

Plast i elver på Vestlandet

Gaute Velle, Bjørn Barlaup, Espen Olsen Espedal, Marte Haave, Yngve Landro,
Eirik Normann, Christoph Postler, Helge Skoglund, Sebastian Stranzl,
Elisabeth Stöger og Tore Wiers



NORCE

Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)



Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

NORCE (Norwegian Research Center)

NORCE LFI, Nygårdsgaten 112, 5008 Bergen, **Tel:** 55 58 22 28

ISSN nr: 2535-6623

LFI-rapport nr: 390

Tittel: Plast i elver på Vestlandet

Dato: 25.09.2020

Forfattere: Gaute Velle, Bjørn Barlaup, Espen Olsen Espedal, Marte Haave, Yngve Landro, Eirik Normann, Christoph Postler, Helge Skoglund, Sebastian Stranzl, Elisabeth Stöger og Tore Wiers

Bilder: Fotografier er tatt av forfatterne ved NORCE

Geografisk område: Norge

Finansiering: Handelens miljøfond

Antall sider: 36

Emneord: Makroplast, elvebredd, kartlegging, rundballfolie, miljøstatus

Sammendrag

Denne publikasjonen viser resultatene fra kartlegging av makroplast (her, fragmenter over ca. 2 cm) i 43 elver på Vestlandet høsten 2019. Kartleggingen ble utført kvantitativt eller semi-kvantitativt av en eller flere personer iført dykkerdrakt, snorkel og dykkemaske som gikk og/eller drev nedover elven og registrerte plast som lå i elveleiet over og under vann. Ved kvantitativ kartlegging registrerte vi antall plastbiter, lengde på bitene, samt sannsynlig bruksområde av plasten. Vi kunne ikke måle lengden på plastbiter som lå under steiner og antar at mange plastbiter var skjult under og bak steiner. Det er derfor sannsynlig at vi har underestimert mengden plast og at resultatene representerer et minimumsestimert. Vi beregnet også arealet for delen av elveleiet som ble kartlagt. For semi-kvantitativ kartlegging registrerte vi mengden plast etter en skala fra 0 til 4 som angir antall plastfragmenter i en gitt lengde av elven. I tillegg kvantifiserte vi antall, lengde og type plast som drev inn i en ruse på Furnes i Bolstadfjorden i løpet av våren 2019.

Det var svært varierende plastmengde i elvene. Etter semi-kvantitativ skala var det mest i Forsandåna med et gjennomsnitt på litt over en plastbit per 10 meter gjennom elvens lengde, og minst i Bondhuselva og Æneselva der det kun var registrert noen få plastbiter. Resultatene fra den semi-kvantitative kartleggingen samsvarer godt med resultatene fra den kvantitative kartleggingen. Målt i plastmengde per arealenhet er det nesten like mye plast i den urbane Apeltunelva som i rurale Forsandåna, begge med ca. 1,3 m plast per 10x10 m elveareal, noe som er nesten fire ganger mer enn elven med tredje mest plast.

Det var rundballfolie i nesten alle elvene og vi registrerte ca. tre ganger så mye plast fra landbruk som alle andre kilder til sammen. Etter landbruk var det mest plast fra husholdning. Det var minst plast som vi antar stammer fra veier. Landbruksplast dominerte også når vi tar høyde for at mange av elvene renner gjennom jordbrukslandskap. Resultatene viser at enkelte bønder må ha bedre rutiner for håndtering av plast, for eksempel ikke å la overskudd og rester av rundballfolie ligge ute der den er utsatt for vær og vind. Slik plast havner alt for ofte i elven.

Fordelingen av plast var noe forskjellig i rusen på Furnes enn i elvene. Plast fra veier manglet i rusen, og det var mindre rundballfolie enn i elvene. Det har sannsynligvis skjedd en sortering av plasten på vei ut elven og langs fjorden, og plasten var mer nedbrutt da den havnet i rusen.

Vi beskriver tre overordnede tiltak som kan bidra til at plast ikke havner i elver. Vi foreslår også et system for å definere miljøstatus for forurensning av plast i elver, tilsvarende klassifisering av økologisk status i ferskvann etter EUs rammedirektiv for vann. Før et slikt system kan utarbeides videre og gjennomføres bør vi innhente mer kunnskap om plast i elver og mulig skadelige effekter.

Referanse

Gaute Velle, Bjørn Barlaup, Espen Olsen Espedal, Marte Haave, Yngve Landro, Eirik Normann, Christoph Postler, Helge Skoglund, Sebastian Stranzl, Elisabeth Stöger og Tore Wiers. 2020. Plast i elver på Vestlandet. NORCE LFI rapport 390. NORCE Bergen. ISSN 1892-8889



Innhold

Introduksjon	6
Metoder.....	7
Semi-kvantitativ kartlegging.....	7
Kvantitativ kartlegging	8
Kategorisering av elvebredden	8
Registrering av plast i ruse	10
Resultater	11
Mengde plast for hver elv	11
Plasttyper og kilder.....	21
Registrering av plast i ruse	24
Diskusjon	27
Mengde og kilder til plast.....	27
Mulige tiltak.....	29
Usikkerheter og videre overvåking	30
Mangler informasjon om mikroplast	31
Miljøstatus basert på plast i elver	31
Takk	35
Referanseliste.....	35

Introduksjon

I løpet av de siste årene har det skjedd en bevisstgjøring av omfanget av plastforurensning i Norge og på verdensbasis. For eksempel er det anslått at mer enn 8 millioner tonn plast havner i havet hvert år (Jambeck et al., 2015) og at ca. 80 millioner tonn plastavfall kommer på avveie hvert år, som følge av dårlige systemer for avfallshåndtering (Lebreton & Andrady, 2019). Mengden kommer til å øke med økende plastproduksjon og økte folketall (Lebreton & Andrady, 2019). FN har derfor advart om at det innen år 2050 kan bli mer plast enn fisk i havet. Langs norskekysten er det gjort flere kartlegginger av mengde og kilder til plastforurensning. Undersøkelsene viser at det stedvis kan være store mengder plast langs kysten, og at plasten både kan ha opprinnelse fra Norge og være transportert fra andre land med havstrømmer (Larsen Haarr et al., 2019). Plasten er stort sett søppel som kommer på avveie. Slik søppel er enten sluppet rett ut i havet av mennesker, eller fraktet til havet fra land via vind og elver (Lebreton et al., 2017; Jambeck et al., 2015). Det er også anslått at en stor andel av plasten som havner i havet kommer fra elver, som kan fungere som transportåre for både makro- og mikroplast fra innlandet mot havet (Lahens et al., 2018; Mani et al., 2019).

Plast kan føres til elver via bekker, flommer og vind, eller den kan være kastet direkte i elven som avfall. I elveleiet blir en del av plasten hengende fast i grener, der den utsettes for UV-belysning og temperatursvingninger, og vil bli nedbrutt i mindre biter over tid. Plasten vil også kiles fast under steiner, og noe blir slitt ned til stadig mindre partikler av vannstrømmer og av rullende steiner. Plast som har kort oppholdstid i elven kan også føres ned elven og havne i havet uten å brytes særlig ned underveis.

Dersom vi skal redusere mengden plast i havet må vi også forhindre at plast kommer på avveie på land og i ferskvann. Foreløpig er det ikke utført kartlegginger som viser mengdene og kildene til makroplast i norske vassdrag, og vi har derfor lite konkret kunnskap om dette.

Denne rapporten viser resultater fra en omfattende kartlegging av plastbiter over ca. 2 cm i elver på Vestlandet i 2019, som er den første kvantitative kartleggingen av plast i norske elver så langt vi vet. Vi har i denne studien kvantifisert plast i 43 elver, tilsvarende en strekning på ca. 200 km elv. I halvparten av elvene har vi også notert detaljer om typen av plast. Basert på plasttype antar vi mulige kilder til forurensningen.

Metoder

Vi kartla plast i 43 elver på Vestlandet høsten 2019, tilsvarende ca. 200 km i elvestrekning. Kartleggingen ble utført i delen av elvene som har anadrom laks og ørret, det vil si strekningene nærmest sjøen. Fra denne strekningen blir plast blir ført videre til havet. Registreringen ble utført av en til tre personer (avhengig av elvens bredde) iført dykkerdrakt, snorkel og dykkemaske som gikk eller drev nedover elven og noterte på vannfast papir (Figur 1). Alle synlige plastbiter i elveleiet over og under vann ble registrert, det vil si en nedre grense på ca. 2 cm store biter som er mulig å se på et par meters avstand når man ferdes nedover elven. Vi registrerte også hvor i elven platen ble funnet.



Figur 1. Registrering av plast i Storåna (Bjerkreimsvassdraget). Her fant vi for eksempel en plastpose fra Vinmonopolet. Foto: G.Velle/ NORCE.

Semi-kvantitativ kartlegging

Hver elv er delt inn i mange soner. En sone er en elvestrekning med tilnærmet like strøm- og dybdeforhold, og er mellom 50 til 400 m lang (gjennomsnitt ca. 200 m). Under semi-kvantitativ kartlegging registrerte vi mengden plast i hver sone etter kategorier for tetthet av plast (Tabell 1). Gjennomsnittlig tetthet av plast for hele elven er dermed gjennomsnittet av kategoriene for plast i alle soner. I tillegg til å registrere mengden plast noterte vi hvilke typer plast som

dominerte i hver sone. Semi-kvantitativ registrering av plast ble utført i elvene samtidig som vi talte antall- og størrelse på laks og sjøørret. 22 av 43 elver ble kun kartlagt semi-kvantitativt. Dette gjelder Bondhuselva, Daleelva (Høyanger), Dirdalselva, Eidselva, Eira, Ekso, Frølandselva, Granvinselva, Lærdalselva, Matreelva, Nausta, Nordelva (Sauda), Nærøydalselva, Ommedalselva (Gjengedal), Omvikedalselva, Rødneelva, Steinsdalselva, Storelva (Sauda), Stryneelva, Suldalslågen, Tysseelva og Årdalselva (Figur 2).

Tabell 1. Semi- kvantitativ skala for kartlegging av plast i elver.

