

OSPAR-metodikk og plastanalyse av strandsøppel fra Nordre Langåra og Akerøya



HovedkontorGautstadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00**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 33Internett: www.niva.no

Tittel : OSPAR-metodikk og plastanalyse av strandsøppel fra Nordre Langåra og Akerøya	Løpenummer 7440-2019	Dato 09.12.2019
Forfatter(e) Inger Lise Nerland Bråte, Liv-Marit Hansen, David Eidsvoll, Nicolay Moe, Nina Tuscano Buenaventura	Fagområde Miljøgifter - marin	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Oslofjorden	Sider 30

Oppdragsgiver(e) Handelens Miljøfond	Oppdragsreferanse Eirik Oland
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 190027

<p>Sammendrag</p> <p>Mer strandsøppel ble registrert på Akerøya (fra 2018) fra Ytre Hvaler, enn Nordre Langåra (fra 2019) fra Indre Oslofjord, men det er usikkert om disse tallene er robuste nok til å konkludere med at Akerøya har større plastbelastning enn Nordre Langåra. Mesteparten av avfallet, målt i antall, som ble funnet i både indre og ytre Oslofjord var fiskerirelatert, og mye av dette var såkalte «dollyropes». Den nest mest vanlige kategorien var uidentifiserbare plastbiter som trolig har mange diffuse kilder. Det var polyetylen (PE) og polypropylen (PP) som dominerte på begge strendene. Dette kan skyldes at disse polymertypene er de mest produserte og brukte plasttypene, samt at de som oftest flyter i sjøvann. Mesteparten av søpla fra ytre Hvaler ble antatt å ha norsk opphav, men av det utenlandske avfallet antas det å være bidrag fra 43 land. OSPAR-metodikken er svært verdifull og på nåværende tidspunkt det beste verktøyet vi har for å registrere strandsøppel for å se på mengde og komposisjon av strandsøppel i Nordøst-Atlanteren. Det er likevel flere forbedringspunkter ved OSPAR-metodikken; blant annet foreslås det å inkludere vekt for de ulike kategoriene, samt inter-kalibrere rydding mellom strender for å harmonisere metoden.</p>
--

Fire emneord	Four keywords
1. Plast	1. Plastic
2. OSPAR-metodikk	2. OSPAR monitoring
3. Marin forsøpling	3. Marine pollution
4. Overvåkning	4. Monitoring

OSPAR-metodikk og plastanalyse av strandsøppel fra Nordre Langåra og Akerøya

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

Inger Lise Nerland Bråte
Prosjektleder

Marianne Olsen
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7175-1
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

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

Forord

I desember 2018 søkte NIVA og Oslofjordens Friluftsråd (OF), sammen med Ytre Hvaler Nasjonalpark, om støtte til prosjektet «OSPAR-metodikk og plastanalyse av strandsøppel fra Nordre Langåra og Akerøya» fra Handelens Miljøfond (HMF).

Formålet med HMF sin utlysning var å bidra til å etterleve kravene og intensjonene i EU-direktiv 2015/720 om lette plastbæreposer, og gjennom tildeling av midler til prosjekter som oppfyller foreningens formål ved å for eksempel:

«Støtte tiltak som styrker arbeidet mot marin- og landbasert plastforsøpling, primært nasjonalt, men også internasjonalt».

Takk til Skjærgårdstjenesten og Statens Naturoppsyn for et godt samarbeid og betydelig bidrag til både strandrydding og transportering.

Oslo, 09. desember 2019

Inger Lise Nerland Bråte

Innholdsfortegnelse

1	Introduksjon.....	7
1.1	Formålet med prosjektet og rapporten.....	8
2	Metode	9
2.1	Innsamling av strandsøppel	9
2.2	Kategorisering.....	10
2.3	Plastanalyse - FTIR analyse	11
2.4	Nasjonalitet av strandsøppel	12
3	Resultater	13
3.1	OSPAR-data fra Akerøya, Ytre Hvaler (2018).....	13
3.2	Nordre Langåra data, Indre Oslofjord (2019)	14
3.3	Polymeridentitet av strandsøppel	16
3.3.1	Akerøya.....	16
3.3.2	Nordre Langåra.....	21
3.4	Nasjonalitet.....	23
4	Diskusjon	25
4.1	Plastmengde og søppelkategorier	25
4.2	Plastmateriale - strandsøppel fra Akerøya og Nordre Langåra	27
4.3	Nasjonalitet på strandsøppel fra Ytre Hvaler	27
4.4	Forbedringsforslag av OSPAR metodikken	28
5	Konklusjon	29
6	Referanser.....	30

Sammendrag

Store mengder søppel havner på norske strender og registrering av denne marine forsøplingen kan si oss noe om sammensetning og dermed kilder til plastavfall i havmiljøet. Norge har undertegnet OSPAR-konvensjonen (Konvensjonen for beskyttelse av Marint miljø i Nordøst-Atlanteren) og deltar i konvensjonens arbeid med å overvåke marin forsøpling. Årlig kartlegges marin forsøpling over 0,5 cm på syv norske strender. OSPAR-kartleggingen består i at man overvåker 100-meter strandlinje med en standardisert rydde- og kategoriserings-protokoll. Slik kan man sammenligne mengden og type avfall mellom år for en gitt strand, men også i teorien mellom de ulike OSPAR-strendene. To modell-strender ble valgt ut for dette prosjektet. Av de syv norske strendene som overvåkes i Norge, er det på Akerøya i Ytre Oslofjord (Ytre Hvaler) at man finner mest marint søppel per meter strandlinje (i antall objekter). Derfor ble denne stranden utvalgt som en av to modellstrender. Nordre Langåra fra indre Oslofjord (Asker kommune) ble også valgt ut som modellstrand. Disse to modellstrendene er eksempler på strender fra et indre fjordsystem med høy antropogen aktivitet (Nordre Langåra), og et system som er eksponert for input fra lokale kilder, men også fra Skagerrak og Kattegat (Akerøya).

For ytre Hvaler har det ofte vært observert søppel som ikke har norsk opphav. Dette kan skyldes både at vind og havstrømmer frakter med seg avfall fra andre områder, men også at ulik maritim virksomhet med aktører fra andre land opererer i området.

Over tid i havmiljøet blir plastsøppel forvitret, noe som fører til at det brytes ned til mindre biter som blir mer ugjenkjennelig og vanskeligere å rydde. Plasten starter ofte som makroplast (større enn 5 mm), deretter brytes den videre til mikroplast (mindre enn 5 mm), og muligens til slutt til nanoplast som er mindre enn 0,1 μm . Denne fragmenteringen og forvitringen av plast, gjør det krevende for OSPAR-kartleggingen å både finne plasten og identifisere hvor disse plastfragmentene stammer fra. Man kan bruke kjemisk analyse av plasten for å finne ut hva slags plasttype, polymer, produktet er laget av selv når plastobjektet er ugjenkjennelig. Dette kan bidra til kildesporing, også for de mest krevende plastfragmentene.

Det var fem hovedmål med prosjektet:

- 1) Øke samarbeidet mellom forskningsmiljøer og NGOer som jobber med marin forsøpling
- 2) Bruke OSPAR-protokollen, eller lignende, på to modellstrender fra Oslofjorden for å si noe om plastbelastningen på strender i ytre og indre Oslofjord, både med tanke på mengde og type
- 3) Undersøke kategorien «uidentifiserbare plastbiter» fra både indre og ytre Oslofjord ved hjelp av kjemisk analyse
- 4) Undersøke nasjonalitet på strandsøppelet fra Ytre Oslofjord
- 5) Komme med eventuelle forbedringsforslag til OSPAR-protokollen slik at data lettere kan brukes i forskningsøyemed

Resultatene viste, ikke uventet, at plast dominerer i avfallet som finnes på strender i Oslofjorden. Mest strandsøppel ble funnet på Akerøya (2018) i forhold til Nordre Langåra (2019), men det er usikkert om disse tallene er robuste nok til å konkludere med at Akerøya har større plastbelastning enn Nordre Langåra. Mesteparten av avfallet, målt i antall, som ble funnet i både indre og ytre Oslofjord var fiskerirelatert, og mye av dette var såkalte «dollyropes». Dollyropes er beskyttelse på trålposer som slites av under bruk. Den nest mest vanlige kategorien var uidentifiserbare plastbiter som trolig har mange diffuse kilder. For Nordre Langåra ble det funnet omtrent 5 kg søppel, og basert

på vekt var det husholdningsavfall og mat-relaterte funn som dominerte (emballasje). Vekt ble ikke registrert for Akerøya.

Det var polyetylen (PE) og polypropylen (PP) som dominerte på begge strendene, med 88% for Akerøya og 86% for Nordre Langåra. Dette kan skyldes at disse polymertypene er de mest produserte og brukte plasttypene, samt at de som oftest flyter i sjøvann. På grunn av en nær totaldominans av PE og PP, kunne dessverre ikke polymersammensetningen bidra mye til kildeopsporing for de uidentifiserbare plastbitene.

Mesteparten av søpla fra ytre Hvaler ble antatt å ha norsk opphav, men av det utenlandske avfallet antas det å være bidrag fra 43 land. Det var vanskelig å fastslå om produktene opprinnelig er kjøpt i Norge eller om er andre årsaker til at de har endt opp som søppel i våre kystområder. Nasjonene som var hyppigst representert i avfallet som inngikk i undersøkelsen (Storbritannia, Sverige og Danmark) har kort geografisk avstand (samme havområder) samt befinner seg nedstrøms for Norge. Det er derfor grunn til å anta at søppelet fra disse landene transporteres med kyst- og havstrømmer til våre kystområder.

