

1803

NINA Rapport

Kartlegging av mikroplast i ferskvann og ferskvannsbiota i Randsfjorden

Annette Taugbøl, Andrea Rishatt, Hanna Lööv & Børre Dervo



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.

Kartlegging av mikroplast i ferskvann og ferskvannsbiota i Randsfjorden

Annette Taugbøl
Andrea Rishatt
Hanna Lööv
Børre Dervo

Taugbøl, A., Rishatt, A., Lööv, H. & Dervo, B. 2020. Kartlegging av mikroplast i ferskvann og ferskvannsbiota i Randsfjorden. NINA Rapport 1803. Norsk institutt for naturforskning

Lillehammer, mars 2020.

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4561-6

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Tobias Holter

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Jon Museth (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Handelens Miljøfond

FORSIDEBILDE

Diverse bilder fra felt og labb © Annette Taugbøl & Finn Audun Grøndahl

NØKKELOD

- Dokkadeltaet, Innlandet, Norge
- Ferskvann
- Plast, plastikk
- Mikroplast, mikroplastikk
- Sik
- Laksand
- Skarv
- Knoppsvane

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 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

Taugbøl, A., Rishatt, A., Lööv, H. & Dervo, B. 2020. Kartlegging av mikroplast i ferskvann og ferskvannsbiota i Randsfjorden. NINA Rapport 1803. Norsk institutt for naturforskning

Kunnskapen om mikroplast i ferskvann er begrenset, både i Norge men også ellers i verden da det meste av fokuset har vært rettet mot det marine miljøet. I denne rapporten beskriver vi funn av mikroplast fra filtrerte vannprøver og magesekker fra sik (*Coregonus lavaretus*) og fugl i Randsfjorden. Samlet viser resultatene at filtrering av vann igjennom et glassfiberfilter er et godt egnet verktøy for deteksjon av mikroplast, mens det foreslås bedre metoder for å detektere plast i biota.

Prøvetakningen av vann ble gjennomført i august 2019 fra 8 ulike stasjoner i den nordlige delen av Randsfjorden. Vann ble samlet inn med tre ulike innsamlingsteknikker. Innhold av plast ble analysert i to av metodene; filtrering av vann gjennom et glassfiberfilter direkte i felt og oppsamling av vann med en glassplate som senere ble filtrert gjennom et glassfiberfilter på labb. Det ble brukt lupe for deteksjon av fragmenter, disse ble fotografert og filteret ble gitt en score på hvor mye plast det inneholdt. Alle innsamlingsstasjonene inneholdt plastfragmenter og de to metodene var jevn gode på deteksjon.

Prøvetakningen av fisk ble gjennomført i midten av august, og det ble plukket ut et utvalg sik over 30 cm som fikk dissekert ut magesekken på labb. Magesekken ble splittet opp, og innholdet ble studert under lupe. Det ble funnet plastfragmenter i 3 av 11 magesekker. Dette er trolig en underestimert da de tre fiskene var de eneste som hadde tom magesekk og dermed høy kontrast mellom observert plast og magesekk.

Av innkommet fallvilt ble det plukket ut et utvalg av storskarv, laksand og knoppsvane for undersøkelser av plast i magesekken. Det ble ikke funnet plast i noen av fuglene med metodene som ble brukt i denne rapporten, men det ble funnet rester av fiskeredskaper.

Annette Taugbøl^{1*}, Andrea Rishatt², Hanna Lööv² & Børre Dervo¹

- 1) NINA Lillehammer, Vormstuguvegen 40, 2624 Lillehammer
- 2) Dokkadeltaet Nasjonale Våtmarksenter

* Annette.taugbol@nina.no

Innhold

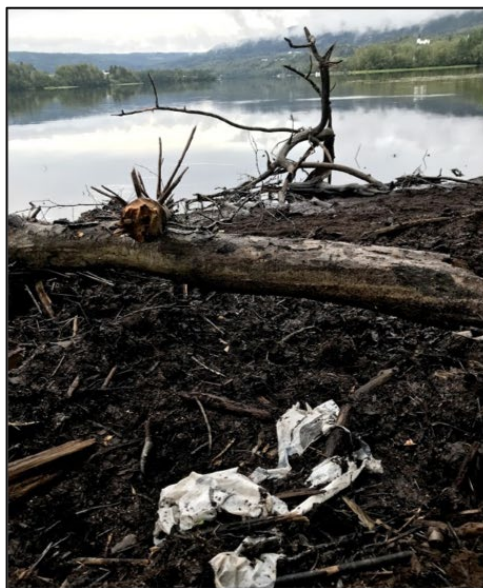
Sammendrag	3
Innhold.....	4
Forord.....	5
1 Innledning.....	6
2 Materialer og metoder.....	8
2.1 Områdebeskrivelse: Randsfjorden	8
2.2 Potensielle kilder til mikroplastforurensning i Randsfjorden.....	9
2.3 Identifisering av mikroplast	9
2.4 Kartlegging av mikroplast i vannprøver	9
2.4.1 Glassplateoppsamling	10
2.4.2 Filtrering med glassfiberfilter med hjelp av pumpe	10
2.4.3 Filtrering med grovt filter	11
2.4.4 Filtrering med planktonhov	11
2.5 Kartlegging av mikroplast i ferskvannsbiota.....	12
2.5.1 Mikroplast i fisk.....	12
2.5.2 Plast i laksand, storskarv og knoppsvane	12
3 Resultater	14
3.1 Mikroplast i vannprøver.....	14
3.1.1 Glassplateoppsamling	14
3.1.2 Filtrering med glassfiberfilter med hjelp av pumpe	15
3.2 Mikroplast i ferskvannsbiota	16
3.2.1 Mikroplast i fisk.....	16
3.2.2 Mikroplast i fugl.....	16
4 Diskusjon.....	19
4.1 Funn av mikroplast i vann.....	19
4.2 Funn av mikroplast i ferskvannsbiota	19
4.3 Konklusjon og videre anbefalinger.....	20
5 Referanser.....	21

Forord

NINA og Dokkadeltaet Nasjonale Våtmarksenter (DNV) har samarbeidet om et pilotprosjekt på **plast og påvisning av mikroplast i vann og organismer i Randsfjorden**. Siden prosjektet først og fremst dreide seg om *påvisning* av mikroplast ble det ikke prioritert å gjennomføre detaljerte kvantitative innsamlinger, og vi plukket ut innsamlingsområder der vi forventet at konsentrasjonen burde være høy; som i nærheten av renseanlegg, i bukter inn mot land og langs land der vannet var mer stillestående. Vi samlet også inn mageprøver av sik, samt mageprøver fra et lite utvalg fugler som har blitt overlevert Randsfjordmuseet i forbindelse med påkjørsler eller andre dødsårsaker.

Vi ønsker å takke 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; Finn Audun Grøndahl for hjelp på labb.

Mars, Annette Taugbøl, NINA



1 Innledning

Plastikk har siden sin opprinnelse revolusjonert hverdagen til mennesker, der særlig den vestlige verden forbruker en god del plast hver dag. Det brukes blant annet plastikk i innpakninger, i 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, noe som igjen kan akkumulere til et plastikkproblem på hele 33 billioner tonn i 2050 hvis problemet ikke blir tatt tak i (Rochman et al. 2013).

Etter at masseproduksjonen av plastikk startet på 1950-tallet har også plastikk blitt akkumulert i naturen. Plastikk i naturen er et fenomen som er stadig økende og problematisk ved at plastikk knapt brytes ned, men heller fragmenterer til mindre og mindre deler. Lenge ble kun makroplast og synlig forsøpling langs marine strender sett på som et mer eller mindre estetisk problem. Det har også vært kjent at større plastdeler og rester av fiskegarn kunne være dødelig for sjøfugl og pattedyr, men det er først i det siste tiåret at plast og problematikken med plast i naturen har fått økt fokus, og da også de mindre plastbitene, såkalt mikroplast.

