

**Marin forsøpling i
Barentshavet –
Mengder, kilder,
sannsynlige utslippspunkt
og transportruter**



Rapporttittel

Marin forsøpling i Barentshavet – Mengder, kilder, sannsynlige utslippspunkt og transportruter

Rapport nr.

1067

Dato

30.03.2023

Antall sider

25

Oppdragsgiver

Svalbards Miljøvernfond

Oppdragsgivers referanse

19/01822-2

Prosjektleder

Marthe Larsen Haarr, PhD

Kvalitetskontroll

Carl Højman

Forfatter(e)

Marthe Larsen Haarr

Bidragstere i gjennomføring av prosjektet

Rui Pires, Vilde Sørnes Solbakken, Fredrik Johannesen, Michael Pantalos, Niclas Risvoll, Malin Jacob, Carl Højman, Johanne Rydsaa, Jannike Falk-Andersson (NIVA), Georgios Fylakis (GRID-Arendal), Levi Westerveld (GRID-Arendal), Alexei Bambulyak (Akvaplan-niva), Lionel Camus (Akvaplan-niva), Maria Gavrilov (Association Maritime Heritage)

Fotograf omslagsbilde

Marthe Larsen Haarr

Dette er en rapport skrevet som en del av sluttrapportering til Svalbards Miljøvernfond for prosjektnummer 19/130. Svalbards Miljøvernfond finansierte den delen av prosjektet som omhandlet Svalbard. Feltarbeid på Novaja Semlja var gjennomført som en del av prosjektet MALINOR (prosjektnummer 288 079) ledet av Akvaplan-niva og finansiert gjennom NORUSS-programmet i Norges Forskningsråd. Feltarbeid i Finnmark var gjennomført som en del av prosjektet MAP ledet av SALT i samarbeid med GRID-Arendal og finansiert av Innovasjon Norge. Svalbard Folkehøgskole har også bidratt til datainnsamling i Isfjorden.

© SALT Lofoten AS, Rapporten kan kun kopieres i sin helhet. Kopiering av deler av rapporten eller gjengivelse på annen måte er kun tillatt etter skriftlig samtykke fra SALT.

INNHALDSFORTEGNELSE

Sammendrag	4
Bakgrunn	5
Datainnsamling	7
Registrering av strandsøppel.....	7
Litteraturstudie og analyser av Dypdykkdata.....	10
Resultater og diskusjon	12
Strandsøppeltetthet	12
Søppelsammensetning	14
Dypdykk	15
Mulige lokale søppelkilder	17
Konklusjoner	20
Litteraturliste	21
Figurliste	23

SAMMENDRAG

Marin forsøpling er en global utfordring og selv ikke avsidesliggende områder er uberørte. Både mikroplast og søppel er funnet flere steder i Arktis og havstrømsmodellering tilsier at en sjette søppelgyre formes i Barentshavet, i tillegg til de mer kjente gyrene i Stillehavet, Atlanterhavet og det Indiske hav nærmere ekvator. Vi lette etter bevis for denne gyren og langtransportert søppel i Barentshavet blant strandsøppel i Finnmark, på Novaja Semlja og Svalbard.

Kysten av Øst-Finnmark og den nordlige spissen av Novaja Semlja ble registrert sommeren 2019 med henholdsvis 73 og 19 strender. Atlanterhavstrømmen deler seg utenfor kysten av Troms og Finnmark: én arm går nordover til vestkysten av Svalbard og én arm går østover langs Finnmarkskysten for deretter å følge kysten av Novaja Semlja nordover. Det er her, utenfor nordvestkysten av Novaja Semlja, at søppelgyren er antatt å ligge. Det er observert høyere konsentrasjoner av mikroplast i overflatevannet her, noe som støtter den teorien. Det er også denne østlige armen av Atlanterhavsstrømmen vi fulgte under registrering av strandsøppel i 2019. I en oppfølgingsstudie sommeren 2021 fulgte vi også den nordgående armen av Atlanterhavsstrømmen og registrerte strandsøppel langs sørkysten av Svalbard, både langs vestkysten av Spitsbergen, hvor Atlanterhavsstrømmen går forbi, og rundt Edgeøya, som ikke nås av Atlanterhavsvann.

Dersom langtransport av søppel (og ikke bare mikroplast) inn i Barentshavet med Atlanterhavsstrømmen er betydelig ville man forventet å se store mengder strandsøppel både langs Finnmarkskysten og på Novaja Semlja, men mindre langs østkysten av Svalbard (Edgeøya) enn vestkysten. Men dette er ikke mønstrene som ble observert. Novaja Semlja, i nærheten av den foreslåtte gyren, var mye mindre forurensset enn Finnmarkskysten. I tillegg var det ingen målbar forskjell mellom øst- og vestkysten av Svalbard.

Dette antyder at lokale kilder til marin forsøpling er viktigere i Barentshavet enn først antatt. Etersom befolkningstettheten er lav, men fiskeriaktiviteten høy er det nærliggende å tenke at maritime kilder står for større utslipp enn landbaserte kilder. Dette støttes av en høyere andel fiskerirelatert søppel enn det globale gjennomsnittet. Analyser av emballasje funnet på strender på Svalbard og i Troms og Finnmark viser også at identifiserbare gjenstander ofte er av norsk og russisk opprinnelse. For å få til en reduksjon av marin forsøpling i Barentshavet er det derfor nærliggende å jobbe spesielt med maritim sektor i regionen. Samtidig må dette skje på en måte som anerkjenner utfordringene ved å jobbe i Arktis.

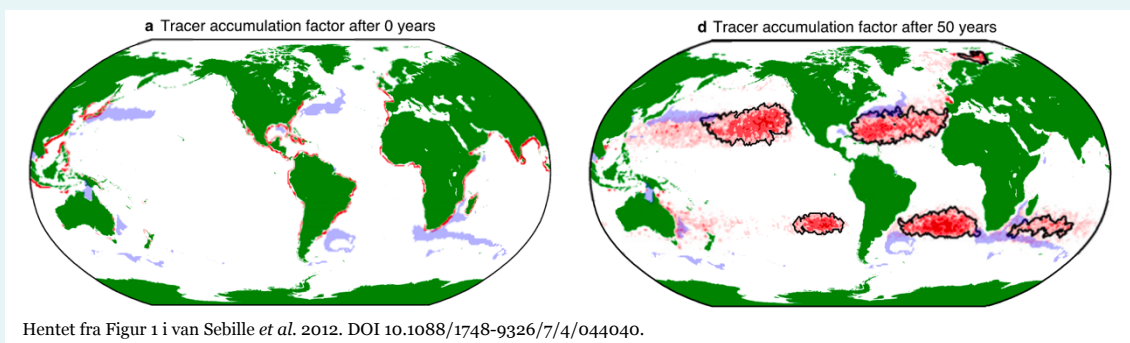
BAKGRUNN

To millioner tonn plastsøppel bestående av over 170 billioner biter er anslått å flyte i verdenshavene (Eriksen et al., 2023). Dette anslaget inkluderer ikke søppel på havbunnen eller langs strender, begge miljøer hvor søppeltettheten generelt er høyere enn i havoverflaten (Haarr et al., 2022), så den totale mengden plast og forsøpling i verdens hav- og kystområder er betydelig høyere. Hvordan alt dette søppelet fordeler seg i naturen er fortsatt relativt ukjent, men ettersom søppel er mobilt og forflyttes med havstrømmer og vind er det et globalt problem på tvers av landegrensene. Selv ikke svært avsidesliggende områder er uberørt (Anfuso et al., 2020; Bergmann et al., 2022; Ryan et al., 2019).

Det pågår mye forskning for å prøve å forstå hvordan søppel spres, fordeler seg og akkumulerer i det marine miljøet for å bedre forstå kilder og nødvendige tiltak. I et globalt perspektiv så tilsier både havstrømsmodellering og prøvetaking at flytende søppel akkumulerer i såkalte gyrer hvor den mest kjente ligger i Stillehavet nord for ekvator (van Sebille et al., 2012) (se faktaboks).

Søppelgyrer

Havstrømsmodellering predikerer at plastsøppel som slippes ut langs verdens kystlinjer hovedsakelig akkumulerer i 5-6 stk. gyrer. Den største og mest kjente ligger i det nordlige Stillehavet, etterfulgt av det nordlige og sørlige Atlanterhavet, det sørlige Stillehavet og det Indiske hav. En del modeller predikerer også en sjette gyre i Barentshavet. Figuren under er hentet fra van Sebille *et al.* 2012 og viser et utsnitt av deres Figur 1. Panelet til venstre viser hvor partikler i modellen var «lekket» i havet. Mengden partikler (plast) som var «lekket» avhenger av befolkningstetthet langs kysten. Ettersom modellen kjøres viser derfor resultatene antatt fordeling av søppel fra landbaserte kilder over tid. Panelet til høyre viser forventet fordeling etter 50 år dersom partiklene (plasten) fortsatt er flytende og i sirkulasjon da.



Slik havstrømsmodellering tilsier at Arktis, og da spesielt Barentshavet, kan fungere som en opphopingszone over tid for plastsøppel som lekkes ut i havet ved langt sørligere breddegrader (Cózar et al., 2017; Huserbråten et al., 2022; van Sebille et al., 2012). Samtidig hersker det noe



Reinsdyr på en forsøplet strand på Svalbard. Legg merke til det grønne nettet på høyre side av stranda. Slike utgjør en fare for at reinsdyrene kan sette fast gevirene. Foto: Marthe Larsen Haarr / SALT.

usikkerhet rundt hvor vidt søppel fra landbaserte kilder forblir flytende lenge nok til å faktisk akkumulere i disse gyrene.