OSPAR-metodikken er svært verdifull og på nåværende tidspunkt det beste verktøyet vi har for å registrere strandsøppel for å se på mengde og komposisjon av strandsøppel i Nordøst-Atlanteren. Det er likevel flere forbedringspunkter ved OSPAR-metodikken; blant annet foreslås det å inkludere vekt for de ulike kategoriene, inter-kalibrere rydding mellom strender for å harmonisere metoden (f.eks. hva inkluderes/ikke inkluderes) og inkludere nasjonalitet av strandsøppelet samt eventuell datostempling.

1 Introduksjon

Store mengder søppel havner på norske strender (Hals et al., 2011), og rydding og registrering av strandsøppel er foreløpig den eneste tilnærmingen til å prøve å si noe om hvor søppelet kommer fra. Dette er viktig informasjon ettersom det er grunnlaget for forebyggende tiltak (Busch, 2015; Nelms et al., 2017). Registreringsarbeidet gir viktig informasjon til det forebyggende arbeid, og god dokumentasjon på forsøplingsproblemet kan føre til at aktører som medvirker til forsøplingen blir bevisst sitt ansvar.

I Oslofjorden registreres strandsøppel hovedsakelig av frivillige gjennom Hold Norge Rent sin protokoll. Som deltagende nasjon i OSPAR-konvensjonens (Konvensjonen for beskyttelse av Marint miljø i Nordøst-Atlanteren) kartlegging av marin forsøpling, har imidlertid Norge drevet systematiske registreringer på syv utvalgte strender siden 1998. Plast og annet avfall over 0,5 cm (5 mm) kartlegges på de syv strendene som fordeler seg på Region I (Arctic Waters/Nordishavet) og Region II (Greater North Sea/Nordsjøen)¹:

- **Brucebukta:** Svalbard, nær Longyearbyen
- **Luftskipodden:** Svalbard, østsiden
- **Sandfjordneset:** Varangerhalvøya, Barentshavet
- **Revika:** Nær Tromsø, Norskehavet
- **Været:** Nær Trondheim, Norskehavet
- **Kviljo:** Nær Farund, Nordsjøen
- **Akerøya:** Ytre Hvaler, Ytre Oslofjorden

OSPAR-kartleggingen består i at man registrerer marin forsøpling langs en 100 meter lang strandlinje minst en gang per år, og etter en standardisert rydde- og kategoriserings-protokoll². Slik kan man sammenligne mengden og type avfall mellom år for en gitt strand, men også i teorien mellom de ulike OSPAR-strendene. Av de syv norske strendene, er det Akerøya hvor man finner mest marint søppel per meter strandlinje (i antall objekter). På Akerøya har marint søppel blitt registrert årlig siden 2012. Gjennom flere år med strandrydding i Ytre Oslofjord, har det ofte vært observert søppel som ikke har norsk opphav. Dette kan skyldes at vind og havstrømmer frakter med seg avfall fra andre områder, men også at ulik maritim virksomhet med aktører fra andre land opererer i området.

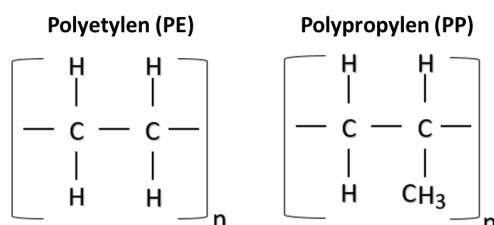
Over tid blir plastsøppel i havmiljøet utsatt for sollys, mekanisk slitasje (som bølger), endring i temperatur, oksidativt stress og mikrobiell-aktivitet (Andrady, 2011). Dette gjør at plasten gradvis blir forvitret og brytes ned til mindre biter som både blir mer ugjenkjennelige og vanskeligere å rydde. Plastavfallet på strendene har ofte startet ut som makroplast (per definisjon større enn 5 mm), deretter brytes den videre til mikroplast (mindre enn 5 mm), og muligens til slutt til nanoplast som er definert som plastpartikler mindre enn 0,1 µm, dvs i størrelse fra 100 nm og mindre. Det er mange usikkerheter rundt disse nedbrytningsprosessene og hvor lang tid det tar, men en ting man vet er at mange plasttyper forblir veldig lenge i miljøet, og mange plasttyper (polymere) kan i så måte ansees som persistente stoffer. Fragmenteringen og forvitringen av plast, gjør det krevende å både finne plasten og å identifisere hvor plastfragmentene stammer fra.

Man kan bruke kjemisk analyse av plastpartikler for å finne ut hva slags polymer produktet er laget av selv når plastobjektet er ugjenkjennelig. Polymeren er bygget opp av monomere, se eksempel

¹ <http://www.mcsuk.org/ospar/list>

² https://www.ospar.org/ospar-data/10-02e_beachlitter%20guideline_english%20only.pdf

Figur 1, som er hovedkomponentene i plastmaterialet. I tillegg blir det tilsatt stoffer, plastadditiver, som påvirker egenskapene til platen, slik som fleksibilitet og holdbarhet. Polyetylen (PE), polypropylen (PP) og polyvinylklorid (PVC) var de tre plasttypene som var mest produsert og brukt i Europa i 2018 (PlasticsEurope, 2019). Produksjonstall for 2017 var omtrent 15 million tonn for PE (både lavtetthet og høytetthets PE; LD-PE og HD-PE), 10 millioner tonn for PP og 5 millioner tonn for PVC (PlasticsEurope, 2019).



Figur 1: Kjemisk struktur av byggestoffene (monomere) til polyetylen og polypropylen, to av de mest produserte og brukte plasttypene i Europa.

1.1 Formålet med prosjektet og rapporten

Det var fem hovedmål med dette prosjektet:

1. Øke samarbeidet mellom forskningsmiljøer og NGOer som jobber med marin forsøpling
2. Bruke OSPAR-protokollen, eller lignende, på to modellstrender fra Oslofjorden for å si noe om plastbelastningen på strender i ytre og indre Oslofjord, både med tanke på mengde og type
3. Undersøke kategorien «uidentifiserbare plastbiter» fra både indre og ytre Oslofjord ved hjelp av kjemisk analyse
4. Undersøke nasjonalitet på strandsøppelet fra Ytre Oslofjord
5. Komme med eventuelle forbedringsforslag til OSPAR-protokollen slik at data lettere kan brukes i forskningsøyemed

Resultatene som blir presentert i denne rapporten er fra Nordre Langåra i 2019 og fra Akerøya i 2018, samt resultater fra bestemmelse av nasjonalitet til generell plastsøppelet fra Ytre Hvalerområdet fra 2019.

2 Metode

2.1 Innsamling av strandsøppel

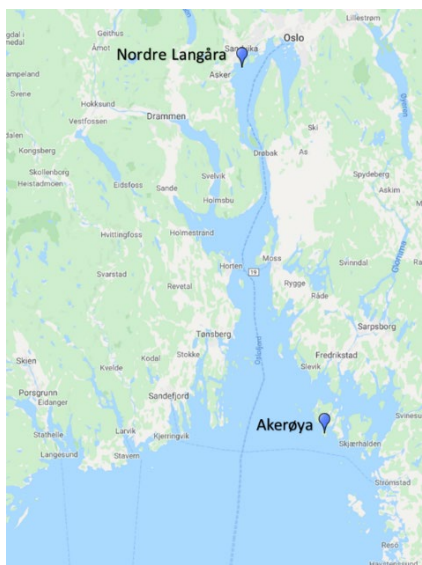
For gjennomføring av prosjektet ble det valgt ut to modellstrender; Akerøya på Ytre Hvaler (Hvaler kommune), og Nordre Langåra fra indre Oslofjord (Asker kommune), **Figur 1**. Modellstrendene er eksempler på strender fra et indre fjordsystem med høy antropogen aktivitet (Nordre Langåra), og et system som er eksponert for input fra lokale kilder, men også fra Skagerrak og Kattegat (Akerøya). Akerøya har vært overvåket med OSPAR-metodikk siden 2012 og ble i dette prosjekter undersøkt for to tidsperioder (2018 og 2019)³, mens Nordre Langåra ble for første gang kartlagt med OSPAR-lignende metodikk i 2019.

OSPAR-innsamlingen for Akerøya i 2018 ble utført med representanter fra Ytre Hvaler nasjonalpark, Statens Naturoppsyn (SNO), Skjærgårdstjenesten og Oslofjordens Friluftsråd (OF). Det samme gjaldt for OSPAR-innsamlingen i 2019, men da inkludert representanter fra Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA), **Figur 2**. Dette ble gjort av ni personer à omtrent 6 timer per person. Det var satt opp skilt på Akerøya for å forsøke å forhindre folk fra å rydde stranden imellom registreringene. Før registreringen av Akerøya ble området som skulle finkjemmes merket opp slik at det var det samme område som for alle år, i en 100 meter lang strekning langs vannet og fra øvre del av tangbeltet og ned til vannkanten. Først gikk man over stranden systematisk i manngard og plukket opp store enheter, før man igjen gjorde det samme, men da med fokus på plastbiter ned til omtrent 5 mm. Unntaket var pre-produksjons pellets⁴ som også ble plukket, men som ofte er omtrent 2 mm i diameter. Tangbeltet ble også systematisk gjennomgått for å få med alle plastbitene. Søppelet ble deretter brakt til et lager for senere kategorisering.