Mikroplast er plastdeler som er mellom 1 og 5 mm (Frias & Nash 2019). Mikroplast har ulike typer opphav, der direkte kilder (primærkilder) blant annet er kosmetikk (fra plastpellets i f.eks. ansiktsskrubb og tannkrem), klesvask og bruk av syntetisk stoff-materiale der små fragmenter slites av og slittasje av bildekk (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 ned til nanoplast, som er plastbiter under 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 særlig større plastobjekter i forhold til størrelsen på dyret kan platen hope seg opp i magesekken og hindre opptak av næring, noe som kan føre til at dyret sulter i hjel. Mikroplastikk kan ha samme størrelse og form som ulike typer dyreplankton, og utgjør derfor et større problem for organismer som skaffer seg mat ved å filtrere vann («filterfeeders»)

Det er funnet plast i fordøyelsessystemet til en rekke arter (Karami et al. 2017, Rochman et al. 2015) og det er beregnet at minst 800 marine arter verden over er negativt påvirket av plast (Marine Debris 2016), et tall som trolig er underestimert. Undersøkelser viser at mikroplast har påvirket formeringsevnen til flere marine arter (Sussarellu et al. 2016), samt at det også påvirker balansesystemet til mage og tarm (Powell et al. 2010), produksjonen av hormoner og effektiviteten til immunsystemet. Det er fortsatt uvisst i hvilken grad mikroplast er skadelig for mennesker (Smith et al. 2018, Wright & Kelly 2017), men mikroplast finnes i luften, i vannet og til dels også i maten vi spiser, og det er estimert at et gjennomsnittsmenneske får i seg mellom 39.000-52.000 partikler av plast hvert år fra mat og drikke (samt et tillegg på 90.000 hvis man drikker flaskevann), og øker til mellom 74.000-121.000 når man inkluderer plast inhalert fra luft (Cox et al. 2019).

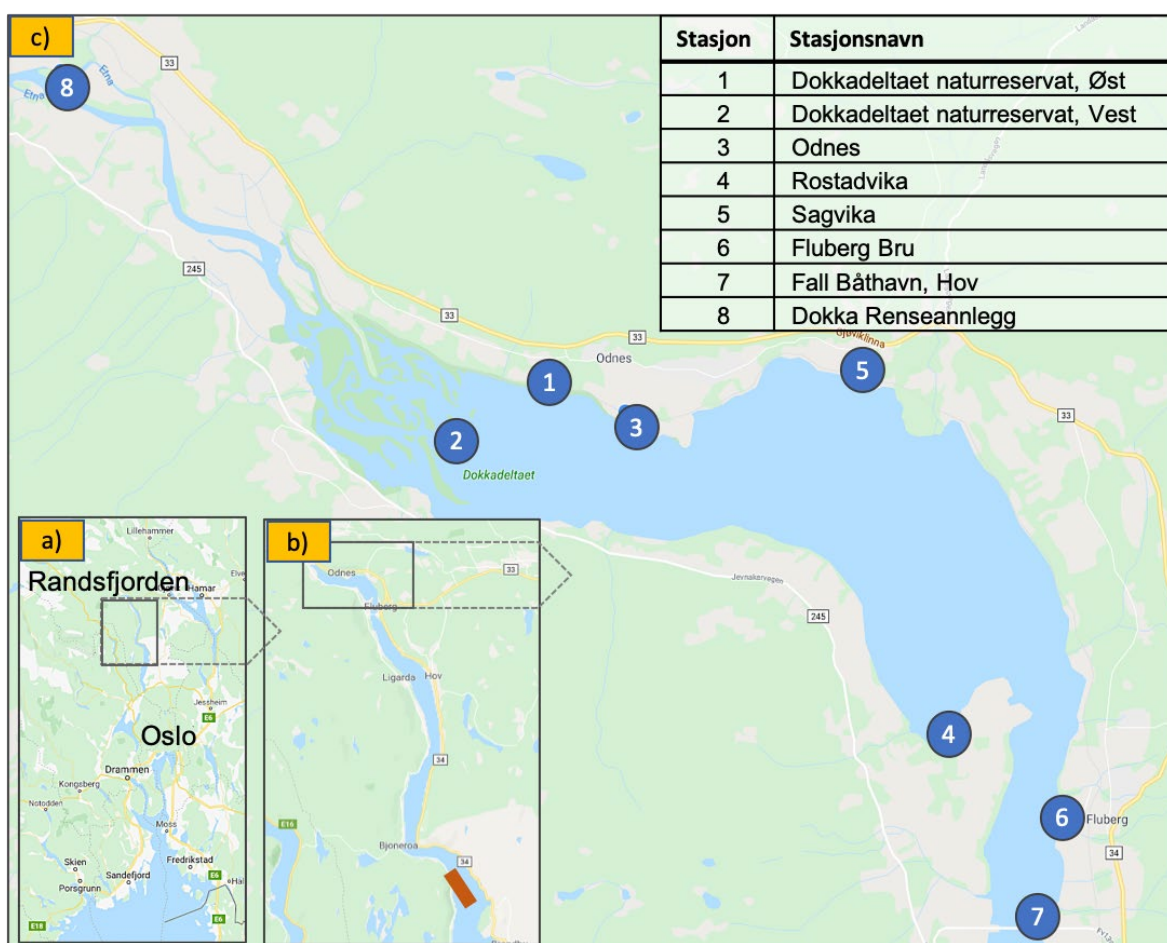
Beregninger viser at verdenshavene daglig får tilført 22 000 tonn plast; over 100 millioner tonn hvert år (Jambeck et al. 2015). Det er anslått at over 80% av all plast i havet stammer fra

land-baserte kilder, der elvene står for det meste av tilførselen (Jambeck et al. 2015). Eksempler på landbaserte kilder kan være diffus forsøpling, villfyllinger, industri og avfallsdeponier. En annen viktig faktor er overvann fra avløp og overflateavrenning ved regnvær og snøsmelting (Liu et al. 2019). For å ta tak i plastproblemet i vann er det i løpet av de senere årene også vært mer fokus på plastavfall i innsjøer og elver og avfallets påvirkning på ferskvannsmiljøet (Wagner & Lambert 2018). I takt med økt fokus på mikroplast i ferskvann har det blitt publisert flere rapporter fra Norge som viser at plastforsøpling er et problem i norske vassdrag og innsjøer, inkludert ferskvannssystemer i innlandet, der det er funnet mikroplast i sedimentprøver fra Mjøsa (Lusher et al. 2018) og i vann fra elver i Sørøst-Norge (Lorenz et al. 2020). Denne rapporten oppsummerer funn av plast i vannprøver og biota samlet inn i Randsfjorden, der målet med arbeidet var å fremskaffe en metode som enkelt kan påvise plast.

2 Materialer og metoder

2.1 Områdebeskrivelse: Randsfjorden

Randsfjorden er den fjerde største innsjøen i Norge (**Figur 1**), og fungerer blant annet som drikkevannskilde for 90% av befolkningen i Jevnaker. Helt nord i Randsfjorden ligger Dokkadeltaet naturreservat som fikk vernestatus i 1990 og status som Ramsar-område i 2002. Ramsar-konvensjonen er en international avtale for bevaring og bærekraftig bruk av våtmarker, der hovedformålet er å begrense ytterligere tap av våtmarkshabitat. Dokkadeltaet ble utnevnt til et Ramsar-område ut ifra områdets betydning for trekkende og hekkende vannfugler, og det er observert over 220 fuglearter i reservatet. Elvene Dokka og Etna, som har sitt utløp nord i Randsfjorden, har bygget opp et stort deltaområde bestående av to hovedløp og en lang rekke bakevjer, loner, ellevoller, kanaler, elveslynger og sumpområder. Tidligere ble området benyttet til slått og beite, og kulturpåvirkningen er fortsatt betydelig. I motsetning til de fleste andre større innlandsdelta, er Dokkadeltaet lite berørt av tekniske inngrep.



