

# Kunnskapsstatus om plastforsøpling langs vassdrag og kyst, og vurdering av metoder for overvåkning



# RAPPORT

**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Internett: [www.niva.no](http://www.niva.no)

**NIVA Region Sør**

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

**NIVA Region Innlandet**

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

**NIVA Region Vest**

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

**NIVA Danmark**

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

Tittel Kunnskapsstatus om plastforsøpling langs vassdrag og kyst, og vurdering av metoder for overvåkning	Løpenummer 7425-2019	Dato 05.11.2019
Forfatter(e) Markus Lindholm, Bert van Bavel, Inger Lise Nerland Bråte, David Pettersen Eidsvoll, Sissel Brit Ranneklev, Rachel Hurley, Marianne Olsen	Fagområde Forurensninger	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Norge	Sider 30

Oppdragsgiver(e) Handelens Miljøfond	Oppdragsreferanse Eirik Oland
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 180306

<p><b>Sammendrag</b></p> <p>Rapporten gir en oversikt over mulige miljøproblemer knyttet til plast i miljøet, med fokus på Norge. Kunnskapsbasert forvaltning av dette globale miljøproblemet vil både lokalt/kommunalt og nasjonalt avhenge av at man kjenner kilder, transportveier og plastesens videre skjebne i miljøet. En kompliserende faktor i vurdering av plast som miljøproblem er at ulike typer plast må antas å representere ganske ulike miljøproblemer, både biokjemisk og fordi de oppfører seg helt ulikt i miljøet. Enn videre responderer makroplast, mikroplast og nanoplast ganske ulikt på miljøfaktorer. Det gis en oppdatert kunnskapsstatus basert på norsk og over internasjonal forskning, både om kilder, transportmekanismer i miljøet, og havmiljø, og det pekes på betydelige kunnskapshull på flere nivåer, som gjør det vanskelig å konkludere og iverksette tiltak. Ulike miljøkonsekvenser drøftes, med særlig fokus på plast i vann og vassdrag, og deres funksjon som transportører for spredning av plast til miljøet og til havet. Det gis videre en oversikt over hvilke metoder som så langt har vært prøvd ut for kartlegging av plastsøppel. Fremtidig overvåking av plastproblemet vil til dels kreve ny teknologi, og ulike eksempler på slike drøftes. Det gis anbefalinger for hvilke tiltak som bør prioriteres, og forslag til egnet kartleggings- og overvåkingsmetodikk.</p>
---

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>plast</li> <li>mikroplast</li> <li>ferskvann</li> <li>forurensning</li> </ol>	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>plastic</li> <li>microplastic</li> <li>freshwater</li> <li>pollution</li> </ol>
--	---

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

*Markus Lindholm*  
Prosjektleder

*Marianne Olsen*  
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7160-7  
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

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

Kunnskapsstatus om plastforsøpling langs  
vassdrag og kyst, og vurdering av metoder for  
overvåkning

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Formål.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Bakgrunn.....</b>	<b>7</b>
2.1	Plastens skjebne i miljøet: Fra makro til meso og mikro til nano .....	10
<b>3</b>	<b>Plastforsøpling i Norge.....</b>	<b>14</b>
3.1	Kilder til plast på avveie .....	14
3.1.1	Hva strandrydding forteller .....	14
3.1.2	Plast i landbruket.....	15
3.1.3	Veistøv .....	16
3.1.4	Kunstgress .....	17
3.1.5	Plast i drikkevannet? .....	17
3.2	Plast i norske innsjøer og elver .....	18
3.2.1	Betydningen av flom.....	19
<b>4</b>	<b>Kartlegging og overvåkning .....</b>	<b>21</b>
4.1	Eksisterende overvåkingsmetoder .....	21
4.1.1	OSPAR .....	21
4.1.2	Ocean Conservancy-metoden .....	23
4.1.3	Kartlegging i elver .....	23
4.1.4	Modellering av forekomst og transport .....	24
<b>5</b>	<b>Fremtiden .....</b>	<b>25</b>
5.1.1	Sensorer.....	25
5.1.2	Droner.....	25
5.1.3	Applikasjoner for folkeforskning .....	26
<b>6</b>	<b>Kunnskapshull og anbefalinger.....</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>Referanser.....</b>	<b>30</b>

## Sammendrag

Rapporten gir en oversikt over mulige miljøproblemer knyttet til plast i miljøet, med fokus på Norge. Kunnskapsbasert forvaltning av dette globale miljøproblemet vil både lokalt/kommunalt og nasjonalt avhenge av at man kjenner kilder, transportveier og plastenes videre skjebne i miljøet. En kompliserende faktor i vurdering av plast som miljøproblem er at ulike typer plast må antas å representere ganske ulike miljøproblemer, både biokjemisk og fordi de oppfører seg helt ulikt i miljøet. Enn videre responderer makroplast, mikroplast og nanoplast ganske ulikt på miljøfaktorer. Det gis en oppdatert kunnskapsstatus basert på norsk og over internasjonal forskning, både om kilder, transportmekanismer i miljøet, og havmiljø, og det pekes på betydelige kunnskapshull på flere nivåer, som gjør det vanskelig å konkludere og iverksette tiltak. Ulike miljøkonsekvenser drøftes, med særlig fokus på plast i vann og vassdrag, og deres funksjon som transportårer for spredning av plast til miljøet og til havet. Det gis videre en oversikt over hvilke metoder som så langt har vært prøvd ut for kartlegging av plastsøppel. Fremtidig overvåking av plastproblemet vil til dels kreve ny teknologi, og ulike eksempler på slike drøftes. Det gis anbefalinger for hvilke tiltak som bør prioriteres, og forslag til egnet kartleggings- og overvåkingsmetodikk.

## Summary

Title: Plastic litter in Norwegian lakes, rivers and coastal areas. Evaluation of monitoring methods  
Year: 2018

Author(s): Markus Lindholm, Bert van Bavel, Inger Lise Nerland Bråte, David Pettersen Eidsvoll, Sissel Brit Rannekleiv, Rachel Hurley & Marianne Olsen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7160-7

The report gives a review over possible environmental problems associated with plastic in the environment, with focus on Norway. Knowledge based management of this global problem will depend on data on sources, pathways, sinks and the wider fate of plastic in the environment, both locally and regionally. A main challenge is that impact of plastic on the environment is assumed to comprise of fairly different modes also biochemically because plastic litter includes a wide range of different chemical substances and additives. All these factors affect the environmental behavior and distribution of plastics. Macro plastics behave differently than for example micro- and nano plastics depending on different environmental factors.

The report gives an updated state of the art based on Norwegian and international research including sources, transport mechanisms in both the fresh water and the marine environment and points out several knowledge gaps on different levels which makes it difficult to conclude and implement measures. Several environmental impacts are discussed with particular focus on the freshwater catchment areas and their role in the transportation of plastic litter to the marine environment. Furthermore, an overview is given of the methods that have so far have been tested for mapping and monitoring of plastic waste. Future monitoring of the plastic litter will partially require new technology, and several examples are discussed. Recommendations are given for prioritization and appropriate monitoring methods.

# 1 Formål

NIVA har på oppdrag for Handelens Miljøfond (HMF) utarbeidet en kunnskapsstatus om plastforsøpling i Norge, med fokus på vann og vassdrag, samt oversikt over eksisterende kartleggingsmetoder og overvåkningsverktøy. Det gis også forslag om mulige fremtidige overvåkningsmetodikk. Det er lagt vekt på at rapporten skal være kortfattet og lettlest. Dette innebærer at omfanget av referanser og henvisninger er redusert i forhold til en mer vitenskapelig innrettet publikasjon.

Hovedspørsmål som rapporten belyser, og besvarer i den grad det lar seg gjøre, er:

1. Hva vet vi om plastforsøpling; hva er kartlagt, og hvilke studier pågår? Er det regionale forskjeller?
2. Hvilke forhold påvirker tilførsler og transport i og langs vann og vassdrag?
3. Hvilke metoder finnes for å kartlegge og overvåke forekomst, spore kilder til plast?
4. Hvilke miljøkonsekvenser er knyttet til makroplast og mikroplast?
5. Hvilke datakilder/ verktøy er svarene basert på?
6. Hvilke framtidige forskningsoppgaver er relevante?

Rapporten gir først en introduksjon til plast som miljøproblem, hva som er kjent globalt og ikke minst knyttet til marint miljø, men også hvordan landområder og vassdrag påvirker dynamikken. Deretter gjøres det rede for hva som skjer med ulike typer plast ute i miljøet, og hvilke ulike problemstillinger de forskjellige størrelsesfraksjonene impliserer. Deretter gis en gjennomgang av ulike kilder til plast i miljøet i Norge, der vi også drøfter tilførselsveier, videre transport og skjebne i miljøet. Deretter presenteres metoder som per i dag anvendes for kartlegging, og hvilke muligheter som kan tenkes for framtidig overvåkning, basert på eksisterende teknologi som er under uttesting eller utvikling. Til sist gis en oppsummering av de kunnskapshull og forskningsbehov som er identifisert, og anbefalinger om hvilke satsningsområder som bør prioriteres.

## 2 Bakgrunn

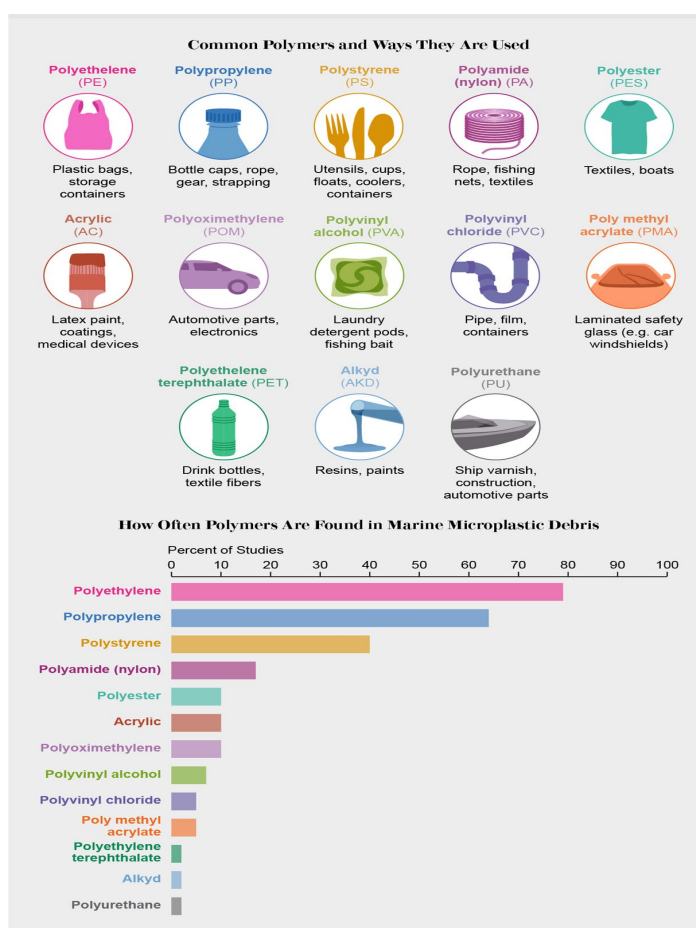
Da en 6 meter lang gåsenebbhval drev i land på Sotra i januar 2017 fikk norsk offentlighet for alvor øynene opp for omfanget av plast som miljøproblem, selv om det vitenskapelig arbeidet knyttet til plast i miljøet allerede hadde pågått med økende intensitet over en ti-års periode. I magen hadde hvalen anelige mengder plastsøppel, blant annet 30 bæreposer og sjokoladepapir, med påskrift fra ulike europeiske land. Oppmerksomheten omkring plast som miljøproblem er nå fullt etablert over hele verden, og er ikke minst knyttet til plast-problemer knyttet til havet. Selv om det synes åpenbart at det kreves tiltak for å begrense plastavfall og ikke minst redusere mengden avfall på avveie, er det mange ubesvarte spørsmål om hvilke miljøeffekter plastforsøpling kan gi og betydningen av disse på et økosystem-nivå.