Innsamlingen av søppel fra Nordre Langåra ble utført med representanter fra OF og NIVA (fire personer à omtrent 6 timer per person) hvor det ble ryddet omtrent 100 meter strand. Vesentlig færre arbeidstimer ble benyttet for registrering av Nordre Langåra enn av Akerøya, og derfor ble ikke de aller minste søppelbitene samlet inn.

³ Rapporterer kun resultater for år 2018 fra Akerøya

⁴ Små runde, ofte avflatete, «plastkuler» som brukes som råmateriale til å lage plastprodukter



Figur 2: Oversikt over de to modellstrendene fra Oslofjorden inkludert i dette prosjektet; Nordre Langgåra i indre Oslofjord og Akerøya i ytre Oslofjord. Kilde til kart: www.googlemaps.com.



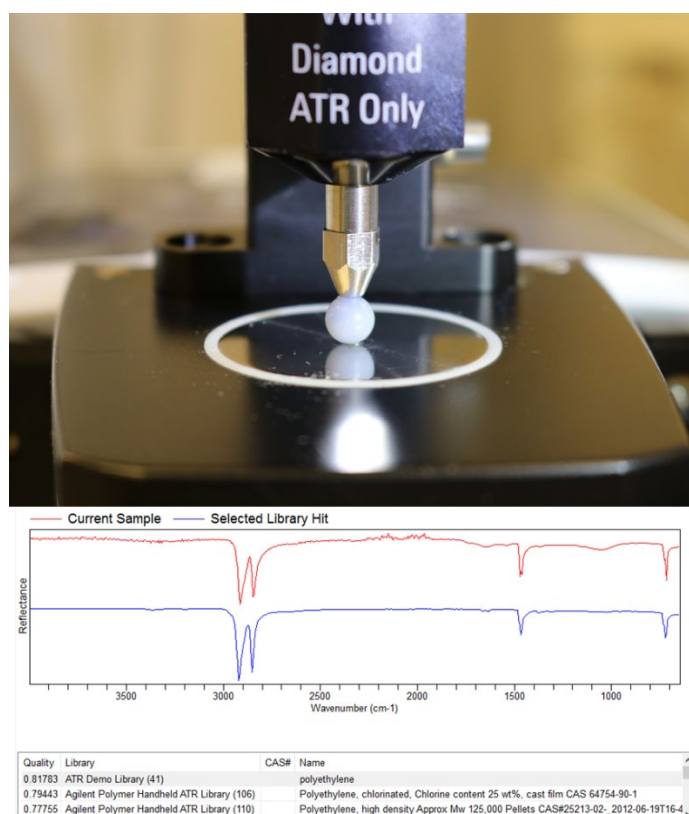
Figur 3: Innsamling av OSPAR-data fra Akerøya på Ytre Hvaler for 2019. Foto: David Eidsvoll, NIVA

2.2 Kategorisering

Etter innsamling ble søppelet kategorisert etter protokollen «Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area», den såkalte OSPAR-protokollen. Dette ble gjort for søppelet fra Akerøya både for 2018 og 2019. For Nordre Langgåra ble søppelet kategorisert etter en intern forenklet ryddeprotokoll utarbeidet av OF og SALT. For Nordre Langgåra ble det også inkludert vekt av funnene på kategoribasis. Dette ble ikke gjort for Akerøya-registreringene.

2.3 Plastanalyse - FTIR analyse

Et utvalg av OSPAR-søppelet fra Nordre Langåra i 2019 (95 biter) og Akerøya i 2018 (290 biter) ble analysert for polymersammensetning (plasttype). Hovedfokuset for Akerøya 2018 var såkalte «uidentifiserbare plastbiter», men også noen andre OSPAR-kategorier ble tilfeldig utvalgt for kjemisk analyse. Plastbiter, de aller fleste over 5 mm (0,5 cm), ble analysert med en såkalt Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) instrument, en type infrarød spektroskopi. To ulike FTIR-instrumenter ble brukt; PerkinElmer Frontier universal ATR, samt ATR-FT-IR ved bruk av en Agilent Cary 630, eksempel på sistnevnte **Figur 3**. For alle de ovennevnte analytiske tilnærmingene, ble spektre produsert med minimum 4 co-skanninger og en oppløsning på 4 cm⁻¹. Polymeridentifikasjon ble oppnådd ved å sammenligne FT-IR-spektrene med kommersielle og interne polymerbiblioteker. Alle spektra ble også manuelt inspisert.



Figur 4: Øverst FTIR instrument, mens nederst er eksempelfoto for sammenligning mellom spekter med referansespekter for polyetylen.

2.4 Nasjonalitet av strandsøppel

Skjærgårdstjenesten hentet søppel fra frivillig rydding i Ytre Hvaler-området, hvor 33 sekker med søppel ble satt av til dette formålet. Dette var søppel samlet inn i de ytterste delene av Hvalerøyene våren/forsommeren 2019. Søpla ble analysert på Sandbakken Miljøstasjon i samarbeid med ca. 100 elever på 8. og 10.trinn fra Hvaler Ungdomsskole.

For å kunne identifisere opphavsland for strandsøppelet, ble objektene nøye inspisert for informasjon som kunne fortelle oss noe om dette (produksjonsland, språk o.l.). Avfallet i hver kategori/land ble telt og veid og utløpsdato ble også registrert dersom mulig. I dette arbeidet var det ønskelig å involvere skoleklasser og dugnadsgjenger for å få tilstrekkelig tallmateriale. Det ble derfor utarbeidet en enkel protokoll for kartlegging av avfallet.

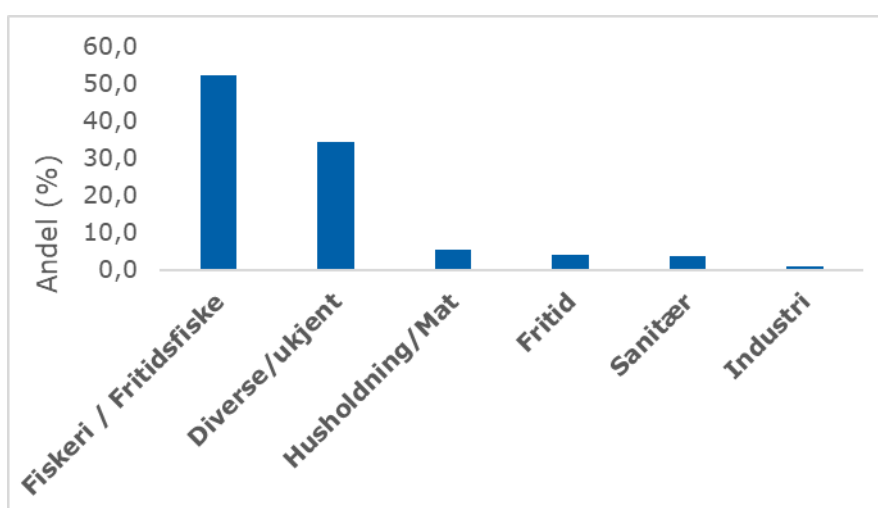
3 Resultater

3.1 OSPAR-data fra Akerøya, Ytre Hvaler (2018)

Totalt ble nærmere 15 000 enheter samlet inn fra 100 meter strand på OSPAR-stranden Akerøya i 2018, **Tabell 1**. Av dette var 99,6% plast i en eller annen form. I denne rapporten er gummi inkludert som plast. Av funnene, basert på antall, var det hovedkategoriene «fiskeri/fritidsfiske» og «ukjent» som dominerte med omtrent 80% av funnene, **Figur 5**. Innenfor «fiskeri/fritidsfiske» var det såkalte «dollyropes», snører/liner og avkapp som bidro til 99% av funnene. For kategorien «ukjent» bidro uidentifiserbare plastbiter (samlet kategori 46_1 og 117_1; plast mellom 2,5 til 50 cm), pluss korker, lokk og lignende (kategori 15) med totalt 83%, **Tabell 2**.

Tabell 1: Materiale samlet inn fra Akerøya Ytre Hvaler år 2018, delt inn under plast og annet (ikke plast).

Materiale	Hovedkategori	Antall	% av funn
Plast	Plastenheter	14206	95,7
	Sanitæravfall	332	2,2
	Gummi	229	1,5
	Medisinsk avfall	10	0,1
	Totalt	14777	99,6
Annet	Bearbeidet trevirke	44	0,3
	Metall	15	0,1
	Glass	1	0,0
	Annen forurensende elementer	1	0,0
	Keramikk og porselen	0	0,0
	Totalt	61	0,4
Total plast og annet		14838	



Figur 5: Hovedkategorier av OSPAR søppel fra Akerøya 2018. Data inkludert i figuren er kategorier med mer enn 10 objekter funnet under kartleggingen.

Tabell 2: Kategorier av de to største hovedkategoriene «Fritidsfiske/fiskeri» og «Diverse» fra Akerøya OSPAR data 2018. Tallene er basert på antall.