Mye forskning tyder på at søppel ikke nødvendigvis forblir flytende spesielt lenge etter at det har endt opp i havet, men at det kan begros og synke og at det også er høy sannsynlighet for at søppelet strander i kystsonen lenge før det når åpent hav (se f.eks. Fazey and Ryan, 2016; Onink et al., 2021; Ryan, 2015; Seo and Park, 2020). Vegetasjon bak

stranden kan fange søppel og sørge for opphoping av store mengder der (Olivelli et al., 2020). Selv om det er dokumentert høy tetthet av søppel i de antatte gyrene slik at deres tilstedeværelse er bekreftet (Lebreton et al., 2018; Ryan, 2014) har det nylig kommet frem at det i den nordlige Stillehavsgyren (den såkalte «Great Pacific Garbage Patch») ikke fremst er søppel fra landbaserte kilder som hopes opp der som antatt under modellering, men primært søppel fra fartøy som opererer i mer nærliggende områder (Lebreton et al., 2022).

Det er derfor noe usikkerhet rundt hvor vidt plast fra sørlige breddegrader faktisk hopes opp i Arktis, og Barentshavet spesielt, selv om Atlanterhavsstrømmen helt klart betyr at det er et potensiale for dette. Samtidig har mikroplast blitt dokumentert i havis, sediment, havoverflaten og innsjøer i Arktis (Adams et al., 2021; González-Pleiter et al., 2020; Lusher et al., 2015; Obbard et al., 2014) og søppel er observert på strender, på havbunnen og i vannmassene (Bergmann et al., 2017; Bergmann, 2012; Grøsvik et al., 2018). Så det er ingen tvil om dets tilstedeværelse.



Polarrev på Svalbard. I dette tilfellet var det tang som sto på menyen, men de kan også risikere å spise plast. Foto: Marthe Larsen Haarr / SALT.

Marin forsøpling forverrer effektene av klimaendringer, og øker presset på allerede stressede økosystemer (Bergmann et al., 2022; Lincoln et al., 2022). Sjøfugl spiser plast i mange tilfeller (Baak et al., 2020), noe som kan føre til arrdannelse i fordøyelsessystemet (Charlton-Howard et al., 2023). Polarrev har blitt observert å spise plast (Hallanger et al., 2022). Sjøpattedyr, inkludert isbjørn, kan og spise plast, men også sette seg fast i det, spesielt tauverk og nett, noe som kan føre til stygge sår og antageligvis hindre jaktevenn og potensielt være dødelig (Bergmann et al., 2017; Butterworth, 2016). Reinsdyr har også blitt observert innviklet i tauverk og nett (Bergmann et al., 2017). I tillegg påvirker plast, og spesielt mikroplast, i vannmassene en rekke fisk og virvelløse dyr som også kan spise dem (Hara et al., 2020; Li et al., 2020, 2018). Alt plastsøppel brytes opp over tid og bidrar slik til formasjon av mikroplast (Andrady, 2011).



Hvalross rundt en trålkule i Karasjøen (Russland). Foto: Marthe Larsen Haarr / SALT.

For å redusere mengdene marin forøpling og minske dets påvirkning i Arktis (og i verden ellers) er det nødvendig å fastslå kildene slik at det er mulig å målrettet redusere utslipp. For Barentshavets del er det derfor viktig å fastslå hvor vidt det er langtransportert søppel via Atlanterhavsstrømmen fra sørligere breddegrader eller lokale kilder som bidrar mest. Dette var prosjektets hovedmål.

DATAINNSAMLING

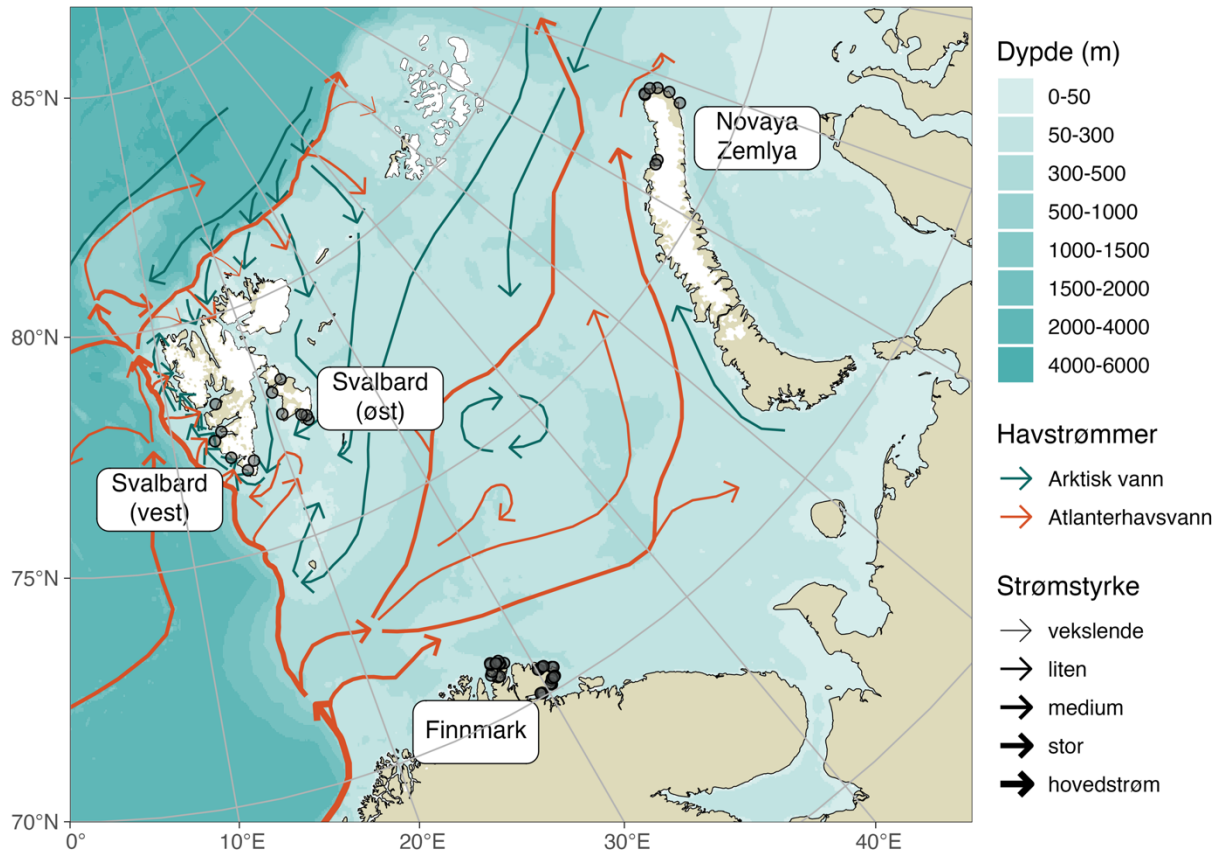
Registrering av strandsøppel

Atlanterhavstrømmen deler seg utenfor kysten av Troms og Finnmark: én arm går nordover til vestkysten av Svalbard og én arm går østover langs Finnmarkskysten for deretter å følge kysten av Novaja Semlja nordover (Loeng, 1991) (Figur 1). Det er her, utenfor nordvestkysten av Novaja Semlja, at søppelgyren er antatt å ligge (Cózar et al., 2017). Det er observert høyere konsentrasjoner av mikroplast i overflatevannet her, noe som støtter den teorien (Cózar et al., 2017). Vi begynte derfor med å følge denne østlige armen av Atlanterhavsstrømmen for å kartlegge strandsøppel. Etersom en høy andel flytende søppel antas å skylles i land før eller siden (Onink et al., 2021) kan en anta at dersom det er mye søppel i de nærliggende havområdene så vil også tettheten av strandsøppel være høyere.



Registrering av GPS koordinater på en strand i Finnmark. Dette ble gjort med en Trimble R2 GPS-enhet med en nøyaktighet på 10cm. Foto: Marthe Larsen Haarr / SALT.

Kysten av Øst-Finnmark og den nordlige spissen av Novaja Semlja ble registrert sommeren 2019 (Figur 1). Sommeren 2021 fulgte vi også den nordgående armen av Atlanterhavsstrømmen og registrerte strandsøppel langs sørkysten av Svalbard, både langs vestkysten av Spitsbergen, hvor Atlanterhavsstrømmen går forbi, og rundt Edgeøya, som ikke nås av Atlanterhavsvann (Figur 1).



Figur 1: Kart over Barentshavet og lokasjoner hvor strandsøppel ble registrert. Grå sirkler viser lokasjoner eller ilandstigninger. Gjennomsnittlig tre strender ble registrert per lokasjon. Finnmark og Novaja Semlja var registrert sommeren 2019, og Svalbard sommeren 2021. Dypde- og havstrømskartet er hentet fra Vihtakari (2022), men merk at den norske kyststrømmen ikke vises.