Her hjemme er ikke minst sjømatnæringen bekymret for utviklingen. Tanken på at vi får i oss mikroplast i middagsmaten er neppe god reklame, og direktør i Sjømat Norge, Geir Ove Ystmark, ytrer i en kronikk bekymring for norsk sjømats internasjonale rennømmé. Havet kjenner riktignok ingen grenser, og plast omtales med rette som et globalt problem, knyttet til marine miljøer. Likevel



er det viktig å være klar over at mye tyder på at det meste av plasten man ser langs strender i skjærgården og i norske farvann etter alt å dømme er relativt kortreist og sannsynligvis stammer fra vårt eget land eller fra land i nærheten. Plast følger lett med vann og vassdrag fra byer og tettsteder, og vil etter hvert ende i havet. Det gjelder som vi skal se etter alt å dømme også for mye mikroplast. Skal det marine plastproblemet løses er vi altså nødt til å finne ut hvor de landbaserte kildene er og hvordan plastsøppelet endte i havet. - Ord som «sannsynligvis», «etter alt å dømme» og «trolig» brukes jevnlig gjennom denne rapporten. For det er mye man ikke vet om problemet, som for øvrig også burde omtales i flertall, fordi plast både kjemisk og fysisk omfatter et stort antall ulike ting, som også må antas å kunne gi ganske ulike effekter i miljøet.

Plast er et svært anvendelig materiale som vi omgir oss med i nesten alt vårt daglige virke. Plast er en fellesbetegnelse på en lang rekke ulike syntetiske materialer som består av en eller flere polymerer (basisplasten) og forskjellige tilsetningsstoffer (hjelpestoffer; figur 1). Det finnes et stort antall ulike typer plast, med ulike egenskaper, fra de svært myke og bøyelige til de harde og solide. Mange vil kjenne til polyester, nylon, polyeten («bærepose-plast») eller polyetylen (for eksempel i brusflasker). Bare i enkelte tilfeller består en plast av den rene basisplasten (polymeren) uten tilsetninger. Produkter av plast er derfor svært forskjellige, fra éngangsemballasje og byggematerialer til leketøy, kirurgiske implantater, møbler og teknisk utstyr.



Figur 1. Ulike syntetiske forbindelser som går under betegnelsen «plast» (kilde: Amanda Montañez; Source: "Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment," edited by Peter J. Kershaw, (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection), GESAMP Reports and Studies, No. 90; 2015)



Basisplasten har den karakteristiske egenskapen at den på et eller annet trinn i bearbeidingen er flytende eller *plastisk*, slik at plastmassen kan formes til de ønskede produktene. Praktisk talt all basisplast blir i dag produsert fra petrokjemiske (petroleumbaserte) utgangsstoffer. Plast kan også produseres med utgangspunkt i cellulosederivater, men slik plast utgjør bare 1–2 prosent av det totale plastforbruket, og denne fremstillingen krever også bruk av atskillige petrokjemiske produkter. Såkalt bioplast er en hel gruppe av materialer med ulike egenskaper og bruksområder, og som i varierende grad er basert på andre råvarer enn fossile, men gjerne i kombinasjon med fossile råvarer. I dag utgjør Bioplast under én prosent av de mer enn 320 millioner tonn plast som årlig produseres globalt.

Veksten i global plastproduksjon akselererte i tiårene etter 2. verdenskrig, og årsproduksjonen ligger nå (2018) på 350 millioner tonn. Lite tyder på at veksten vil avta<sup>1</sup>. Emballasje og forpakning er et hovedmarked, fulgt av bygg og anlegg, tekstilindustri og øvrige forbruksvarer. De ulike sektorenes bidrag til plastavfall varierer fordi plastens levetid er så ulik - fra mange tiår i bygningsbransjen til noen uker som emballasje. På forbrukerleddet har mye av emballasjen en levetid som strekker seg fra butikkhyllen til kjøkkenbenken hjemme. All plasten som til nå har blitt produsert er bare i liten grad resirkulert eller brutt ned, og det er derfor rimelig også å se på den kumulative veksten – hvordan det globale «plastberget» har vokst: I 2015 hadde dette nådd 8.3 milliarder tonn plast (Geyer m.fl. 2017), noe som betyr at det nå historisk er produsert ett tonn plast per menneske på kloden! Av dette er det antatt at over 80 % fortsatt befinner seg på land, enten bundet i produkter som fortsatt er i bruk (30 %) eller som avfall (55 %). Noe har gått til forbrenning (8%) mens kun 6-7 % er gjenbrukt.

Det er anslått at ca. 8 millioner tonn plast årlig når havet. Det er særlig tre faktorer som påvirker hvor mye plastsjøppel som ender på avveie (Jambeck m.fl. 2015):

- Regional befolkningstetthet
- Forbruket av plast
- Hvor godt avfallshåndteringen fungerer

Hvor mye av plastsjøppelet som ender i havet påvirkes blant annet av hvor langt fra kysten forsøplingen skjedde og av elvenes utforming, topografi, flom-mønster og andre hydrologiske forhold. Ikke all plast tilføres havet via vassdragene. I den svære virvelen i midten av Stillehavet som har fått navnet *The Pacific Great Garbage Patch* (Stillehavsgyren) mener man at omtrent halvparten av all plast som flyter omkring stammer fra fiskegarn, tauverk og nøter (Lebreton m.fl. 2018). Men igjen er det stor usikkerhet knyttet til hvor pålitelige eller representative disse dataene er. Dette skyldes at det er krevende å gjøre kartleggingen slik at estimatene i hovedsak baserer seg på modellering og stikkprøver, men også fordi mye plast synker etter kortere eller lengre tid (Booth m.fl. 2017), noe som gjør det vanskelig å tallfeste omfanget. En anelig andel plast som skylles i land her i landet stammer trolig også fra marin virksomhet, men kartleggingen er mangelfull. Som vi skal se finnes det likevel noen data for Norge som kan gi en viss indikasjon.

Geyer m.fl. (2017) har levert noen første globale tall for hvor plasten som produseres i dag tar veien. De anslår at 9 % resirkuleres og 12 % brennes. Resten, 79 %, går en usikker skjebne i møte, ved at de

---

<sup>1</sup> <https://ourworldindata.org/plastic-pollution#additional-faqs-on-plastics>

ender på søppelfyllinger, ofte med utilfredsstillende løsninger, eller spres i miljøet. Land med høye befolkningstettheter nær elver eller langs kysten, og særlig i kombinasjon med høyt forbruk og mangelfull avfallshåndtering, har avtegnet seg som viktige kilder til plastforsøpling i havet. Land i Sørøst-Asia (bl.a. Kina, Indonesia, Filippinene, Vietnam og Sri Lanka) har vært pekt ut som særlig viktige kilder til plast i verdenshavene, med Kina i spissen (Jambeck m.fl. 2016; Schmidt m.fl. 2018). Nye data sår imidlertid tvil om det faktiske omfanget, og enkelte har hevdet at særlig Kinas tilførsler - oppgitt til 8 millioner tonn årlig - kun er ¼ av dette. Uansett ender lite av dette i Norge: Det er sannsynlig at det meste som skylles opp på strendene langs Norskekysten kommer fra vårt eget land eller fra våre europeiske naboland. Miljødirektoratet har igangsatt en kartlegging av marint avfall som i perioden 2017-2019 vil søke å gi svar på hvilke typer plast og produkter som typisk finnes igjen langs norskekysten, og hvor den kan komme fra.

En ting som imidlertid står fast er at mye plast i havet stammer fra land, og har kommet dit via elver og innsjøer. Mekanismene som ligger til grunn for denne transportkjeden er imidlertid mangelfullt utredet. Man vet lite hvordan plast spres i miljøet, hva det er som gjør at den ender i vassdragene, hvilke former for plast som dominerer, og hvordan den transporteres nedover vassdraget og ut i havet. Det finnes grove modeller, men nesten ingen feltstudier som kan si i hvilken grad de stemmer med realitetene. Ulike former og størrelsesfraksjoner av plast får ulik skjebne i vann, og vassdragets lokale utforming vil også påvirke hvor plasten tar veien. Ikke minst vil regionalt klima og flommønster påvirke hva som videre skjer. I Europa er miljøforvaltningen av vann, vassdrag og kystvann organisert etter EUs Vanddirektiv (i Norge innført i form av Vannforskriften). Ulike typer miljøproblemer i vann klassifiseres og ut fra dette vurderes det hvorvidt det lokale vannmiljøet (kyst, innsjø, elv) er i såkalt «god økologisk tilstand»). Per i dag er plastens rolle i miljøet fortsatt så mangelfullt kjent at det ikke finnes noen metodikk for vurderinger av dette, verken her i landet eller i Europa for øvrig.

Sammenfattende kan man altså si tre ting:

- mye plast tilføres havet fra innlandet via vann og vassdrag
- tall for Norge er basert på løse estimater og overslag
- det finnes ingen metodikk for å vurdere betydningen av plast for miljøet

Før vi går inn på mulige konsekvenser av disse kunnskapshullene for norske forhold, må vi imidlertid se litt nærmere på hva som skjer med plast når det kommer ut i miljøet.

## 2.1 Plastens skjebne i miljøet: Fra makro til meso og mikro til nano

Et problem ved vurderinger av miljøeffekter av plast er at betegnelsen inkluderer flere hundre ulike polymerer som har helt ulike fysiske egenskaper, og som derfor også oppfører seg helt ulikt i miljøet. Enkelte er tunge og synker, andre endrer densitet eller elastisitet. Men gradvis vil likevel sollys, mekanisk slitasje, temperatur, pH, bølgeslag og oksidativt stress gjøre at plasten blir sprøere og brytes opp i mindre biter. En del plast, ikke minst isopor, splittes da i mindre biter, og omtales gjerne som *mesoplast*: størrelsesfraksjoner fra 1 til 25 mm<sup>2</sup>. Mesoplast utgjør en ikke ubetydelig andel av plastbitene på en del badestrender (figur 2), og det finnes per i dag ingen metoder for å fjerne dem.

---

<sup>2</sup> Vi følger inndelingen anbefalt av GESAMP 2015.



Figur 2. Biter av mesoplast av uidentifisert opprinnelse, fra en badestrand i Indre Oslofjord (foto: NIVA).

Mange former for plast gjennomgår en form for forvitring når de eksponeres for UV lys og vann, som leder til en spesiell form for uttørring mange selv har merket på gammelt plastsøppe som ligger utendørs. Disse plasttypene blir raskt til støv, som også danner regulære støvskyer om man beveger på søppelet. Partiklene er nå så små at de knapt kan sees, og omtales som *mikroplast*, definert som plastpartikler i størrelsesorden fra 1 til 1000  $\mu\text{m}$  (altså fra 0,001 til 1 mm). Lambert og Wagner (2018) nevner følgende som de viktigste kildene til mikroplast i vann og vassdrag:

- pleieprodukter, tannkrem og mikrofiber fra klesvask som ikke fanges opp av kommunale renseanlegg
- avrenning fra kloakkslam tilført landbruksarealer
- avrenning via plastrester (presenninger, dyrkningsutstyr) fra landbruk
- rester fra bildekk, avrenning fra vei, tettsteder og tette flater
- avrenning av industriprodukter
- atmosfærisk deposisjon

Mikroplast kan ha mange ulike former, både kjemisk og fysisk, og man skiller mellom *primær* og *sekundær* mikroplast. Den primære er stort sett små sfæriske kuler som ble (dels fortsatt blir) tilsatt mange produkter for å bedre friksjon og slipeevne, som i en del tannkrem og hudpleieprodukter. Plastkulene som tilsettes slike produkter (engelsk *microbeads*) er nå forbudt i mange land, men de

finnes fortsatt rikelig i miljøet. Sekundær mikroplast er partikkelrester etter forvitret plast, eller plastpartikler som er avgitt fra andre produkter f.eks. fra tekstiler, og de kan ha helt vilkårlig form. Ofte er det snakk om fiberrester fra tørt og sprøtt gammelt tauverk, som splittes opp som svært tynne fibre. Denne kategorien kan i seg selv være vanskelig å klassifisere, simpelthen fordi fibre kan være over 1 mm lange, men bare 1-2  $\mu\text{m}$  brede. Andre typer plast smuldrer opp til små irregulære legemer som antar ulike former.