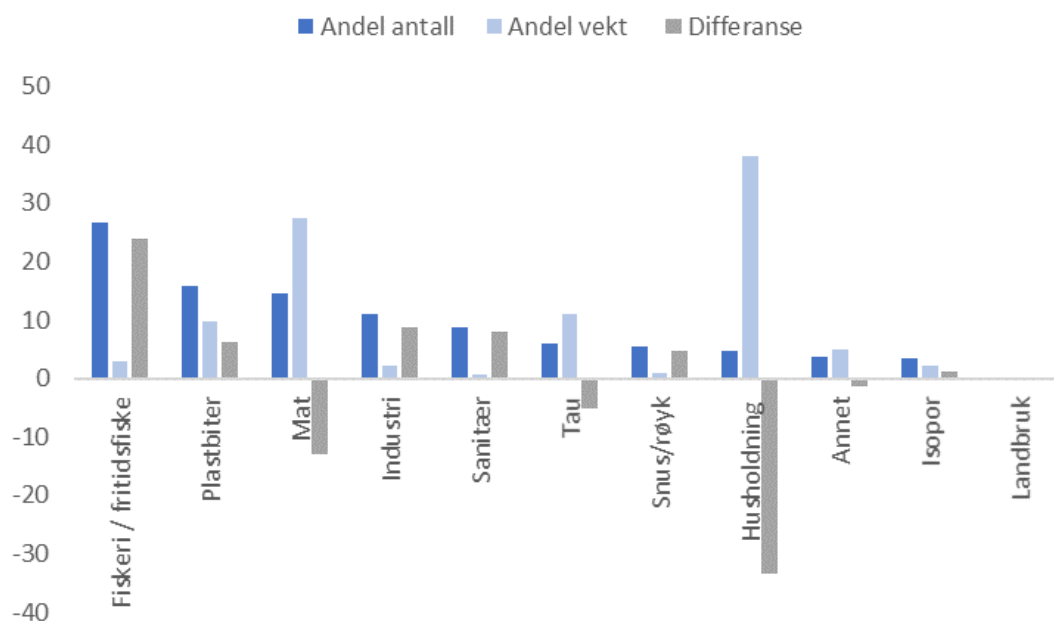
OSPAR ID	Beskrivelse	Antall	% av stor-kategori
Fiskeri / Fritidsfiske			
32_2	Tau: Dollyrope (diameter < 1cm)	3719	48
32_1	Snører, liner, tau etc. (diameter < 1cm)	2537	33
32_0	Avkapp fiskegarn (uten knute) (diameter < 1cm)	1360	18
Diverse/ukjent			
46_1	Uidentifiserbare plastbiter (2,5 -50 cm)	1903	38
117_1	Uidentifiserbare plastbiter (0 - 2,5 cm)	1411	28
15	Kapsler, lokk, skrukorker til flasker, dunker, spann og beholdere	835	17

3.2 Nordre Langåra data, Indre Oslofjord (2019)

Totalt ble omtrent 1 800 enheter samlet inn fra Nordre Langåra i 2019, **Tabell 3**. Merk at disse funnene ikke er inndelt etter OSPAR-kategoriene, men en forenklet versjon utarbeidet av OF og SALT. Totalt ble 5 kg strandsøppel samlet inn. Av antall objekter funnet var 98,5% plast i en eller annen form. Basert på antall, var det stor-kategoriene «fiskeri/fritidsfiske» og «ukjent» som var størst med totalt 43% av funnene, **Figur 6**, etterfulgt av kategorien «mat». Innenfor «fiskeri/fritidsfiske» var det dollyropes som bidro med hele 99,8% av funnene, mens for kategorien «ukjent» bidro uidentifiserbare plastbiter mellom 2,5 og 50 cm med 100%, **Tabell 4**. Dersom man ser på vekt var det hovedkategoriene «husholdning» og «mat» som utgjorde det største bidraget med 65%, **Figur 6**.

Tabell 3: Hovedkategorier fra Nordre Langåra 2019. Basert på antall. Ikke OSPAR kategorier.

	Hovedkategori	Antall	% av funn
Plast	Fiskeri / Fritidsfiske	485	26,8
	Plastbiter	289	16,0
	Mat	256	14,2
	Industri	172	9,5
	Sanitær	160	8,8
	Tau	107	5,9
	Snus/røyk	100	5,5
	Husholdning	84	4,6
	Annet	65	3,6
	Isopor (EPS)	62	3,4
	Landbruk	0	0,0
	Totalt plast	1780	98,5
	Annet	Industri - Glasopor	12
Mat - Glassflasker		8	0,4
Industri - Leca kuler		8	0,4
Totalt annet		28	1,5
Totalt antall		1808	



Figur 6: Hovedkategorier av søppelregistrering fra Nordre Langåra 2019. Hver hovedkategori vises i andel antall (%), vekt (%), og differansen i % mellom antall og vekt.

Tabell 4: Flest registrerte funn under hovedkategoriene «fiskeri/fritidsfiske» og «plastbiter» fra Nordre Langåra 2019.

Beskrivelse	Antall	% av stor-kategori
Fiskeri / Fritidsfiske		
Tau: Dollyrope (diameter < 1cm)/Labbetuss	483	99,8
Hummerteine	1	0,2
Plastbiter		
Uidentifiserbare plastbiter	289	100

3.3 Polymeridentitet av strandsøppel

3.3.1 Akerøya

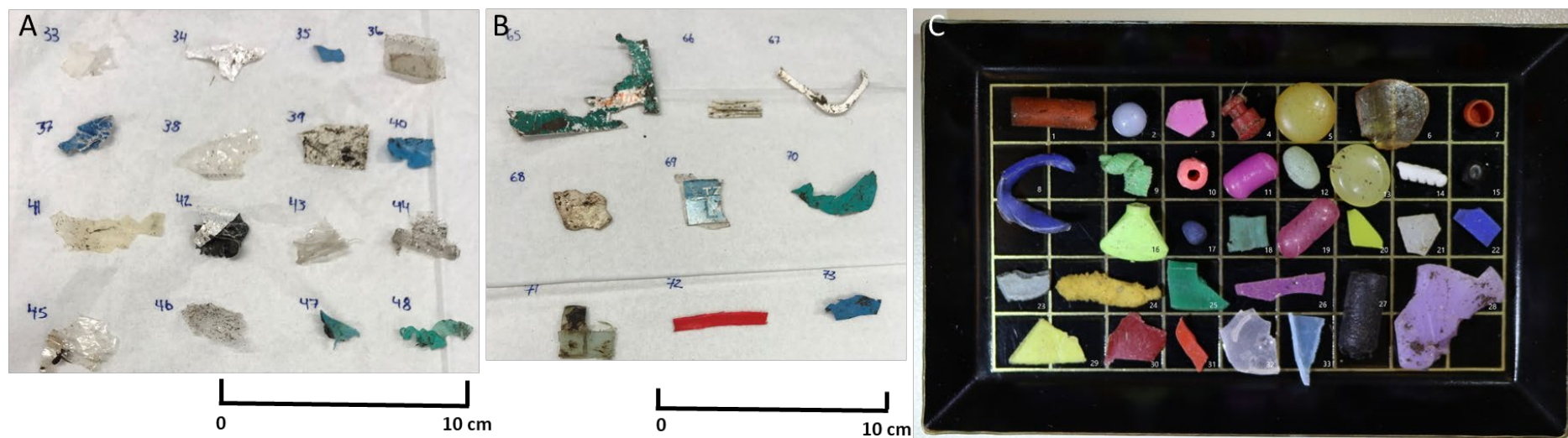
Totalt ble 290 plastbiter analysert med FTIR. Av disse ble det funnet ni ulike plasttyper og en bit som ikke var plast, samt fire ukjente (vanskelig å tolke spektre), **Tabell 5**. PE og PP dominerte med 88% av funnene. Det var de uidentifiserbare plastbitene som hadde størst variasjon i plasttype, og mest variasjon var det for plast tykkere enn 0,5 mm, mens de andre OSPAR-kategoriene var enten dominert av PE, PP eller EPS, **Tabell 6** og illustrert i **Figur 7**, **Figur 8** og **Figur 9**.

Tabell 5: Plastanalyse fra Akerøya, ytre Oslofjord 2018. PE: polyetylen, PP: polypropylen, EPS: isopor/polystyren (expanded), PVC: polyvinylklorid, PET: Polyetylentereftalat, PU: polyuretan, PA: polyamid.