Kategori	Mengde plast*
0	Ingen plast
1	Mindre enn ett plastfragment per 100 m
2	Ca. ett plastfragment per 100 m
3	Ca. ett plastfragment per 10 m
4	Ca. ett plastfragment per 1 m

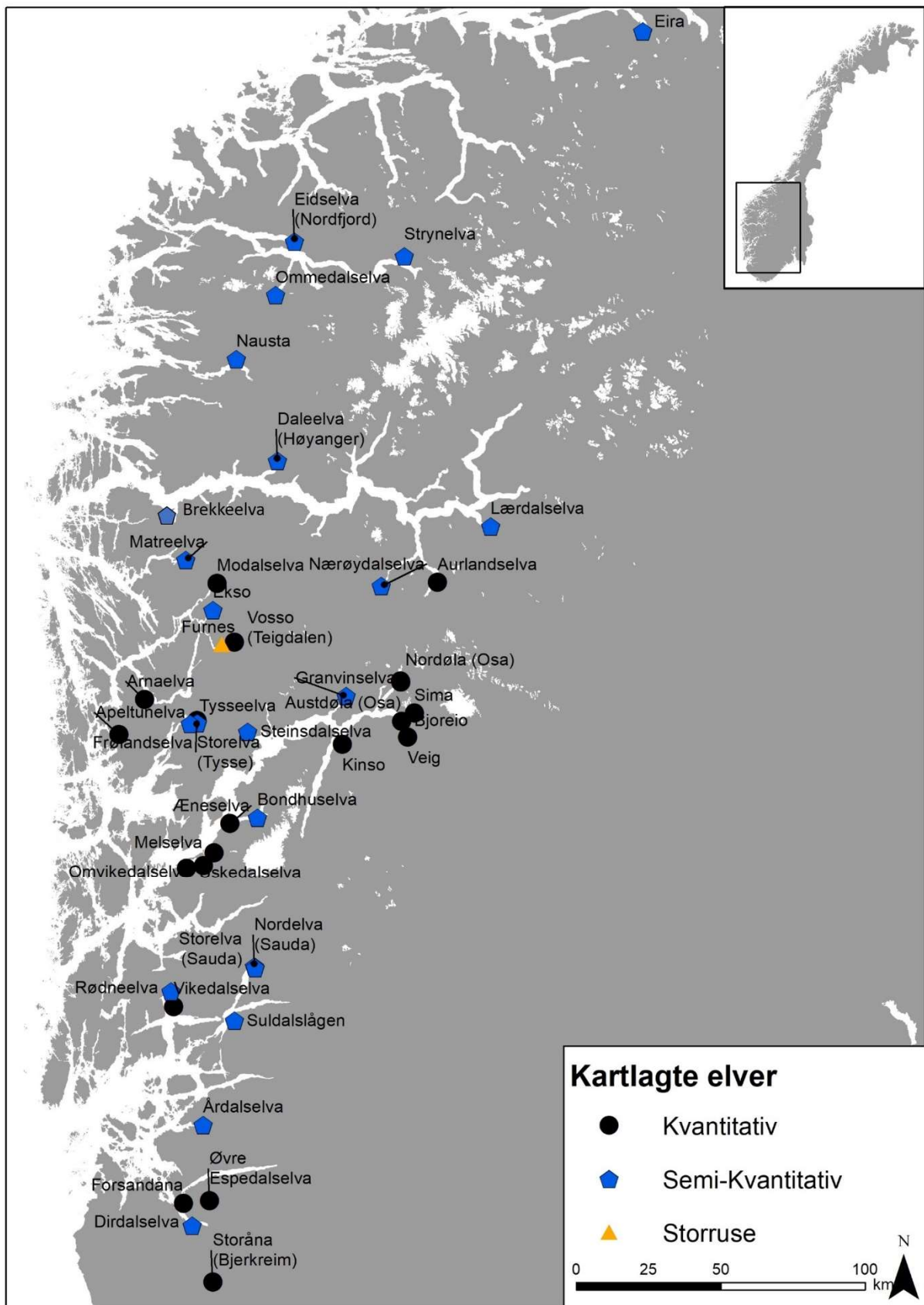
*Synlig plast var over ca. 2 cm

Kvantitativ kartlegging

Kvantitativ kartlegging ble utført i Apeltunelva, Arnaelva, Aurlandselva, Bjoreio, Espedalselva, Forsandåna, Kinso, Storelva (Tyssevassdraget), Melselva, Omvikedalselva, Storåna (Bjerkreim), Uskedalselva, Veig, Vikedalselva, Ænes, Øvre Espedalselva, Osa (Nordøla), Osa (Austdøla), Sima, Teigdalselva og Modalselva (Figur 2). Her registrerte vi antall plastbiter, lengde på bitene, samt type plast. Typen plast ble delt inn i kategoriene rundballfolie, mat/drikke, poser, husholdning, tau/nett, vei/kjøretøy, bygg/anlegg og diverse. Hensikten med kvantitativ kartlegging var å finne sannsynlige kilder til plasten, samt å kvantifisere mengden plast, både når det gjelder total mengde og mengde per arealenhet i elven. For alle elver der vi kartla plast kvantitativt beregnet vi dermed det totale arealet for delen av elveleiet som ble kartlagt. Arealet ble beregnet ved hjelp av GIS.

Kategorisering av elvebredden

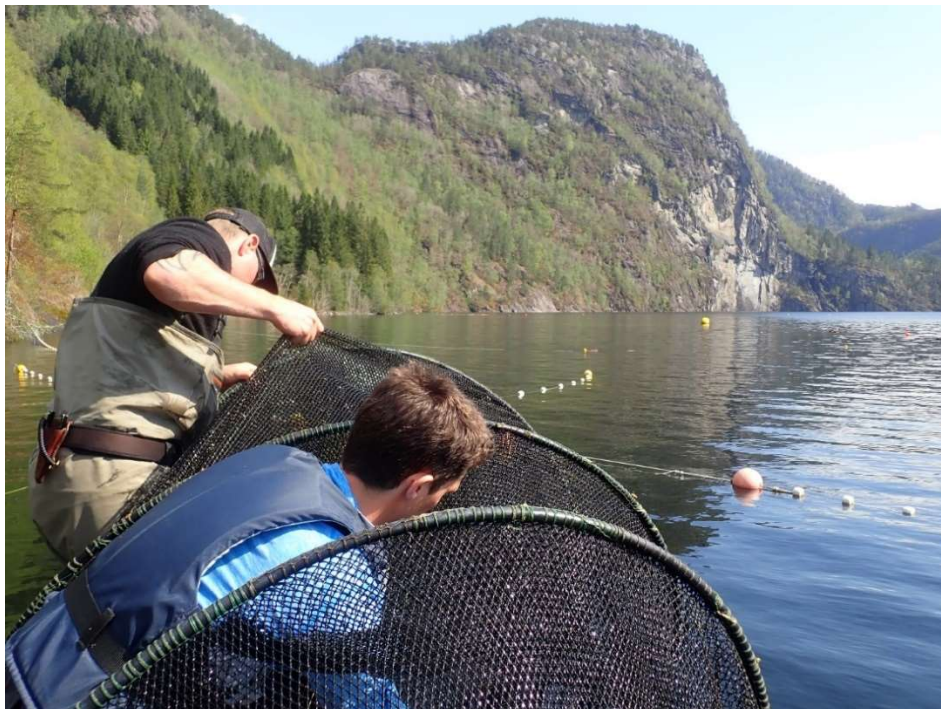
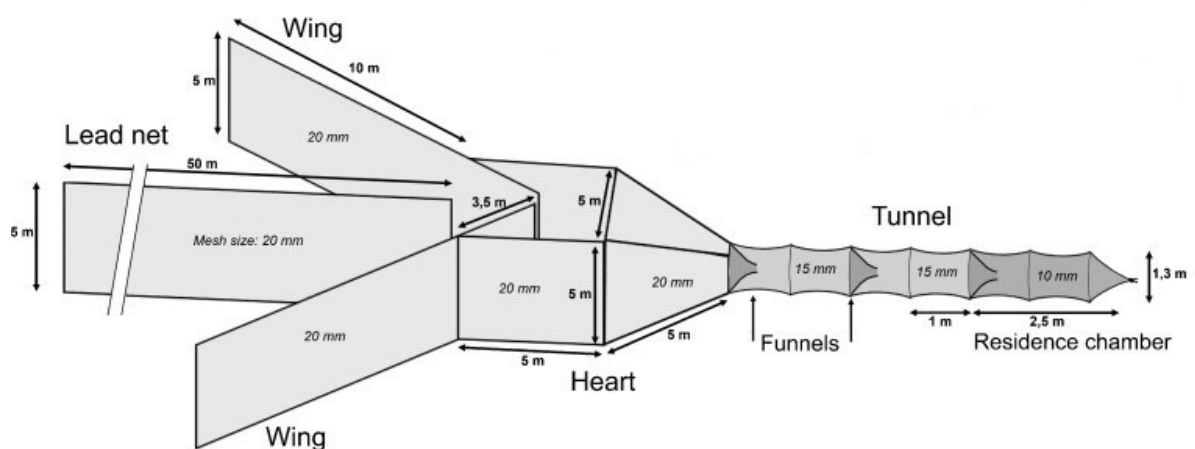
For alle soner i elvene kategoriserte vi elvebredden som fjell, skog, landbruk, vei, sandtak/grustak eller bebyggelse. Dette ble gjort ved hjelp av høyoppløselige flyfoto fra www.norgebilder.no. Ved ulik kategori på høyre og venstre elvebreddene i en sone dannet dominerende plast på strekningen grunnlag for å kategorisere elvebredden. Dersom vi for eksempel kun fant plast fra rundballer i en sone og det var landbruk på den ene elvebredden og bebyggelse på den andre elvebredden, så ble sonen kategorisert som landbruk. Hensikten var å finne mengde plast for hver elvebreddekategori og om plastmengden var proporsjonal med prosentvis fordeling av elvebredder. For eksempel kunne vi forvente at halvparten av all plast ville komme fra husholdning dersom 50% av elvebreddene besto av bebyggelse.



Figur 2. Elver som ble kartlagt for makroplast. Kartleggingen ble utført semi-kvantitativt eller kvantitativt. Ved semi-kvantitativt kartlegging registrerte vi plast etter en fem-delt skala etter tetthet av plast og ved kvantitativ kartlegging talte vi antall plastbiter, lengden på bitene, samt plastens bruksområde. Elver som ble kartlagt kvantitativt ble også kartlagt semi-kvantitativt.