Langs Finnmarkskysten ble strender tilfeldig utvalgt i grupper på tre (heretter kalt lokasjoner) rundt Varanger- og Nordkinnhalvøyene ved å dele kysten inn i et rutenett (Haarr et al., 2019). Totalt ble 73 strender fordelt på 28 lokasjoner registrert. Strender her ble stort sett nådd til fots, noen ganger etter opp til en mils gange fra nærmeste vei, men også via båt i noen tilfeller. I de mest avsidesliggende områdene, som rundt Kinnarodden – Norges nordligste fastlandspunkt på Nordkinnhalvøya – overnattet feltlaget i telt. Feltarbeidet ble gjennomført mellom 17. juni og 13. juli 2019.

Novaja Semlja ble nådd ved seilbåt fra Murmansk. Ekspedisjonen fant sted fra 5. – 31. august 2019, og strender ble registrert mellom 13. – 20. august. Grunnet strenge landingsrestriksjoner samt delte



Finnmark og total 19 strender ble registrert.

prioriteter med andre medlemmer av ekspedisjonen kunne ikke strender velges ut tilfeldig her som i Finnmark, men 1-5 strender ble registrert ved hver ilandstigning. Seks ilandstigninger ble gjennomført i Russkaya Arktika Nasjonalpark på nordspissen av Novaja Semlja, samt to ilandstigninger litt sør for nasjonalparken på nordvestkysten (Figur 1). Ilandstigningene tilsvarte her lokasjoner i

Feltarbeidet på Svalbard ble gjennomført på tilsvarende måte som på Novaja Semlja. Lokasjonsvalget kunne ikke være randomisert grunnet ferdselsrestriksjoner, samt varierende muligheter for ilandstigning gitt vær- og bølgef forhold og tilstedeværelse av isbjørn. Samlet ble 11 ilandstigninger gjennomført på et tokt med Henningsen Transport & Guiding AS fra 7. – 15. juli 2021, og 33 strender registrert. I tillegg ble fem strender i Isfjorden registrert av elever ved Svalbard Folkehøgskole 6. – 7. september, 2021.

Strender på alle lokasjoner og ilandstigninger lå 200-500 m fra hverandre og hver strand besto av et 100 m strekk med kystlinje. Sjøppl ble registrert i tre 10 m brede transekt på hver strand. Lengden på transektene ble bestemt av hvor langt inn på land det lå søppel. Sjøppltetthet ble derfor registrert som antall gjenstander per meter kystlinje heller enn per areal (per m²). Dette fordi det kan være stor variasjon mellom strender i hvordan søppelet er fordelt og arealstetthet vil variere mye etter hvor vidt søppelet er for eksempel konsentrert i et tangbelte eller ligger mer jevnt fordelt selv om antall biter kan være tilsvarende.



En strand med relativt høy tetthet av små søppelbiter på Svalbard. Gjenstander som lokk og korker ble kategorisert som fra ukjent kilde da drikkeflasker o.l. brukes ombord på fartøy i tillegg til på land. Legg merke til avkappet fra trålbøting i midten av bildet. Disse er typisk korte taustumper med liten diameter og tydelige kutt i begge ender. Foto: Marthe Larsen Haarr / SALT.

Alle synlige søppelgjenstander over 5 mm (grensen for mikroplast; Andrady, 2011) ble tallet, og gjenstander over 20 cm også plukket og veid. Sjøppl ble registrert i fire grove størrelseskategorier: <20 cm, 20-50 cm, 50-100 cm og >100 cm. Sjøppelet ble i tillegg delt inn etter hvor vidt det åpenbart stammet fra maritime kilder, som fiskeriutstyr, flottører og tau, eller fra ukjente kilder. Da kun svært få gjenstander kan antas med sikkerhet å brukes kun på land ble denne siste kategorien kalt ukjent

heller enn land-basert. Samlet betyr dette at søppel ble registrert i åtte kategorier. Registreringsprotokollen var enkel for at det skulle gå relativt fort å registrere hvert transekt, og dermed tillate registrering av et høyere antall strender enn om protokollen hadde vært mer kompleks og tidkrevende.



Studenter fra Svalbard Folkehøgskole på vei til en strand i Isfjorden på vestkysten av Svalbard for å registrere strandsøppel. Foto: Jakob Bonnevie Cyvin / SALT.

Litteraturstudie og analyser av Dypdykksdata

I tillegg til å samle inn data på søppelmengder og grov sammensetning som beskrevet overfor, gjennomførte vi også en litteraturstudie av rapporter fra forskjellige prosjekter fra Svalbard og Troms og Finnmark fra 2018 og fremover som har brukt registreringsmetoden kjent som «Strandsøppel Dypdykk» (Falk-Andersson, 2021; se faktaboks), samt en analyse av Dypdykksdata registrert i en relativt ny datalagringsportal utviklet av GRID-Arendal i samarbeid med SALT og NIVA (<https://deepdive.grida.no>). Sistnevnte dataene ble samlet inn av Svalbard Folkehøgskole i 2021 og 2022. Alt søppel registrert under den kvantitative datainnsamlingen på Novaja Semlja ble også fotografert og analysert i mer detalj basert på disse bildene.

Målet med tilleggsarbeidet var å samle mer informasjon om sammensetning og mulige søppelkilder basert på dette. Innsamlingen av søppeltetthetsdata tillot oss å se hvor vidt mengder strandsøppel stemmer overens med hypotesen om hovedsakelig langtransportert søppel i Barentshavet, men gir begrenset informasjon utover dette. Dypdykksdata gir mye høyere oppløsning på kildekategorisering, men da datainnsamlingen er svært tidkrevende blir det geografiske omfanget av datainnsamlingen nødvendigvis ganske begrenset. Det var derfor ikke praktisk mulig å benytte denne protokollen som i felt under egen datainnsamling.

Strandsøppel Dypdykk

Strandsøppel Dypdykk var utviklet for å få en bedre forståelse av kildene til og atferden bak forsøpling enn det som mulig med de fleste registreringsprotokoller for strandsøppel som er i bruk (Falk-Andersson,

RESULTATER OG DISKUSJON

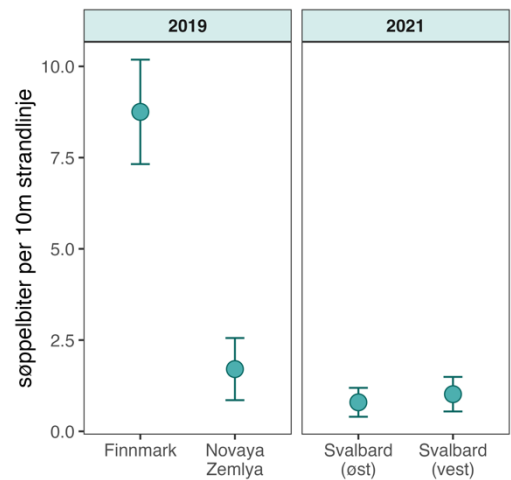
Strandsøppeltetthet

Det var store regionale forskjeller i søppeltetthet. Under den første feltsesongen i 2019 var Finnmarkskysten desidert mest forsøplet. Kysten av Novaja Semlja var markant renere. Langs Finnmarkskysten var gjennomsnittstettheten 9 søppelbiter per 10 m kystlinje. Til sammenligning var den kun 1,5 søppelbiter per 10 m kystlinje på Novaja Semlja (Figur 2).

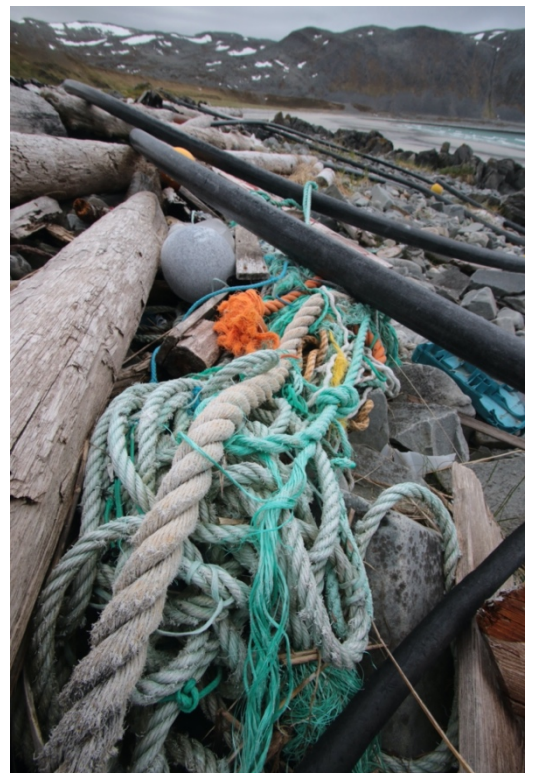
Dette er ikke i tråd med funn fra havstrømsmodellering som tilsier at det er en sjette søppelgyre med langtransportert søppel fra sørligere breddegrader nordøst i Barentshavet utenfor Novaja Semlja (Cózar et al., 2017). Det er fullt mulig at havstrømmer konsentrerer flytende mikroplast i en slik gyre da mikroplast i relativt høye konsentrasjoner er observert her (Cózar et al., 2017), men basert på funn fra strandsøppelregistreringer er det usannsynlig at dette er tilfelle for større søppel. Dersom det var tilfelle ville en forvente like høy eller høyere tetthet av strandsøppel langs nordkysten av Novaja Semlja som i Øst-Finnmark.