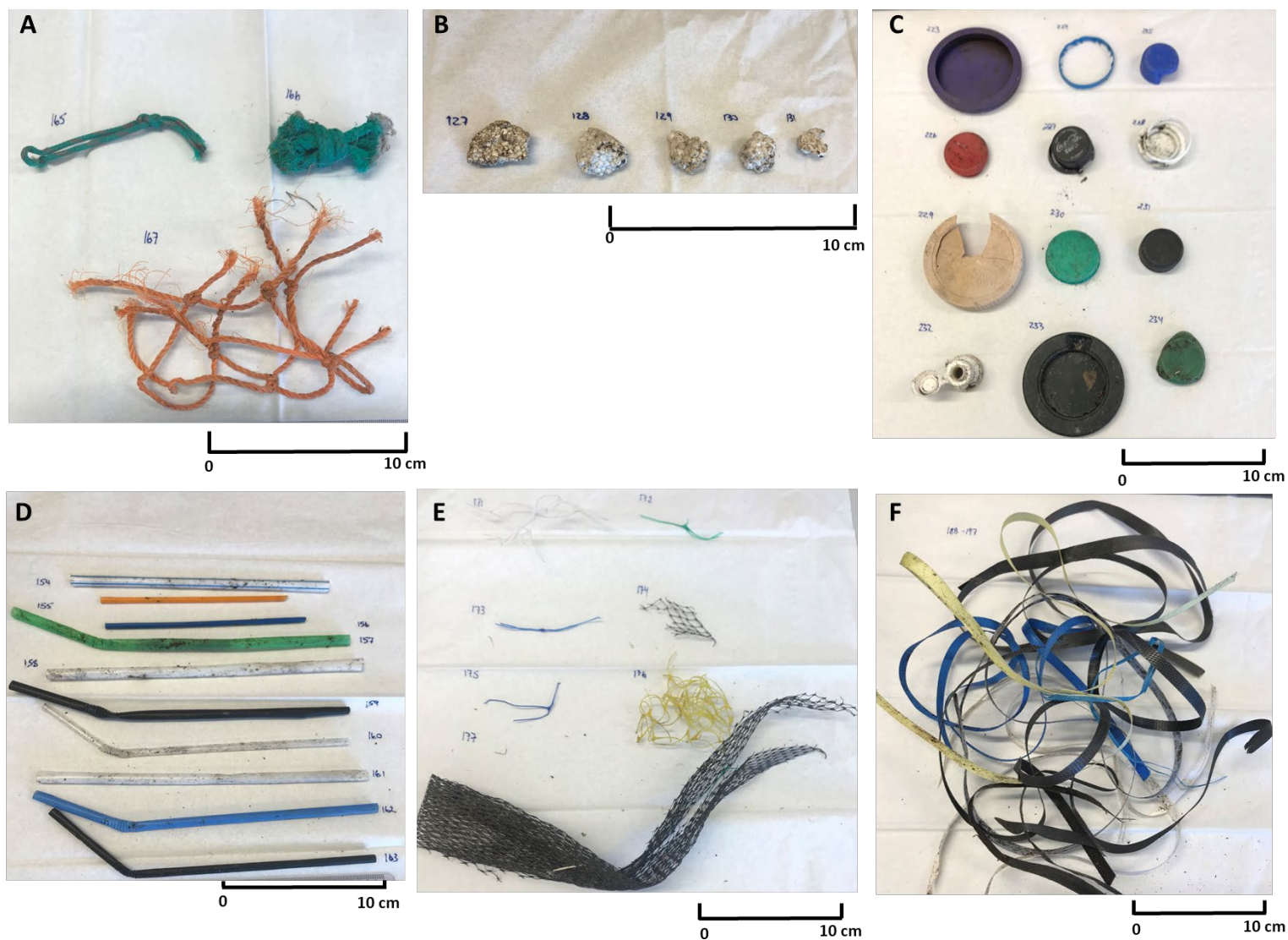
Polymer	Antall	%		
PE	157	54,1		
PP	97	33,4	88 %	PE & PP
EPS	17	5,9	6 %	EPS
PVC	6	2,1		
PET	3	1,0		
Polyakrylat	2	0,7		
Gummi	1	0,3		
PU	1	0,3	6 %	Annet
PA	1	0,3		
Ikke plast, papir	1	0,3		
Ukjent	4	1,4		
TOTALT	290			

Tabell 6: Oversikt over utvalgte OSPAR kategoriene med tilhørende andel polymertype for Akerøya 2018.

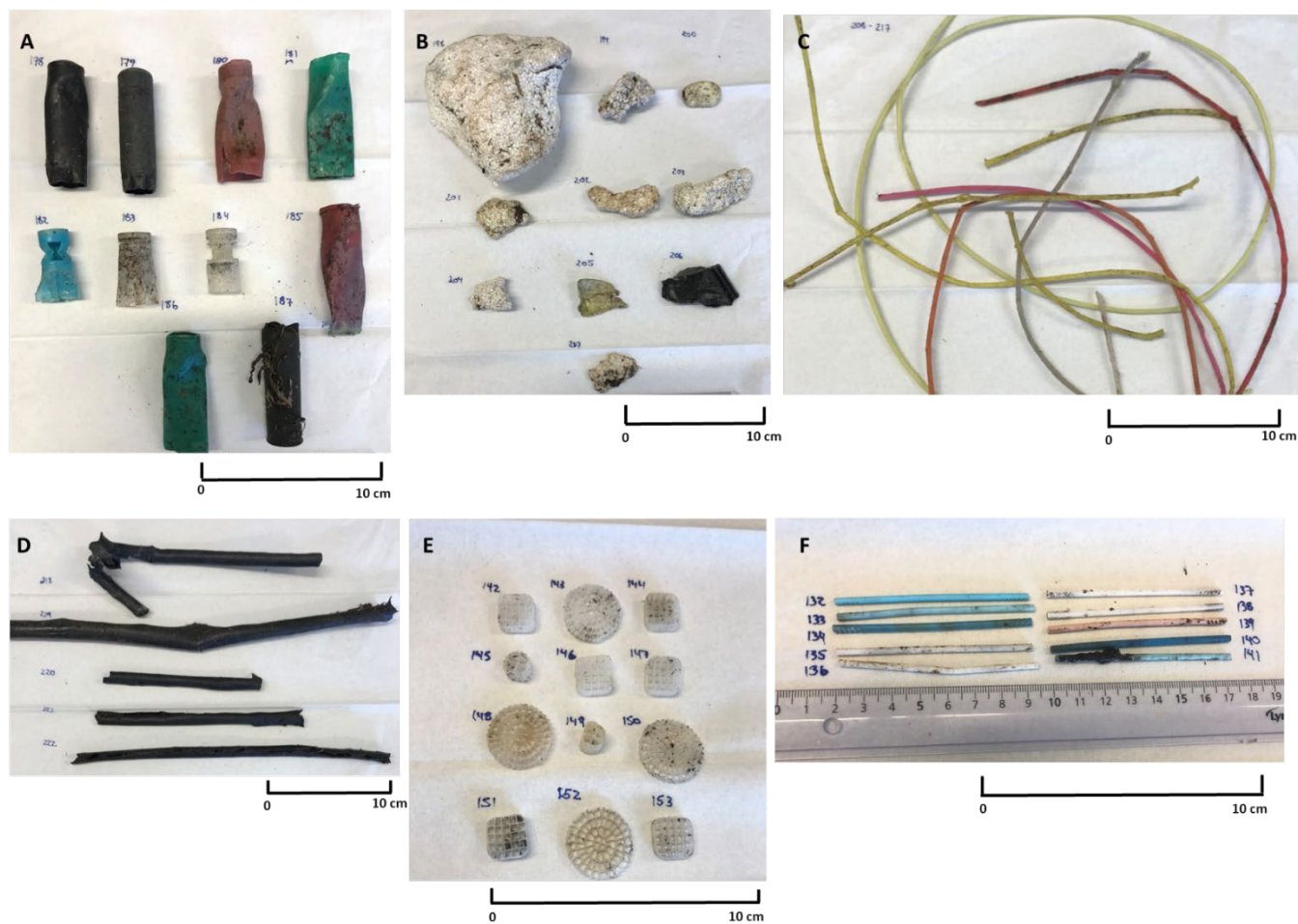
OSPAR ID	Beskrivelse	Tykkelse										
		(mm)	Antall	%PE	%PP	%PET	%PVC	%PA	%EPS	%Gummi	%Akrylat	%PU
46_1; 117_1	Uidentifiserbar plast: Biter av plast eller polystyren 2,5-50 cm_ non-expanded plastic og 0-2,5 cm	< 0,5	64	48	41	5	5	2	0	0	0	0
		0,5	32	56	41	0	0	0	3	0	0	0
		> 0,5	47	57	26	0	6	2	2	2	2	2
115	Fiskegarn/ -nett og deler av fiskegarn/ -nett (< 50 cm)		9	89	11	0	0	0	0	0	0	0
1172	Biter av plast eller polystyren 0-2,5 cm (EPS)		5	0	0	0	0	0	100	0	0	0
15	Kapsler, lokk, skrukorker til flasker, dunker, spann og beholdere		12	50	50	0	0	0	0	0	0	0
22	Sugerør		10	0	100	0	0	0	0	0	0	0
24	Nettposer/ sekker til grønnsaker, frukt eller muslinger		7	100	0	0	0	0	0	0	0	0
32	Snører, dolly rope, tau og liner		22	91	9	0	0	0	0	0	0	0
39	Plastremmer/ pakkebånd (til forpakning)		10	0	100	0	0	0	0	0	0	0
43	Patronhylser til haglegevær		10	100	0	0	0	0	0	0	0	0
462	Biter av plast eller polystyren 2,5-50 cm (EPS)		10	0	0	0	0	0	100	0	0	0
48	Annen plast: sprengledninger		10	100	0	0	0	0	0	0	0	0
48	Annen plast: Plastbiter av krabbe- og hummerteiner		5	100	0	0	0	0	0	0	0	0
48.1	Annen plast: biofilmbærere		12	100	0	0	0	0	0	0	0	0
49	Ballonger og tilbehør		12	33	67	0	0	0	0	0	0	0
98_1	Bomullspinner i plast (q-tips)		10	0	100	0	0	0	0	0	0	0



Figur 7: Eksempelbilder på uidentifiserbare plastbiter som har blitt analysert med FTIR fra Akerøya Ytre Hvaler. A: biter med en tykkelse $< 0,5$ mm (myk plast), B: biter med en tykkelse på $0,5$ mm (både myk og hard plast), C: biter med en tykkelse $> 0,5$ mm (som oftest hard plast).



Figur 8: Eksempler på OSPAR-søppel fra Akerøya 2018. Se tabell 6 for informasjon om hver kategori. A: Kategori 115, B: Kategori 1172, C: Kategori 15, D: Kategori 22, E: Kategori 24, F: Kategori 39. OBS: Bilde av kategori 32 og 49 mangler.