Figur 1. Kart over innsamlingsområde. a) viser beliggenheten til Randsfjorden i Sørøst-Norge, b) viser en forstørrelse av de nordlige delene av Randsfjorden, med inntegnet område for tråling av sik (oransje strek; mellom Bjoneroa og Brandbu) og indikerer området forstørret i c) der vannprøvene ble samlet inn. Vannprøvene i 1-5 ble samlet inn med båt mens 6-8 ble samlet inn fra land, se Tabell 1 for lokalitetsnavn. Kartutsnittene er hentet fra norgeskart.no.

2.2 Potensielle kilder til mikroplastforurensning i Randsfjorden

Slitasje fra bildekk 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 har relativt høy trafikk. 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. Det finnes flere potensielle kilder til mikroplastforurensning i Randsfjorden. For eksempel; generell forsøpling fra fastbeboende og besøkende, sagbruket og behandlet avløpsvann (Nerland, m.fl. 2014). Dokka renseanlegg renser avløpsvannet fra befolkningen på Dokka og har utløp i Dokka/Etna elv. Eventuelle mikroplastpartikler fra klesvask, kosmetikk o.l. vil ikke fanges opp av dagens rensemetoder og det kan derfor tenkes at slike partikler til slutt havner i vassdraget og ellers i naturen.

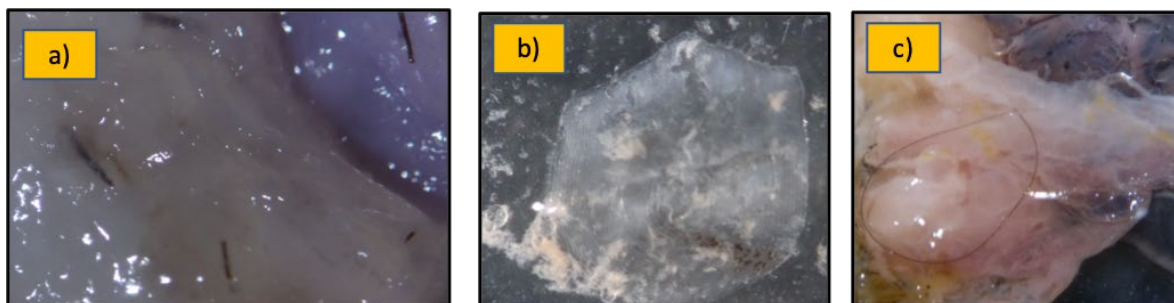
2.3 Identifisering av mikroplast

I dette prosjektet ble mikroplast identifisert visuelt ved bruk av stereolupe, og funn ble fotografert med et kompaktkamera (Sony RX100III). Fragmentene som ble identifisert kan også ha opphav i organisk materiale, som bomull, lin og ull. Siden dette prosjektet kun bruker visuell deteksjon av plast som et resultat, omtaler vi resultatene som «fragmenter», der fragmentene med forholdsvis høy sikkerhet er plast. I analysearbeidet definerte vi partiklene som mikroplastikk etter Nor & Obbard (2014):

Partiklene ble definert som plastikk når:

- i) Det ikke var synlige cellulære eller organiske strukturer
- ii) Fargen var homogen gjennom fragmentet
- iii) Ingen segmentering eller sammenfletting av strukturer
- iv) Fibrene eller strukturene ble ikke fragmentert ved trykk

Figur 2a viser et bilde av objekter funnet i magesekk av sik som trolig er av organisk opprinnelse da de ble delt ved trykk. Andre, større, fragmenter ble undersøkt ved trykk av pinsett og full zoom. Et eksempel på et fragment som kunne se ut som plast var fiskeskjell fra magesekk i sik, der man ved full zoom kunne se vekstsoner til fisken i skjellet, se **Figur 2b**. Et annet objekt som kunne se ut som plastfiber og som trolig er menneskehår er vist i **Figur 2c**.



Figur 2. Funn av objekter i mager av sik som trolig ikke er plast. a) objektene har lik størrelse og ser ut som små barnåler med butte ender, b) Fiskeskjell med årringer, c) trolig hår fra menneske

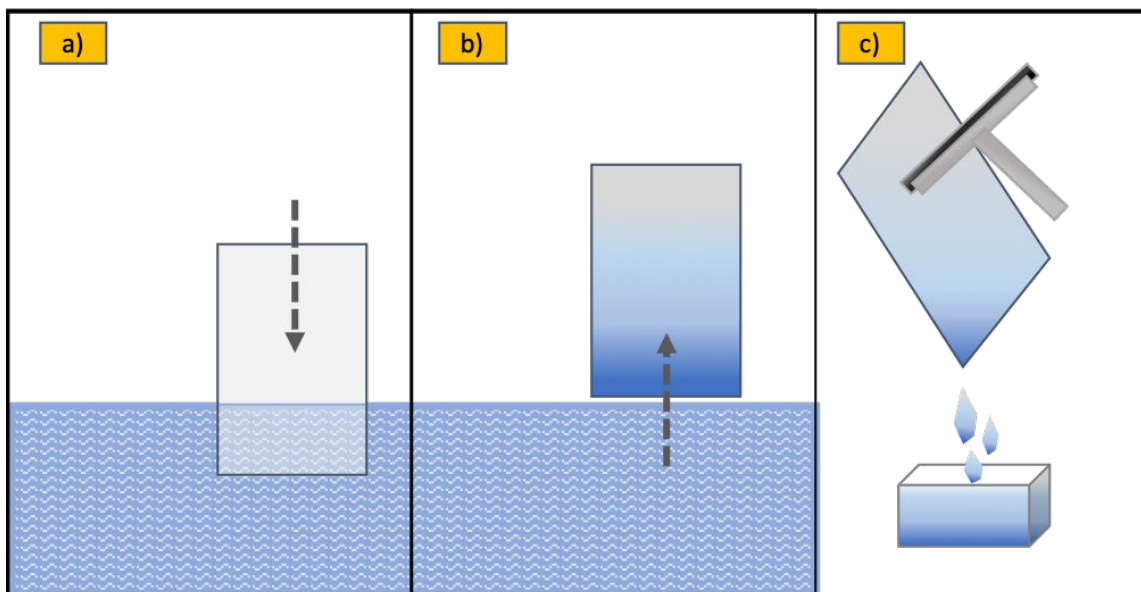
2.4 Kartlegging av mikroplast i vannprøver

Det ble totalt samlet inn og filtrert 27 overflatevannprøver fra 8 ulike stasjoner i nordre del av Randsfjorden 8. august 2019 (**Figur 1**). Fire ulike metoder ble testet for å samle inn vannprø-

ver; filtrering av vann igjennom glassfiberfilter med peristaltisk pumpe, filtrering av vann igjennom et grovt filter, filtrering av vann igjennom plankton-håv og innsamling av vann med glassplate.

2.4.1 Glassplateoppsamling

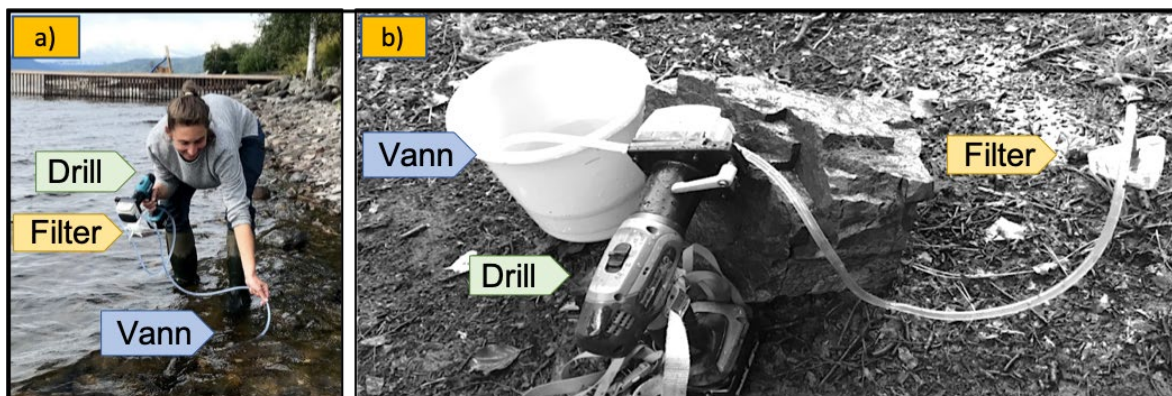
Det ble samlet inn partikler i overflatevannet via en glassplate-teknikk som går ut på å dyppe en glassplate noe vertikalt ned i vannet (ved ca 45°), før glassplaten trekkes sakte opp og vannet skrapes av med nal ned i en beholder (**Figur 3**). Denne prosessen ble repetert 20-30 ganger for hver stasjon. Vannprøvene ble samlet fra båt (stasjon 1-5) og fra land (stasjon 6-8). Det oppsamlede vannet ble lagret i en boks og fryst før analysering. Etter optining ble prøvene filtrert igjennom et glassfiberfilter (se kap. 2.2.2 for metode) og analysert under lupe.