Under den andre feltsesongen sør på Svalbard var det ingen målbar forskjell mellom øst- og vestkysten. Begge områder hadde en gjennomsnittstetthet på ca. én søppelbit per 10 m kystlinje (Figur 2). Heller ikke dette er i tråd med hypotesen om større mengder langtransportert søppel med Atlanterhavsstrømmen. I så fall ville en forventet å finne mer søppel langs vestkysten av Spitsbergen enn rundt Edgeøya.

Øverst til høyre: Feltlaget på vei ned til Kinnar-Sandfjorden ved Kinnarodden i Finnmark, like ved Norges nordligste fastlandspunkt. Området ligger utilgjengelig til og er en krevende to miles fottur fra Mehamn (<https://ut.no/turforslag/1110621/mehamn-kinnarodden>), et tettsted med snaut 700 innbyggere (www.ssb.no). Ved første øyekast ser det ut som en uberørt naturperle. Nederst til høyre: Nede i selve bukta var dette synet som møtte feltlaget. Søppeltettheten var ekstremt høy. Året etterpå arrangerte SALT opprydding i vika ved hjelp av Heimevernet og 47 førstegangstjenestesoldater. Det ble da ryddet ca. 30 tonn søppel (<https://salt.nu/prosjekter/storopprydding>). Foto: Marthe Larsen Haarr / SALT.



Figur 2: Gjenomsnittlig søppeltetthet registrert på strender rundt Barentshavet. Feilfeltene viser standardfeilen, som er en kombinasjon av variasjon mellom strender og antall strender registrert. Jo smalere feilfeltene er, jo mindre variasjon var det i søppeltetthet mellom strendene i en region.





Delvis begravd søppel på en strand på Svalbard. Søppel kan begraves i både sand, grus og rullestein, og også graves opp igjen etter hvert som vann, bølger, is og vind forflytter sedimentene. Søppel kan også bli en del av jordsmonnet ved lagvis deponering og deretter bindes opp av vegetasjon. Foto: Marthe Larsen Haarr / SALT.

Kartleggingen på Svalbard er ikke nødvendigvis direkte sammenlignbar med den på Novaja Semlja og i Finnmark da det var to år mellom toktene og tidsmessige variasjoner i søppeltetthet kan forekomme (Ribic et al., 2010; Watts et al., 2017; Williams et al., 2014). Så selv om det var betydelig mindre søppel langs sørkysten av Svalbard i 2021 enn det var i Øst-Finnmark i 2019, så kan vi ikke vite med sikkerhet at det ikke også var mindre søppel langs Finnmarkskysten i 2021 enn 2019. Strandsøppel er dynamisk og skylles ikke bare i land, men også tilbake til havs eller blir begravd og slik tilsynelatende forsvinner (Bastesen et al., 2021; Bowman et al., 1988; Solbakken et al., 2022; Williams and Tudor, 2001).

Samtidig er det mye som tyder på at generelle trender i denne dynamikken på forskjellige strender er noenlunde stabile over tid og styres av stedegne faktorer (Ryan et al., 2018). Det er også usannsynlig at Svalbardskysten var eksepsjonelt ren sommeren 2021 grunnet redusert ryddeaktivitet på grunn av stopp i cruiseturismen under COVID-19 pandemien. Vi antar derfor at forskjellen mellom Svalbard og Finnmark er reell, selv om størrelsesordenen kanskje ikke er helt nøyaktig grunnet mulige årlige variasjoner. Og helt uavhengig av hvor vidt en sammenligner data fra de to feltsesongene eller ikke, så står trendene (og mangelen av dem) hvert år.

Mønstre i gjennomsnittlig søppelvekt tilsvarte mønstre i antall. Vekt kan være noe vanskeligere å analysere da uvanlig tunge enkeltgjenstander kan ha svært stort utslag på resultatene, samtidig er det nytt å vurdere tetthet etter forskjellige måleenheter da enkeltgjenstander også fragmenteres til mindre biter over tid (Ryan et al., 2020; Smith and Turrell, 2021). Gjennomsnittsvekten av søppel større enn 20 cm per 10 m kystlinje var 86 kg i Finnmark, 12 kg på Novaja Semlja, og 3 og 6 kg på henholdsvis øst- og vestkysten av Svalbard.



Søppeltetthet kan variere mye alt etter om en vurderer antall eller vekt. Hva er mest forsøplet? En strand med et høyt antall små gjenstander (venstre) eller en med få svært tunge gjenstander (høyre)? Begge bildene er tatt på strender på Nordkinnhalvøya i Finnmark. Foto: Marthe Larsen Haarr / SALT.

Generelt sett tilsier derfor mønstre i strandsøppeltetthet at det ikke er langtransportert søppel som er hovedkilden til marin forsøpling i Barentshavet.

Søppelsammensetning

Det er ikke bare mengder søppel, men også sammensetningen av søppelet som kan si noe om sannsynligheten for at langtransportert eller lokalt søppel dominerer. En del forskjellige gjenstandstyper kan knyttes til ulike kilder (trålnett, for eksempel, stammer sannsynligvis fra fiskeriaktivitet), og også størrelsesfordelingen på søppelet kan gi en indikasjon ettersom små gjenstander fortære synker ved begroing i havet og større gjenstander har høyere sjanse for å drive langt (Fazey and Ryan, 2016; Ryan, 2015).

Dersom langtransportert søppel dominerer er det derfor nærliggende å anta at andelen større gjenstander burde være høyere på nordspissen av Novaja Semlja enn langs Finnmarkskysten. Dette var ikke tilfellet. Det var ingen målbar forskjell i størrelsessammensetning på søppelet. Små gjenstander (<20 cm) utgjorde 73-74 %. På Svalbard er det mindre åpenbart hva en forventer av eventuelle forskjeller i størrelsessammensetning da øst- og vestkysten ikke ligger i varierende avstand langs den samme havstrømmen som Finnmark og Novaja Semlja gjør (Cózar et al., 2017; Huserbråten et al., 2022), men ettersom det mangler en tydelig potensiell langtransportrute til østkysten (Huserbråten et al., 2022) er det liten grunn til å forvente flere større gjenstander her enn langs vestkysten. Og her var det en statistisk signifikant forskjell mellom øst- og vestkysten. Andelen gjenstander større enn 20 cm var høyere langs østkysten (28 %) enn vestkysten (10 %). Det vil si at det var flere større gjenstander langs kysten hvor Atlanterhavsstrømmen *ikke* går



Noen gjenstander er lette å kildebestemme. Nett for eksempel stammer åpenbart fra fiskeri. Enkelte fiskerirelaterte gjenstander er også ganske store og tunge, noe som bidrar til en generelt høyere andel sjøbasert søppel i vekt enn i antall. Foto: Marthe Larsen Haarr / SALT.



Store gjenstander som trålkuler hvor volumet er stort i forhold til overflatearealet har god flyteevne som påvirkes mindre av økt vekt på grunn av begroing enn mindre gjenstander og spesielt mykplast hvor overflatearealet er stort i forhold til volumet og begroing raskt påvirker flyteevnen og fører til at gjenstandene synker. På grunn av dette kan større gjenstander som trålkuler transporteres lengre enn små gjenstander. Foto: Marthe Larsen Haarr / SALT.

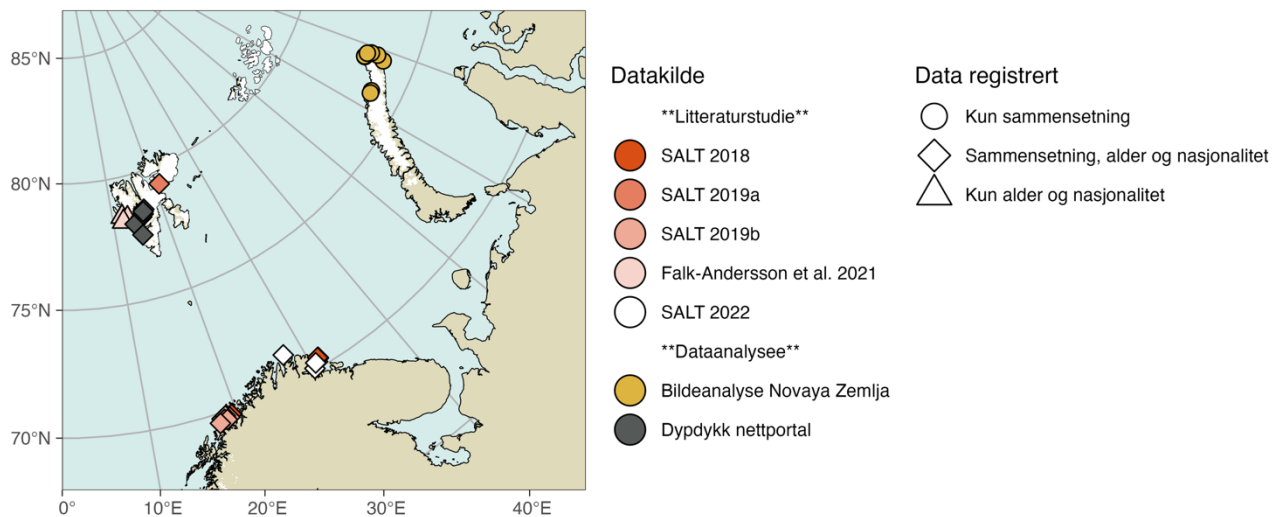
forbi. Betydningen av dette er noe usikker, men det støtter ikke umiddelbart hypotesen om langtransport som hovedkilden til søppel.