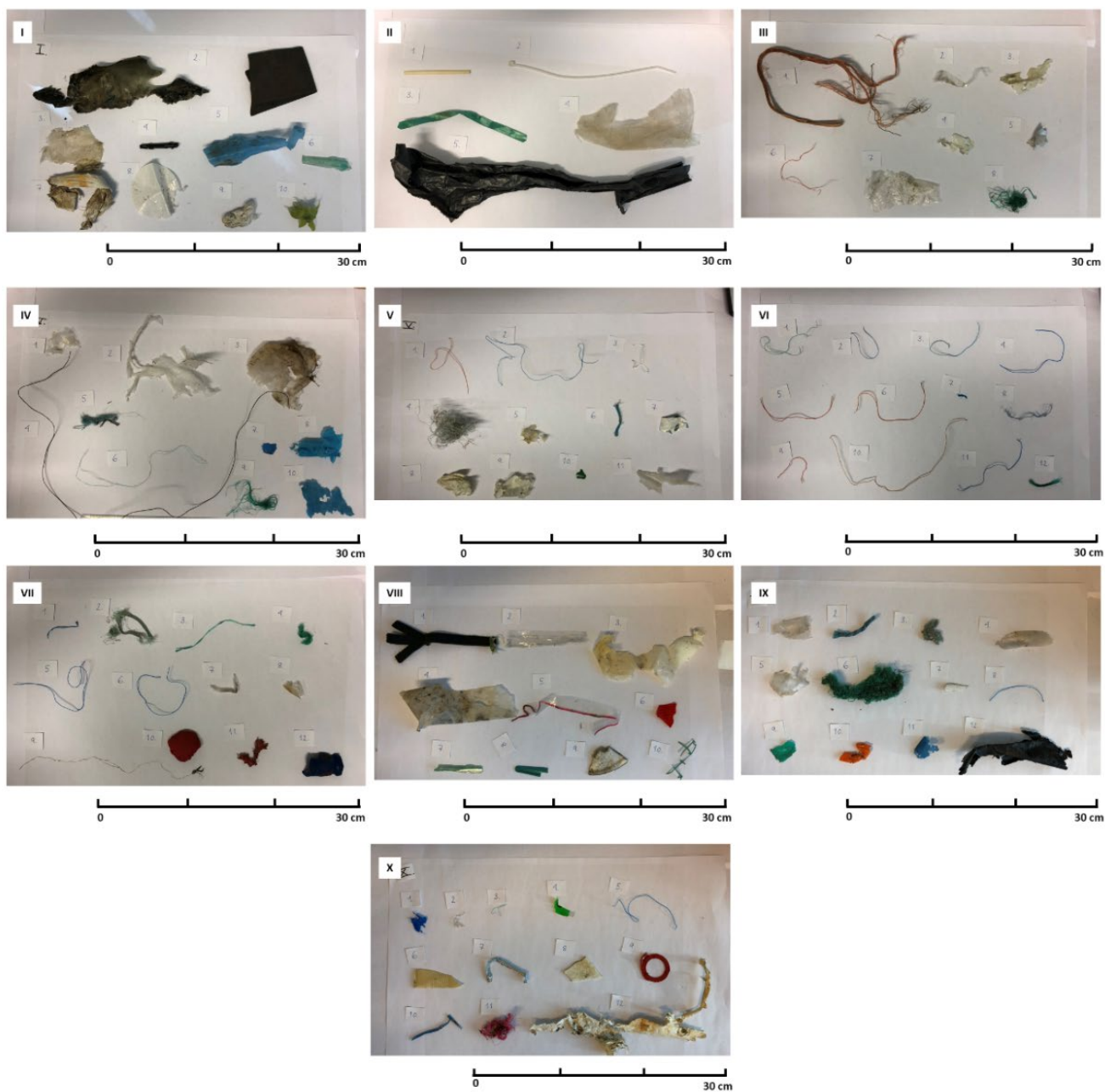
Figur 9: Eksempler på OSPAR-søppel fra Akerøya 2018. Se tabell 6 for informasjon om hver kategori. A: Kategori 43, B: Kategori 462, C: Kategori 48 (sprengladninger), D: Kategori 48 (plastbiter fra krabbe- og hummerteiner), E: Kategori 48_1 (biofilmbærere), F: Kategori 98_1. OBS: Bilde av kategori 32 og 49 mangler.

3.3.2 Nordre Langåra

Totalt ble 95 plastbiter analysert med FTIR, og av disse ble det funnet seks ulike plasttyper og tre biter som ikke var plast, **Tabell 7** og illustrert **Figur 10**. PE og PP dominerte med 86% av de analyserte bitene.

Tabell 7: Plastanalyse av utvalg fra strandsjøppel fra Nordre Langåra 2019, indre Oslofjord.

Plasttype	Antall	%	Sum %	
PE	52	54,7	86	PE & PP
PP	30	31,6		
EPS	4	4,2	4	EPS
Nylon	2	2,1	10	Annet
Gummi	2	2,1		
Polyakrylat	1	1,1		
Ikke plast, papir	3	3,2		
TOTALT	95			



Figur 10: Utvalget av uidentifiserbare plastbiter fra Nordre Langåra, indre Oslofjord 2019 som ble analysert med FTIR.

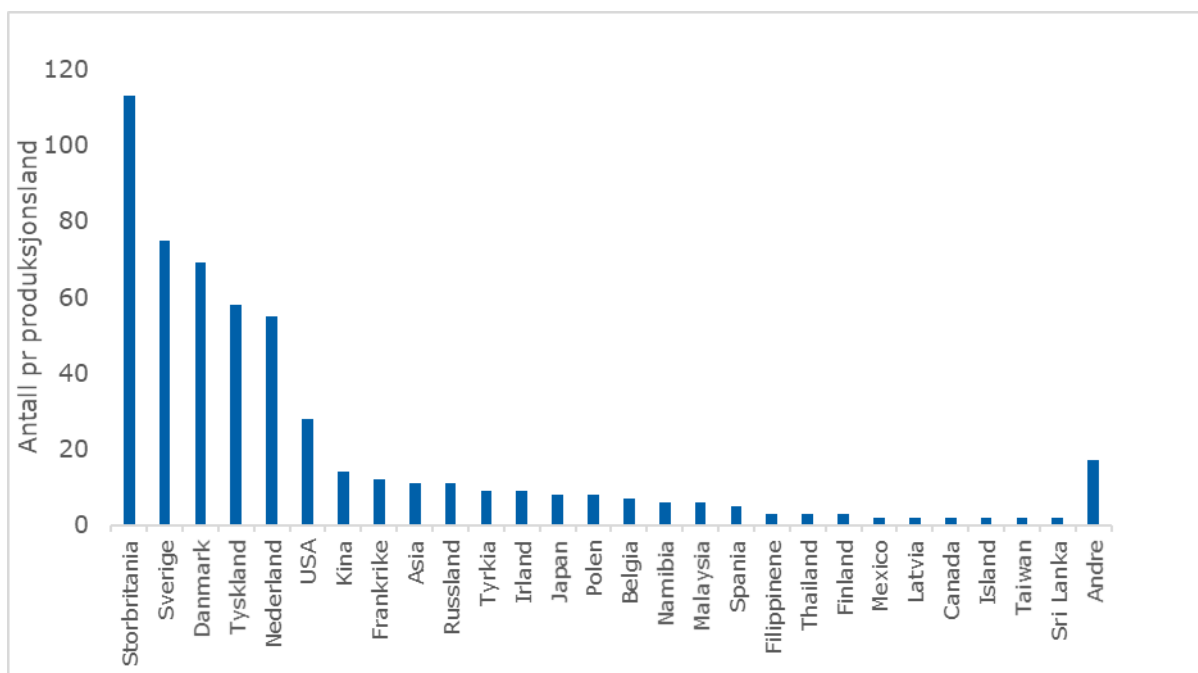
3.4 Nasjonalitet

Totalt ble 33 søppelsekker (à 100 liter) fra ulike strender i ytre Hvaler Nasjonalpark sortert for å se på nasjonalitet. Anslått vekt var ca. 600 kg. Den største andelen av søppelet var det ikke mulig å knytte til nasjonalitet, mens omtrent 111,5 kg (~19%) av avfallet ble antatt å være utenlandsk.

