mye ufordøyd fisk. Dette gjorde det vanskelig å skille organiske og uorganiske partikler fra hverandre på samme måte som for innholdet i fiskemagene. Det ble likevel observert noen få



Figur 3. Plott av resultatskår for vannprøvene for de ulike stasjonene. Plottet viser en sammenstilling mellom innsamling med glassplate for filtrering, og direkte filtrering i felt. Mengde plast på glassfiberfilteret er så gitt en skår mellom 1-6, der 6 er høyt.



Figur 4. Eksempler på observert mikroplast. a) prøver samlet inn med glassplate før filtrering, b) prøver samlet inn med filtrering direkte i felt c) fiskemager. Legg spesielt merke til at prøvene med direkte filtrering i felt har mer organisk materiale og filteret er mørkere i fargen.

partikler av ukjent opphav som ble nærmere undersøkt med mikroskop, der en av partiklene trolig var isopor. Vi fikk ikke deteksjon av mikroplast eller andre uorganiske fragmenter i laksanden. Den voksne knoppsvanen var sterkt

avmagret, og det ble funnet et blysokke med vekt 7 gram i kråsen, i tillegg til en tråd eller senenøste av usikkert materiale (Figur 5). Vevet innvendig i kråsen virket sterkt skadet og deformert. Det ble ikke påvist mikroplast i knoppsvanen. For de tre skarvene som ble dissekert, ble det heller ikke observert mikroplast i magesekken. Av de 45 skarvene som ble gjennomgått ble det funnet rester av fiskeredskaper enten fra sportsfiske eller fritidsfiske i 5 individer. Plast, isopor og annet materiale enn det som er knyttet til fiskeredskap ble ikke funnet. For flere av fuglene (7 stk.) hang det rester av fiskesene ut av nebbet.

Diskusjon

Dette prosjektet var et pilotprosjekt på undersøkelsesmetodikk for deteksjon av mikro- og makroplast i vannprøver, i fiskemager og på eller i akvatisk tilknyttede fugler i og langs Randsfjorden, der målsetningen var å teste ut enkle og kostnadseffektive metoder for deteksjon av mikroplast i vann og fiskemager, samt makroplast i mager og krås hos fugl. Resultatene tilsier at både mikro- og makroplast utgjør et miljøproblem som bør følges opp med videre undersøkelser.

Vi har ikke analysert de observerte fibre for kjemiske sammensetninger, men de fleste hadde en klar blå farge som mest sannsynlig tilsier at dette er rester av tauverk, og de aller fleste observerte fragmentene hadde også en skinrende overflate, som vi ikke forventer av organisk materiale i samme grad, og vi kaller derfor de observerte fragmentene i dette tilfelle for plast. Andre mulige opphav kan være fiber av bomull, ull og lin, der vi ikke vet med sikkerhet hvilken fraksjon som er plast eller organisk materiale. Vi fant mikroplast ved bruk av begge filtreringsmetodene for vannprøver på alle stasjonene. De to filtreringsmetodene vurderes å være jevn gode, der fordelene med glassplateinnsamlingen kan være at den krever minimalt med utstyr ved at vannet kan sendes til laboratorier for videre analyser med filtrering og lupe, men den krever også bruk av nal, som kan inneholde plast. En mulighet å unngå nal



Figur 5. Fiskeredskap funnet i fugl. a) blysokke og b) trådrester av ukjent opphav funnet i knoppsvane, c) og d) fiskeredskaper funnet i magesekker hos storskarv. Foto: Finn Audun Grøndahl.

kan være bruk av spruteflaske for å slik skylle fragmentene ned i karet, men denne vil også være laget av plast, og man må skylle hele glassplaten meget godt mellom hver dypping, noe som vil øke vannmengden man må filtrere for hvert dypp. Eventuelle plastkontamineringer fra boksene ville enten ha «flass»-form, eller mer sannsynlig, være nanoplast og dermed ikke-detekterbart i dette forsøket.