Mye mikroplast vil sedimentere ut i bunnslammet - i sedimenter langs Rhinen og Main fant man for eksempel fra 228 til 3700 partikler av mikroplast per kg sediment man undersøkte (Lambert & Wagner 2018). Booth m.fl. anslår at 90 % av mikroplast i havet sedimenterer ut på bunnen. Men både i ferskvann og i havet kan mikroplast også lett tas opp av bunnlevende biota. En studie fra Themsens fant at  $\frac{3}{4}$  av flyndrene som ble undersøkt hadde plastpartikler i fordøyelsen, og det meste var mikroplast (McGoran m.fl. 2017) og Lusher m.fl. (2017) oppgir at man nå har funnet mikroplast i mer enn 500 ulike arter – i bunnlevende børstemark, plankton og muslinger, i krepsdyr, fisk og sjøfugl. De fleste rapporterte funn er knyttet til plastpartikler i fordøyelsen, men det er også mistanke om plast i muskelvev (Rochman 2018), selv om størrelsen på partiklene tilsier at de ikke kan transporteres over cellemembraner. Kontaminering av prøver under innsamling, opparbeiding og analyse er en metodisk utfordring og kan forårsake feil konklusjoner dersom man ikke har kontroll på denne feilkilden. Det arbeides internasjonalt med metodeutvikling og standardisering av metodikk for mikroplastanalyser og kvalitetskontroll, men det finnes fortsatt ingen standard metodikk. Dette gjør det vanskelig å sammenligne studier og skaper i mange sammenhenger usikkerhet rundt tolkningen av resultater.

Det finnes svært lite data på mikroplast i organismer fra norske vannmiljø. Bråte m.fl. (2016) undersøkte torsk fra seks kystlokalteter fra Varanger til Oslofjorden, og fant mikroplast i enkelte individer, særlig i fisk fra havnebassenget i Bergen. Blåskjell lever av plankton og organiske rester som filtreres ut av vannmassene, og slike filtrerende organismer vil i teorien også kunne filtrere ut mikroplastpartikler. Det er imidlertid ukjent i hvilken grad de også er i stand til å skille mellom ulike partikler og kvitte seg med de som er uønsket. Nylig offentliggjorde den samme forskergruppen resultatene av undersøkelser av blåskjell fra 15 stasjoner langs hele Norskekysten (Bråte m.fl. 2018). Fra nesten alle stasjonene fant man blåskjell som inneholdt mikroplast, særlig ved stasjonen i Indre Oslofjord. Det var imidlertid vanskelig å se en tydelig sammenheng mellom funnsted, mulige kilder i nærområdet og antall plastpartikler. I hvilken grad mikroplast følger næringskjeden er også fortsatt uavklart.

Det finnes ikke sikker kunnskap om hvilke skader partikler av mikroplast kan forårsake. Per i dag er det omdiskutert hvordan disse oppfører seg i miljøet og eventuelt hva de forårsaker. En del størrelsesfraksjoner vet man ganske mye om (200-300  $\mu\text{m}$ ), og mye tyder på at de i seg selv ikke nødvendigvis utgjør noen helsefare, men de kan fungere som vektorer for spesifikke miljøgifter. Også på dette feltet er det store usikkerheter om partiklene i hovedsak opptar eller avgir miljøgifter, og foreløpige studier indikerer at begge deler kan være tilfelle, men vil variere, avhengig av polymertype, type miljøgift og ytre forhold. De minste størrelsesfraksjonene og hvordan de fungerer i miljøet vil trolig ikke minst bero på deres kjemiske form og egenskaper. Virkningene vil dessuten trolig også være avhengig av hvilken organisme som inntar partiklene, og ikke minst størrelsen på denne; det er enrom størrelsesforskjell fra plankton til fisk eller pattedyr. Det finnes også ekspertise som med ettertrykk har hevdet at bekymringene for miljøeffekter fra mikroplast er spekulative og mangler god dokumentasjon (Burton 2017). Dette illustrerer det store kunnskapsbehovet som fortsatt er tilstede for å avklare betydningen av plastforøplingens mange former.

I teorien kan nedbrytningen og fragmenteringen av plastpartikler fortsette til partikler som langt mindre enn man kan se med det blotte øyet. Plastpartikler under 1 µm (1/1000 mm) omtales gjerne som *nanoplast*. Per i dag finnes det ingen metoder for å identifisere slike partikler i miljøprøver, og de er ikke påvist. Det er svært lite som er kjent om miljøeffekter av nanopartikler generelt. I kontrollerte forsøk med høye konsentrasjoner har man observert at slike ørsmå partikler kan trenge gjennom cellevegger og inn i cellenes indre, der de blir en del av celleplasmaet. Nanoplast har til dels andre fysiokjemiske egenskaper enn større partikler, og kan blant annet få elektrisk ladning og fungere som vektorer (bærere) for miljøgifter. Man har spekulert på om de kan krysse fysiologiske barrierer og finne veien inn til ulike typer kroppsvev langt fra fordøyelseskanalen, blant annet hjernevev eller i fostre. Laboratorie-studier har vist at mikroplast her i prinsippet kan forstyrre både kroppsvekst, hormonelle kretsløp og også atferd, men konsentrasjonene i de eksperimentelle undersøkelsene har vært betydelig større enn det man kan forvente å finne ute i naturen. Det er viktig å understreke at analyser på nanoplast i organismer kun er gjort eksperimentelt. Det finnes følgelig heller ingen kunnskap om grenseverdier, deteksjonsgrenser eller hvilke vevstyper som eventuelt burde benyttes ved eventuelle (fremtidige) standardiserte tester. På NIVA er det igangsatt et forskningsprosjekt som skal vurdere hvorvidt plastpartikler i denne størrelsesklassen kan tenkes å fungere som mulig vektor for spredning av DNA, ikke minst i tilknytning til mulig antibiotika-resistens hos bakterier<sup>3</sup>.

Til sammen gir dette fire størrelsesfraksjoner av plast i miljøet:

- Makroplast: >25 mm
- Mesoplast: 25-1 mm
- Mikroplast: 1000-1 µm
- Nanoplast: <1 µm



Figur 3. Noen viktige kilder til mikroplast i miljøet (fra Rochman 2018).

<sup>3</sup> [http://www.waterjpi.eu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=583:joint-call-2019&catid=156:joint-calls&Itemid=1097](http://www.waterjpi.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=583:joint-call-2019&catid=156:joint-calls&Itemid=1097)

Hvor raskt makroplast omdannes til mikroplast vil avhenge av type plast og av en rekke miljøfaktorer. Som det fremgår av det ovennevnte, er det mye omtalte spørsmålet om «Hvor lang tid tar det før dette brytes ned?» egentlig ikke noe egnet spørsmål for å forstå problemet. For plast kan vanskelig sies å «brytes ned» i miljøet innen rimelige tidsrom, slik treverk eller andre forbindelser gjerne gjør<sup>4</sup>. Partiklene blir riktignok mindre, men det kan like gjerne bety at de blir mer effektive som miljøfaktorer. Så selv om vi kan lese at bæreposer «brytes ned» etter hundre år, betyr dette gjerne at posen da ikke lenger er noe visuelt problem. Miljøproblemet kan imidlertid godt være like stort – eller kanskje mye større. Om dette vet vi altså lite foreløpig.

Til sammen er det dermed flere viktige kilder til mikroplast i miljøet, og et betydelig forskningsarbeid må nedlegges for å forstå mikroplastens skjebne i miljøet og effekter på organismer. Ikke minst må det arbeides med å identifisere både effekter av tiltak og implikasjoner for biota og miljø.

## 3 Plastforsøpling i Norge

Å rydde plast og søppel langs norske strender er et svært bevisstgjørende, konkret og verdifullt bidrag for å begrense mengden plast på strendene, og potensielt i havet, men med mindre kildene til avfallet begrenses vil dette arbeidet trolig måtte pågå i mange år fremover. Om man skal ha noe realistisk håp om å få bukt med problemet er man derfor nødt til å finne ut hvilken reise plastsøppelet har bak seg, hvordan det ble kanalisert ut i havet, og hvor plasten opprinnelig kom fra<sup>5</sup>. Og fordi hovedmengdene av plast til havet direkte eller indirekte stammer fra landbaserte virksomheter, må vi identifisere hvor på land kildene er, hvordan plastsøppelet spres via vann og vassdrag (både som makro- og mikroplast) og hvordan vassdragene fungerer som transportårer, i samspill med menneskers vannbruk (drikkevann, som resipient for avløpsrensing, kraftverk, rekreasjon og annet), og naturgitte faktorer som klima, naturmiljø og flomregime.

### 3.1 Kilder til plast på avveie

#### 3.1.1 Hva strandrydding forteller

Selv om flere studier har kunnet knytte hovedkildene til elvetilført plast i havet til et knippe elver og befolkningssentra i Sørøst-Asia og Afrika, har ikke hovedmengdene av plastsøppel i norsk natur reist jorda rundt. Tvert om tyder mye på at plasten som skylles opp på norske strender i hovedsak også stammer fra Norge, eller fra våre nærmeste naboland. Konsentrasjonene av søppel langs norske strender viser likevel store lokale og regionale variasjoner, der særlig elvenes tilførsler, regional befolkningstetthet, omfanget av marine virksomheter (fiske, oppdrettsnæring, offshore-industri), kyststrømmer, fremherskende vindretning og strandlinjens utforming rimeligvis har betydning. Som eksempel plukker Oslo havn årlig opp 80 tonn søppel med sitt fartøy Pelikan. Sommeren 2017 foretok Norges Miljøvernforbund en «Strandryddingsturné» fra Bergen til Tromsø, som i 2018 ble gjentatt fra Oslo til Kirkenes. Det ble høstet erfaringer som har relevans også for vår forståelse av

<sup>4</sup> Nanoplast-partikler blir gradvis brutt ned bakterielt, men etter det man vet gjennom prosesser som krever flere tusen år.

<sup>5</sup> <https://holdnorerent.no/ryddeportalen/>

hvordan plastsøppel oppfører seg i ferskvann. Langs visse kystavsnitt (særlig Nordlandskysten) dominerte avfall fra oppdrettsnæring og fiske, lokalt opptil 90% av avfallet. Generelt var det mindre søppel på strekninger preget av turisme og god infrastruktur for søppelhåndtering, for eksempel Sørlandskysten, enn på strekninger der slikt manglet. Mye søppel kunne samle seg på strender langt fra kildene og også langt fra folk, noe som også gjør rydding vanskelig. Et estimat etter disse to strandryddingsturneene tilsier at om lag 50% av plasten langs norskekysten stammer fra fastlandet, og har vært spylt til havs via vassdragene.