Registrering av plast i ruse

På Furnes i Bolstadjorden satte vi ut en storruse for å fange flytende plast fra Bolstadelva i Vossovassdraget. Furnes ligger ca. 4 km fra utløpet av Bolstadelva, det vil si at vannet er sakteflytende med innslag av saltvann. Kun plastbiter som ligger mot overflaten i vannet vil samles. Tyngre plastbiter vil kunne synke før de når Furnes. Vi kvantifiserte antallet, lengde og forventet bruksområdet for plasten. Antall og lengde på plastbitene vil sannsynligvis være avhengig av vannføringen i Bolstadelven, og vi kan forvente at mer plast fraktes nedover elven ved høy vannføring. Registreringen viser dermed først og fremst kilden til plast som transporteres i vannoverflaten, og kan gi en pekepinn på hva som skjer med plastbitene på veien ned elven og ut i fjorden. Rusen hadde maskevidde på 20 mm, og sto ute i seks uker fra 6 mai og til 16 juni 2019. Plasten ble fjernet fra rusen en gang per uke.



Figur 3. Illustrasjonen viser storrusen (modifisert etter Barlaup et al., 2013), mens bildet viser drifting av rusen på Furnes i Bolstadjorden (Foto: T. Wiers/ NORCE).

Resultater

Mengde plast for hver elv

Vi registrert varierende mengde og kilde til plast i elvene (se eksempler i Figur 4). Plasten lå både over og under vann i elveleiet. Mengde plast etter femdelt skala (semi-kvantitativ tetthet) er vist for alle elvene i Figur 5. Det var mest plast i Forsandåna med et gjennomsnitt på litt over en plastbit per 10 meter gjennom elvens lengde, og minst plast i Bondhuselva og Æneselva der det kun var registrert noen få plastbiter i hele elvens lengde.



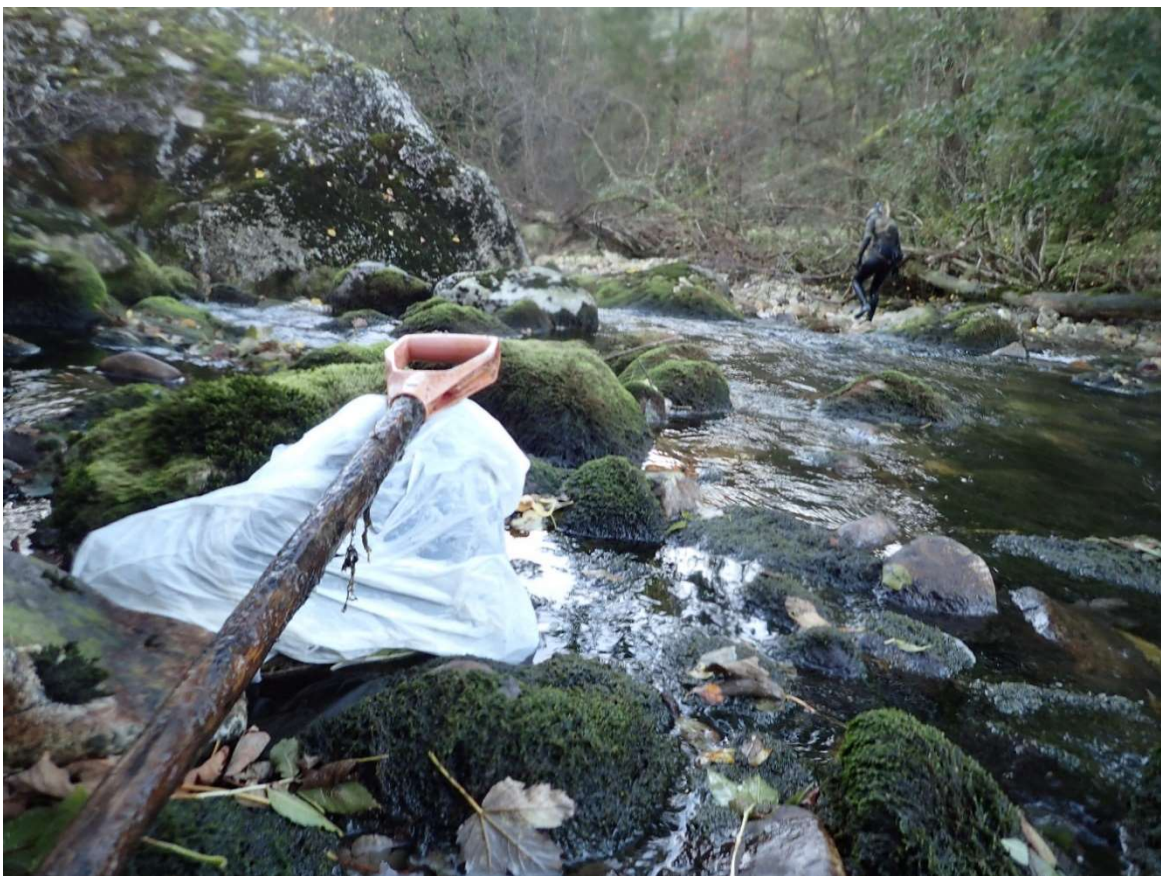
Figur 4. Eksempler på plast i elver. Deler av Aurlandselva har landbruk langs elvebredden og her finner man rundballfolie. Bildet viser også en gyteklar sjøørret. foto: U.Pulg/NORCE.



Figur 4 (forts.). Rundballfolie som var kilt fast mellom stener på elvebunnen i Espedalselva. Folien ligger og flager i vannstrømmen og slites gradvis ned til mindre biter. Slike strimler var vanlig å finne i elvene. Foto: G.Velle/NORCE.



Figur 4 (forts.). Rundballfolie satt ofte fast i greiner og trær under vann eller lå på bunnen i sakteflytende elvestrekninger. Teigdalselva (øverst) og Omvikedalselva (nederst). Foto: B. Barlaup/NORCE og G.Velle/NORCE



Figur 4 (forts.). Rundballfolie var også vanlig å finne på land og steiner i elveleiet. Her fra Forsandåna og Omvikedalselva. Foto: G.Velle/NORCE.



Figur 4 (forts). Enkelte plastflak var flere meter lange. Her vises plast i kategoriene bygg/anlegg fra Forsandåna og rundballfolie fra Espedalselva. Foto: G.Velle/NORCE.



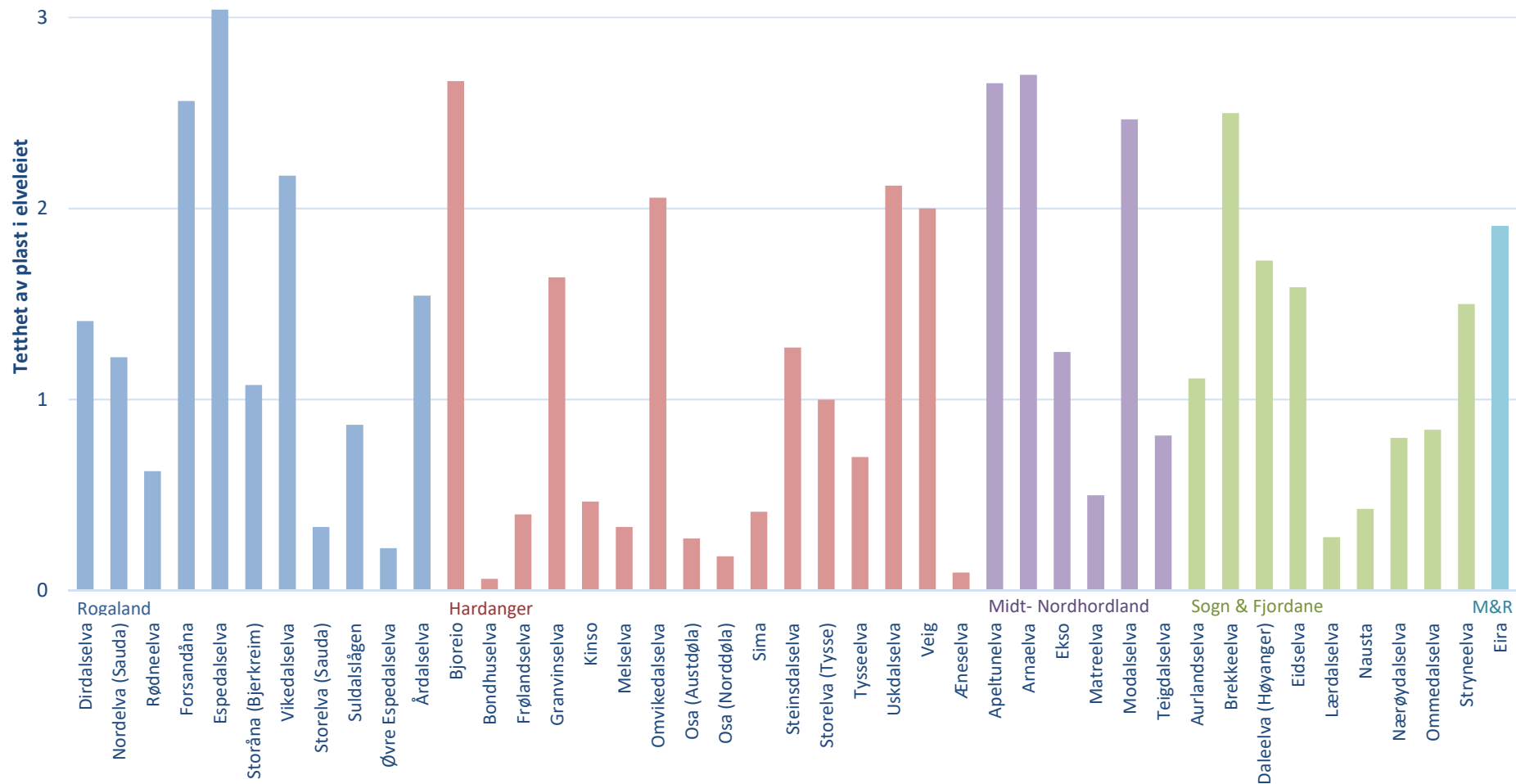
Figur 4 (forts). Plastkanne i Storåna (Bjerkreim, øverst) og netting/ gjerde i Espedalselva (nederst). Foto: G.Velle/NORCE.



Figur 4 (forts). Plastmatte i Omvikedalselva (øverst) og bildekk fra elvebunnen i Kinso (nederst). Foto: G.Velle/NORCE og T.Wiers/NORCE.