Figur 3. Innsamling av vann med glassplate. Figuren viser en illustrasjon av glassplate-innsamling av vann der partikler festes til glasset dersom det ikke helles av for raskt. A) viser at glassplaten skyves ned i vannet, b) viser hvordan glassplate trekkes ut av vannet – her er det viktig at den trekkes opp med en sakte og konstant fart; farten på vannet som renner av holdes nede ved at man holder glassplaten i en vinkel mot overflaten på ca 45 grader, c) viser hvordan vannet samles med nal i en oppsamlingsboks.

2.4.2 Filtrering med glassfiberfilter med hjelp av pumpe

Fra båt (stasjon 1-5) ble vannet først samlet inn ved at det ble dyppet en beholder ned i vannet slik at overflatevannet rant ned i denne (**figur 4**). 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 6-8) (**Figur 4**). Glassfiberfiltrene ble lagret individuelt på 15 mL tuber (SARSTEDT) og fryst. Ved gjennomgang av prøvene ble de tint i romtemperatur og lagt på hver sin petriskål før de ble gått igjennom manuelt med lupe og pinsett. Det ble tatt et oversiktsbilde av filteret og mange små delbilder på større forstørrelser av de ulike identifiserte objektene. Utfra mengde plast i prøvene ble og hver stasjon gitt en score på 1-6, der 1 er lavt innhold av plast og 6 er høyt.



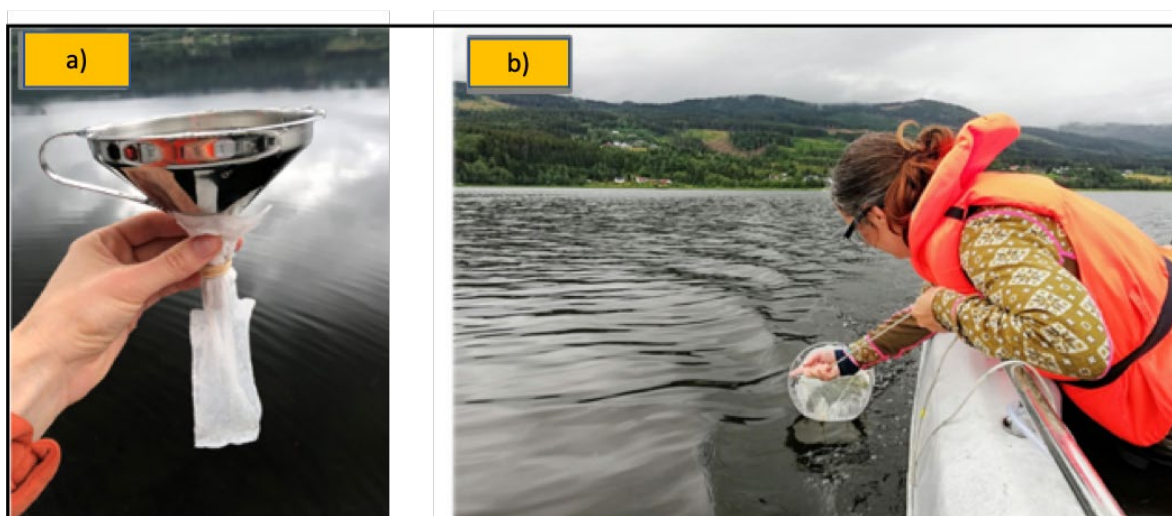
Figur 4. Innsamling og filtrering av vannprøver med peristaltisk pumpe. a) viser innsamling av vannprøver fra land der slangen holdes i vannoverflaten (fra ca- 0-2 cm under overflaten) og filtreres direkte ved bruk av den peristaltiske pumpen, b) viser en oversikt over utstyret som ble benyttet. Bøtten ble brukt fra båt for å samle inn vann, der overflatevannet ble samlet inn ved å presse bøtten ned i vannet.

2.4.3 Filtrering med grovt filter

Det ble samlet inn vannprøver fra overflatevannet i en fem-liters bøtte både fra båt (stasjon 1-5) og land (stasjon 6-8) (**Figur 5b**). Det innsamlede vannet ble så helt i en trakt og filtrert direkte gjennom et engangsfilter i papir. Filtrene ble lagret individuelt på 15 mL tuber (SARSTEDT) og fryst. Ved gjennomgang under lupe var det vanskelig å skille ut fragmentene av plast fra andre biologiske fragmenter og det ble bestemt at metoden ble for tidkrevende med for få resultater. Denne metoden ble derfor ikke analysert på lab.

2.4.4 Filtrering med planktonhov

Filtrering av vann med planktonhov ble gjennomført fra båt mellom innsamlingsstasjon 2-3, 3-4 og 4-5; totalt 3 prøver ble samlet inn og fryst før analysering. Se kartutsnitt i **Figur 1** for innsamlingsstasjonene. Ved gjennomgang under lupe var det vanskelig å skille ut fragmentene med plast fra andre biologiske fragmenter og det ble bestemt at metoden ble for tidkrevende med for få resultater. Denne metoden ble derfor ikke analysert på lab.



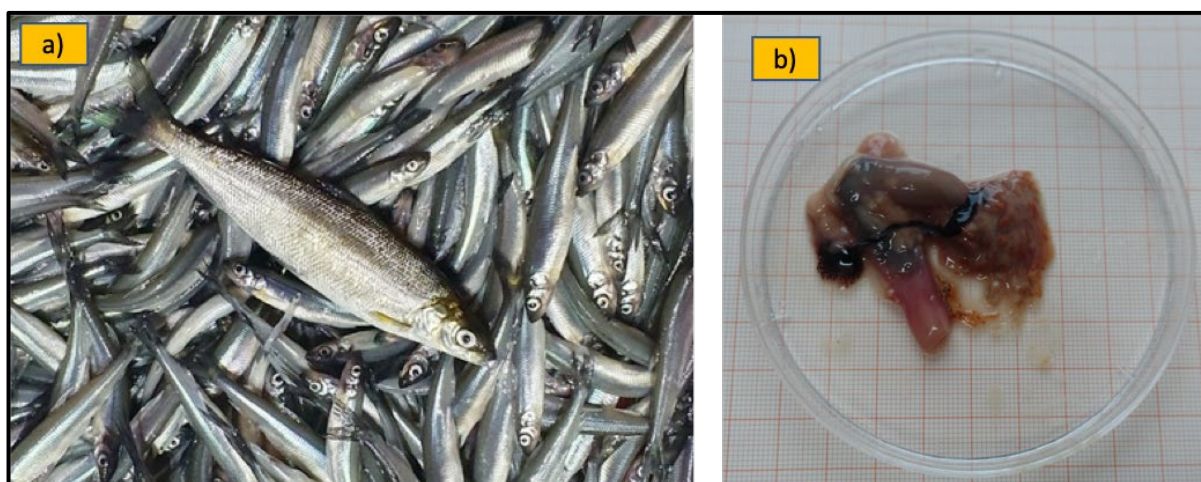
Figur 5. Innsamling og filtrering av vannprøver. a) viser filtrering med grovt filter og b) viser filtrering med plankton-håv fra båt.