Hold Norge Rent (HNR) koordinerer årlige ryddeaksjoner i skjærgården og langs norske strender. Den nasjonale «Strandryddedagen» avvikles i begynnelsen av mai, og har de siste årene mobilisert tusenvis av frivillige fra hele landet. I 2017 ble 2200 km strandlinje ryddet, og i 2018 deltok 135 000 personer i lokale ryddeaksjoner. Disse aksjonene utgjør verdifulle datakilder og er gode eksempler på «folkeforskning» («citizen science»), fordi aksjonene samler informasjon om mengde og kategorier avfall i et eget skjema. Skjemaet som benyttes i forbindelse med ryddeaksjonene er basert på den internasjonale protokollen til Ocean Conservancy<sup>6</sup>, men tilpasset norske forhold. I databasen samles informasjon om sted og areal ryddet, relativ andel av ulike kategorier av søppel innsamlet, samt vekt og mengde. En mer systematisk registrering og kartlegging av marint avfall (omtalt i kapittel 2) igangsatt av Miljødirektoratet vil bidra til å verifisere registreringene som fremkommer gjennom folkeforskningen. Prosjektet skal også undersøke sediment fra stredene for å se om det er noen sammenheng med plast på overflaten og eventuell plast som er lagret/nedgravd i sedimentet. Et tilsvarende prosjekt er igangsatt av NIVA (The Oslo Plastic Project) i forbindelse med initiativet Oslo som Europas Miljøhovedstad 2019. Prosjektet tar sikte på å kartlegge variasjoner i plastforsøpling i tid og rom, som grunnlag for en massebalanse for plastforsøpling i Oslofjorden. I prosjektet analyseres det for mikro- og mesoplast i vannprøver og sediment fra sentrale steder langs kystlinjen og rundt øyene i Oslofjorden. I tillegg vil det gjennomføres en undersøkelse av makroplast med formål å avdekke mønstre og trender, og som vil bidra til å identifisere potensielle kilder til plastforsøplingen. Tilførsler av mikroplast til fjorden vil bli søkt kvantifisert ved å kombinere informasjon om konsentrasjoner av mikro- og mesoplast i avløpsvann og utslippsmengder, i tillegg til at diffuse avrenninger vil bli estimert.

De to siste årene omfatter HNRs datainnsamling også et begrenset utvalg av elver og innsjøer i form av et pilotprosjekt, med geografiske data om nærhet til vei og bebyggelse. I sum gjør dette at HNRs aksjoner gir tilgang til noen første kvantitative estimater både over søppel, andelen plastsøppel, materialfordeling, vekt og mengde. Noen hovedresultater fra pilotprosjektet i 2017 er inkludert i kapittel 3.2, men det gjennomgående bildet er at avfall assosiert med personlig forbruk dominerer langs elver og vassdrag. Dette er sammenfallende med funn fra strandryddingene langs kysten, der avfall fra maritim sektor, fritidsfiske og havner utgjør en nesten like stor del.

### 3.1.2 Plast i landbruket

Planteproduksjonen i landbruket anvender store mengder plast (ca 15 000 tonn pr. år). Plast er blant annet nyttig ved lagring av grovfôr (rundballer), men det brukes også som solfangerfolie for å beskytte plantene mot det kjølige norske klimaet. I noen plantekulturer (f.eks. jordbær) benyttes plast som bunndekke gjennom flere år som ugrasbekjempelse, og i grønnsaksproduksjon benyttes store mengder plast som bunndekke under deler av vekstsesongen. I tillegg benyttes plast som emballasje for alt fra gjødsel og kalk til såkorn, småplanter og plantevernmidler. Plast som problemavfall i landbruket har spesielt rettet seg mot rundballeplasten, som står for det høyeste

<sup>6</sup> <https://oceanconservancy.org/trash-free-seas/international-coastal-cleanup/start-a-cleanup/>



forbruket: Én rundballe krever et plastdekket areal på 1,3 x 70 meter. Mange steder har rundballer av dårlige kvalitet blitt etterlatt, de skylles vekk med flom eller løser seg opp og blir hengende som filler av hvit plast i vegetasjonen. Hvert år dør kyr på beite fordi de har spist rundballeplast (Bedre Gardsdrift 3, 2017).




Det finnes nå gode returordninger for plast i landbruket, og store deler av plasten gjenvinnes. I følge Grønt Punkt Norge ([www.grontpunkt.no](http://www.grontpunkt.no)) ble faktisk 116 % av plasten som omfattes av deres returordning gjenvunnet i 2016 – strengt tatt altså mer enn det som ble kjøpt inn. Årsaken er trolig særlig feilsortering, og at folk som ikke er omfattet av returordningen likevel kaster plast på oppsamlingspunktene. En del landbruksplast brennes også, eller graves ned ([www.grontpunkt.no](http://www.grontpunkt.no)).

EUs direktiv om emballasje og emballasjeavfall (94/62/EC) som er gjeldende for Norge, omfatter ikke landbruksplast. I skriv presiserer Miljødirektoratet at det er viktig at returordning for landbruksplast opprettholdes og styrkes. Inntil nylig har det vært lite fokus på mikroplast i landbruket. Men det er nå sannsynliggjort at landbruksjord som tilsettes kloakkslam fra renseanlegg kan inneholde store mengder mikroplast (Hurley m.fl. 2018). Slam benyttes som jordforbedrings- og gjødselprodukt i kornproduksjon i Norge, men kan bare tilføres jorda maksimalt hvert tiende år på grunn av innhold av ulike miljøgifter i slammet. Vi vet imidlertid lite spesifikt om avrenning til vannmiljø av mikroplast fra landbruksjord tilsatt slam, fordi kildene til slik avrenning fra innmark vil kunne være flere, og fordi det generelt er stort forbruk av plast i landbruket (Nizzetto m.fl. 2016). Andre kilder til mikroplast i landbruket, fra f.eks. maling, plastrør, redskaper, plastrør og kompost, er så langt ikke undersøkt.

Det er særlig viktig å avklare raskt hvorvidt kloakkslam fra innmark er en kilde til mikroplast i vannmiljøet, og om det skulle være tilfelle står man ved et komplisert miljømessig veivalg. Kloakkslam betraktes som en «grønn løsning» som inngår i den sirkulære økonomien. Skulle det være en kilde til mikroplast til vann og vassdrag og etter hvert også til havet og med effekter for livet i havet, kan det få store økonomiske konsekvenser ved at renseprosesser og utstyr i så tilfelle må endres betydelig.

### 3.1.3 Veistøv

Bildekk og asfaltveier utgjør en annen kilde til plast i miljøet, i form av dekkslitasje. For å vurdere betydningen av mikroplast fra veistøv er det viktig å skille mellom kilder og spredningsmekanismer. Det er særlig tre kilder: bildekk, veidekke og veimarkeringssmaling. Om lag 50% av bildekk består av ulike plastforbindelser, som slites av og blir til mikroplast. Men i mange land (ikke i Norge) er moderne asfalt også tilsatt plast som mekanisk overflate-forsterker, og også denne produserer plastpartikler. En tredje kilde er veimarkeringssmaling. Av de tre betraktes bildekk som klart viktigste kilde. Ifølge beregninger av Vogelsang m fl. (2018) produserer norske bildekk et sted mellom 4300 og 5700 tonn mikroplast årlig. I tillegg avgir veidekke og veimaling en andel, om enn betydelig mindre (figur 4).

			
	Bildekk	PMB-veidekke	Veimaling
Mikroplast	4.300-5.700 tonn/år	90-180 tonn/år	28 tonn/år
Slitasje-partikler	17.700-24.000 tonn/år	?	?

Figur 4: Mikroplast i veistøv stammer først og fremst fra slitasje av bildekk, men også slitasje på veidekke og veimaling bidrar (fra Vogelsang m.fl. 2018, forandret).

Plastpartikler fra veistøv spres enten via atmosfæren, eller vaskes vekk fra veibanen og ned i grøfter og videre ned i jordsmonnet. Mye blir liggende tett ved veibanen, men i vassdrag der veien følger dalbunnen med kort avstand til rennende vann vil veistøv kunne være en kilde til mikroplast i vassdraget. De største hovedfartsårene har til en viss grad forsøkt å forbygge utslipp ved å anlegge egne fangdammer for å samle både miljøgifter og partikler fra veitrafikken.

### 3.1.4 Kunstgress

Det finnes nesten 1800 kunstgressbaner her i landet, og 100 bare i hovedstaden. Banene består av en matte av grønne plastfibre der det er fylt fint granulat (3-0,8 mm) - fortrinnsvis gummigranulat fra opphakkede gamle bildekk (SBR-granulat, Styren butadien rubber), eller nyprodusert industri-gummi (EPMD-granulat og TPE-granulat). Normalt tap av granulat fra banene er fra 2 til 5 tonn årlig, som følgelig må etterfylles. Hvor det blir av gummigranulatene har vært til dels ukjent, men det er antatt at en ikke ubetydelig del lekker årlig ut i miljøet omkring. Beregnet levetid for kunstgressbanene er ti år (da vil også gressfibrene av plast være slitt ut), og svært mange av dem vil kreve full rehabilitering i årene som kommer, på tross av at det så vidt vites ikke finnes noen retningslinjer for hvordan dette skal skje eller hvordan avfallet skal håndteres.

Omfanget av lekkasjer av plast og gummigranulat fra kunstgressbaner til omliggende bekker og vassdrag er i det store og hele ukjent. Vannområde Indre Oslo Vest undersøkte i 2017 30 kunstgressbaner i seks kommuner omkring indre Oslofjord i (Tandberg & Raabe 2017). Av disse hadde 27 helårsdrift og krevde årlig 3 til 5 tonns etterfylling av granulat. Eller sagt på en annen måte: Fra disse kunstgressbanene kan det potensielt årlig lekke ut omkring 100 tonn plast til miljøet. Mye granulat samles i jordsmonn og vegetasjon omkring banene, og vil deretter rimeligvis gradvis lekke ut i grøfter og bekker i nærheten. For tre av kunstgressbanene ble mengdene av granulat i bekkene omkring banene kartlagt. Konsentrasjonene varierte svært, men det kan se ut til at opp mot 50-80 gram granulat/m<sup>2</sup> samles i bekkesedimentene nedenfor anleggene. - Miljødirektoratet har varslet at det skal lages en forskrift mot lekkasje av granulat fra kunstgressbaner i 2019.