Andelen åpenbart sjøbasert søppel var generelt høyere i vekt enn i antall. I antall lå andelen på rundt en tredjedel (31-36 %) med unntak av vestkysten av Svalbard hvor andelen var kun 11 %. I vekt var andelen mer variabel med 86 % i Finnmark, 63 % på Novaja Semlja, 45 % langs østkysten av Svalbard og 21% langs vestkysten.

Denne andelen sjøbasert søppel var generelt høyere enn det globale gjennomsnittet på 22 % i antall (Morales-Caselles et al., 2021), noe som heller ikke støtter hypotesen at langtransportert landbasert søppel er hovedkilden til marin forsøpling i Barentshavet. Hvorfor andelen var lavere langs vestkysten av Svalbard er uklart, men det er mulig at det skyldes delvis at studentene som sto for deler av datainnsamlingen hadde mindre erfaring i å gjenkjenne enkelte fiskerirelaterte gjenstander.

Dypdykk

Totalt fem Dypdykkrapporter ble evaluert (Falk-Andersson et al., 2021; SALT, 2022, 2019a, 2019b, 2018), tre fra Troms og Finnmark og to fra Svalbard, samt seks Dypdykk registrert i nettportalen av Svalbard Folkehøgskole (tre hver i 2021 og 2022) og bildeanalysen fra Novaja Semlja (Figur 3).

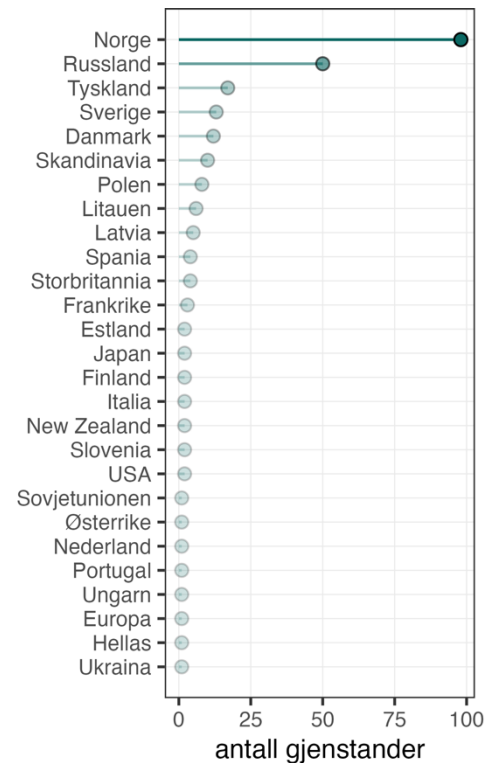


Figur 3: Kart over lokasjoner med Dypdykkdata.

Dataene samlet inn varierte noe. Dette reflekterer at metoden er fleksibel og kan tilpasses forskjellige forskningsspørsmål om nødvendig. Dette er svært nyttig for individuelle prosjekt, men kan gjøre det vanskelig å slå sammen dataene til en felles analyse. Det ble derfor ikke gjennomført en metaanalyse av dataene. I tillegg fokuseres det under Dypdykk på søppel som kan identifiseres. Dette betyr at ikke alt søppel nødvendigvis var analysert. Når en også tar i betraktning at lokasjoner ikke alltid var tydelig avgrenset og systematisk ryddet betyr dette at søppelet analysert ikke alltid tilsvarte 100 %. En kan derfor ikke med sikkerhet tyde andelen søppel som besto av forskjellige kategorier (f.eks. andel fiskerirelatert) i alle analysene og vi gjør derfor heller ikke dette her. Istedenfor fokuserte vi på fordelingen av søppel innad i kategorier (f.eks. andelen av fiskerirelatert søppel som besto av nett), samt innsikter fra workshopen med fiskere og fiskeriekspertene på Svalbard (SALT, 2019a).

Elever fra Svalbard Folkehøgskole analyserte til sammen 8 300 søppelgjenstander i de seks gjennomførte Dypdykkene. Til sammen 530 gjenstander ble analysert i bildeanalysen fra Novaja Semlja.

I de fleste Dypdykk ble emballasje undersøkt for tekst og andre kjennetegn som kan gi informasjon om nasjonalitet og alder (Falk-Andersson et al., 2021). Andelen emballasje som kunne nasjonalitetsbestemmes lå generelt på snaut halvparten under de profesjonelle Dypdykkene, mens andelen var noe lavere for Dypdykkene registrert i nettportalen (23 %). Hvor stor andel emballasje som stammet fra forskjellige land og regioner varierte, men norsk og skandinavisk emballasje dominerte, etterfulgt av russisk emballasje. Dette gjaldt både de profesjonelle Dypdykkene og de registrert i nettportalen (Figur 4). En rekke andre nasjonaliteter, for det meste europeiske, var også representert, men i små antall. Det var vanskeligere å nasjonalitetsbestemme gjenstander fra bildeanalyser på Novaja Semlja, men fem gjenstander ble identifisert som russiske, tre som norske og tre som ukjent europeisk opprinnelse. Andelen emballasje som kunne dateres var generelt lavere enn for nasjonalitetsbestemmelse og lå på rundt en tredjedel, og kun 14 % var datert i nettportalen. I de fleste Dypdykk ble aldersinformasjon brukt til å klassifisere gjenstander som nye (<5 år) eller gamle (>5 år), og fordelingen mellom dem var generelt noenlunde jevn.



Figur 4: Nasjonalitet på emballasje hvor dette kunne identifiseres under Dypdykk utført av elever ved Svalbard Folkehøgskole og registrert i nettportalen. Nasjonalitet var registrert til høyeste mulige oppløsning. Dette vil si at for eksempel gjenstander med tekst på forskjellige skandinaviske språk ble registrert som skandinavisk heller enn å gjette hvilket land som var mest sannsynlig. 23 % av emballasjen registrert kunne nasjonalitetsbestemmes.

Gjenstanders alder kan og bidra til å etablere sannsynlige kilder, spesielt sammen med nasjonalitet dersom begge kan fastslås. Det kan da være mulig å skille mellom langtransport og utslipp fra båter av forskjellig nasjonalitet basert på tid i havet (Ryan et al., 2019). Samtidig er ikke 5 år en nyttig terskel i forhold til å skille mellom lokale kilder og langtransportert søppel i dette tilfellet da den forventede transporttiden fra Nordsjøen til Barentshavet kun er rundt 2,5 år (Huserbråten et al., 2022). Men det var tydelig at søppelet på strender rundt Barentshavet både er et resultat av «gamle synder» og et pågående problem. I tilfeller hvor gjenstander ble datert til årstall ble det i Øst-Finnmark funnet emballasje med bred alderssammensetning fra en rekke nasjonaliteter, men flest relativt nye gjenstander uavhengig av opprinnelse (SALT, 2022). Dette kan indikere at i hvert fall noe av søppelet som ikke var norsk eller russisk stammer fra fartøy heller enn langtransport. Det at norsk og russisk emballasje dominerte støtter heller ikke hypotesen om mest langtransport. En ville i så fall forvente en høyere andel søppel fra for eksempel Nordsjølandene (Huserbråten et al., 2022). Samtidig er det mulig at langtransporterte gjenstander i større grad har mistet merkelapper, slipt bort trykt tekst, og lignende og derfor i lavere grad blir nasjonalitetsbestemt. Dette kan ikke utelukkes helt gitt at ikke alle gjenstander kunne nasjonalitetsbestemmes.

Mulige lokale søppelkilder

Befolkningstettheten i Arktis er generelt lav, og selv om det sørlige Barentshavet, med Troms og Finnmark og Kolahalvøya (Russland), er tettere befolket enn mye av Arktis er det fortsatt lave folketall i global sammenheng og lokale landbaserte kilder til forsøpling er forventet å være relativt små (Jambeck et al., 2015; Lebreton and Andrady, 2019). Samtidig kan det være utfordringer med utilstrekkelig infrastruktur for avfallshåndtering i store deler av Arktis grunnet dets utilgjengelighet og harde værforhold (Burns et al., 2021; Nedoseka and Kozlovskiy, 2021), noe som muligens kan føre til høyere utslipp enn forventet basert på folketall alene. Likevel er det mest sannsynlig at maritime aktiviteter står for den største delen av lokale utslipp gitt en sterk tilstedeværelse av maritime næringer i regionen.



En russisk fiskebåt utenfor kysten av Kolahalvøya sør i Barentshavet. Foto: Marthe Larsen Haarr / SALT.



En tannkost er et eksempel på en gjenstand hvor det er vanskelig å fastslå kilde da de brukes av personer både på land og til sjøs. Foto: Marthe Larsen Haarr / SALT.

Dette er i tråd med generelt høyere andeler sjøbasert søppel enn det globale gjennomsnittet. I realiteten er sannsynligvis andelen sjøbasert søppel enda høyere enn dokumentert også. Den dokumenterte andelen dekker kun gjenstander som med svært liten sannsynlighet kan ha stammet fra landbaserte aktiviteter. Samtidig brukes en rekke andre gjenstander, som for eksempel drikkeflasker, matemballasje, hygiene- og rengjøringsprodukter, både på land og ombord i fartøy. Å kildeidentifisere slike gjenstander krever en stor innsats, blant annet gjennom en kombinasjon av aldersbestemmelse, havstrømsmodellering (gitt alder og mulig transporttid) og kartlegging av bruks- og distribusjonsområder av forskjellige produkter (Ryan, 2020; Ryan et al., 2019).