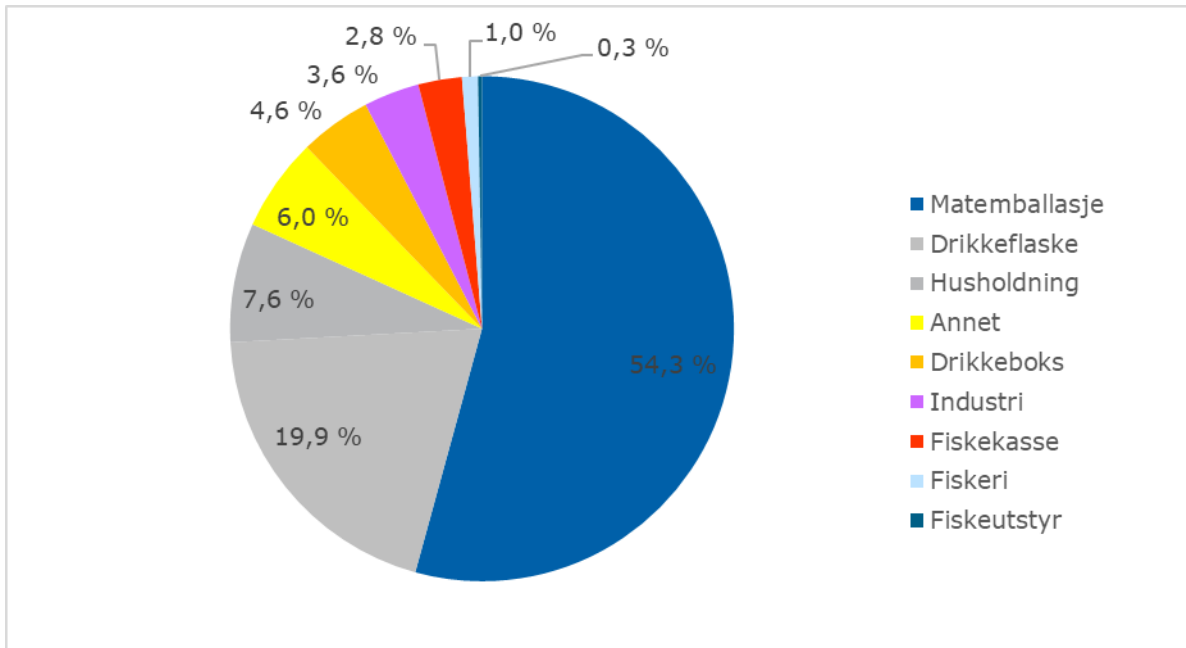
Totalt sett var det 807 søppelenheter som var produsert i et annet land enn Norge. Det ble for eksempel funnet 22 fiskekasser hvor alle var av utenlandsk opprinnelse. Det var 43 land representert i materialet med Storbritannia (113), Sverige (75), Danmark (69), Tyskland (58) og Nederland (55) representert med det høyeste antall enheter, **Figur 11**. Tilsammen utgjorde disse landene 68 % av materialet hvor det var mulig å finne et produksjonsland annet enn Norge. På 32 % av enhetene har det ikke vært mulig å finne nasjonalitet, men disse ble likevel vurdert til å være produsert utenfor Norge med bakgrunn i påført tekst og/eller design og ble kategorisert som «andre».

For 103 elementer var det synlig utløpsdato påskrevet. Av disse hadde 30 gjenstander utløpsdato frem i tid (fra 1 sep. 2019). Tidligste registrerte utløpsdato var 17.04.03.

Over halvparten (54 %) av avfallet var matemballasje, basert på antall, **Figur 12**. En stor andel av dette var ulike typer snacks- og godteriprodukter. Videre utgjorde drikkeflasker ca. 20 % av materialet. Her var vannflasker og ulike typer leskedrikk dominerende. Husholdningsprodukter som sjampo, oppvaskmidler og tannkrem utgjorde ca. 8 % av materialet.



Figur 11: Produksjonsland til søppel fra Ytre Hvaler Nasjonalpark, basert på antall.



Figur 12: Hovedkategorier av utenlandsk søppel fra Ytre Hvaler Nasjonalpark basert på antall.

4 Diskusjon

4.1 Plastmengde og søppelkategorier

De to modellstrendene fra Oslofjorden varierte mye i antall søppelenheter registrert. Det ble funnet omtrent 88 % flere søppelenheter på Akerøya i Ytre Hvaler enn på Nordre Langåra i Indre Oslofjord, med omtrent 14 800 objekter på Akerøya og 1800 på Nordre Langåra. Det er viktig å påpeke at det er mye usikkerhet knyttet til denne sammenligningen mellom disse to trendene; for eksempel ble det lagt ned mange flere arbeidstimer på OSPAR-stranden Akerøya enn på Nordre Langåra. Det er også usikkert om det ville være det samme forholdstallet dersom resultatene baserte seg på vekt, da det ikke foreligger data for vekt fra Akerøya-registreringen. For Nordre Langåra ble det totalt samlet inn omtrent 5 kg søppel⁵. Akerøya er kjent for å akkumulere mye plastsøppel. Så tidlig som i 1973 og 1975 ble det gjennomført registreringer av marint avfall på Akerøya og konklusjonen den gangen var at søppelsituasjon på Akerøya var betydelig forverret fra 1973 og 1975.

For begge strendene var det plastavfall som dominerte funnene med henholdsvis 99,6% for Akerøya og 98,5 % for Nordre Langåra. Husholdning og mat-relatert plastavfall stod for omtrent 65% av totalvekten for indre Oslofjord, mens ser man på antall søppelenheter var det fiskerirelatert avfall som stod for flesteparten med 485 biter. Basert på tidligere erfaringen fra OF kommer nok husholdning litt for høyt opp i denne begrensede studien dersom man ser på vekt; det er trolig noen enheter som bidrar med mye vekt. For Nordre Langåra var fiskerikategorien basert på hele 483 enheter av dollyropes, eller «labbetuss» som det også kalles. Dette brukes under trålposer for å beskytte trålen. Fiskerikategorien kom, ifølge OF, også noe høyere enn tidligere erfaringer fra indre Oslofjord. OFs erfaringer er at det ofte er en dominans av uidentifiserbare plastbiter, matemballasje, sanitæravfall samt avfall fra industri. I dette tallmaterialet kom sanitær og industri som fjerde og femte største kategori basert på antall.

For Akerøya var det, som for Nordre Langåra, fiskerirelatert søppel og diverse ukjent plast som dominerte. Fiskerikategorien besto her av dollyropes (diameter < 1cm), snører, liner, tau o.l. (diameter < 1cm), samt avkapp fra fiskegarn (uten knute; diameter < 1cm).

Totalt sett viser funnene at dollyropes utgjør et vesentlig bidrag til forsøplingsproblemet for Oslofjorden, noe som også er kjent for andre deler av Nordsjøen. Se **Figur 13**⁶ som eksempel på hvordan nye dollyropes ser ut. Allerede de første ukene mistes 10-25% av dollyropene ved trålebruk. Det er prosesser på gang for å bytte ut dollyropene med annet materiale. Så sent som i november 2019 plukket Skjærgårdstjenesten i Fredrikstad opp en trålpose med dollyropes som kom drivende, **Figur 14**.

Uidentifiserbare plastbiter er ofte den OSPAR-kategorien som utgjør de fleste registreringene for Akerøya. Denne kategorien har ingen klar kilde, da det ikke er mulig å visuelt se hvor denne forsøplingen kommer fra. Det er lite trolig at uidentifiserbare plastbiter har kun en eller noen få spesifikke kilder, men at det er den totale søppelbelastningen som bidrar ved at det brytes ned til ikke gjenkjennbare biter. I tillegg til å gjøre bitene ugjenkjennelige og mindre i størrelse, kan også forvitringen føre til frigjørelse av uønskede kjemikalier og/eller monomere til miljøet.

⁵ Feilkilder til vekten: Det ble funnet betydelige mengder behandlet trevirke (mest trykkimpregnert) som ikke ble tatt med i undersøkelsen. Det var betydelig mindre søppel på Langåra i 2019 enn tidligere år. Det er svært mye av de minste plastfragmentene på Langåra.

⁶ <http://www.dollyropefree.com/>



Figur 13: Eksempel på trål med nye dollyropes (oransje). Hentet fra <http://www.dollyropefree.com/>. Referanse WJ Strietman.



Figur 14: Trål med dollyropes funnet drivende i sjøen ved Fredrikstad 16. August 2019. Foto: Skjærgårdstjenesten i Fredrikstad ved Thomas Warren Eriksen

4.2 Plastmateriale - strandsøppel fra Akerøya og Nordre Langåra

Totalt sett var det en overraskende stor dominans av PE og PP for begge strender med henholdsvis 88% for Akerøya og 86% for Nordre Langåra. Slik vi ser det kan det være to hovedgrunner til dette, evt en kombinasjon av de to;

- 1) At PE og PP er to av de mest produserte og brukte polymertypene i Europa, noe som gjør at en stor andel av forsøplingen som havner i havet nødvendigvis vil ha denne polymer-sammensetningen
- 2) At PE og PP er lette plasttyper som flyter i sjøvann (Andrady 2011), og siden mesteparten av søppelet som ble studert i denne studien trolig kommer sjøveien, er det i hovedsak de lette polymerer som når strendene

I både vannprøver og sedimentprøver er det også tidligere sett at PE og PP kan dominere (Phuong et al., 2016). PE og PP er ofte også vanlige plasttyper man finner ved analyser av mikroplast i biota (Phuong et al., 2016), men det er ikke vanlig å se en nærmest total dominans slik som i denne studien, men mange ulike typer plast i biota fra norsk havmiljø (Bråte et al., 2016; Bråte et al., 2018). I tillegg til å være veldig mye brukt i engangsprodukter og innpakning er det også veldig mange andre typer produkter som er laget av PE og PP som vist i **Tabell 6** og illustrert i **Figur 8, Figur 9 og Figur 10**. PE er materialet i alt fra fiskegarn, bæreposer, patronhylser, sprengladninger og tegnemateriale til biofilmbærere, mens produkter laget av PP er for eksempel sugerør, plastremmer og q-tips.

På grunn av en nær totaldominans av PE og PP, kunne dessverre ikke polymersammensetningen bidra mye til kildeopsporing for de uidentifiserbare plastbitene. Det ble påvist enkelte andre polymertyper enn PE og PP i enkelt tykkere plastbiter, ofte hardplast, men det var fortsatt en klar PE og PP dominans. FTIR analysen gir oss informasjon om materialet ved å se på vibrasjoner i molekylen for å identifisere komposisjonene (Löder & Gerds, 2015). For å derimot kunne dykke dypere inn i dette for å få ut mer kjemisk kunnskap om strandsøppelet, kan muligens pyrolyse gasskromatografi/massespektroskopi (GC/MS) eller andre kjemisk analyser gi oss mer kunnskap om de ulike stoffene i plastsøppelet.