### 3.1.5 Plast i drikkevannet?

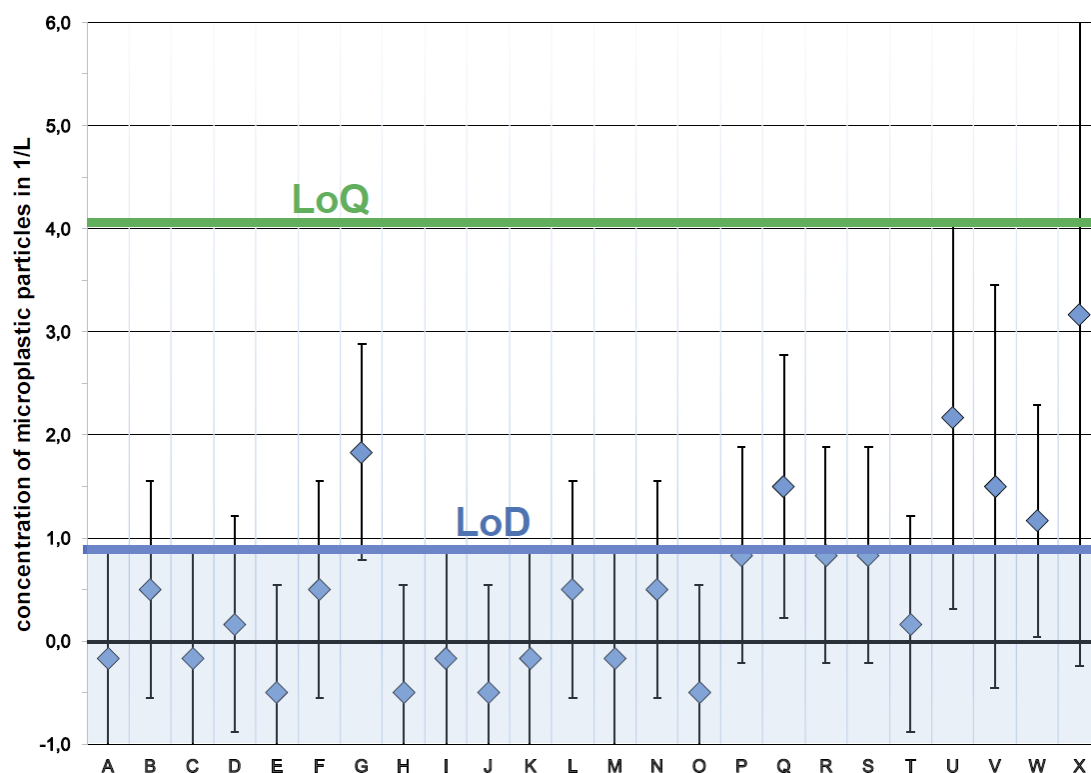
Høsten 2017 spredte nyheten seg at ORB Media hadde funnet mikroplast i 83% av vannprøvene innhentet fra kommunale vannverk fra en lang rekke storbyer over hele kloden. Hvor mye tillit man kunne ha til nyheten var litt uklart, fordi metode for prøvetaking og analyse ikke var standardisert. For hvordan kunne man være sikker på at plastpartiklene faktisk kom med rørnettet, og ikke fra kanten av plastflasken prøvene ble samlet inn med, fra nylonjakken til vedkommende som tok prøven, eller falt ned i vannet som støv fra lufta mens prøven ble tatt. – Norsk Vann var raskt ute og iverksatte en utredning for å kartlegge omfanget av problemet i Norge (Uhl m.fl. 2018).

Det deltok 24 vannverk i studien, inklusive 4 knyttet til grunnvann. Det ble tatt prøver både av råvannet, etter behandling ved vannverket, og hos forbruker. For å sikre best mulig representativitet var vannverkene spredt geografisk og hadde ulik posisjon i forhold til tettsteder, men det var viktig å inkludere vannverk knyttet til store befolkningsentre. Studien, som ble utført ved Norsk Institutt for Vannforskning/NIVA, impliserte også atskillig metodeutvikling, da det ikke finnes standardisert metodikk for denne typen undersøkelser. Det ble blant annet gjennomført ulike tiltak for å unngå forurensning av prøvene under prøvetaking og analyse. Vannverkene ble bedt om å ta prøver på steder som er lite utsatt for støv og luftbevegelse og prøvetakeren måtte ikke ha på syntetiske klær. Prosedyrer ble fulgt for å la vannet renne før det ble tappet på godt skylte flasker. For hvert vannverk

ble det tatt 3 parallelle 1 liters vannprøver både fra råvannet, fra behandlet vann og fra vann ute på ledningsnettet. I tillegg ble det tatt blankprøver med ultrarent (ionebyttet) vann som gikk igjennom samme behandlingsprosedyre. Hvert vannverk bidro derfor med 9 vannprøver som ble sendt til NIVA for analyse. Her ble vannprøvene analysert, ved først å filtrere vannet og deretter mikroskopiere filterne for å bestemme antall mikroplastpartikler på filterne. Filterne var på forhånd undersøkt for mulig forurensning, og ulike prosedyrer ble fulgt for å unngå forurensning under analysen.

Både prøvetaking, behandling av prøvene og analysene ble altså gjort under forhold som satte svært høye krav til renhet. Likevel er det umulig fullstendig å hindre kontaminering, for eksempel fra luften. Blankprøvene viste at når antallet partikler falt under 4,1 per liter vann lot de seg ikke kvantifisere sikkert («Limit of Quantification»; grønn linje på figuren), og deteksjonsgrensen for overhode å finne en partikkel lå på 0,9 per liter vann («Limit of Detection»; blå linje på figuren).

På disse premissene var det bare unntaksvis mulig å detektere sikkert mikroplast-partikler, men ikke i noen av prøvene fant man nok partikler til at de kunne kvantifiseres sikkert. Samtlige vannprøver, hver på 1 liter, inneholdt altså < 4,1 partikkel<sup>7</sup> (figur 5).



Figur 5. Partikler av mikroplast i behandlet vann fra 24 ulike norske vannverk. LoD= Limit of Detection; LoQ= Limit of Quantification (fra Uhl m.fl. 2018).

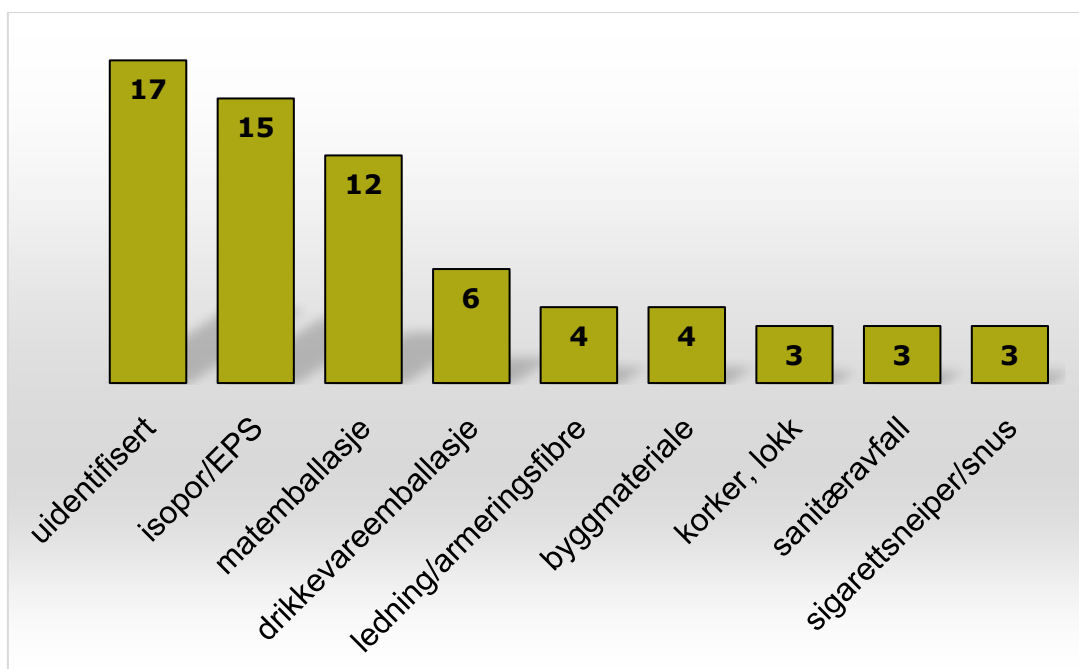
### 3.2 Plast i norske innsjøer og elver

I 2017 ble et pilotprosjekt gjennomført av HNR, for en første kartlegging av søppel og plastavfall langs norske elver og innsjøer. Akerselva, Glomma, Nidelva, Tyrifjorden og Mjøsa var med dette første året

<sup>7</sup> Én prøve var over kvalifiseringsgrensa, men denne var blitt prøvetatt etter avvikende prosedyre og det er stor tvil om den reflekterte reelle verdier.

(Jacob & Gulbrandsen 2017). Metodikken som ble prøvd ut har relevans for hvordan landsdekkende overvåking av plastsøppel kan utvikles, og er forklart i kapittel 4. Men resultatene kan vi allerede foregripe, selv om datamengden er begrenset:

Prosjektet skilte mellom ryddeaksjoner nær bilvei og med lett adkomstpunkt til vannet, og fjernt fra slike steder, og resultatene ble samlet inn ved hjelp av et eget spørreskjema. Det var ingen stor forskjell mellom mengdene plastsøppel på steder med lett atkomst til vannet, og steder fjernt fra folk, noe som tyder på at plast-avfallet raskt spres til hele vannforekomsten. 70% av avfallet var plast (beregnet som antall gjenstander innsamlet). Vanligste kategorier var (figur 6) «Uidentifiserbare plastbiter» (17%), isopor (15%), matemballasje (12%) og drikkevare-emballasje (6%; kfr tabell 3 i rapporten). Av alt som ble samlet inn var det en klar dominans av avfall assosiert med personlig forbruk (snaut 60%), men det var også noe avfall fra industri, næring og anlegg (20%) og fritidsfiske (16%).



Figur 6. Prosentvis fordeling av plast langs et lite utvalg elver og innsjøer (fra Jacob & Gulbrandsen 2017, forandret).

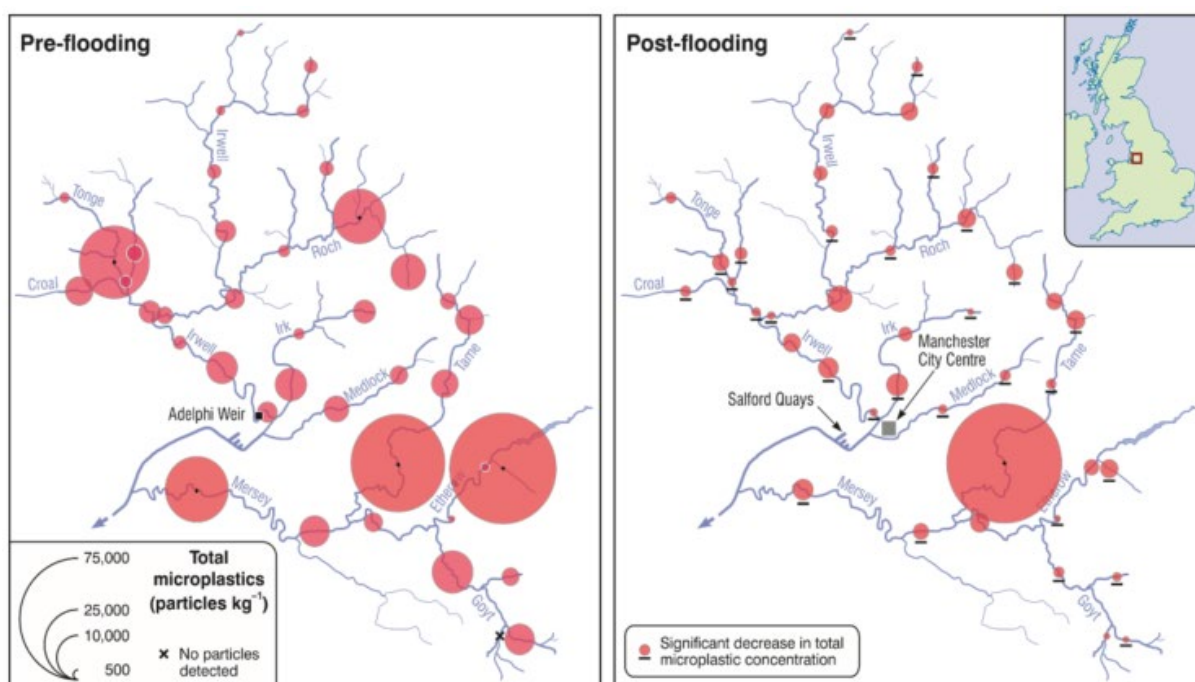
Trendene som antydes i denne pilotstudien stemmer godt med en masteroppgave fra Norsjø i Telemark (Heistad 2017). Metodikken som ble lagt til grunn ved Norsjø er forklart nedenfor (Kap. 4). 19 % av platen på strendene i Norsjø var uidentifiserbare plastbiter, fulgt av isopor (18 %) og godteri- og matemballasje (snaut 8 %). Målt i vekt utgjorde plast fra landbruket 24 % av totalmengden samlet inn. Basert på plastens plassering er det sannsynlig at flom er en viktig faktor i transport av avfall til strandlinjene rundt Norsjø.