2.5 Kartlegging av mikroplast i ferskvannsbiota

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 hovedsakelig henter føde i vannoverflaten og fiskespisende arter som livnærer seg mest av arter i strandsone ble prioritert. Arter av fallvilt som ble brukt i denne studien var storskarv, laksand og knoppsvane.

2.5.1 Mikroplast i fisk

Det ble gjennomført prøvafiske i Randsfjorden 16. august 2019 i forbindelse med et større prosjekt «Fisk i store innsjøer» (Gjelland et al., upubliserte data) der vi fikk tilgang til mager fra sik over 30 cm. Fiskene ble fanget med trål mellom Bjoneroa og Brandbu (Figur 1b) og ble fryst direkte etter fangst. Siken ble senere opptint i romtemperatur for dissekering av mageprøver på lab. Alle mageprøvene lagt i en samlepose tilbake på frys før magene igjen ble tint i romtemperatur og dissekert for mikroplast. Hver enkelt mageprøve ble lagt på en petriskål (Figur 6b) før den ble snittet av et sterilt barberblad og innholdet ble gått igjennom ved bruk av lupe og pinsett. Magene ble så lagt tilbake på frys i individuelle plastposer for eventuelle senere analyser.



Figur 6. Innsamling av fiskemager fra Sik. a) viser en innfanget sik (i midten) sammen med krøkle. ©Tobias Holter, b) viser en dissekert fiskemage lagt på petriskål.

2.5.2 Plast i laksand, storskarv og knoppsvane

Det ble valgt ut følgende arter for nærmere undersøkelser: en voksen knoppsvane funnet død i Randsfjorden, en voksen laksand funnet død i fiskegarn i Randsfjorden, og totalt 44 storskarver som var druknet i fiskeredskap i Randsfjorden i perioden 2018-2019.

2.5.2.1 Laksand

Magesekken til laksanda og knoppsvanen ble tatt vare på etter at dyrene ble skinnlagt for innlemmelse i museets samlinger. Innholdet i magene ble så skylt varsomt ut av magesekken og deretter lagt på en beholder. Innholdet ble stående i en temperatur på rundt 35-40 °C i 7-10 dager (maserasjon). Deretter ble innholdet vasket gjennom en finmasket duk. Duken ble deretter tørket, og fint tørt materiale ble forsiktig skrapet av duken. Materialet ble så gjennomgått med stereolupe (Figur 7). Prøver ble tatt vare på i rene glass for videre analyse. Grovere materiale ble vasket i rent vann og tørket for senere gjennomgang med stereolupe.

Mageinnholdet til storskarvene ble ikke undersøkt for mikroplast da skarven gulper opp magerester hvert døgn, og det anses derfor som lite hensiktsmessig å undersøke magene for mikroplast. Tidligere erfaringer viser at man ikke finner mikroplast utover større plastobjekter som f.eks. fiskeredskap. Vi har derfor valgt å se på større plastgjenstander/fiskeredskaper som potensielt kan sette seg fast i kroppen til storskarv eller større plastobjekter som kan være synlige i magesekken.



Figur 7. Disseksjon av Laksand. a) hel laksand, b) mageinnholdet til tørk etter disseksjon, c) analyse av mageinnholdet med lupe.

2.5.2.2 Skarv

Det ble analysert skarv fra to ulike år; 41 garndøde storskarver ble samlet inn i 2018 og tre individer ble innlevert i 2019. Samtlige fugl ble åpnet og undersøkt for makro – og mikroplast.

2.5.2.3 Knoppsvane

Det ble innlevert en voksen knoppsvane til Randsfjordmuseet 13. januar 2006. Sammen med dette individet ble det også innlevert flere knoppsvaneunger og ett egg. Materialet har vært oppbevart frosset fram til desember 2019. Den voksne svanen ble veid til 6,9 kg mens normal vekt ligger på 11-12 kg. Knoppsvanen ble først dissektert i desember 2019. Skrotten ble videre undersøkt og indre organer ble tatt ut i januar 2020. Alt plantemateriale i spiserør og krås og grus i krås ble tørket og undersøkt for blyhagl og plast.

3 Resultater

3.1 Mikroplast i vannprøver

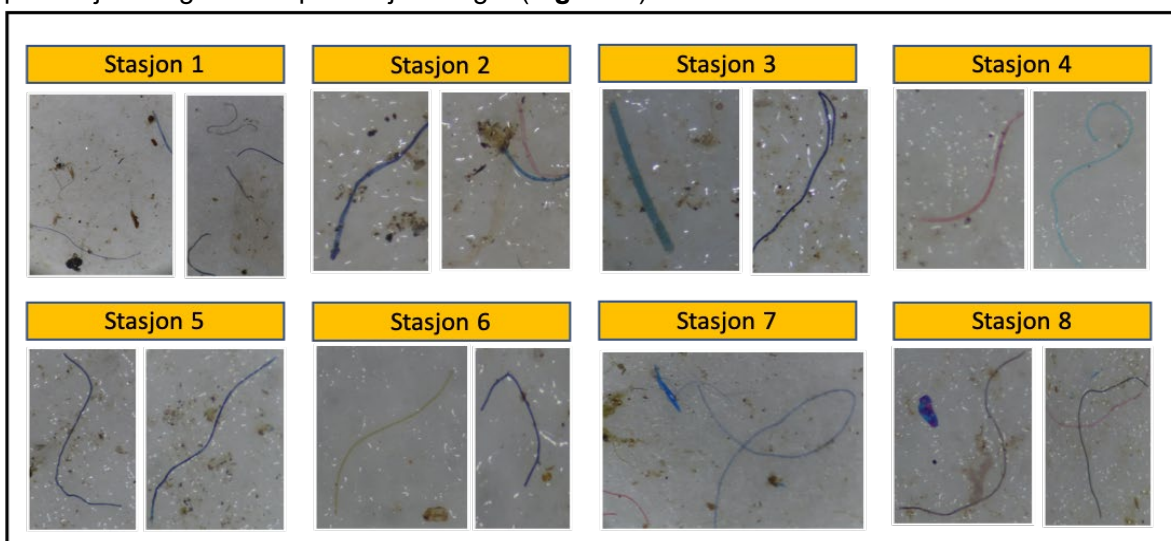
Vi testet ut fire forskjellige innsamlingsmetoder i felt, men analyserte kun prøvene for to av innsamlingsmetodene på laboratorium; glassplateoppsamling som så ble filtrert med glassfiberfilter og direkte filtrering med glassfiberfilter i felt. Filtrering av vann igjennom glassfiberfilter gav en fin kontrast der det var forholdsvis enkelt å detektere uorganiske fragmenter med mørk farge mot den hvite kontrasten til filteret i lupe (**Figur 8**). Innsamling med grovere filter og plankton-nettet gav prøver med lav kontrast, siden prøvene inneholdt mye biologisk materiale som plasten festet seg til. Ved innsamling av slike prøver må de brytes ned for videre filtrering, noe som ikke var mulig innenfor rammene til dette prosjektet.



Figur 8. Vann filtrert gjennom glassfiberfilter. a) glassfiberfilter der man kan skimte innsamlede fragmenter med det blotte øyet, b) minste forstørrelse av glassfiberfilteret med lupe.