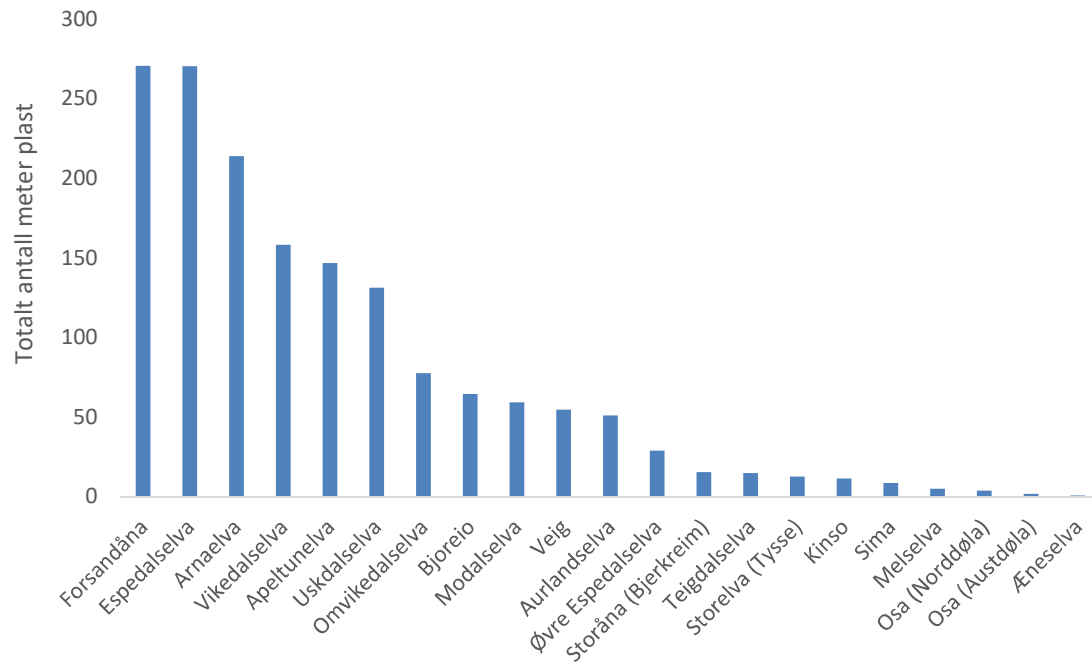


Figur 4 (forts). Plastrør i Teigdalselva (øverst) og boks til å sette ut fiskeegg i Sima (nederst).
Foto: B.Barlaup/NORCE.

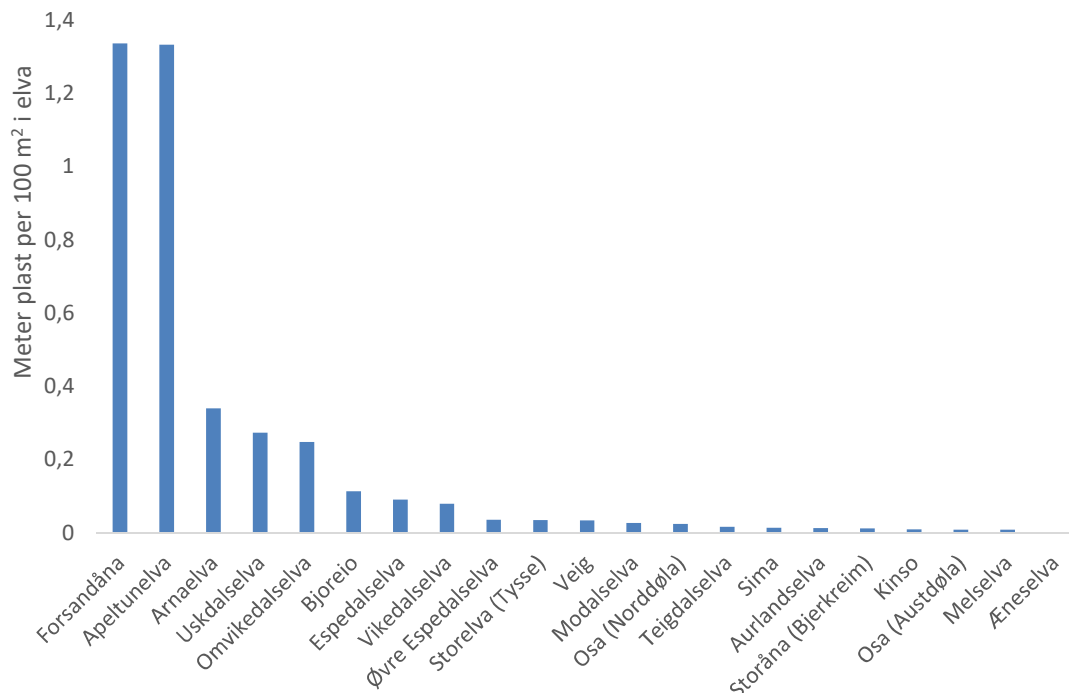


Figur 5. Tetthet av makroplast i 43 elver på Vestlandet. Elvene er delt inn i regioner. Tettheten av plast er kartlagt semi-kvantitativt for mange soner i hver elv og tetthetene er angitt som gjennomsnitt for alle soner i hver elv. Skala: 0 = Ingen plast, 1 = mindre enn ett plastfragment per 100 m, 2 = ca ett plastfragment per 100 m, 3 = ca ett plastfragment per 10 m, 4 = ca ett plastfragment per 1 m. M&R = Møre og Romstad

Resultatene fra den semi-kvantitative kartleggingen samsvarer godt med resultatene fra den kvantitative kartleggingen. Av elvene som ble kartlagt kvantitativt var det mest plast målt etter total lengde på all plast fra elvene i Forsandåna og Espedalselva, og minst plast i Æneselva (Figur 6).



Figur 6. Total mengde plast målt i antall meter i 21 elver på Vestlandet høsten 2019.



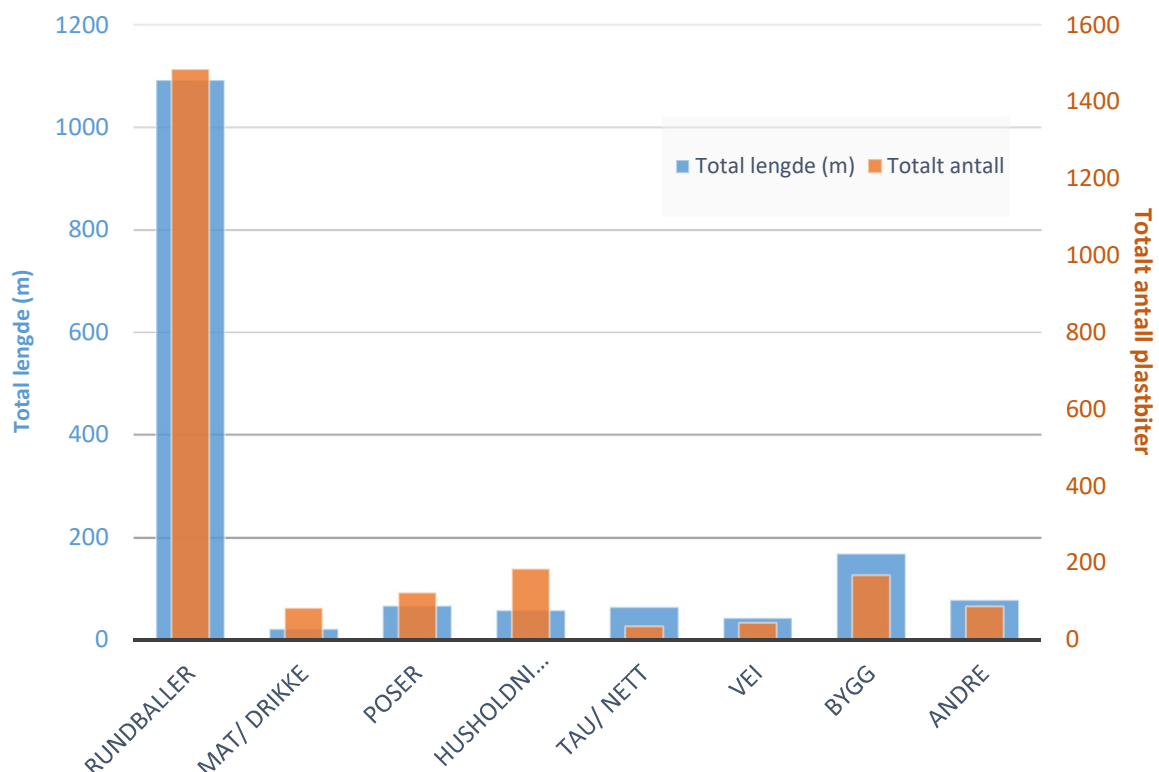
Figur 7. Gjennomsnittlig mengde plast (totalt antall meter) per arealenhet (10X10 m²) i 21 elver på Vestlandet høsten 2019.

Dersom vi også tar høyde for elvenes størrelse, dvs mengde plast per arealenh, vil resultatene være noe forskjellige (Figur 7). Nå skiller både Forsandåna og Apeltunelva seg ut som elver med mye plast. Disse to elvene har i gjennomsnitt mer enn 1,3 m plast per 10x10 m elveareal, noe som nesten er fire ganger mer enn elven med tredje mest plast. Æneselven har fremdeles minst plast målt etter mengde plast per arealenh.