### 3.2.1 Betydningen av flom

Økt frekvens av ekstremnedbør og episodisk flom er trolig den mest følbare effekten av klimaendringer i Norge (Hanssen-Bauer m.fl. 2015). Frekvensen av episodisk styrtregn er allerede et økende problem for infrastrukturen i mange norske byer. Tettbygde strøk er kjennetegnet av asfaltering og mye tak – såkalte «tette flater» - der avrenning av store mengder vann hindres og

bidrar til flatespyling ut i nærmeste vassdrag. Med dette ledes også mye søppel ut i elva. I slike episoder overbelastes også kloaknettet, som nødvendigvis er utrustet med overløpsventiler på ulike steder i terrenget (uten slike ville folk fått kloakken opp på kjøkkenet når rør går tett). Ved flom og regnskyll ledes mye overvann til kloaknettet, noe som gjør at rørnettet flommer over via overløpsventiler, der urensset avløpsvann, inklusive alt folk kastet i avløpet, renner fritt ut i bekker og elver.

En studie i Manchester (Hurley m.fl. 2018) ga viktig informasjon om hvordan mikroplast i de lokale vassdragene i og omkring byen beveget seg i tett samspill med flom. Konsentrasjonene av mikroplast i bunnsedimentene ble kvantifisert i bunnsedimenter fra 46 stasjoner i lokale bekker og elver i det samme nedbørsfeltet (figur 7).



Figur 7. Konsentrasjon av mikroplast i bunnsedimenter fra 46 stasjoner i bekker og elver omkring Manchester (UK). Til venstre konsentrasjonen før en flomepisode, til høyre konsentrasjonene etter flom.

Det viste seg at det var store forskjeller i konsentrasjoner, og særlig fem stasjoner hadde svært mye høyere konsentrasjoner enn de øvrige (figur, venstre). Mønsteret later dermed til å være det samme som for makroplast, med store lokale forskjeller, som trolig dels reflekterer lokale punktutslipp, men også lokale strømningsforhold. Før flom inneholdt stasjonene i gjennomsnitt 6530 partikler/kg sediment. Flommen som ble overvåket fjernet mer enn halvparten av mikroplasten som hadde samlet seg opp, og en ny kartlegging etterpå viste i gjennomsnitt 2812 partikler/kg sediment. Studien viser at en elv påvirket av tettbygd bosetning er en viktig kilde til mikroplast også i havet, og klarte til en viss grad å identifisere både punktkilder, mekanismene bak akkumulasjon og videre transport ut av systemet ved flom.

Forholdet mellom elver, flom og flomsletter kan trolig bli en viktig kilde til å rekonstruere historiske tilførsler og utvasking av plast. Flomsletter er flate våtmarksområder som er særlig vanlige i elvenes nedre deler, og som regulært settes under vann i flomepisoder. Flomsletter er viktige akkumulasjonsområder for mange metaller og miljøgifter, og de finpartikulære sedimentene fanger

opp forskjeller som gjør at et vertikalt snitt gjennom lagene vil reflektere historikken (Ottesen m.fl. 1989).

## 4 Kartlegging og overvåkning

Kartlegging av forekomst og omfang av plastforsøpling er sentralt for å forstå hvor plasten kommer fra, og i neste omgang iverksette målrettede tiltak for å begrense tilførsler og avfall på avveie. Basert på pålitelige kartleggingsdata må det deretter utvikles egne *overvåkingssystemer* for å følge med på utviklingen og vurdere effekter av eventuelle tiltak. Overvåkingssystemene vil trolig måtte tilpasses både størrelsesfraksjoner (makro- eller mikroplast) og lokale miljøforhold. Det er avgjørende å velge de rette lokalitetene, prøvetyperne og (for mikroplast) indikator-organismene som best reflekterer tilstand og potensielle miljøkonsekvenser. Parallelt med kartlegging og utvikling av overvåkningsprogram og -systemer må derfor de faktiske miljøkonsekvensene av plast på avveie utredes, slik at tiltak kan rettes dit risiko for miljøkonsekvenser er størst. Denne risikobaserte tilnærmingen til tiltak danner grunnlaget for en kostnadseffektiv håndtering som er kjent fra håndtering av annen type forurensning, og erfaringsoverføring bør danne grunnlaget for håndtering av plastforurensning.

Alle tre oppgavene (kartlegging, overvåkning, tiltak) er store og komplekse, og vi skal i det følgende se nærmere på hva man vet eller kan vite om kartlegging og overvåking av plast i norsk natur.

### 4.1 Eksisterende overvåkningsmetoder

Norsk Institutt for Vannforskning/NIVA og Norsk Institutt for Naturforskning/NINA er på oppdrag fra Miljødirektoratet ansvarlig for flere landsdekkende overvåkningsprogrammer av innsjøer, elver og kystmiljø. Her samles data for en rekke vannkjemiske variabler, organismer (fisk, bunndyr, plankton, alger osv) og miljøgifter, som på basis av Vannforskriften benyttes til å vurdere «økologisk tilstand», og som også kan føre til at myndighetene vedtar igangsetting av tiltak for å bedre vannmiljøet på et gitt sted. Over mange år har dette, i kombinasjon med annen overvåking, ført til store datamengder i dataapplikasjonen *Vann-miljø*. Men fordi plast hittil ikke har vært definert som påvirkningsfaktor i EUs Vanddirektiv (Vannforskriften), har overvåkinga så langt ikke inkludert plast. Logikken i Vanddirektivet er basert på at en gitt påvirkning eller «forurensning» skal ha målbare effekter på livet i vassdraget (eller havet), og at disse kan kvantifiseres. Men fordi ingen hittil har kunnet si noe sikkert om hvilke kvantifiserbare virkninger plast har på livsmiljøene (for eksempel i form av såkalte dose-respons-sammenheng), er det heller ikke utviklet noen metodikk som kan brukes til å vurdere «effektene av plast». Med det økte fokus på plastproblemet er flere aktiviteter satt i gang for å utvikle slik metodikk på europeisk nivå i årene som kommer.

Likevel finnes det andre metoder for kartlegging og eventuelt overvåking som har vært forsøkt anvendt. I Norge har det vært gjort enkelte erfaringer i ferskvann med OSPAR og Ocean Concervancy-metodene, og disse er presentert i det følgende.

#### 4.1.1 OSPAR

All miljøovervåking beror på antagelser om representativitet. Man velger ut et antall lokaliteter som man har grunn til å tro at gir et representativt bilde av situasjonen også andre steder, og disse overvåkes så systematisk over tid. Per i dag finnes det ikke noen god metode for overvåking av plastsjøppel her i landet. Det skyldes dels at plast oppfører seg ulikt i miljøet og i vann (synker, flyter), og at den finnes i så ulike former og fraksjoner at flere ulike overvåkningsmetoder vil måtte utvikles.

Særlig metoder for overvåking av plast på avveie i innlandet og langs vann og vassdrag er lite utviklet, og her er overvåking mer eller mindre fullstendig fraværende. Noe mer er imidlertid etablert for marine miljøer og Europas kystzone. OSPAR-konvensjonen (Konvensjonen for beskyttelse av Marint miljø i Nordøst-Atlanteren) utga allerede i 2010 en første manual for kartlegging av plast og annet avfall langs strendene av Nordøst-Atlanteren, med sikte på å beregne mengde, kilder og mulige tidstrender<sup>8</sup>. Den europeiske Atlanterhavskysten overvåkes nå etter en standardisert protokoll<sup>9</sup> for makroplast langs et utvalg havstrender i regi av OSPAR kommisjonen. I denne overvåkingen inngår også syv norske strender - to på Svalbard og fem langs kysten av fastlands-Norge. Metodikken som anvendes kan i prinsippet også brukes i innsjøer og elver, og som vi skal se finnes det allerede forsøk på dette. Metoden baserer seg på at en 100 meter lang strekning (langs havstrender kan strekningen også være 1 km) strand defineres, i bredde fra laveste opp til øverste vannstands nivå («supralittoral»). All plast som måler > 0,5 cm i diameter fjernes fra det aktuelle arealet, slik at denne strekningen er «nullstilt». Deretter samles all plast som tilføres arealet minst én gang årlig (eller fire ganger, for eksempel vår, sommer, høst og vinter), for så å kvantifiseres. Denne kvantifiseringen skjer ved opptelling av antall ulike objekter. Dette er viktig, fordi det gir viktig informasjon om kilder, opprinnelse og mulig historikk. Mulige kategorier kan være «bæreposer», «flasker», «matemballasje», «tauverk» osv. men systemet er fleksibelt og kan lett tilpasses kategorier som er lokalt mer dominerende.

OSPAR-metodens styrke er at den er enkel og kan utføres av mange. Den krever verken kompliserte instrumenter eller lang utdanning, og mye kunnskap om plast på avveie er blitt til ved hjelp av denne metoden. Samtidig er det flere åpenbare feilkilder, både knyttet til innsamlingsmetodikk, lokalitetenes topografi, kyststrømmenes utforming og fremherskende vindretning, avstand til kilder osv., som gjør det vanskelig å trekke mer generelle slutninger. Strender eksponert for pålandsvind må ventes å akkumulere mer makroplast, og også strandens helningsgrad, forekomst av fast fjell (der mindre søppel akkumuleres) vil påvirke resultatet. Mye plast som er skyllet på land ett sted vil i neste omgang skylles ut i innsjøen eller fjorden igjen, og flyttes til nye strender. Enn videre fanger ikke en slik metode opp plast på bunnen. Alle slike faktorer gjør at man ikke kan regne med at data innsamlet etter OSPAR-metoden alene vil kunne gi de kunnskapene samfunnet trenger for å forstå kilder, spredningsveier og miljøeffekter.

Dette gjelder ikke minst for innsjøer og elver. Fremherskende vindretning i innsjøer gjør at det gjerne er dannet flate strender langs visse sider av innsjøen, der det samles sand (og også plast-søppel), særlig dersom det finnes vannvegetasjon eller siv i strandsonen. Andre deler av innsjøer domineres av klippestrender og fast fjell, der flytende gjenstander i mindre grad driver i land. I elver vil helningsgrad, strømforhold, erosjonskraft og flomregime i stor grad påvirke hvor plast-søppel akkumuleres.

I en masterstudie ved Høyskolen i Sørøst-Norge testet Kristine Heistad (2017) OSPAR-metoden i Nordsjø i Telemark, en middels stor innsjø omgitt av tettsteder, landbruk, feriehytter, og også tilknyttet kraftverk. Oppgaven viser at OSPAR metodikk godt kan tilpasses innsjøer, men viste også at det forutsetter egnede steder (dvs strender), da lite avfall samles langs strekninger med fast fjell i vannkanten. Mest nytt plastsøppel akkumulerte på strendene på forsommeren, og av det som kunne identifiseres var særlig vanlig isoporbiter, potetgullposer/godteri/ispapir, øvrig matemballasje og plastflasker. Prosjektets hovedkonklusjoner med hensyn til bruk av metoden i ferskvann var:

<sup>8</sup> [https://www.ospar.org/ospar-data/10-02e\\_beachlitter%20guideline\\_english%20only.pdf](https://www.ospar.org/ospar-data/10-02e_beachlitter%20guideline_english%20only.pdf)

<sup>9</sup> Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area



- Konsentrasjonene av plast i Norsjø var lokalt svært variabel, fra nesten fraværende langs klippestrender til ganske store mengder i grunne, vegetasjonsrike viker. Overvåkingmetodene må tilpasses dette.
- Plast oppkonsentreres i grunne viker med tett vegetasjon, for eksempel takrør og siv. Ved flom vil mye plast løftes ytterligere inn i vegetasjonen (mye plast lå flere titalls meter opp fra bredden). Kartlegging av slike områder er svært arbeidskrevende fordi plasten skjules av vegetasjonen.
- Avfallets fysiske form påvirker sannsynligheten for å akkumulere. En rund plastball strandeder ikke like lett som et tau av nylon.
- Lokale befolkningskonsentrasjoner ved vassdrag oppstrøms Norsjø var viktige kilder til makroplast langs strendene av innsjøen.
- Kartleggingen må gjentas til ulike årstider, men feilkildene er betydelige fordi vegetasjonen om våren er svært mye mindre dominerende enn om høsten.
- Flom er en nøkkelvariabel til spredning av avfall, og overvåkinga må derfor opprettholdes over flere år.