Blant sjøbasert søppel var tau var en vanlig gjenstand i alle Dyddykkene der de ble analysert, og spesielt korte lengder tau med relativt liten diameter og tydelige kutt i begge ender. Fiskere identifiserte disse som avkapp fra nettbøting og de var ofte vanligere enn andre tau. Omtrent 90 % av nett analysert på Svalbard ble vurdert av fiskere til også å være avkapp etter bøting og sannsynligvis dumpet. De fleste nettene (90 %) som ble analysert stammet fra bunntål eller reketål brukt av norske og russiske fiskere i regionen (SALT, 2019a).

Mulig dumping fra trålere med ombordprosessering

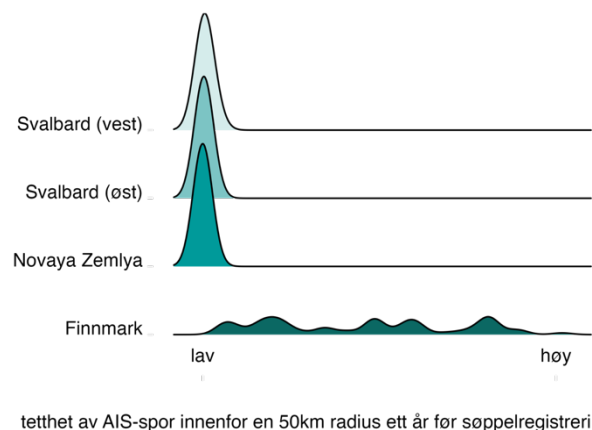
Fiskere som deltok på en Dypdykk-workshop på Svalbard identifiserte enkelte gjenstander som sannsynlig dumping fra trålere med ombordprosessering (SALT 2019a). Pakkebånd brukes i mange sammenhenger, men av og til finner man kveiler av dem. Under pakking av fisk hender det at maskinene kjører seg fast.

Dette kan resultere i store kveiler sammenfiltrede pakkebånd. Det samme kan skje med innpakkingsplasten, som ofte er blå. Disse fastkjørte kveilene må fjernes fra maskineriet, og når de ender opp i havet og langs strender er de sannsynligvis dumpet grunnet plassmangel eller muligens mistet grunnet utilstrekkelig sikring. Annet søppel fra ombordprosessering inkluderer fragmenter av transportbånd og plastrullene som holdt pakkeplasten (men merk at relativt like ruller også brukes til siloplast). Hvor det relevante maskineriet holder til under dekk er det sannsynlig at søppelet er dumpet da det er få anledninger til å miste det ved uhell med mindre det først bringes opp på dekk (SALT 2019a).

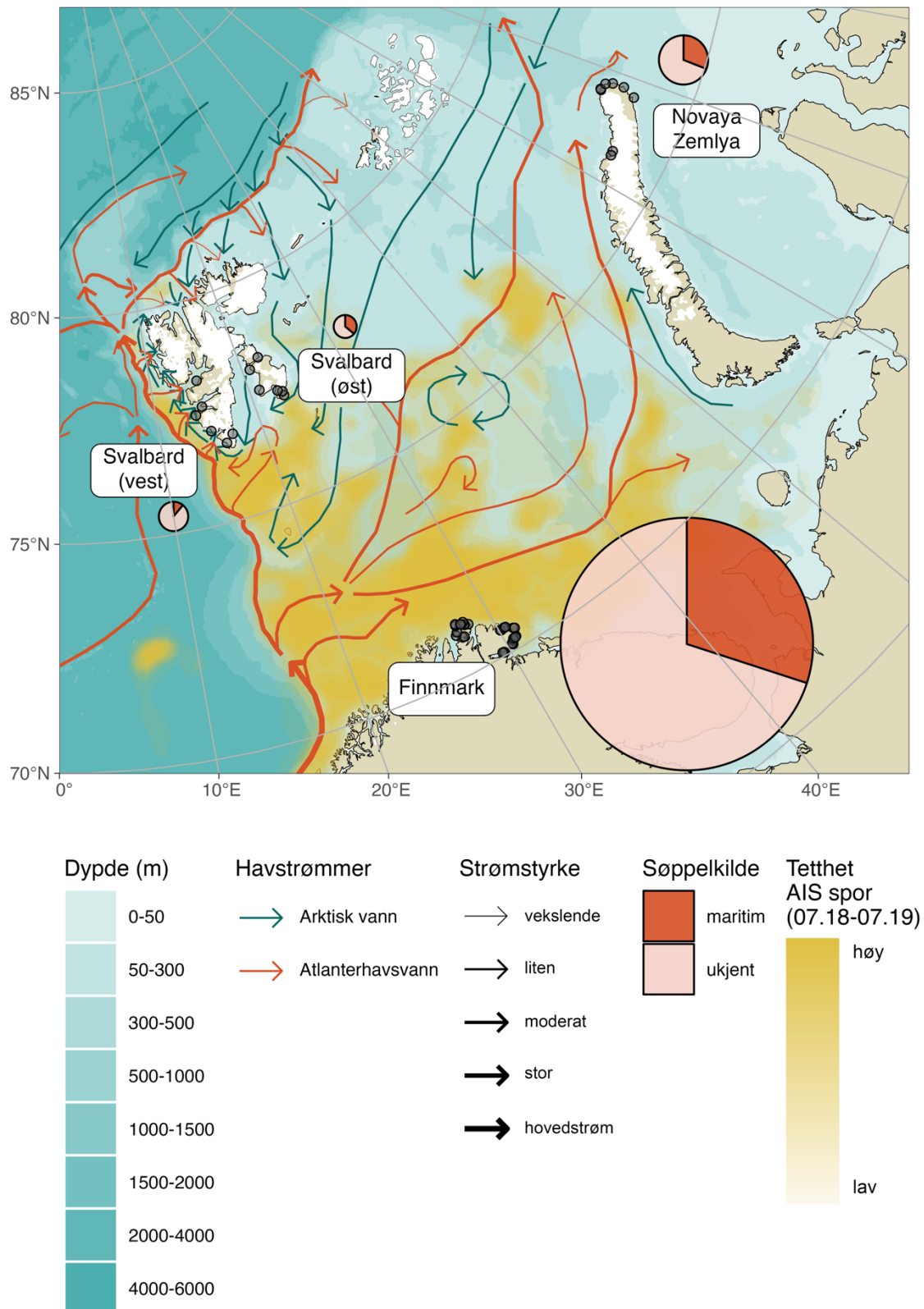


Venstre: Kveil med innpakkingsplast. Høyre: Pakkebåndskveil. Foto: Marthe Larsen Haarr / SALT

Både feltarbeid og analyser av Dypdykkdata viser til maritime aktiviteter som en viktig lokal kilde til marin forsøpling i Barentshavet. Analyser av AIS-sporingsdata fra fiskefartøy viser at det innenfor en 5 mil radius rundt de besøkte strendene ett år før vi registrerte søppel der var svært lite trafikk fra fiskefartøy rundt Svalbard og Novaya Semlja, mens det var mye mer kystnær aktivitet i Finnmark (Figur 5). Samtidig var det en del fiskebåttrafikk rundt det sørlige Svalbard litt lenger fra kysten (Figur 6).



Figur 5: Kystnær fiskebåttrafikk rundt strendene registrert i 2019 og 2021. AIS-spor innenfor en 50 km radius rundt hver strand var summert i et helt år før søppelregistrering. Dette for å fange opp sesongvariasjoner i aktivitet. AIS-sporere er påkrevd for alle fartøy over 15 m. Dette vil si at ikke alle båter i kystflåten nødvendigvis har AIS-sporere da dette er frivillig. Kystnær fiskebåttrafikk var nok derfor enda høyere utenfor Finnmark enn vist her.



Figur 6: Oppsummering av havstrømmer, fiskeriaktivitet og strandsøppelforekomster i Barentshavet. Kakediagrammene viser andelen søppel i hvert område som kunne med sikkerhet knyttes til maritime aktiviteter (fiskeutstyr, tau, flottører, o.l.). Størrelsen på kakediagrammet er skalert etter gjennomsnittlig søppeltetthet (fra 1 til 9 gjenstander per 10 m kystlinje). Tettheten av AIS-spor viser mengden fiskebåttrafikk gjennom året ett år før feltesongen i 2019. Tilsvarende data fra feltesongen i 2021 er ikke vist, men resultatene var svær like. Dybde- og havstrømskartet er hentet fra Vihtakari (2022), men merk at den norske kyststrømmen ikke vises.

Konklusjoner

Det var lite i form av mønstre i søppeltetthet, sammensetning og tilsynelatende kilder som støttet opp under hypotesen om at den viktigste kilden til marin forøpling i Barentshavet er langtransport av søppel fra sørligere breddegrader med Atlanterhavsstrømmen. Tilgjengelige data tilsier heller at lokale kilder, og da spesielt fra maritime aktiviteter, dominerer. Tilstedeværelse av kystnær fiskeriaktivitet korresponderte vesentlig bedre med observerte mønstre i strandsøppel enn havstrømmer. Dette er i tråd med forskning som viser høy sannsynlighet for at søppel skylles i land relativt fort, spesielt dersom mulig transport av vind og bølger tas i betraktning i tillegg til havstrømmer, og at selv søppel i de sub-tropiske gyrene hovedsakelig stammer fra fiskeriaktivitet og ikke langtransport av landbasert søppel (Delandmeter and van Sebille, 2019; Lebreton et al., 2022; Onink et al., 2021).