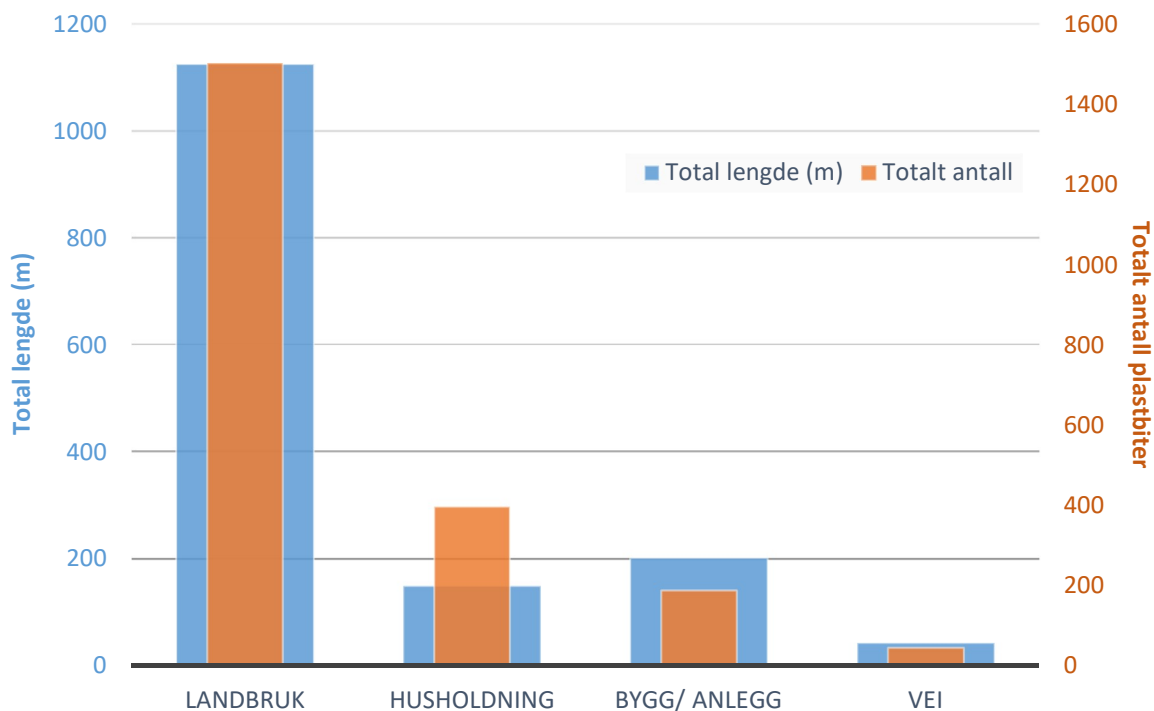
Plasttyper og kilder

Den kvantitative kartleggingen av plast viste at rundballfolie i kategorien “Landbruk” dominerte (Figur 8). Vi registrerte totalt ca. 1100 m med folie fordelt på ca. 1500 biter. Etter folie var det mest plast i kategoriene “Bygg/ anlegg” (170 m fordelt på 170 biter) “Husholdning” (60 meter fordelt på 186 biter) og “Plastposer” (70 m fordelt på 125 biter). Kategorien “Bygg/ anlegg” inkluderte for eksempel plastrør, plastledninger, kanner og isopor, kategorien husholdning inkluderte for eksempel leker, matemballasje og vaskeprodukter. Typiske funn av plast som ble kategorisert som “Vei” var bildekk, brøytetikker og reflekser.

Landbruk var fremdeles er den dominerende kilden til plastforurensning i elvene, også dersom vi slår sammen kategoriene basert på antatte kilder (det vil si mat/ drikke, plastposer og husholdning danner kategorien “Husholdning”; bygg/ anlegg og tau/netting danner kategorien “Bygg/anlegg”; og diverse fordeles likt på de andre kategoriene). Det er minst forurensning av plast som vi antar stammer fra veier (Figur 9). Det er ca. tre ganger så mye plast fra landbruk målt i antall partikler og lengde som alle andre kilder til sammen.

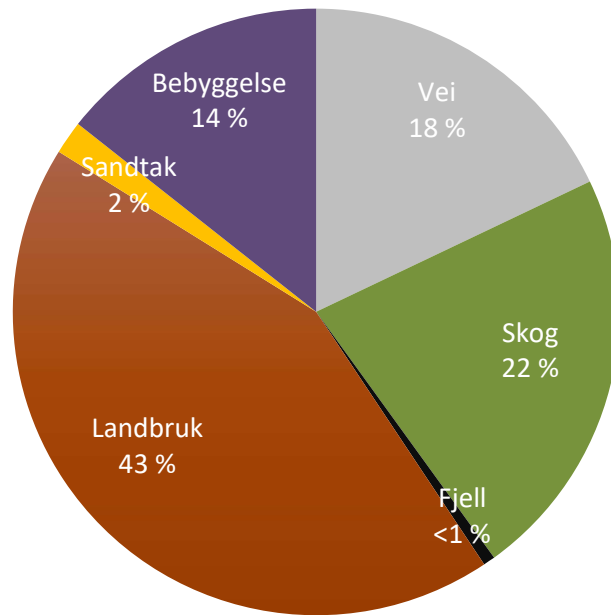


Figur 8. Totalt antall og lengde på makroplast fra 21 elver. Alle plastbiter ble delt inn i kategorier for plast.

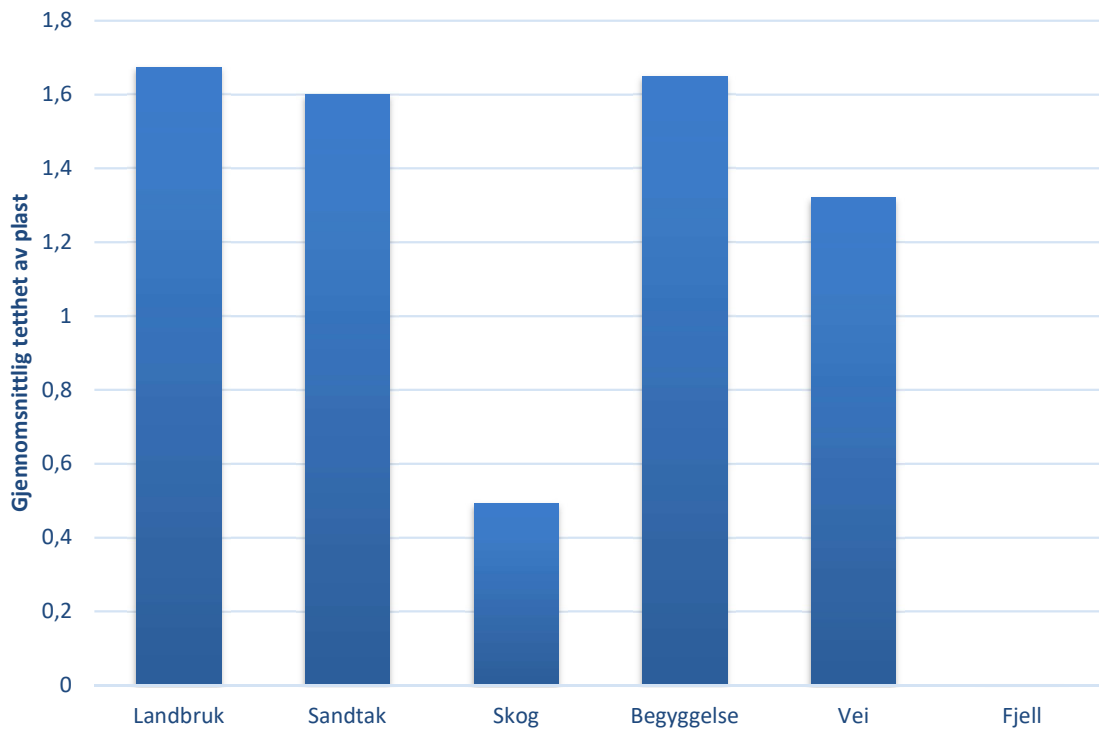


Figur 9. Totalt antall og lengde på makroplast fra 21 elver delt inn i antatte kilder.

Det var landbruk i 43% av elvesonene (Figur 10). Dermed kunne vi forvente at 43% at plasten kom fra landbruk dersom plastmengden var proporsjonal med typen elvebredd. Resultatene viser imidlertid at 70% av all plast var kategorisert som "Landbruk" (Figur 9). Med andre ord bidro landbruk relativt mye mer enn andre kilder til plastforurensning. Når det gjelder tetthet av plast for hver kategori elvebredd viser analysene også at det var høyest tetthet av plast i elvestrekninger med landbruk (Figur 11), og at ingen plast ble funnet i elvestrekninger med fjell. Det er klart at analysen av tetthet av plast for hver type elvebredd kun gir et estimat for hvor vi kan forvente å finne plast siden analysen ikke tar høyde for at plast fra en kilde ofte vil transporteres nedover elven. Dette er for eksempel tydelig siden det var en betydelig mengde plast i strekninger med skog, til tross for at det ikke er noen opplagte kilder til plastforurensning i skoger. Derimot var rundballfolie også den dominerende typen plast som ble registrert i elvestrekninger med skog langs elvebredden. I soner med sandtak dominerte også plast fra rundballfolie, og i tillegg var det noe plast fra bygg/ anlegg og fra vei.



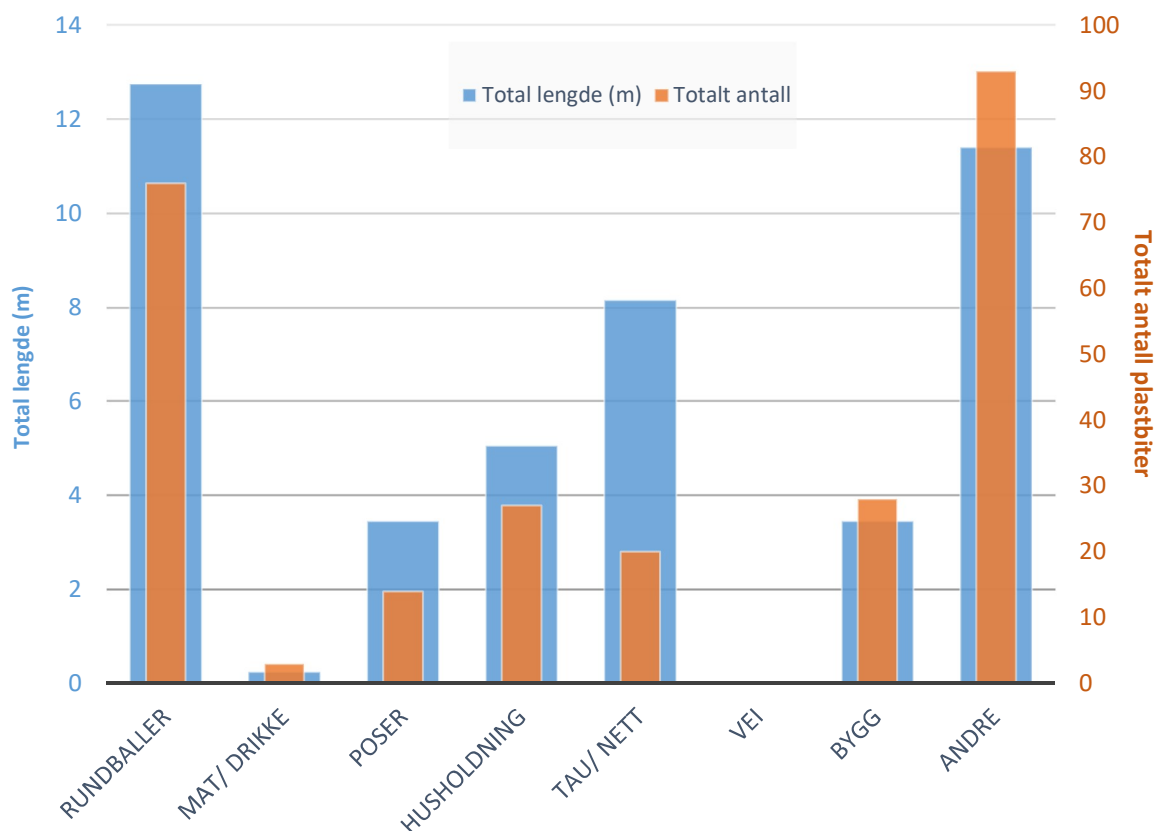
Figur 10. Kategorisering av elvebredden i 43 elver som ble kartlagt for tetthet av plastbiter over ca 2 cm .