Vi fant en økende mengde mikroplast i prøvene som var filtrert i naturreservatet i den øvre delen av Randsfjorden (stasjon 2 og 4, Figur 1). Dette var noe uventet da vi forventet høyest innhold på stasjon 1, som er rett ved utløpet til renseanlegget. En mulig forklaring på dette kan være at alle partiklene virvler for mye rundt og ned i vannmassene (turbulens), slik at overflatevannet inneholder færre partikler i rennende vann enn i mer stillestående vann. Valg av stasjoner for innsamling av overflatevann bør derfor legges et lite stykke nedstrøms fra slike

innløp. Innsamling med grovere filter og planktonhov ga prøver med for lav kontrastmuligheter mellom mikroplast og organisk materiale, da platen sannsynligvis fester seg til det organiske materialet. Ved innsamling av slike prøver må det biologiske materialet brytes ned før videre filtrering og analyser. Det samme problemet oppstod ved analyse av fiskemager, og vi fikk kun deteksjon av mikroplast da magesekken var tom og mikroplasten lå igjen. Det ble ikke gjort funn av mikroplast i noen av de undersøkte kråsene, men mange inneholdt rester av diverse makroplast og rester av fiskeutstyr. Dette illustrerer at både mikro- og makroplast, samt annet avfall fra ulike kilder utgjør et miljøproblem i dette ferskvannssystemet.

Det er svært tidkrevende å gå igjennom magesekker av fisk som har hatt høyt fødeinntak, og sannsynligheten for funn av små plastdeler er lav, ettersom dette vil binde seg til det øvrige organiske magesekkinholdet på grunn

av hydrogenbindinger. At vi kun fant plast i fisk med tomme magesekker er etter forholdene ikke overaskende, og vi vet per i dag ikke om platen i magesekken ligger igjen etter et måltid ved at den har festet seg til innsiden av magesekken, eller om fisken har spist dette aktivt som følge av forveksling med zooplankton. Andre studier har vist at organismer som østers i stor grad klarer å kvitte seg med mikroplast gjennom tarmen (Sussarellu et al., 2016). Funn av såpass lite synlig mikroplast i fiskemagene er dette trolig også gjeldende for sik.

Selv om plast går ut av fordøyelsessystemet til dyr i intakt form, kan platen allikevel ha en effekt på organismene. Inntak av nanoplast har ført til lavere fotosyntese i grønn-algen *Scenedesmus obliquus* og lavere vekst og fertilitet hos vannloppen *Daphnia magna* (Besseling et al., 2014). Inntak av mikroplast har også ført til lavere fertilitet hos østers. Studier dokumenterte at 23% av spermene hos østers som hadde inntatt mikroplast fikk en lavere bevegelseshastighet og dermed et lavere fertiliseringspotensiale enn østers som kun hadde blitt eksponert for rent saltvann (Sussarellu et al., 2016). Det samme studiet viste også at østers som ble satt på en «mikroplast-diett» fikk lavere vekst til tross for at de økte inntaket av mikroalger, noe som til dels kunne forklares av en økt stressrespons av økt produksjon av glucocorticoider, som senker produksjonen av enzymer som oksiderer fett. Den japanske rismark-fisken «medaka» (*Oryzias latipes*) som fikk innblandet polyethylene i foret sitt, fikk kjønns-spesifikke nedreguleringer av ulike gener i leveren som igjen påvirket hormonproduksjon og medførte til dels unormal celledeling i kjønnscellene (Rochman et al., 2014).

Funn av plastfragmenter på alle innsamlingsstasjonene er ikke uventet. For å analysere funn, mengde og type plast i vann og fauna kreves visuell identifisering, enten med stereolupe til påvisning og mengdeangivelse, eller ved kjemisk analyse med typekategorisering av mikroplast, som er forholdsvis kostbare analyser. Kjemisk analyse vil også kunne separere ut fragmenter av annet opphav, slik som f.eks. ren bomull, ull og lin, som til en viss grad kan ha gitt

feilkilder i dette prosjektet. Videre er det estimert at over 90% av mikroplast i vann sannsynligvis finnes i sedimentene (Booth et al., 2017), og sedimentprøver bør derfor også inkluderes for å få et bedre innblikk i hvor mye plast som akkumulerer seg i de ulike områdene av Randsfjorden. Vi konkluderer likevel med at filtrering av overflatevannprøver er en rask og billig deteksjonsmetode som er egnet som innsamlingsmetode til denne type kartleggingsstudier.