3.1.1 Glassplateoppsamling

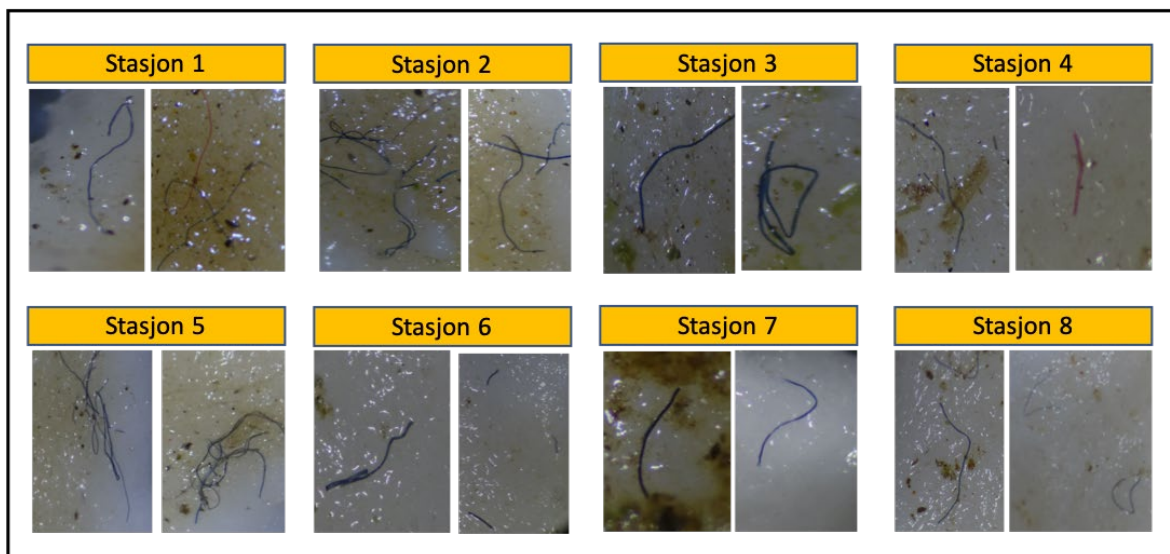
Uorganiske fragmenter ble påvist fra alle prøvestasjonene når vi samlet inn vann med glassplate (**Figur 9**). Mengden fragmenter varierte noe fra stasjon til stasjon, med flest fragmenter på stasjon 1 og færrest på stasjon 4 og 5 (**Figur 11**).



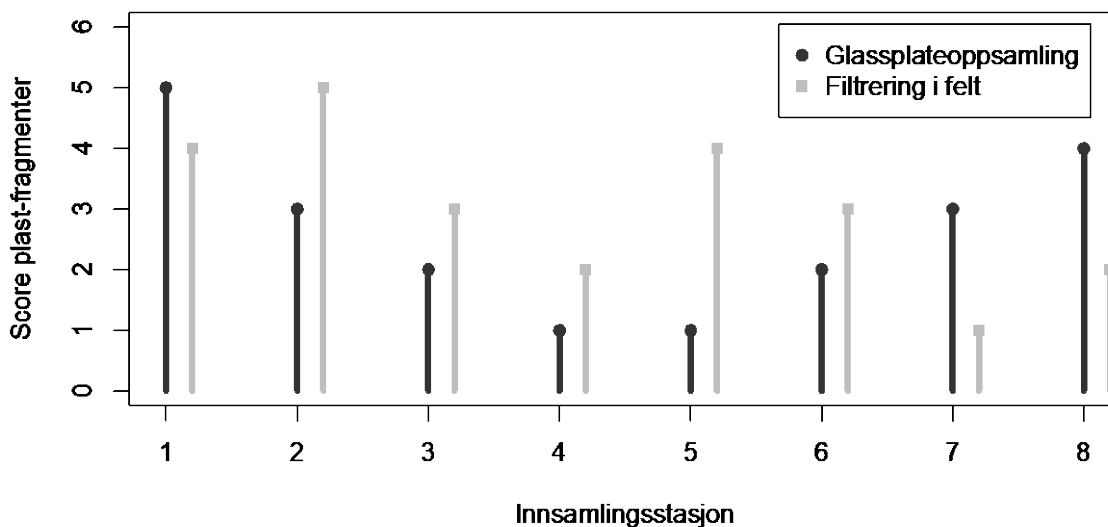
Figur 9. Eksempler på plastfragmenter fra de ulike innsamlings-stasjonene (Figur 1) filtrert i felt.

3.1.2 Filtrering gjennom glassfiberfilter ved bruk av pumpe

Vi fikk uorganiske fragmenter fra alle prøvestasjonene når vi samlet inn og filtrerte overflatevann med peristaltisk pumpe (**Figur 10**). Mengden fragmenter varierte noe fra stasjon til stasjon, med flest fragmenter på stasjon 2 og færrest på stasjon 7 (**Figur 11**).



Figur 10. Eksempler på plastfragmenter fra de ulike innsamlings-stasjonene (Figur 1) samlet inn med glassplate og filtrert i labb.

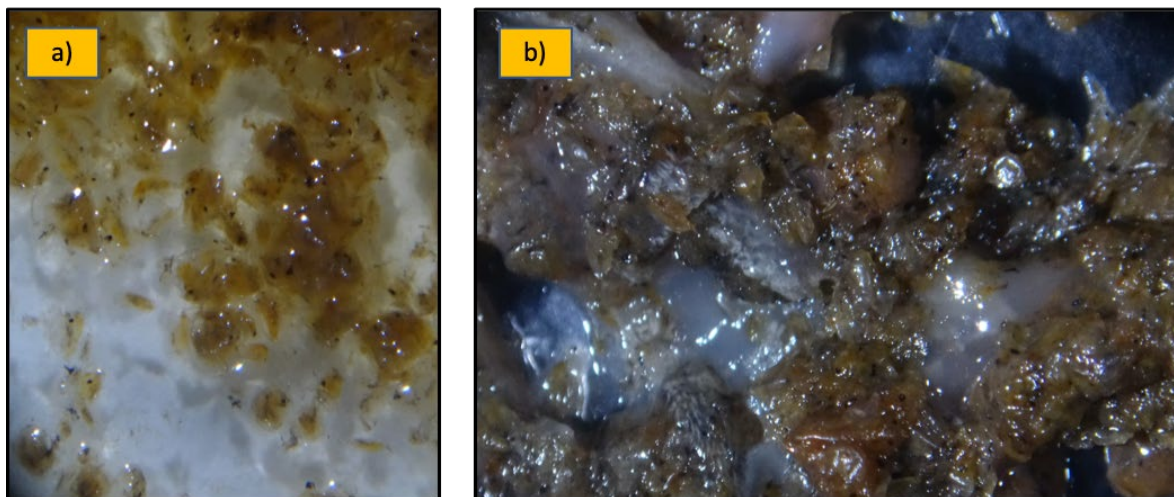


Figur 11. Plott av mengde identifiserte partikler. Plottet viser en sammenligning mellom de to innsamlingsmetodene der det er gitt en score på mengde plast i prøvene fra 1-6, hvor 1 tilsvarer lite plast og 6 mye plast.

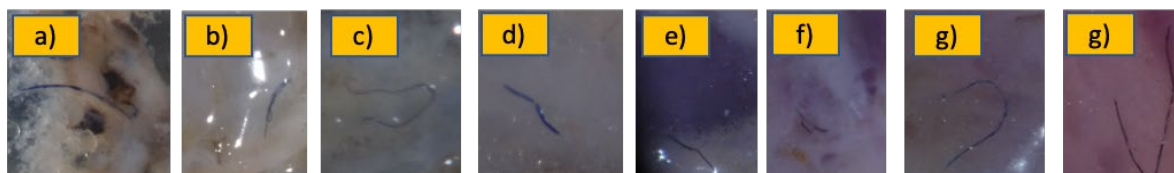
3.2 Mikroplast i ferskvannsbiota

3.2.1 Mikroplast i fisk

Av de 11 gjennomgåtte sikmagene ble det detektert totalt 8 fragmenter fordelt på 3 mager. Av fiskene hadde 6 fisk spist mye zooplankton, noe som gjorde det vanskelig å skille organiske og uorganiske partikler fra hverandre, se **Figur 12 a, b**, og det ble kun observert én uorganisk partikkel blant fiskene med fulle mager. Av de 5 fiskene som hadde tomme mager ble det observert 5 fragmenter i en fisk og tre fisk hadde en partikkel hver, se **Figur 13, a-g**.



Figur 12. Zooplankton fra sikmager. Av de 11 fiskene som fikk åpnet magesekk hadde seks spist mye zooplankton, noe som gjorde det tilnærmet umulig å finne uorganiske fragmenter med lupe da disse trolig klister seg til organisk materiale. Per i dag vet vi ikke om fiskene med fulle mager inneholdt plast eller ikke.