Figur 11. Gjennomsnittlig tetthet av plast over 2 cm langs soner med ulike typer elvebredde. Skala for tetthet av plast: 0 = Ingen plast, 1 = mindre enn ett plastfragment per 100 m, 2 = ca ett plastfragment per 100 m, 3 = ca ett plastfragment per 10 m, 4 = ca ett plastfragment per 1 m.

Registrering av plast i ruse

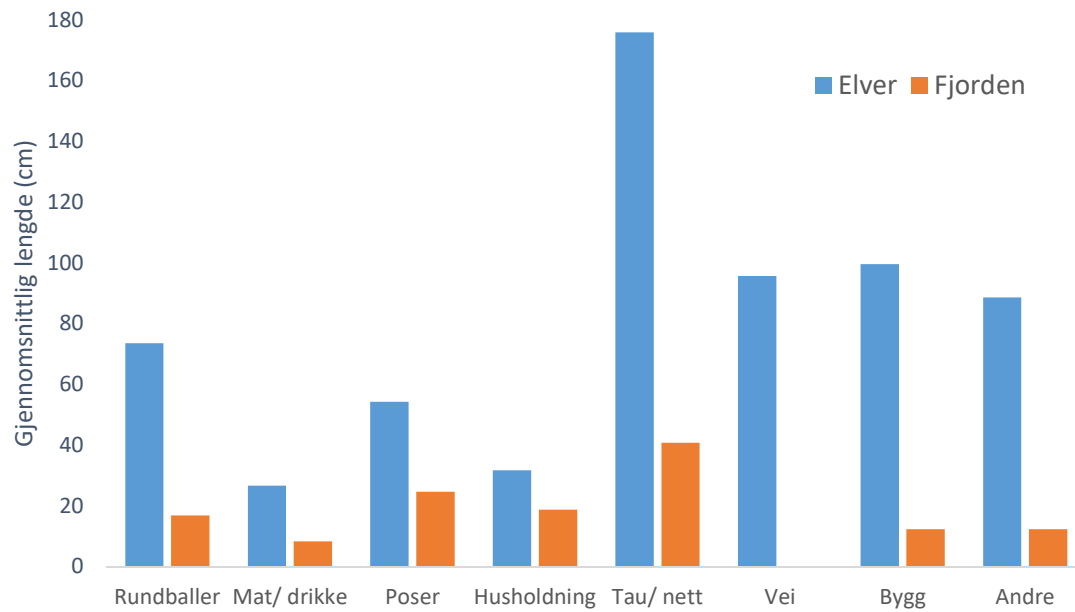
Vi forventet at det skulle komme en vårflokk som ville bringe med seg mye plast i løpet av perioden da storrusen sto ute for å samle plast, men den helt store flommen uteble (maksimum var 214 m³ vann per sekund på Bulken i perioden da rusen sto ute. Til sammenlikning var det 528 m³ vann per sekund september 2019). Likevel havnet mange plastbiter i rusen. Fordelingen av plast var noe forskjellig i fjorden sammenliknet med det vi fant i elvene (Figur 12 og Figur 8). Plast fra veier manglet i rusen, og kategorien «Rundballer» var relativt sett mindre i forhold til i elvene. Det er sannsynlig at en andel av plasten som ble kategorisert som «Andre kilder» i rusen var rundballfolie, og at det skjedde en sortering av plasten underveis gjennom elven og ut i fjorden. Plasten i rusen bar preg av mer nedbryting (Figur 13) og hadde kortere gjennomsnittslengde enn plasten i elvene (Figur 14), noe som gjorde det vanskeligere å skille mellom kategoriene for plast slik at en større andel havnet i gruppen «Andre». Vi gjorde ikke bekreftende polymeranalyser med kjemiske eller optiske metoder, men kun visuell bedømmelse av kildene basert på form og farge. Plasten kan være mer nedbrutt i fjorden siden den over tid har blitt utsatt for mer fysisk nedbryting av vannstrøm, rullende steiner og UV-stråling. Forskjellen i plastbitenes lengde i elven og i fjorden kan også skyldes sortering. Vi forventer en viss grad av sortering ved at lengre plastbiter oftere sitter fast mellom steiner og på elvebredden (se eksempler i Figur 4) enn kortere plastbiter, og også kan synke raskere i fjorden og der vannhastigheten avtar dersom de fanger sand o.l.



Figur 12. Totalt antall og lengde på makroplast fra storrusen på Furnes, Plastbitene ble delt inn i kategorier for plast.



Figur 13. Plast fra rusen på Furnes (Bolstadjorden) samlet i uke 23 i 2019, Foto: G.velle/NORCE.



Figur 14. Gjennomsnittlig lengde på plastbitene fra ulike typer plast som ble registrert i 21 elver og i storrusen i Bolstadfjorden.

Diskusjon

Mengde og kilder til plast

Det er stor variasjon i mengden makroplast i elvene. I noen elver er det plast nesten uansett hvor i elven man befinner seg, mens i andre elver mangler plast nesten uansett hvor i elven man befinner seg. Mengden plast kan også variere betydelig innad i en elv, der enkelte elvestrekninger kan ha en plastbit per meter elveleie, mens andre strekninger i samme elven mangler plast. Typisk er det lite plast i elver som hverken har landbruk eller bebyggelse langs elvebredden. Det er ofte litt mer plast i slike elvestrekninger dersom det går en trafikkert vei langs elven, eller dersom det går en bro over veien. Nedstrøm broer kan det gjerne ligge enkelte brøytestikker og bildeler, eller plast fra husholdning. Siden det er flest folk som ferdes langs elver i urbane områder hadde vi forventet å finne høyest tetthet av makroplast i elvestrekninger med bebyggelse langs elvebredden. Dette stemte ikke med våre funn. Totalt er det høyest tetthet av makroplast i områder med landbruk, og landbruksplast dominerer målt etter antall plastbiter og i total lengde på plasten. Bortsett fra landbruksplast er det mindre plast i elvene enn forventet på forhånd.

Det var mest plast per arealenhet i Forsandåna og Apeltunelva. Dette er små elver med lav vannføring. Apeltunelva renner gjennom urbane omgivelser med tett bebyggelse, skoler, industri, kjøpesenter og byggeplasser. Her er det mange typer plast fra ulike kilder, f.eks plastposer, matemballasje, dekk, rør, plastflak og isopor. Forsandåna er dominert av elvebredde påvirket av landbruk og tilhørende dominans av rundballfolie. Det er også sandtak langs elvebredden i Forsandåna, uten at det er særlig mye plast i strekningene med sandtak.

Forsandåna er typisk for elver med landbruksplast. Det ligger rundballer på jordbruksområdene ved elveleiet, og her kan det også ligge hauger med folie (Figur 15). Resultatene viser at slik plast ofte kommer på avveie og at den havner i elven. Mesteparten av rundballeplasten håndteres på en god måte, for eksempel er det returordninger for rundballeplasten. Uten slike ordninger hadde vi antakelig funnet enda større mengder folie i elvene. Likevel havner for mye av folien i elven. I elver med bebyggelse langs elvebredden er det mange ulike kilder til plast. Her er det tett befolkning og sannsynlig mange personer som bidrar til plastforurensningen. I elver med landbruksareal langs elvebredden er det stort sett en kilde til plast. Her er det lav befolkningstetthet og dermed noen få personer som bidrar desto mer til plastforurensningen. Både privatpersoner, industri og bidrar til forurensning med plast. Likevel er det liten tvil om at bønder bidrar mest til forurensningen med landbruksplast.

Vi håper og tror at de fleste som jobber i landbruk har en god bevissthet rundt plastforurensning og at folie ikke bevisst kastes i elven, men at plasten isteden føres til elven av vind og flommer. Det er allerede gode gjenvinningsordninger for landbruksplast i Norge. Grønt Punkt Norge organiserer innsamling mange steder, og tar gratis imot landbruksplast. Det er også etablert henteruter.



Figur 15. Rundballer ligger ofte langs elven, i fare ved flomstor elv, for eksempel i Forsandåna (øverst) og Modalselva (nederst). Foto: G.velle/NORCE.

Resultatene fra kartleggingen av plast i elver viser at mye landbruksfolie havner i elven, på tross av returordninger. Dermed bør landbruket ha bedre rutiner for håndtering av folien, for eksempel at bønder ikke lar overskuddsfolie etter pakking ligge ute eller la folie fra rundballer som er utpakket ligge ute. Emballasjeforskriften gir også produsentene av emballasje et ansvar for materialgjenvinning. Fra 2023 ønsker Miljødirektoratet å øke kravene til håndtering av plastavfall gjennom et nytt kapittel 10a i avfallsforskriften.

Mulige tiltak

Det er få grunner til at rundballfolie skal forsøple i naturen, eller at dette ikke kan forebygges. Landbruksområder har nesten uten unntak en infrastruktur tilpasset maskinell transport og håndtering, og rundballene ligger der traktorer kan komme til både for håndtering av rundballer og brukt rundballefolie. Plasten kan med andre ord fraktes maskinelt tilbake til et egnet oppsamlingspunkt.

Tre overordnede tiltak kan forhindre at plast havner i norske elver. Tiltakene vil ikke kreve store endringer.

1: Det må lages et regelverk som sikrer kontroll med plasten helt til den er forsvarlig håndtert. På lik linje med annet miljøskadelig avfall bør plast kategoriseres som noe uønsket og naturfremmed som ikke skal havne i naturen. «Forurensere betaler» heter det på alle andre områder i norsk samfunnsliv. Det må også gjelde plastavfall fra landbruket.