Takksigelser

Vi ønsker å takke Hanna Löv for hjelp med innsamling av vannprøvene, John-Gunnar Dokk, Tobias Holter og Knut Andreas Eikland-Bækkelie for innsamling av sik og uttak av mageprøver, taxidermist Ole-Reidar Lågrinn for hjelp med bearbeidelse av fuglene, Kristine Heistad for hjelp med tørking av mageprøvene og Finn Audun Grøndahl for hjelp på laboratoriet.

Referanser

- Besseling, E., Wang, B., Lüring, M., Koelmans, A.A., 2014. Nanoplastic affects growth of *S. obliquus* and reproduction of *D. magna*. *Environmental Science & Technology* 48, 12336-12343.
- Booth, A.M., Kubowicz, S., Beegle-Krause, C.J., Skancke, J., Nordam, T., Landsem, E., Throne-Holst, M., Jahren, S., 2017. Microplastic in global and Norwegian marine environments: Distributions, degradation mechanisms and transport.
- Browne, M.A., Crump, P., Niven, S.J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., Thompson, R., 2011. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environmental Science & Technology* 45, 9175-9179.
- diversity, S.o.t.c.o.b., 2016. Marine debris: understanding, preventing and mitigating the significant adverse impacts on marine and coastal biodiversity, Technical Series No.83, Montreal, 78.
- Frias, J.P.G.L., Nash, R., 2019. Microplastics: Finding a consensus on the definition. *Marine Pollution Bulletin* 138, 145-147.
- Karami, A., Golieskardi, A., Ho, Y.B., Larat, V., Salamatinia, B., 2017. Microplastics in eviscerated flesh and excised organs of dried fish. *Scientific Reports* 7, 5473.
- Lorenz, C., Dolven, J.K., Værøy, N., Stephansen, D., Olsen, S.B., Vollertsen, J., 2020. Microplastic pollution in three rivers in south eastern Norway.

- Lusher, A.L.L., Buenaventura, N.T., Eidsvoll, D.P., Thrane, J.E., Økelsrud, A., Jartun, M., 2018. Freshwater microplastics in Norway: a first look at sediment, biota and historical plankton samples from Lake Mjøsa and Lake Femunden, M-1212 | 2018.
- Powell, J.J., Faria, N., Thomas-McKay, E., Pele, L.C., 2010. Origin and fate of dietary nanoparticles and micro-particles in the gastrointestinal tract. *Journal of Autoimmunity* 34, J226-J233.
- Rochman, C.M., Browne, M.A., Halpern, B.S., Hentschel, B.T., Hoh, E., Karapanagioti, H.K., Rios-Mendoza, L.M., Takada, H., Teh, S., Thompson, R.C., 2013. Classify plastic waste as hazardous. *Nature* 494, 169-171.
- Rochman, C.M., Kurobe, T., Flores, I., Teh, S.J., 2014. Early warning signs of endocrine disruption in adult fish from the ingestion of polyethylene with and without sorbed chemical pollutants from the marine environment. *Science of The Total Environment* 493, 656-661.
- Rochman, C.M., Tahir, A., Williams, S.L., Baxa, D.V., Lam, R., Miller, J.T., Teh, F.-C., Werorilangi, S., Teh, S.J., 2015. Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Scientific Reports* 5, 14340.
- Schartau, A.K., Mjelde, M., Bækkelie, K.A.E., Demars, B., Dokk, J.G., Edvardsen, H., Hesthagen, T., Jensen, T.C., Jenssen, M.S., Løvik, J.E., Pettersen, O., Saksgård, R., Sandlund, O.T., Skjelbred, B., Velle, G., B., W., 2018. ØKOFERSK delprogram Øst: Basisovervåking av utvalgte innsjøer i 2017. Overvåking og klassifisering av økologisk tilstand. Overvåkningsrapport M 1057.
- Sussarellu, R., Suquet, M., Thomas, Y., Lambert, C., Fabioux, C., Pernet, M.E.J., Le Goïc, N., Quillien, V., Mingant, C., Epelboin, Y., Corporeau, C., Guyomarch, J., Robbens, J., Paul-Pont, I., Soudant, P., Huvet, A., 2016. Oyster reproduction is affected by exposure to polystyrene microplastics. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113, 2430-2435.
- Wang, F., Wong, C.S., Chen, D., Lu, X., Wang, F., Zeng, E.Y., 2018. Interaction of toxic chemicals with microplastics: A critical review. *Water Research* 139, 208-219.