Det er derfor nærliggende å anta at de mest effektive tiltakene for å redusere marin forøpling i Barentshavet vil være rettet mot maritime aktiviteter og fiskerier i regionen. Samtidig vil det være viktig i en slik prosess å jobbe tett med de aktuelle næringene og anerkjenne tøffe fysiske arbeidsforhold i Arktis, samt til tider manglende infrastruktur for avfallshåndtering i havner (Gudmestad, 2017; Norum and Endresen, 2003; Olsen et al., 2020; Orimolade, 2015; Osmundsen, 2023).



Avkapp fra bøting og annet tauverk på en strand på Svalbard. Foto: Marthe Larsen Haarr / SALT.

LITTERATURLISTE

- Adams, J.K., Dean, B.Y., Athey, S.N., Jantunen, L.M., Bernstein, S., Stern, G., Diamond, M.L., Finkelstein, S.A., 2021. Anthropogenic particles (including microfibers and microplastics) in marine sediments of the Canadian Arctic. *Science of The Total Environment* 784, 147155. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147155>
- Andrady, A.L., 2011. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin* 62, 1596–1605. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>
- Anfuso, G., Bolívar-Anillo, H.J., Asensio-Montesinos, F., Portantiolo Manzolli, R., Portz, L., Villate Daza, D.A., 2020. Beach litter distribution in Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. *Marine Pollution Bulletin* 160, 111657. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111657>
- Baak, J.E., Linnebjerg, J.F., Barry, T., Gavrilov, M.V., Mallory, M.L., Price, C., Provencher, J.F., 2020. Plastic ingestion by seabirds in the circumpolar Arctic: a review. *Environ. Rev.* 28, 506–516. <https://doi.org/10.1139/er-2020-0029>
- Bastesen, E., Haave, M., Andersen, G.L., Velle, G., Bødtker, G., Krafft, C.G., 2021. Rapid Landscape Changes in Plastic Bays Along the Norwegian Coastline. *Front. Mar. Sci.* 8, 579913. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.579913>
- Bergmann, M., Collard, F., Fabres, J., Gabrielsen, G.W., Provencher, J.F., Rochman, C.M., van Sebille, E., Tekman, M.B., 2022. Plastic pollution in the Arctic. *Nat Rev Earth Environ* 3, 323–337. <https://doi.org/10.1038/s43017-022-00279-8>
- Bergmann, M., Klages, M., 2012. Increase of litter at the Arctic deep-sea observatory HAUSGARTEN. *Marine Pollution Bulletin* 12, 2734–2741.
- Bergmann, M., Lutz, B., Tekman, M.B., Gutow, L., 2017. Citizen scientists reveal: Marine litter pollutes Arctic beaches and affects wild life. *Marine Pollution Bulletin* 125, 535–540. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.09.055>
- Bowman, D., Manor-Samsonov, N., Golik, A., 1988. Dynamics of Litter Pollution on Israeli Mediterranean Beaches: a Budgetary, Litter Flux Approach. *Journal of Coastal Research* 14, 418–432.
- Burns, C., Orttung, R.W., Shaiman, M., Silinsky, L., Zhang, E., 2021. Solid waste management in the Arctic. *Waste Management* 126, 340–350. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.03.021>
- Butterworth, A., 2016. A Review of the Welfare Impact on Pinnipeds of Plastic Marine Debris. *Front. Mar. Sci.* 3. <https://doi.org/10.3389/fmars.2016.00149>
- Charlton-Howard, H.S., Bond, A.L., Rivers-Auty, J., Lavers, J.L., 2023. ‘Plasticosis’: Characterising macro- and microplastic-associated fibrosis in seabird tissues. *Journal of Hazardous Materials* 450, 131090. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.131090>
- Cózar, A., Martí, E., Duarte, C.M., García-de-Lomas, J., van Sebille, E., Ballatore, T.J., Eguíluz, V.M., González-Gordillo, J.I., Pedrotti, M.L., Echevarría, F., Troublè, R., Irigoien, X., 2017. The Arctic Ocean as a dead end for floating plastics in the North Atlantic branch of the Thermohaline Circulation. *Sci. Adv.* 3, e1600582. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1600582>
- Delandmeter, P., van Sebille, E., 2019. The Parcels v2.0 Lagrangian framework: new field interpolation schemes. *Geosci. Model Dev.* 12, 3571–3584. <https://doi.org/10.5194/gmd-12-3571-2019>
- Eriksen, M., Cowger, W., Erdle, L.M., Coffin, S., Villarrubia-Gómez, P., Moore, C.J., Carpenter, E.J., Day, R.H., Thiel, M., Wilcox, C., 2023. A growing plastic smog, now estimated to be over 170 trillion plastic particles afloat in the world’s oceans—Urgent solutions required. *PLoS ONE* 18, e0281596. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0281596>
- Falk-Andersson, J., 2021. Beach litter deep dives – A method for improved understanding of sources of and behaviour behind littering. *Marine Pollution Bulletin* 167, 112346. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112346>
- Falk-Andersson, J., Tairova, Z., Tokvam Drægni, T., Larsen Haarr, M., 2021. Methods for determining the geographical origin and age of beach litter: Challenges and opportunities. *Marine Pollution Bulletin* 172, 112901. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112901>
- Fazey, F.M.C., Ryan, P.G., 2016. Debris size and buoyancy influence the dispersal distance of stranded litter. *Marine Pollution Bulletin* 110, 371–377. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.039>
- González-Pleiter, M., Velázquez, D., Edo, C., Carretero, O., Gago, J., Barón-Sola, Á., Hernández, L.E., Yousef, I., Quesada, A., Leganés, F., Rosal, R., Fernández-Piñas, F., 2020. Fibers spreading worldwide: Microplastics and other anthropogenic litter in an Arctic freshwater lake. *Science of The Total Environment* 722, 137904. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137904>
- Grøsvik, B.E., Prokhorova, T., Eriksen, E., Krivosheya, P., Horneland, P.A., Prozorkevich, D., 2018. Assessment of Marine Litter in the Barents Sea, a Part of the Joint Norwegian–Russian Ecosystem Survey. *Front. Mar. Sci.* 5, 72. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00072>
- Gudmestad, O.T., 2017. Limitations related to marine operations in the Barents Sea. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 276, 012016. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/276/1/012016>
- Haarr, M.L., Falk-Andersson, J., Fabres, J., 2022. Global marine litter research 2015–2020: Geographical and methodological trends. *Science of The Total Environment* 820, 153162. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153162>
- Haarr, M.L., Westerveld, L., Fabres, J., Iversen, K.R., Busch, K.E.T., 2019. A novel GIS-based tool for predicting coastal litter accumulation and optimising coastal cleanup actions. *Marine Pollution Bulletin* 139, 117–126. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.12.025>
- Hallanger, I.G., Ask, A., Fuglei, E., 2022. Occurrence of ingested human litter in winter arctic foxes (*Vulpes lagopus*) from Svalbard, Norway. *Environmental Pollution* 303, 119099. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119099>
- Hara, J., Frias, J., Nash, R., 2020. Quantification of microplastic ingestion by the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* from Irish waters. *Marine Pollution Bulletin* 152, 110905. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110905>
- Huserbråten, M.B.O., Hattermann, T., Broms, C., Albretsen, J., 2022. Trans-polar drift-pathways of riverine European microplastic. *Sci Rep* 12, 3016. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07080-z>
- Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K.L., 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347, 768–771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>
- Lebreton, L., Andrady, A., 2019. Future scenarios of global plastic waste generation and disposal. *Palgrave Commun* 5, 6. <https://doi.org/10.1057/s41599-018-0212-7>
- Lebreton, L., Royer, S.-J., Peytavin, A., Strietman, W.J., Smeding-Zuurendonk, I., Egger, M., 2022. Industrialised fishing nations largely contribute to floating plastic pollution in the North Pacific subtropical gyre. *Sci Rep* 12, 12666. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16529-0>
- Lebreton, L., Slat, B., Ferrari, F., Sainte-Rose, B., Aitken, J., Marthouse, R., Hajbane, S., Cunsolo, S., Schwarz, A., Levivier, A., Noble, K., Debeljak, P., Maral, H., Schoeneich-Argent, R., Brambini, R., Reisser, J., 2018. Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. *Sci Rep* 8, 4666. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22939-w>
- Li, B., Su, L., Zhang, H., Deng, H., Chen, Q., Shi, H., 2020. Microplastics in fishes and their living environments surrounding a plastic production area. *Science of The Total Environment* 727, 138662. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138662>