Mange industrier innretter seg i dag etter strenge krav til ivaretagelse av miljøet, og landbruket bør ikke være et unntak. I landbruket bør det være påbud om forsvarlig oppbevaring av plastfolie, innendørs eller der vind og vær, flommer eller annet ikke kan medføre avrenning eller tap. Det er allerede forbud mot å forbrenne plastavfall.

2: Vi må ha gode systemer for innsamling av plast. Innsamling må skje på en måte som reduserer faren for personlige tilpasninger («snarveier») som medfører ukontrollert utslipp av plast. Allerede i dag gir Emballasjeforskriften produsentene av emballasje et ansvar for materialgjenvinning. Det er etablert gjenvinningsordninger for brukt landbruksplast i Norge. Grønt Punkt Norge organiserer innsamling mange steder, og tar gratis imot landbruksplast. Det er også etablert henteruter for folieplast. Resultatene fra vår studie viser imidlertid at mye landbruksfolie havner i elven, på tross av slike returordninger.

3: Siste tiltak er å sørge for holdningsendring gjennom å opplyse forbrukerne, bøndene og folk flest om status for og konsekvenser av plastforurensning. Det er få som bevisst tar dårlige og miljøskadelige valg. Vi håper og tror at de fleste som jobber i landbruk har en god bevissthet rundt naturvern og plastforurensning og ikke kaster folien i elven med vilje.

Usikkerheter og videre overvåking

Kartleggingen av plast i denne undersøkelsen er relativt omfattende (200 km med elvestrekning fordelt på 43 elver). Resultatene samsvarer godt med våre observasjoner fra en rekke større og mindre vassdrag over en årrekke. Vi kan likevel ikke utelukke at resultatene representerer et øyeblikksbilde. Plast kan føres raskt ned mot havet etter at den har havnet i elven. Plast som ligger langs elvebredden, vil føres videre når elven stiger under høy vannføring. Plast som er kilt fast av steiner under vann vil enten kunne slites i mindre partikler og føres videre, eller løsne når steinene ruller under flom og høy vannføring.

For å være sikker på om resultatene er representative i elver utenfor Vestlandet og vurdere om året 2019 var et spesielt år bør tilsvarende analyser utføres over flere år og i elver utenfor Vestlandet. Overvåking over flere år kan også bidra til å vise trender i mengde makroplast i elver over tid. Grunnlagsundersøkelser er helt nødvendige for å danne et sammenlikningsgrunnlag for å vurdere om tiltak som bevisstgjøring og innføring av forbedrede systemer virker. Det er også ønskelig å rydde all plast i flere elver, og undersøke graden av årlig tilførsel. Vi antar at en del av plasten som er godt festet under steiner og i trær kan bli liggende over flere år, men dette vet vi ikke.

Det er også klart at resultatene fra denne undersøkelsen kunne vært noe forskjellig dersom vi istedenfor antall og lengde på plastbitene, sammenliknet vekt eller areal på de samme bitene. Rundballfolie har stort areal per lengdemeter (folie er gjerne 50 eller 75 cm bred) og lav vekt, mens matemballasje gjerne har lav vekt og lite areal per lengdemeter. Alt i alt har mesteparten av plasten vi registrerte lav vekt per lengdemeter (f.eks. rundballfolie, isopor, matemballasje, plastposer, tau, netting, isolasjon rundt ledninger), men det er unntak. Som f.eks. Bildekk, som har høy vekt per lengdeenhet. Av praktiske årsaker hadde vi ikke anledning til å ta med plasten for å veie den når vi snorklet ned elvene. Vi fant også at det er utfordrende å finne areal på plastbitene siden de gjerne ligger på elvebunnen og under steiner. Det var lettere å kun estimere lengden til bitene, når bitene ligger på dypere vann eller under steiner. Siden vi ikke kan se hele plastbiten dersom den delvis ligger under steiner, er det sannsynlig at den faktiske lengden til mange plastbiter er underestimert.

Det er tidkrevende å dykke og gå til fots en avstand på totalt 200 km med elveleier. Derfor hadde vi ikke anledning til å bruke mye tid på å lete etter plast. Vi registrerte også for det meste plastbiter som var lett synlige og av en viss størrelse. Dette resulterte at vi sannsynligvis overså plastbiter, enten fordi de lå under og bak steiner eller fordi de gikk i ett med elvebunnen. Det er heller ikke mulig å se plastbiter som ligger under vann i elvestrekninger med vannføring som er for høy til å drive nedover elven eller som ligger i strykpartier med mye bobler. Vi antar derfor at antallet plastbiter som ble registrert er underestimert.

Mangler informasjon om mikroplast

Det vil være naturlig å undersøke mengden av mikroplast (plastpartikler som er mindre enn fem millimeter) i elvene der vi har registrert makroplast. Vi kan anta at det er korrelasjon mellom mengde makroplast og mikroplast, men dette er foreløpig usikkert. Mikroplast kan i tillegg til kildene som vi har registrert for makroplast også komme fra andre kilder, f.eks. slitasjepartikler fra bildekk, fiber fra syntetiske klær og tekstiler, eller maling. Mikroplast fra kosmetikkprodukter er antatt å være en beskjeden kilde til mikroplast i naturen i Norge i dag (MEPEX, 2016). Det kan også hende at den relative fordelingen av kilder (Figur 9) vil endres dersom vi inkluderer mikroplast, f.eks. at det blir mer mikroplast fra bilgummi i elvestrekning med vei langs elvebredden. Antallet mikroplastpartikler i miljøet, fra kloakkutslipp til sjøbunnsedimenter er kjent for å øke eksponentielt med redusert størrelse (Mintenig et al., 2017; Bergmann et al., 2017; Haave et al., 2019; Lorenz et al., 2019). Dette vil kunne bety et langt høyere antall partikler av mikroplast enn makroplast i elvene. Kartlegging av kilder til og fordeling av mikroplast i elver er foreløpig ikke gjort i Norge, men studier fra urbane elver i Europa og Asia viser at elver er en vesentlig transportåre for mikroplast, og kan også være et endepunkt for plast som begravnes i sedimentet (Mani et al., 2019; Lahens et al., 2018). Nylige studier viser fra Norge at man nå har metoder for å påvise mikroplast i muskelvev og lever, og at plasten finnes i både oppdrettslaks, villaks og fjellørret. Dette impliserer at mikroplast i miljøet tas opp i næringskjeden og er til stede også i avsidesliggende områder med lite synlig plastbelastning (Gomiero et al. 2020). Denne studien kartla ikke forholdet mellom mengden plast i miljøet og det resulterende nivået mikroplast i muskelvev, og det ble heller ikke undersøkt om det var negative effekter av mikroplasten. Mikroplast kan potensielt være skadelig som følge av giftige eller hormonhermende tilsetningsstoffer som kan lekke ut fra plasten. Mikroplast kan også gi direkte irritasjon i vevet forårsaket av partiklene. Ulike arter har ulik sårbarhet for mikroplast, og konsekvenser av plast på økosystem-nivå er per i dag ikke godt kartlagt (Skåre et al. 2020). Mikroplastpartikler under 10 µm (1/100 mm) tas opp lettere i vevet enn større partikler, men er ikke mulig å analysere effektivt med dagens analysemetoder (Gomiero et al., 2020)). Det er å forvente at villaks og ørret i elver har målbare mengder plast i vevet, og at dette har sammenheng med eksponering for mikroplast i elvene så vel som i fjordene.

Miljøstatus basert på plast i elver

Med mer erfaring i systematisk kartlegging og evaluering av miljømessige konsekvenser av plast i elver kan vi utvikle et system for å definere miljøstatus for forurensning av plast i elver, tilsvarende klassifisering av økologisk status etter EUs rammedirektiv for vann. Vanddirektivet omfatter i dag ikke forurensning av plast. Vanddirektivet benytter en fem-delt skala for økologisk status som går fra *Svært god*, *God*, *Moderat*, *Dårlig* og til *Svært dårlig*. Hovedformålet med vanddirektivet å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet.

Om nødvendig (ved moderat status eller dårligere) å iverksette forebyggende eller forbedrende miljøtiltak for å sikre miljøtilstanden i ferskvann, grunnvann og kystvann. Det skal settes miljømål som skal være konkrete og målbare. Det samlede overordnede målet med vanddirektivet er å beskytte vannets økosystemer. Før vi kan lage klassegrenser for plast i elver må vi i så fall også definere hva hensikten med systemet vil være, for eksempel å beskytte økosystemet i elven, beskytte økosystemet ved utløpet i havet eller å hindre at økosystemtjenester forringes, som rekreasjon og bruk av vann (Figur 16). Vi mangler foreløpig informasjon hvorvidt økosystemene i elven eller ved utløpet i havet påvirkes, for eksempel om fiskeyngel og bunndyr spiser plast eller påvirkes av plastens tilstedeværelse, for eksempel på grunn av oppdemming eller forhindring av gassutveksling. Kjemikalier i plasten kan også være potensielt skadelig for vannlevende organismer (Schür et al., 2019). For øyeblikket er kunnskapsstatus for dårlig til å konkludere med risiko for mennesker og miljø som følge av plastforurensning (Skåre et al. 2019).