4.3 Nasjonalitet på strandsøppel fra Ytre Hvaler

Gjennom overvåkingen av OSPAR-stranden på Akerøya og utallige strandryddinger i nasjonalparken gjennom 10 år er kunnskapen om søppelsammensetningen svært god. Likevel er det manglende kunnskap om nasjonaliteten til søpla. Nasjonaliteten til søpla er heller ikke inkludert OSPAR-kartleggingene. Strendene i Ytre Hvaler Nasjonalpark inneholder søppel fra hele verden. I denne studien var 43 land representert. Det er derimot vanskelig å fastslå om produktene opprinnelig er kjøpt i Norge eller om de på andre måter har endt opp som søppel i våre kystområder. Nasjonene som var hyppigst representert i undersøkelsen hadde kort geografisk avstand (samme havområder) samt befant seg nedstrøms for Norge. Det er derfor grunn til å anta at søppelet fra disse landene transporteres med kyst- og havstrømmer til våre kystområder.

Hovedfunnene i denne studien var allikevel at andelen utenlandsk søppel var relativt lav basert på antall, men den utgjorde omlag 1/3 av totalvekten. Dette skyldes i hovedsak at fiskekassene, 22 stk., var av utenlandsk opprinnelse og dermed utgjorde disse en vesentlig del av det utenlandske søppelet. I Nordsjøen og Skagerak er det betydelig fiskeriaktivitet og skipsfart.

Over halvparten av avfallet som ble registret i undersøkelsen stammet fra ulike typer matemballasje, med en stor andel snacks- og godteriprodukter. Dette er produkter som ofte blir spist «på farten» og det kan antas at forsøpling kan forekomme både innen friluftsliv og rekreasjon og fiskeri, skipsfart og

andre havnæringer. Denne typen emballasje er lett, og dermed utsatt for vind om den ikke håndteres på en forsvarlig måte. Denne kategorien inneholder også en stor andel melkekartonger, smørpakker og lignende produkter. Dette kan tyde på bevisst dumping eller at man mister avfall til sjøs, da utløpsdato og holdbarhet til en del produkter tilsier at de ikke har tilbrakt lang tid i det marine miljø.

Nesten 30 % av produktene med datostempling har utløpsdato frem i tid, og gjennomgangen av produktene med synlig datostempling viste at de i all hovedsak stammer fra ulike matprodukter.

På 1970-tallet ble emballasje for melkeprodukter brukt som «indikatorspøppel», og produksjonsland ble registrert⁷. Både i denne kartleggingen og i 1975 kartleggingen fra samme området ble det funnet melkekartonger som ikke var gått ut på dato. På den tiden var det avfall fra land som Danmark, Norge, Sverige, Finland, Vest-Tyskland og England var mest representert, ikke ulik dagens situasjon.

4.4 Forbedringsforslag av OSPAR metodikken

Det er kommet frem flere forbedringsforslag for OSPAR-metodikken etter diskusjoner og erfaringsutveksling mellom deltagere i dette prosjektet. Hovedpunktene er listet under:

- Man bør tilstrebe å inkludere vekt av kategoriene, da antall ikke sier nok om totalmengden plast som blir tilført strendene. Antall objekter kan gi et skjevt bilde når man sammenligner strender. En strand med et stort garn som veier et tonn, kontra en liten bit plast, har en veldig ulik belastning på miljøet.
- Et veldig viktig punkt dersom man ønsker å sammenligne strender mot hverandre, er behovet for en type kalibreringsrunde på de syv ulike OSPAR-strendene med erfarne OSPAR-kartlegger. For eksempel, ved at ulike personer som representerer de ulike strendene rydder sammen og harmoniserer hva de inkluderer/ikke inkluderer.
- Det er viktig å utføre grundig kategorisering for å kunne bruke det til overvåking og kildesporing, men da må kategoriene tilpasses de ulike landene. For eksempel for sprengledninger, armeringsfibre, veibørster, feiekoster og blomsterpotter. Dette er kjente objekter, som i dagens OSPAR-protokoll havner i kategorien «Annet plast» med samle ID 48, noe som gjør at denne typen enheter «gjemmes». Tidligere var det ingen spesifikk kategori for biofilmbærere i protokollen, men biofilmbærere er nå inkludert som en prøvekategori under 48.1 i OSPAR-protokollen.
- Det bør utføres en grundig nullstilling av strendene mellom hver kartlegging, slik at det ikke blir «følgefeil» år etter år.
- OSPAR-kartleggingen bør utføres av profesjonelle ryddere som kjenner systemet godt og som kan gjøre dette i tilmålt arbeidstid for å få samme nøyaktighet.
- Nasjonalitet/ opprinnelsesland bør også registreres, samt utløpsdato på de produktene som har det. Utløpsdato er viktig i denne sammenheng fordi det kan si noe om produktet har blitt kastet/mistet i sjøen lokalt (fra for eksempel båter), eller om det har blitt transportert over større avstander med havstrømmer eller vind.

⁷ Gunnar Lid, Zoologisk museum, Oslo 1975

5 Konklusjon

Plastsøppel dominerer avfallet som er registrert på strender i Oslofjorden, representert ved Akerøya og Nordre Langåra for 2018 og 2019. Mest strandsøppel ble funnet på Akerøya i forhold til Nordre Langåra, men det er usikkert om disse tallene er robuste nok for å konkludere at Akerøya har større plastbelastning enn Nordre Langåra. Det er mange ulike kilder til denne strandforsøplinga med mange ulike kategorier representert. Mesteparten, i antall, som ble funnet både for indre Oslofjord og ytre Oslofjord var fiskerirelatert hvor mye var såkalte «dollyropes», som er slitt av fra trålpøser. Uidentifiserbare plastbiter var den nest mest vanlige kategorien. For Nordre Langåra ble det funnet omtrent 5 kg søppel, og basert på vekt var det husholdning og mat-relaterte funn som dominerte.

De uidentifiserbare plastfragmentene har ukjent opphav, men de stammer trolig fra fragmentering av plast fra mange ulike kilder. Disse plastfragmentene har ulik form, tykkelse og farger. Det var polyetylen og polypropylen som dominerte på begge strendene. Det kan være fordi disse polymertypene er de mest produserte og brukte polymerene, samt at de som oftest flyter i sjøvann.

Mesteparten av søpla fra ytre Hvaler var trolig norsk, men av det utenlandske avfallet antas det å være bidrag fra 43 land. Det er imidlertid vanskelig å fastslå om produktene opprinnelig er kjøpt i Norge eller om de på andre måter har endt opp som søppel i våre kystområder. Nasjonene som var hyppigst representert i undersøkelsen (Storbritannia, Sverige og Danmark) hadde kort geografisk avstand (samme havområder) samt befant seg nedstrøms for Norge. Det er derfor grunn til å anta at søppelet fra disse landene transporters med kyst- og havstrømmer til våre kystområder.

OSPAR-metodikken er svært verdifull og på nåværende tidspunkt det beste verktøyet vi har for å registrere strandsøppel for å se på mengde og komposisjon av strandsøppel i Nordøst Atlanteren. Det er likevel flere aspekter som kan forbedres ved OSPAR-metodikken, blant annet foreslås det å inkludere vekt for de ulike kategoriene, inter-kalibrere registreringene mellom strender for å harmonisere metoden, og inkludere nasjonalitet samt datostempling.

6 Referanser

- Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596–1605. Fra <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X11003055>
- Bråte, I.L.N., Eidsvoll, D. P., Steindal, C. C., & Thomas, K. V. (2016). Plastic ingestion by Atlantic cod (*Gadus morhua*) from the Norwegian coast. *Marine Pollution Bulletin*, 112(1–2). <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.08.034>
- Bråte, Inger Lise N., Hurley, R., Iversen, K., Beyer, J., Thomas, K. V., Steindal, C. C., Lusher, A. (2018). *Mytilus* spp. as sentinels for monitoring microplastic pollution in Norwegian coastal waters: A qualitative and quantitative study. *Environmental Pollution*, 243, 383–393. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2018.08.077>
- Busch, K. E. T. (2015). *Indikatorer for marin forsøpling- oppsummering fra arbeidsmøte 18.11.15*. Fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m456/m456.pdf>
- Hals, P. I., Standal, E., Riisberg, I., Evjen Syvertsen, E., Kroglund, M., & Bretten, A. (2011). *Knowledge of marine litter in Norway 2010*. Fra <http://www.miljodirektoratet.no/old/dirnat/attachment/2265/Marint.pdf>
- Löder, M. G. J., & Gerdtts, G. (2015). Methodology Used for the Detection and Identification of Microplastics—A Critical Appraisal. In *Marine Anthropogenic Litter* (pp. 201–227). https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_8
- Nelms, S., Coombes, C., Foster, L., Galloway, T., Godley, B., Lindeque, P., & Witt, M. (2017). Marine anthropogenic litter on British beaches: A 10-year nationwide assessment using citizen science data. *Science of The Total Environment*, 579, 1399–1409. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.137>
- Phuong, N. N., Zalouk-Vergnoux, A., Poirier, L., Kamari, A., Chatel, A., Mouneyrac, C., & Lagarde, F. (2016). Is there any consistency between the microplastics found in the field and those used in laboratory experiments? *Environmental Pollution*, 211, 111–123. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2015.12.035>
- PlasticsEurope. (2019). *Plastics- the Facts -2019. An analysis of European plastics production, demand and waste data*. Fra https://www.plasticseurope.org/application/files/9715/7129/9584/FINAL_web_version_Plastics_the_facts2019_14102019.pdf

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 • post@niva.no