- Li, J., Green, C., Reynolds, A., Shi, H., Rotchell, J.M., 2018. Microplastics in mussels sampled from coastal waters and supermarkets in the United Kingdom. *Environmental Pollution* 241, 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.05.038>
- Lincoln, S., Andrews, B., Birchenough, S.N.R., Chowdhury, P., Engelhard, G.H., Harrod, O., Pinnegar, J.K., Townhill, B.L., 2022. Marine litter and climate change: Inextricably connected threats to the world's oceans. *Science of The Total Environment* 837, 155709. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155709>
- Loeng, H., 1991. Features of the physical oceanographic conditions of the Barents Sea. *Polar Research* 10, 5–18. <https://doi.org/10.3402/polar.v10i1.6723>
- Lusher, A.L., Tirelli, V., O'Connor, I., Officer, R., 2015. Microplastics in Arctic polar waters: the first reported values of particles in surface and sub-surface samples. *Sci Rep* 5, 14947. <https://doi.org/10.1038/srep14947>
- Morales-Caselles, C., Viejo, J., Martí, E., González-Fernández, D., Pragnell-Raasch, H., González-Gordillo, J.I., Montero, E., Arroyo, G.M., Hanke, G., Salvo, V.S., Basurko, O.C., Mallos, N., Lebreton, L., Echevarría, F., van Emmerik, T., Duarte, C.M., Gálvez, J.A., van Sebille, E., Galgani, F., García, C.M., Ross, P.S., Bartual, A., Ioakeimidis, C., Markalain, G., Isobe, A., Cózar, A., 2021. An inshore-offshore sorting system revealed from global classification of ocean litter. *Nat Sustain* 4, 484–493. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00720-8>
- Nedoseka, E.V., Kozlovskiy, V.V., 2021. Regional Specifics of Municipal Solid Waste Management in Arctic Regions of the Russian Federation. *AaN* 223–241. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2021.42.223>
- Norum, J., Endresen, E., 2003. Injuries and diseases among commercial fishermen in the Northeast Atlantic and Barents Sea. Data from the Royal Norwegian Coast Guard. *Int Arch Occup Environ Health* 76, 241–245. <https://doi.org/10.1007/s00420-002-0399-0>
- Obbard, R.W., Sadri, S., Wong, Y.Q., Khitun, A.A., Baker, I., Thompson, R.C., 2014. Global warming releases microplastic legacy frozen in Arctic Sea ice. *Earth's Future* 2, 315–320. <https://doi.org/10.1002/2014EF000240>
- Olivelli, A., Hardesty, B.D., Wilcox, C., 2020. Coastal margins and backshores represent a major sink for marine debris: insights from a continental-scale analysis. *Environ. Res. Lett.* 15, 074037. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab7836>
- Olsen, J., Nogueira, L.A., Normann, A.K., Vangelsten, B.V., Bay-Larsen, I., 2020. Marine litter: Institutionalization of attitudes and practices among Fishers in Northern Norway. *Marine Policy* 104211. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104211>
- Onink, V., Jongedijk, C.E., Hoffman, M.J., van Sebille, E., Laufkötter, C., 2021. Global simulations of marine plastic transport show plastic trapping in coastal zones. *Environ. Res. Lett.* 16, 064053. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abebcd>
- Orimolade, A.P., 2015. An ethical perspective to safe marine operations in the Barents Sea. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34501.55526>
- Osmundsen, L., 2023. Port reception facilities and a regional approach: A bridge for abating plastic pollution in the arctic? *Marine Policy* 148, 105436. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105436>
- Ribic, C.A., Sheavly, S.B., Rugg, D.J., Erdmann, E.S., 2010. Trends and drivers of marine debris on the Atlantic coast of the United States 1997–2007. *Marine Pollution Bulletin* 60, 1231–1242. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.03.021>
- Ryan, P.G., 2020. Land or sea? What bottles tell us about the origins of beach litter in Kenya. *Waste Management* 116, 49–57. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.044>
- Ryan, P.G., 2015. Does size and buoyancy affect the long-distance transport of floating debris? *Environmental Research Letters* 10, 084019. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/8/084019>
- Ryan, P.G., 2014. Litter survey detects the South Atlantic 'garbage patch.' *Marine Pollution Bulletin* 79, 220–224. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.12.010>
- Ryan, P.G., Dilley, B.J., Ronconi, R.A., Connan, M., 2019. Rapid increase in Asian bottles in the South Atlantic Ocean indicates major debris inputs from ships. *Proc Natl Acad Sci USA* 116, 20892–20897. <https://doi.org/10.1073/pnas.1909816116>
- Ryan, P.G., Perold, V., Osborne, A., Moloney, C.L., 2018. Consistent patterns of debris on South African beaches indicate that industrial pellets and other mesoplastic items mostly derive from local sources. *Environmental Pollution* 238, 1008–1016. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.017>
- Ryan, P.G., Weideman, E.A., Perold, V., Moloney, C.L., 2020. Toward Balancing the Budget: Surface Macro-Plastics Dominate the Mass of Particulate Pollution Stranded on Beaches. *Front. Mar. Sci.* 7, 575395. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.575395>
- SALT, 2022. Mengder, sammensetning, kilder og veivalg videre i forvaltningsøyemed – Sluttrapport for prosjekt Kvantestrang (No. 1060).
- SALT, 2019a. Svalbard Beach Litter Deep Dive (SALT Report No. 1033), SALT Report. SALT Lofoten AS.
- SALT, 2019b. «Strandsøppel dypdykk» for forebygging av marin forsøpling: Tromsøregionen 2019 (SALT Report No. 1041). Salt Lofoten AS.
- SALT, 2018. Strandsøppel dypdykk for forebygging av marin forsøpling (No. 1024), SALT Report. Salt Lofoten AS.
- Seo, S., Park, Y.-G., 2020. Destination of floating plastic debris released from ten major rivers around the Korean Peninsula. *Environment International* 138, 105655. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105655>
- Smith, L., Turrell, W.R., 2021. Monitoring Plastic Beach Litter by Number or by Weight: The Implications of Fragmentation. *Front. Mar. Sci.* 8, 702570. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.702570>
- Solbakken, V.S., Kleiven, S., Haarr, M.L., 2022. Deposition rates and residence time of litter varies among beaches in the Lofoten archipelago, Norway. *Marine Pollution Bulletin* 177, 113533. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113533>
- van Sebille, E., England, M.H., Froyland, G., 2012. Origin, dynamics and evolution of ocean garbage patches from observed surface drifters. *Environ. Res. Lett.* 7, 044040. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/4/044040>
- Vihatakari, M., 2022. `_ggOceanMaps: Plot Data on Oceanographic Maps using 'ggplot2'_`.
- Watts, A.J.R., Porter, A., Hembrow, N., Sharpe, J., Galloway, T.S., Lewis, C., 2017. Through the sands of time: Beach litter trends from nine cleaned north cornish beaches. *Environmental Pollution* 228, 416–424. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.05.016>
- Williams, A.T., Randerson, P., Alharbi, O.A., 2014. From a millennium base line to 2012: Beach litter changes in Wales. *Marine Pollution Bulletin* 84, 17–26. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.05.017>
- Williams, A.T., Tudor, D.T., 2001. Litter burial and exhumation: spatial and temporal distribution on a cobble pocket beach. *Marine Pollution Bulletin* 42, 1031–1039.

FIGURLISTE

Figur 1: Kart over Barentshavet og lokasjoner hvor strandsøppel ble registrert. Grå sirkler viser lokasjoner eller ilandstigninger. Gjennomsnittlig tre strender ble registrert per lokasjon. Finnmark og Novaja Semlja var registrert sommeren 2019, og Svalbard sommeren 2021. Dybde- og havstrømskartet er hentet fra Vihtakari (2022), men merk at den norske kyststrømmen ikke vises.	8
Figur 2: Gjennomsnittlig søppeltetthet registrert på strender rundt Barentshavet. Feilfeltene viser standardfeilen, som er en kombinasjon av variasjon mellom strender og antall strender registrert. Jo smalere feilfeltene er, jo mindre variasjon var det i søppeltetthet mellom strendene i en region.	12
Figur 3: Kart over lokasjoner med Dypdykkdata.	15
Figur 4: Nasjonalitet på emballasje hvor dette kunne identifiseres under Dypdykk utført av elever ved Svalbard Folkehøgskole og registrert i nettportalen. Nasjonalitet var registrert til høyeste mulige oppløsning. Dette vil si at for eksempel gjenstander med tekst på forskjellige skandinaviske språk ble registrert som skandinavisk heller enn å gjette hvilket land som var mest sannsynlig. 23 % av emballasjen registrert kunne nasjonalitets-bestemmes.	16
Figur 5: Kystnær fiskebåttrafikk rundt strendene registrert i 2019 og 2021. AIS-spor innenfor en 50 km radius rundt hver strand var summert i et helt år før søppelregistrering. Dette for å fange opp sesongvariasjoner i aktivitet. AIS-sporere er påkrevd for alle fartøy over 15 m. Dette vil si at ikke alle båter i kystflåten nødvendigvis har AIS-sporere da dette er frivillig. Kystnær fiskebåttrafikk var nok derfor enda høyere utenfor Finnmark enn vist her.	18
Figur 6: Oppsummering av havstrømmer, fiskeriaktivitet og strandsøppelforekomster i Barentshavet. Kakediagrammene viser andelen søppel i hvert område som kunne med sikkerhet knyttes til maritime aktiviteter (fiskeutstyr, tau, flottører, o.l.). Størrelsen på kakediagrammet er skalert etter gjennomsnittlig søppeltetthet (fra 1 til 9 gjenstander per 10 m kystlinje). Tettheten av AIS-spor viser mengden fiskebåttrafikk gjennom året ett år før feltsesongen i 2019. Tilsvarende data fra feltsesongen i 2021 er ikke vist, men resultatene var svær like. Dybde- og havstrømskartet er hentet fra Vihtakari (2022), men merk at den norske kyststrømmen ikke vises.	19

Taukveil på Novaja Semlja. Foto: Marthe Larsen Haarr / SALT



**Framtidstro for havet,
kysten og folket.**