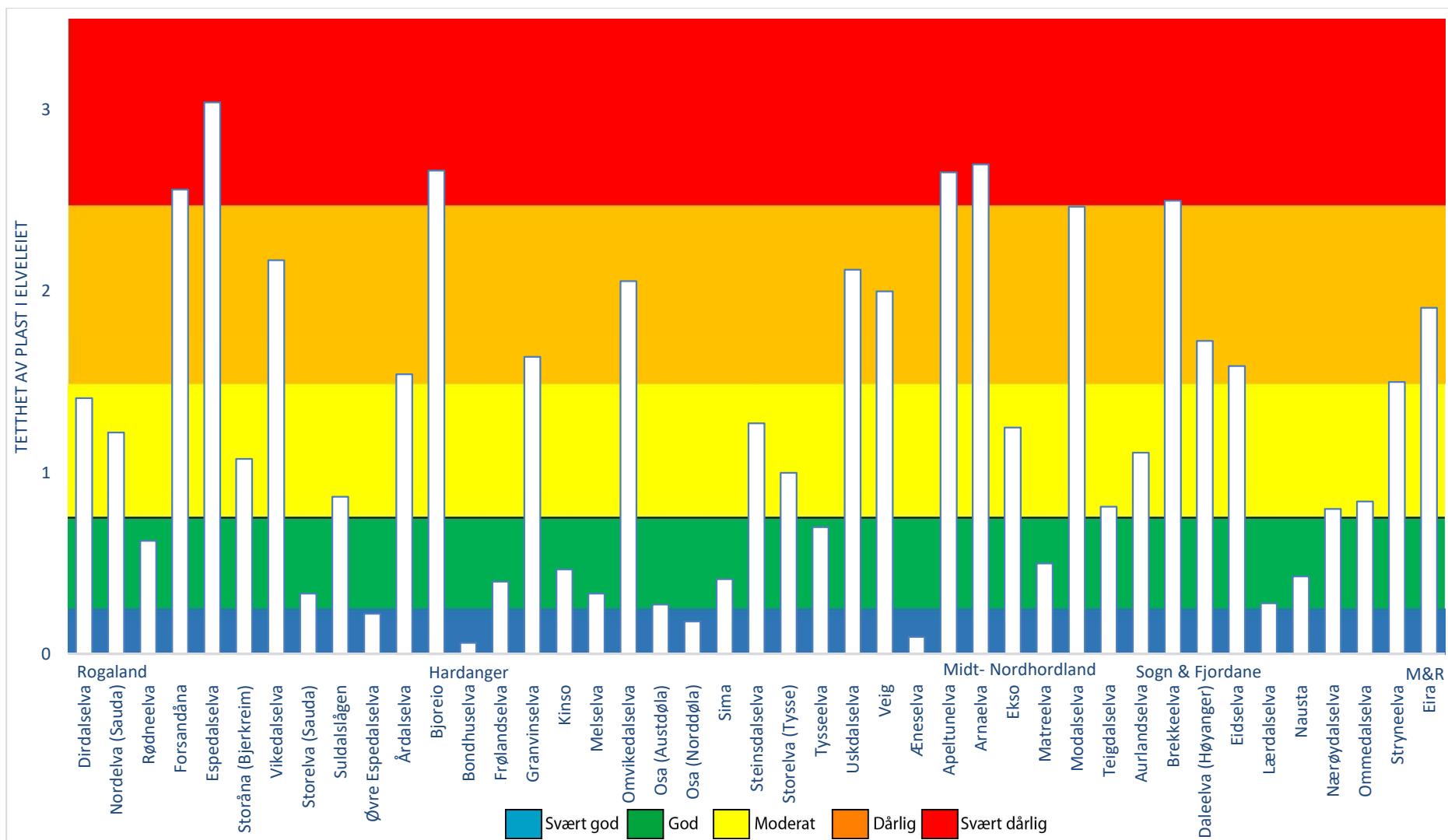
Figur 16. Plast kan tette inntak i vannkraftverk. Her er plast som ble samlet i inntaksristen i kraftverket ved Klekkeriet på Voss. Foto: T.Wiers/NORCE

Vanndirektivet har som generelt målt at alle vannforekomster minst skal opprettholde eller oppnå *God* tilstand. Dersom vi skal følge systemet for miljøklassifisering som er utarbeidet i vanndirektivet vil *Svært god* status oppnås dersom plast er fraværende, det vil si tilnærmet naturtilstand. Deretter må vi definere et miljømål, det vil si angi kriteriene for en mengde plast som vi mener kan godtas. Miljømålet definerer grensen mellom *God* og *Moderat* og tilstand under *God* klasse vil kreve tiltak. Videre må vi definere klassegrensene mellom *Moderat* og *Dårlig*, og mellom *Dårlig* og *Svært dårlig*. Tabell 2 viser et forslag til klassegrenser ut ifra et mål om ikke å forringe økosystemtjenester. Forslaget er basert på erfaringene fra denne kartleggingen av makroplast på Vestlandet 2019. Dersom vi anvender disse klassegrensene når 15 av 43 elver miljømålet som er enten *Svært god* eller *God* klasse, og fem elver får *Svært dårlig* klasse (Figur 17). Hensikten med å sette slike klassegrenser må defineres og begrunnes før de kan etableres og brukes som styringsmål.

Tabell 2. Utkast til klassifisering av miljøtilstand basert på mengden makroplast i elver. Elvene er delt inn i soner som klassifiseres hver for seg, og klassegrensene gjelder for gjennomsnittet av klassene i hele elven. Semi-kvantitativ skala for plast i en elvesone: 0 = Ingen plast, 1 = mindre enn ett plastfragment per 100 m, 2 = ca ett plastfragment per 100 m, 3 = ca ett plastfragment per 10 m, 4 = ca ett plastfragment per 1 m.

Klasse	Klassegrenser etter semi-kvantitativ skala	Miljømål
Svært god	0 - 0,25	Miljømål tilfredsstilt
God	0,25 - 0,75	
Moderat	0,75 – 1,5	Tiltak nødvendig for å nå miljømål
Dårlig	1,5 – 2,5	
Svært dårlig	2,5 - 4	

Fordelen med et system basert på semi-kvantitativ skala er at plasten kan kartlegges relativt raskt, og for eksempel utføres under gytefisktellinger. Hvert år telles gytefisk i en rekke vassdrag fordelt over store deler av Norge, og registrering av makroplast kan da potensielt inngå som en svært kostnadseffektiv del av gytefisktellingene. I 2019 ble det talt gytefisk i 92 vassdrag i Norge (se Holthe m.fl. 2020). Resultatene våre indikerer at det er en god sammenheng mellom mengde plast fra semi-kvantitativ kartlegging og kvantitativ kartlegging. Det er likevel klart at et system som er basert på kvantitativ kartlegging og oppsamling av plasten vil være mer presist, og spesielt dersom man inkluderer mengde plast per arealenheter (se figur 7).



Figur 17. Figuren viser hvordan elver på Vestlandet ville blitt klassifisert dersom vi benyttet forslaget til klassifisering av miljøtilstand basert på mengden makroplast i elver (Tabell 2). Merk at miljøtilstand dårligere enn God ville kreve tiltak, dvs opprydning og tiltak for å forhindre fremtidig forspøpling.

Takk

Vi ønsker å takke Handelens miljøfond for bevilgningen til å utføre prosjektet. Kartleggingen av plast kunne heller ikke vært gjennomført uten at vi samtidig var i elvene for å telle gytefisk. Gytefisketellingen var finansiert av Miljødirektoratet, Statkraft, BKK, ECO energi, Slakteriet Brekke, LYSE energi, NVE og Saudefaldene.

Referanseliste

- Barlaup, B. T., Gabrielsen, S.-E., Løyland, J., Schläppy, M.-L., Wiers, T., Vollset, K. W., and Pulg, U. (2013) Trap design for catching fish unharmed and the implications for estimates of sea lice (*Lepeophtheirus salmonis*) on anadromous brown trout (*Salmo trutta*). *Fisheries Research*, 139, 43-46.
- Bergmann, M., Wirzberger, V., Krumpfen, T., Lorenz, C., Primpke, S., Tekman, M. B., and Gerdts, G. (2017) High Quantities of Microplastic in Arctic Deep-Sea Sediments from the HAUSGARTEN Observatory. *Environmental Science & Technology*, 51, 11000-11010.
- Gomiero, A., Haave, M., Bjørøy, Ø., Herzke, D., Kögel, T., Nikiforov, V., and Øysæd, K. B. (2020) QUANTIFICATION OF MICROPLASTIC IN FILLET AND ORGANS OF FARMED AND WILD SALMONIDS -a comparison of methods for detection and quantification - SALMODETECT. NORCE report 8-2020.
- Haave, M., Lorenz, C., Primpke, S., and Gerdts, G. (2019) Different stories told by small and large microplastics in sediment - first report of microplastic concentrations in an urban recipient in Norway. *Marine Pollution Bulletin*, 141, 501-513.
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., . . . Law, K. L. (2015) Marine pollution. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347, 768-771.
- Lahens, L., Strady, E., Kieu-Le, T. C., Dris, R., Boukerma, K., Rinnert, E., . . . Tassin, B. (2018) Macroplastic and microplastic contamination assessment of a tropical river (Saigon River, Vietnam) transversed by a developing megacity. *Environ Pollut*, 236, 661-671.
- Larsen Haarr, M., Falk-Andersson, J., Røddås Johnsen, H., and Bay-Larsen, I. (2019) Marin plastforsøpling fra fiskeflåten. In: *SALT rapport 1039*, Vol. 1039. SALT Lofoten, FHF.
- Lebreton, L., and Andrady, A. (2019) Future scenarios of global plastic waste generation and disposal. *Palgrave Communications*, 5, 6.
- Lebreton, L. C. M., Van Der Zwet, J., Damsteeg, J. W., Slat, B., Andrady, A., and Reisser, J. (2017) River plastic emissions to the world's oceans. *Nature Communications*, 8, 15611.
- Lorenz, C., Roscher, L., Meyer, M. S., Hildebrandt, L., Prume, J., Loder, M. G. J., . . . Gerdts, G. (2019) Spatial distribution of microplastics in sediments and surface waters of the southern North Sea. *Environ Pollut*, 252, 1719-1729.
- Mani, T., Primpke, S., Lorenz, C., Gerdts, G., and Burkhardt-Holm, P. (2019) Microplastic Pollution in Benthic Midstream Sediments of the Rhine River. *Environmental Science & Technology*, 53, 6053-6062.
- Mepex. (2016) Primary microplastic-pollution: Measures and reduction potentials in Norway. *Miljødirektoratet/ Norwegian Environment Agency*, M-545 | 2016, 117.

- Mintenig, S. M., Int-Veen, I., Loder, M. G. J., Primpke, S., and Gerds, G. (2017) Identification of microplastic in effluents of waste water treatment plants using focal plane array-based micro-Fourier-transform infrared imaging. *Water Research*, 108, 365-372.
- Schür, C., Zipp, S., Thalau, T., and Wagner, M. (2019) Microplastics but not natural particles induce multigenerational effects in *Daphnia magna*. *Environmental Pollution*, 113904.
- Skåre, J. U., Alexander, J., Haave, M., Jakubowicz, I., Knutsen, H. K., . . . Wasteson, Y. (2019) Microplastics; occurrence, levels and implications for environment and human health related to food. In: *Scientific opinion of the Scientific Steering Committee of the Norwegian Scientific Committee for Food and Environment*. , Vol. ISBN: 978-82-8259-332-8, ISSN: 2535-4019 Norwegian Scientific Committee for Food and Environment (VKM), Oslo, Norway.