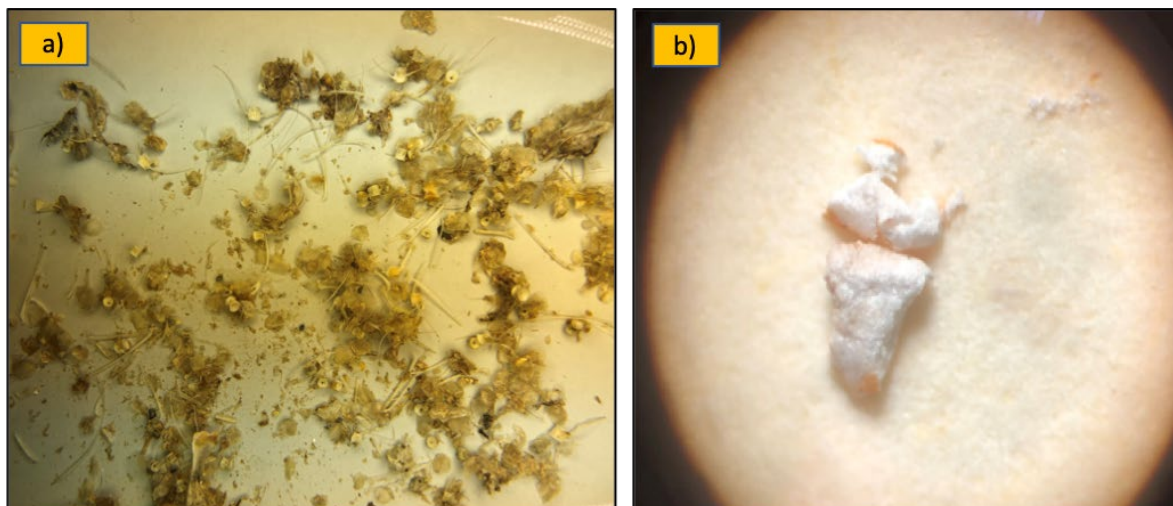


Figur 13. Uorganiske fragmenter i sikmager. Figuren viser 8 identifiserte fragmenter (a-g) som trolig er plast.

3.2.2 Mikroplast i fugl

3.2.2.1 Laksand

Det ble funnet store mengder organisk materiale i magesekken da laksanden trolig hadde spist mye fisk (**Figur 14a**). Dette gjorde det vanskelig å skille organiske og uorganiske partikler fra hverandre. Det ble observert noen få uorganiske partikler som ble nærmere undersøkt med stereolupe, der en av partiklene kan se ut som isopor (**Figur 14b**).



Figur 14. Laksand. a) Mageinnhold med til dels store mengder organiske partikler og b) observert partikkel av ukjent opphav.

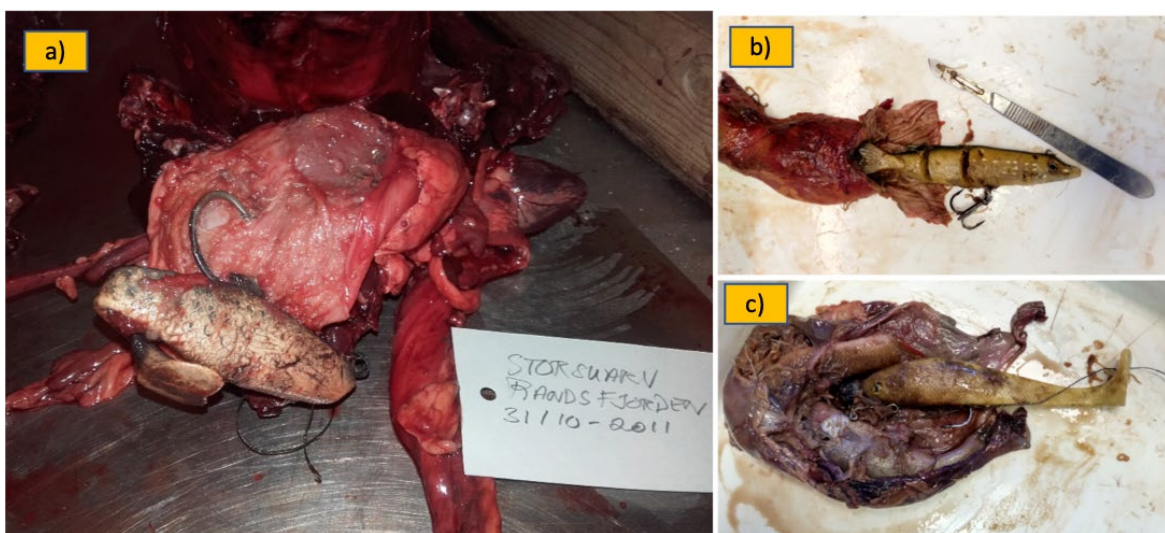
3.2.2.2 Skarv

Skarv samlet inn i 2018:

Av 41 skarver ble det funnet rester av fritidsfiske -utstyr i 6 individer (**Figur 15**). Plast, isopor eller annet uorganisk materiale enn det som er knyttet til fiskeredskaper ble ikke funnet i de undersøkte fuglene. For flere av fuglene hang det fiskesene ut av nebbet. Alle rester av fiskeredskaper ble funnet i fuglenes magesekker.

Skarv samlet inn i 2019:

Det ble ikke påvist makroplastgjenstander eller andre fiskeredskaper, som potensielt kan sette seg fast i kroppen eller som kan ha blitt spist og havnet i magesekken, i de tre skarvene som ble undersøkt. Det ble heller ikke påvist andre uorganiske fragmenter i mageinnholdet til skarvene. Det ble imidlertid funnet mye organisk materiale i magene i form av fisk, se **Figur 16, a-c**.



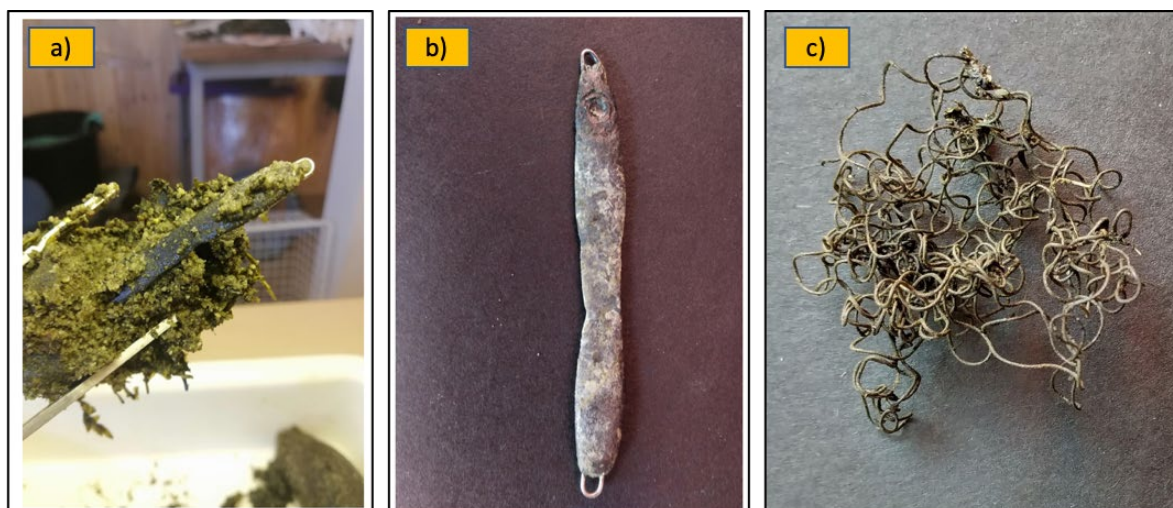
Figur 15. Skarv 2018. a) Fiskeredskap i magesekken til en av de undersøkte storskarvene fra 2018, b) Rester av fiskeredskap funnet i magesekken til to av de undersøkte storskarvene, c) Rester av fiskeredskap funnet i magesekken til to av de undersøkte storskarvene. ©Finn Audun Grøndahl.