#### 4.1.2 Ocean Conservancy-metoden

Som nevnt ovenfor har Hold Norge Rent de senere årene også gjennomført strandryddeaksjoner i innlandet, og i 2017 ble en første kvantitativ metodestudie utprøvd for lokaliteter i Akerselva, Glomma, Tyrifjorden, Nidelva og Mjøsa. Metoden har sin rot i Ocean Conservancy, som brukes mange steder i marine systemer, men som ble tilpasset norske vann og vassdrag. Metodikken som ble utprøvd er skissert i Jacob & Gulbrandsen (2017), men ble videreutviklet og justert under pilotprosjektet (resultatene er vist i kapittel 3.2). For hver innsjø eller elvestrekning som skulle kartlegges ble to punkter identifisert – det ene plassert nær vei, bebyggelse eller annen urban aktivitet, og det andre i god avstand til slike eller på et sted utilgjengelig for motorisert ferdsel. Det ble tatt hensyn til lokal topografi, fremherskende vindretning. Helst bør man inkludere ulike lokalitetstyper i kartleggingen. På begge steder anlegges langs bredden et 100 meter langt transekt, fra vannlinjen og et par meter inn i høyere vegetasjon. All søppel samles inn, telles for antall enheter (ikke for vekt) og fordeles på ulike kategorier. Det foretas også en vurdering av hvorvidt søppelet er skylt på land på stedet eller har blitt etterlatt der av mennesker, om lokaliteten har vært anvendt som dumpingplass for hageavfall, og hvorvidt det finnes spor av tidligere «vill»-fyllinger på stedet.

#### 4.1.3 Kartlegging i elver

Det finnes ikke mange metodestudier som spesifikt tar for seg kartleggingsmetoder for plast i rennende vann. Enkelte forsøk er imidlertid gjort i andre land. Earll m.fl. (2000) rapporterer om en transektbasert kartleggingsmetode der elva ble inndelt i avsnitt på 2 kilometers lengde, og mengden avfall fra en tilfeldig valgt lengde på 40 x 5 meter ble kartlagt for kvanta og antatte kilder.

For elver gjelder samme problemer som for innsjøer: søppelet vil oppkonsentreres lokalt på visse punkter, avhengig av topografi og vegetasjon. Flomfrekvens og flommønster reflekterer en særlig kompliserende faktor (se kapittel 3.2.1). Plast og søppel forflyttes ikke jevnt, men støtvis nedover elveløpet, fortrinnsvis knyttet til episoder med flom. Synlige og velkjente eksempler er rundballer som har vært lagret for nært vassdrag, og som ved flomepisoder har blitt skylt med nedover. Men det samme skjer med annen plast.



Figur 8. Rundballer av plast driver nedover en flomelv i Sør-Norge (kilde: VG).

#### 4.1.4 Modellering av forekomst og transport

Å etablere en pålitelig overvåkingsmetodikk for ulike fraksjoner, kilder, transportveier og endepunkter av plastsøppel i norsk vannmiljø vil være essensielt før virksomme tiltak kan iverksettes. Slik overvåking vil ofte måtte knyttes til modellering, der man ut fra kunnskap om en del representative punkter gjennom modellene kan skape et generalisert bilde over problemet. En første utfordring for slik fremtidig modellering er imidlertid at den nettopp må kalibreres opp mot et datasett som er bygd opp av faktiske empiriske talldata. Så snart man har en viss mengde av slike talldata kan man omvendt teste hvor presise og robuste modellene er. En neste utfordring er hvordan de ulike fraksjonene og typene plast må behandles separat i modellene, i den grad de oppfører seg ulike i miljøet (Jambeck m.fl. 2015; Schmidt m.fl. 2017). Spredningsmønstrene de ulike fraksjonene av plast følger i vassdrag og i havet er dels ulike og avhenger også av lokal hydrologi, hydrodynamikk og av klima. Ulike fraksjoner og ulike typer med forskjellig tetthet vil dels drive kort eller langt, og dels flyte eller sedimentere ut på bunnen. Dette forholdet gjør det også krevende å identifisere lokale oppkonsentreringer og 'hot spots'. Generelt vil plasttyper som PET synke raskere enn lette former, som polyetylen eller polypropylen, som ofte brukes i store mengder til emballasje (Ryan 2015). Etter hvert som plastsøppelet gror til med bakteriell biofilm, alger og andre organismer vil også plastens fysiske egenskaper i vannet forandres. Ny plast oppfører seg altså til dels annerledes enn gammel (Lobelle m.fl. 2011). De forskjellige størrelsesfraksjonene brukes også både globalt og lokalt til å predikere plastbitenes oppførsel i miljøet, særlig da meso- og mikroplast (Booth m.fl. 2017).

## 5 Fremtiden

### 5.1.1 Sensorer

Teknologi for bildeanalyse i det infrarøde spekteret blir stadig mer tilgjengelig for å identifisere polymertyper av plast, for eksempel i forbindelse med strandryddeaksjoner. Slike spektroskopiske metoder er godt egnet til å identifisere ukjente forbindelser. Forskjellige stoffer avgir forskjellige lys-spekter som kan sammenlignes mot et referansebibliotek. Høy-oppløselige nært-infrarøde kamera (NIR) kan gjenkjenne plast større enn 1-5 cm. I feltet av NIR spektrometri, som er i rask utvikling, finnes nå også NIR-skannere i lommestørrelse (4 x 6.8 x 1.5 cm), som kan koples til mobiltelefoner ([www.consumerphysics.com](http://www.consumerphysics.com)). Håndholdt FTIR instrumentasjon kan brukes til enda mindre polymerpartikler for eksempel fra strandryddinger. For tiden finnes det ingen sensorteknologi for mindre (mikro) plastpartikkel.

Kontinuerlig prøvetaking av større (makro- og mikro-) plast i vann har nylig blitt tatt i bruk på ulike skip i såkalte Ferry box-systemer. Disse systemene måler som standard temperatur, saltholdighet, oksygen, klorofyll-a fluorescens og turbiditet hvert minutt. Vannet hentes kontinuerlig inn fra fire til syv meters dyp langs hele skipets faste rute, og gir unike datasett. Et automatisk prøvetagningssystem for plast har nylig blitt installert på Oslo-Kiel fergen Color Fantasy. Denne typen instrumentering kan i prinsippet også settes inn for kontinuerlig overvåking i elver og vassdrag.

### 5.1.2 Droner

Bruk av droner (såkalte «UAV») har vist seg å være svært effektive verktøy for datainnsamling av plastsøppel (Martin m.fl. 2018), og fjernmåling med høy oppløselighet viser seg stadig å kunne påvise også små spor av menneskelige fotavtrykk i naturen (Cord m.fl. 2017, Ehrlich m.fl. 2018). Sammenlignet med satellitt-overvåking har droner mer enn 1000x høyere oppløsning. Der satellitt-overvåking kan identifisere objekter i størrelse 0,5-1,5 meter, kan droner identifisere objekter < 10 cm.

Bruken av droner vil kunne øke hastigheten i datainnsamlingen knyttet til plastforsøpling dramatisk. Droner har også langt større tilgjengelighet til ulendt terreng enn ved manuell registrering, de krever kun opplading av batterier og en mann til å styre kartleggingen av relativt store arealer på kort tid. Droner kan også sendes ut til å kartlegge et område i faste intervaller, og man kan slik forholdsvis enkelt kvantifisere tilførselsrater per areal, eller lage tidsserier som kan korreleres mot for eksempel havstrømmer, flom, tidevann, direkte forsøpling eller ryddeaksjoner. Slik overvåking kan lett drives i samarbeid med ulike aksjoner, ikke minst i regi av Hold Norge Rent (HNR). HNR organiserer frivillig rydding av strender, vann og vassdrag over hele landet. Mens NGOs har fokus på selve opprydding kan et dronebidrag med spesifikke sensorer for deteksjon av plast, bidra til å kvantifisere plastbidraget og isolere denne informasjonen ut av alt det andre søppelet.

Drone-basert overvåking kan lett kombineres med såkalte hyperspektrale målemetoder, som fanger lyset utenfor den synlige delen av lysspekteret, reflektert fra gjenstander (for eksempel plast) som ligger på bakken. Mange typer plast reflekterer slikt lys, og kan dermed både registreres og

kvantifiseres numerisk (Deidun m.fl. 2018, Goddijn-Murphy m.fl. 2018). Eksempel på relevant instrumentering for dette er NIR-kamera som er omtalt ovenfor. Utrustet med slike instrumenter kan drone-teknologien identifisere ulike typer plast fra lufta, og slik bidra til storskala kartlegging av forekomst og gi grunnlag for kildeproving. Denne teknologien finnes allerede, og er også testet ut i pilotprosjekter på NIVA, med tanke på å skille plast-polymerer fra lignende gjenstander og stoffer på bakken fra stor høyde. I et forøk ble 31 plastbiter plassert på en strand og fotografert med drone. I testen ble det benyttet en drone utstyrt med et vanlig kamera for å undersøke om kvaliteten på bildene var god nok.

### 5.1.3 Applikasjoner for folkeforskning

De siste par tiårene har befolkningens bidrag til datainnsamling – såkalt folkeforskning («Citizen science» eller «crowd science») blitt en økende kilde til miljøkunnskap. Ikke minst i kartleggingen av norsk biodiversitet har folkeforskning vist seg å være fruktbart. Ved hjelp av enkle digitale rapporteringssystemer kan folk enkelt legge inn observasjoner og funn av planter og dyr man har sett i datatjenesten «Artskart»<sup>10</sup>. Disse datasettene har vist seg å være svært nyttige for forvaltningen. I tillegg forsterker slike tjenester befolkningens involvering og medeierskap til miljøet og beslutninger som tas på grunnlag av de innsamlete data.

Folkeforskning har et klart potensial for datainnsamling også knyttet til miljøproblemer som plast, for eksempel ved nedlastbare apper som via mobiltelefoner kan måle NIR-spekteret og dermed identifisere de ti dominerende plast-formene som forsøpler norske strender, kystfarvann og vassdrag. NIVA har nylig vurdert slike applikasjoner, og resultatene er lovende. Slike applikasjoner gjør teknologien anvendbar i nye storskala sammenheng, ikke minst i tilknytning til ryddeaksjoner. Teknologien kan for eksempel brukes til å komplettere informasjon som innhentes ved strandryddingsaksjoner, ved bruk av bilder, GPS koordinater, tidspunkt og NIR-spekter, fordi de ulike plasttypene man finner raskt og enkelt kan identifiseres. Dette øker forskningsverdien av data fra ryddeaksjonene betydelig, fordi man får lagt til spesifikke data om plasttype og -egenskaper, som kan brukes i analyser av kildeproving, noe som igjen vil kunne gi informasjon om brukermønster og sannsynlige transportveier. Teknologien vil også kunne brukes til å validere data innhentet med droner fra lufta. De nye spektrometrene vil snart også kunne bli direkte del av mobiltelefonen (<http://mobile.changhong.com>), og vil kople forskning og praktiske ryddeaksjoner ytterligere sammen.

---

<sup>10</sup> <https://artskart1.artsdatabanken.no/default.aspx>

## 6 Kunnskapshull og anbefalinger

Det er betydelig avstand mellom behovene for robuste data om plastforsøpling, og hva som finnes, noe som stadig bidrar til at enkle tabloide estimater får overtaket (for eksempel utsagn som at «i 2050 vil det være mer plast enn fisk i havet»). Per i dag finnes faktisk kun mangelfull oversikt over om problemets omfang og kompleksitet, og sivilsamfunnet står overfor enorme utfordringer når forskningsmiljøer, industri og miljøforvaltning skal skaffe til veie det nødvendige kunnskapsgrunnlaget for håndtering av plastproblemet. Det er lett å undervurdere kompleksiteten og utfordringene, selv om det synes opplagt at mengden plast på avveie må reduseres, både av estetiske hensyn, ressurs hensyn og av hensyn til mulige miljøkonsekvenser. Det er imidlertid fare for at tiltak iverksettes før man har vurdert hvilke effekter som kan oppnås av disse, og hva som kan være uønskede konsekvenser av å iverksette tiltakene.

Erfaring fra kildeproving, oppbygging av overvåkningsprogrammer og utvikling av tiltaksplaner for andre miljøgifter vil kunne ha overføringsverdi til plastforurensningen. Gjennom flere tiår med arbeid for å redusere og rydde opp i forskjellige typer forurensning fra et mangfold av kilder, er det bygget opp mye kunnskap og kompetanse hos forskningsmiljøene og hos myndighetene. Selv om ulike miljøgifter og forurensningsproblemer representerer unike utfordringer, er tilnærmingen i arbeidet langt på vei lik. De senere år har en risikobasert tilnærming til håndtering av forurensningsproblemer funnet fotfeste. I dette ligger at tiltak rettes dit de betyr mest miljømessig, og dit tiltakene vil gi størst effekt. Det finnes imidlertid ingen metodikk foreløpig for å vurdere miljørisiko av plastforurensning; - her må det metodeutvikling til. Vi kan ikke uten videre bruke etablerte tilnærminger slik som toksikologenes PEC/PNEC der konsentrasjoner i miljøet (PEC – Predicted Environmental Concentration) sammenlignes med en grenseverdi (PNEC- Predicted No-Effect Concentration) som angir risiko for at effekter kan oppstå. Det skyldes at vi ikke har nok kunnskap til om det finnes en for grenseverdi, - en PNEC, for plast, og heller ikke vet om konsentrasjon av plast i miljøet alene er et fornuftig mål på mulig effekt. Kanskje er det i større grad polymertype, form, størrelse eller tilsetningsstoffer som betyr noe, eller en kombinasjon av alle disse. Det er derfor stort behov for å utvikle metodikk for å kunne vurdere risiko for skade på miljø som tar inn flere aspekter enn bare konsentrasjonen av plastpartikler.

Det brede spekteret av plasttyper og deres ulike tilsetninger, mangfoldet av kilder og bruksområder og de ganske ulike måter de reagerer på forvitring vil gjøre det krevende å finne fullgode løsninger på plast som miljøproblem. I tillegg til en lang rekke ulike former for plast som alle kan gjenkjenne, finnes det en massevis av plast-polymerer for mer spesialiserte formål som ikke desto mindre i rikt monn spres i vann og vassdrag. Egenskapene til de ulike produktene og deres skjebne ute i miljøet beror imidlertid ikke kun på deres opprinnelige kjemiske struktur og fysisk-kjemiske egenskaper, men også på sekundære tilsetninger som legges til ved produksjonen, for eksempel stabilisatorer, plastmyknere og syntetiske pigmenter. Disse kan forandre sine kjemiske egenskaper når platen kommer ut i miljøet og utsettes for endret pH, temperatur, UV-lys eller frost, eller når de senere fragmenterer til mikroplast. Både de primære plast-kildene (det være seg i form av mikro-kuler eller ulike former for søppel – bæreposer, plastflasker, bygningsplast eller annet) og sekundære (fragmenterte fibre og små splinter) bidrar til plast i miljøet, både i ferskvann og i havet.

Kort oppsummert er dette kunnskapsstatus for kartlegging og overvåkning av plastforsøpling:

- Ingen historiske data foreligger, og det er svært begrenset med data som viser tidstrender
- Ingen data foreligger som kan brukes som referanse (basislinje) for plastforsøpling

- Plast er ikke inkludert i løpende store miljøovervåkningsprogram, og kun sporadisk lagt til uten en overordnet plan
- Det mangler standardiserte målemetoder og metoder for kvalitetskontroll i innsamling av data og analyse. Dette gjelder også valg av indikator-organismer for analyse av mikroplast.
- Effekter av plastforsøpling er i liten grad undersøkt
- Det er ikke etablert rammeverk eller metoder for å vurdere fare for økosystem-effekter (miljørisikovurderinger)

Nye innovative løsninger for overvåkning av plastforsøpling avtegner seg imidlertid. På den ene side ser man hvordan særlig drone-teknologien med nye superlette overvåkingsinstrumenter tar form. I kombinasjon med sensor-teknologi som muliggjør kontinuerlig overvåking, vil dette gi nye muligheter for datainnsamling. Ved NIVA driftes overvåkingssystemer knyttet til skipstrafikk både i hav og langs kysten, der det gjennom et lite hull i bunnen av skipene tas inn serier med vannprøver som fortløpende analyseres automatisk for en rekke miljøvariabler (Ferry-Box<sup>11</sup>). Metodikken er i prinsippet enkel å installere også på båttrafikk i ferskvann. Videre utvikling vil kunne tilpasses behovet for mer løpende datainnsamling av mikroplast-konsentrasjoner. På den annen side gir også digitalisering nye utviklingsmuligheter, ikke minst i kombinasjon med «folkeforskning».

Robuste data som også gjør at man kan ekstrapolere lokale funn til mer generelle konklusjoner om omfanget av plastforsøpling langs strender og vassdrag på landsbasis, er en forutsetning for at vi skal få kontroll over plastproblemet i norsk natur. Ved hjelp av dette vil vi etter hvert både kunne vurdere omfang, kilder, transportveier og mekanismer knyttet til omdannelse av makroplast til mikroplast. Slike data krever imidlertid storskala kartlegging og overvåking. Så langt er data innhentet manuelt, særlig gjennom strandrydding. Dette imponerende arbeidet, som gjennomføres i regi av HNR, må definitivt støttes og videreføres. Likevel er det atskillig usikkerhet knyttet til hvor representative disse dataene er, og utvalget av strender som ryddes er sterkt knyttet til tilgjengelighet. Dette begrenser hvor mye man kan få ut av dem med tanke på videre tiltak, kildeoppsøking, data for utvikling av regelverk og senere kontroll av hvorvidt dette fører til forbedringer.

Bruk av droner i overvåking kan lett drives i samarbeid med ulike aksjoner, ikke minst i regi av Hold Norge Rent (HNR). HNR organiserer frivillig rydding av strender, vann og vassdrag over hele landet. Mens NGOs har fokus på selve opprydding kan et dronebidrag med spesifikke sensorer for deteksjon av plast, bidra til å kvantifisere plastbidraget og isolere denne informasjonen ut av alt det andre søppelet. Bruk av droner antas å være den mest egnete metoden for å fylle kunnskapshullene knyttet til elvenes tilførsler av plast til hav og kyst.

Et solid datagrunnlag er helt nødvendig for å kunne definere hensiktsmessige tiltak. Oppslutningen om strandrydding er imponerende og tiltaket har stor verdi, ikke minst pedagogisk/bevisstgjørende og det framskaffer verdifull kunnskap, men det må også sies at strandrydding alene ikke er en «bærekraftig» tiltaksløsning på avfallsproblemet på sikt så lenge de viktigste kildene til avfall på avveie ikke er stoppet. Kildeoppsøking er derfor helt sentralt for å identifisere potensielle tiltakspunkter. Sammenhengen mellom avfall/makroplast og mikroplast er ikke godt nok kjent, og bør utredes som en del av kildeforståelsen. Kostnadseffektive tiltaksløsninger må bygge på kunnskap, og for prioritering av tiltaksløsninger bør vi søke en risikobaserte tilnærming. Denne må baseres på forståelse for effekter og miljøkonsekvenser.

Vi anbefaler at det satses parallelt på følgende FOU-aktiviteter:

---

<sup>11</sup> <https://www.niva.no/miljodata-pa-nett/ferrybox-ships-of-opportunity>

1. Utvikling av teknologi-baserte kartlegging- og overvåkningssystemer som bidrar til solide data egnet for kartlegging av omfang, kildeopring, og for å overvåke effekter av tiltak
2. Rutiner for innhenting av overvåkingsdata, samt systematisering (database) og verifisering av data innhentet gjennom folkeforskning
3. Kunnskapsbygging om effekter og økosystem-konsekvenser av plast i miljøet
4. Utvikling av rammeverk for miljørisikovurdering av plastforsøpling



## 7 Referanser

- Booth, A.M., S. Kubowicz, C.J. Beegle-Krause, J. Skancke, T. Nordam, E. Landsem, M. Throne-Holst & S. Jahren. 2017. Microplastic in global and Norwegian marine environments: Distributions, degradation mechanisms and transport. SINTEF report M-918.
- Burton, G.A: Jr (2017) Stressor exposure determine risk: So, why do fellow scientists continue to focus on superficial microplastic risks? *Environmental Science & Technology* 51, 13515-13516. DOI: 10.1021/acs.est.7b05463
- Geyer, R., J.R. Jambeck & K.L. Law 2017. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances* 3/7, DOI: 10.1126/sciadv.1700782
- Hurley, R., A. Lusher, M. Olsen & L. Nizzetto. 2018a. Validation of a Method for Extracting Microplastics from Complex, Organic-Rich, Environmental Matrices. *Environmental Science and Technology* ISSN 0013-936X. Vol 2 No13 s7409-7417 doi: 10.1021/acs.est.8b01517
- Hurley, R., J. Woodward & J.J. Rothwell. 2018b. Microplastic contamination of river beds significantly reduced by catchment-wide-flooding. *Nature Geoscience* 11, 251-257.
- Lobelle, D. & M. Cunliffe. 2011. Early microbial biofilm formation on marine plastic debris. *Marine Pollution Bulletin* 62(1), 197-200.
- Lusher, A., P. Hollman, et al. 2017. Microplastics in fisheries and aquaculture - Status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. *FAO Fisheries and aquaculture technical paper* 615.
- Nizzetto, L., M. Futter & S. Langaas. 2016. Are agricultural soil dumps for microplastics of urban origin? *Environmental Science & Technology* 50, 10777-10779.
- OSPAR commission 2010. Guideline for monitoring of Marine litter on the beaches of OSPAR maritime area. OSPAR commission Agreement number 2010-02 ISBN 90 3631 973 9
- Ottesen, R.T., J. Bogen, B. Bølviken & T. Volden. 1989. Overbank sediment: a representative sample medium for regional geochemical mapping. *Journal of Geochemical Exploration* 32, 257-277.
- Ryan, P. G. 2015. Does size and buoyancy affect the long-distance transport of floating debris? *Environmental Research Letters* 10 (8), 084019.
- Sundt, P., F. Syversen, O. Skogedal & P.-E. Schulze. 2016. Primary microplastic-pollution: Measures and reduction potentials in Norway (MEPEX report no M-545 2016)
- Schmidt, C., T. Krauth & S. Wagner. 2017. Export of Plastic Debris by Rivers into the Sea. *Environmental Science & Technology* 51(21), 12246-12253.
- Tandberg, I. & E.B. Raabe. 2017. Kartlegging av gummigranulat/mikroplast langs vei og idrettsbaner. Rapport Vannområde Indre Oslofjord Vest. Rapport, 20 s.
- Uhl, W., M. Eftekhardakhah & M. Svendsen. 2018. Mapping microplastic in Norwegian drinking water, *Norsk Vann Report* 241.

## NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)