Figur 16. Skarv 2019. Tørket mageinnhold til de tre skarvene som ble undersøkt i 2019. ©Finn Audun Grøndahl.

3.2.2.3 Knoppsvane

Den voksne svanen var sterkt avmagret. Det ble funnet plantemateriale i spiserør, og kråsen var full av føde. I kråsen ble det funnet et blyøkke på 7 gram og en tråd eller senenøste av usikkert materiale (**Figur 17**). Vevet innvendig i kråsen virket sterkt skadet og deformert. Det ble ikke påvist plast i knoppsvane.



Figur 17. Knoppsvane. a) Mageinnhold i knoppsvane b) viser blyøkket som ble funnet i kråsen til knoppsvane der det kan se ut som om søkket er tæret noe ned på midten. c) viser rester av tråd som også ble funnet i kråsen til den undersøkte knoppsvane. ©Finn Audun Grøndahl.

4 Diskusjon

Dette prosjektet har vært et lite pilotprosjekt på mikroplast i Randsfjorden der målet var å dekkere mikroplast i vann og biota. Vi fant mikroplast i vannprøver med filtrering på alle stasjonene og i sikmager, men det ble ikke gjort noen observerbare funn av plast i fugl, bortsett fra en bit som trolig var isopor.

4.1 Funn av mikroplast i vann

Det ble funnet uorganiske fragmenter på alle innsamlingsstasjonene med begge metodene som ble testet direkte fra vann. De fleste observerte fragmentene er trolig plast, men andre mulige opphav kan være fiber av bomull, ull og lin. De to uttestede metodene er jevn gode, der fordelene med glassplateinnsamlingen er at den krever minimalt med utstyr og at vannet kan sendes til laboratoriet for videre analyser med filtrering og lupe.

4.2 Funn av mikroplast i ferskvannsbiota

Det er svært tidkrevende å gå igjennom magesekker av fisk som har hatt høyt fødeinntak, og sannsynligheten for funn av små plastdeler er lav siden dette vil klistre seg til magesekkinholdet på grunn av hydrogenbindinger. Det var lettere å gjenkjenne fragmenter i de tomme fiskemagene da kontrasten mellom det som trolig er plast og den hvitaktige magesekken er høy. At vi kun fant plast i fisk med tomme magesekker er etter forholdene ikke overaskende. Vi vet per i dag ikke om plasten i magesekken ligger igjen etter et måltid ved at den har festet seg til innsiden av magesekken eller om fisken aktivt har spist dette. Andre studier har vist at organismer som østers i stor grad klarer å kvitte seg med mikroplastikk gjennom tarmen (Sussarellu et al. 2016), og fordi vi fant så lite synlig mikroplast i fiskemagene er dette trolig også gjeldende for sik.

Fritidsfiske er en av de mest utbredte former for friluftsliv i Norge. Utsiktet tap av fiskeutstyr i form av sener, kroker, søkker, sluker, wobblere og en rekke ulike former for etterligninger av byttedyr med kroker (jigger og shadds) framstår som et betydelig miljøproblem. Plast og emballasje av fiskeutstyr ligger ofte igjen på fiskeplasser og kan ikke sies å være utsluktet forsøpling. Den voksne knoppsvanen kan ha dødd som følge av blyforgiftning. I dette tilfellet er bly-søkket trolig for stort til at det kan ha blitt spist aktivt som grus til kråsen. Det er sannsynlig at søkket fulgte med, etter at sene eller tråd festet i søkket først hadde blitt spist av fuglen sammen med plantemateriale. Siden har søkket trolig blitt liggende i kråsen og blitt tært ned og kan ha forårsaket forgiftning. Dette kan forklare den nedsatte almenntilstanden, sterk avmagring og til slutt at fuglen døde.

Selv om plastikken mer eller mindre går ut av fordøyelsessystemet til et dyr intakt, kan plasten allikevel ha en negativ effekt. Inntak av nanoplast har ført til lavere fotosyntese i grønnalgen *Scenedesmus obliquus* og lavere vekst og fertilitet i zooplanktonet *Daphnia Magna* (Besseling et al. 2014). Inntak av mikroplast har også ført til lavere fertilitet hos østers. Hele 23% av spermier fikk en lavere hastighet og dermed et lavere fertilitetspotensiale da østers hadde inntatt mikroplastikk sammenlignet med de som kun hadde blitt eksponert for rent saltvann (Sussarellu et al. 2016). Det samme studiet viste også at østers 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 stress-respons av økt produksjon av glucocorticoids, som senker produksjonen av enzymer som oksiderer fett. Japanske medakaer (*Oryzias latipes*) som fikk innblandet polythyle-

ne, den mest vanlige plast-typen, i foret sitt, fikk kjønns-spesifikke nedreguleringer av ulike gener i leveren som påvirker hormonproduksjon og viste til dels unormal celledeling i kjønns-celle-lene (Rochman et al. 2014).

4.3 Konklusjon og videre anbefalinger

For å analysere funn, mengde og type plast i vann og fauna kreves visuell identifisering, enten med stereolupe, som har blitt brukt i dette prosjektet (funn og til dels mengde), eller ved kjemisk analyse (funn, mengde og type plast). 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 mikroplasten 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 akkumuleres i de ulike områdene av Randsfjorden.

Det anbefales derfor at:

- Det tas flere vannprøver per stasjon der mengde filtrert vann kontrolleres
- Fremtidig analyse av plast i vannprøver blir gjennomført med kjemisk deteksjon
- Fremtidig analyse av plast i biologisk materiale blir homogenisert og filtrert før kjemisk deteksjon
- Det tas sedimentprøver som også analyseres for plast og mikroplast
- Det undersøkes fisk i ulike lengdeklasser og økologisk nisje (f.eks. bentiske og pelagiske)
- Det undersøkes et større utvalg arter i næringskjeden
- Det tas prøver gjennom sesongen

Det kreves fortsatt økt oppmerksomhet og innsats fra industrien, norske myndigheter og fra folk flest for å redusere omfanget av plast i naturen.

5 Referanser

- Besseling, E., Wang, B., Lürling, M. & Koelmans, A.A. 2014. Nanoplastic affects growth of *S. obliquus* and reproduction of *D. magna*. *Environmental Science & Technology* 48(20): 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(21): 9175-9179.
- Cox, K.D., Covernton, G.A., Davies, H.L., Dower, J.F., Juanes, F. & Dudas, S.E. 2019. Human consumption of microplastics. *Environmental Science & Technology* 53(12): 7068-7074.
- Marine debris: understanding, preventing and mitigating the significant adverse impacts on marine and coastal biodiversity. 2016. Technical Series No.83
- Frias, J.P.G.L. & Nash, R. 2019. Microplastics: Finding a consensus on the definition. *Marine Pollution Bulletin* 138: 145-147.
- Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R. & Law, K.L. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347(6223): 768-771.
- 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(1): 5473.
- Liu, F., Olesen, K.B., Borregaard, A.R. & Vollertsen, J. 2019. Microplastics in urban and highway stormwater retention ponds. *Science of The Total Environment* 671: 992-1000.
- 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 microparticles in the gastrointestinal tract. *Journal of Autoimmunity* 34(3): J226-J233.
- 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(1): 14340.
- 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(7436): 169-171.
- Smith, M., Love, D.C., Rochman, C.M. & Neff, R.A. 2018. Microplastics in seafood and the implications for human health. *Current environmental health reports* 5(3): 375-386.
- 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(9): 2430-2435.
- Wagner, M. & Lambert, S. 2018. Freshwater microplastics. *Emerging environmental contaminants? Barceló, D. & Kostianoy, A. G., (red.). The Handbook of Environmental Chemistry* 58. Springer Open.
- 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.
- Wright, S.L. & Kelly, F.J. 2017. Plastic and human health: A micro issue? *Environmental Science & Technology* 51(12): 6634-6647.

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: 978-82-426-4561-6

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