



DOLLY ROPE SOM KILDE TIL PLASTIKFORURENING I DANSKE FARVANDE

Opgørelser af forekomst af fiskeri-relateret dolly rope på strande
og vurdering af potentiel kilde til mikroplastik og miljøpåvirkninger

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 693

2026



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

DOLLY ROPE SOM KILDE TIL PLASTIKFORURENING I DANSKE FARVANDE

Opgørelser af forekomst af fiskeri-relateret dolly rope på strande
og vurdering af potentiel kilde til mikroplastik og miljøpåvirkninger

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 693

2026

Jakob Strand

Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Serietitel og nummer:	Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 693
Kategori:	Rådgivningsrapporter
Titel:	Dolly rope som kilde til plastikforurening i danske farvande
Undertitel:	Opgørelser af forekomst af fiskeri-relateret dolly rope på strande og vurdering af potentiel kilde til mikroplastik og miljøpåvirkninger
Forfatter(e):	Jakob Strand
Institution(er):	Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	https://dce.au.dk
Udgivelsesår:	Januar 2026
Redaktion afsluttet:	Januar 2026
Faglig kommentering:	Ryan D'A. Metcalfe, KIMO Danmark
Kvalitetssikring, DCE:	Iben Boutrup Kongsfelt
Sproglig kvalitetssikring:	Charlotte Elisabeth Kler, AU, Ecoscience
Ekstern kommentering:	Kommentarerne findes her:
Finansiel støtte:	Projektet er finansieret via rammeaftalen med Miljø- og Ligestillingsministeriet
Bedes citeret:	Strand, J. 2026. Dolly rope som kilde til plastikforurening i danske farvande. Opgørelser af forekomst af fiskeri-relateret dolly rope på strande og vurdering af potentiel kilde til mikroplastik og miljøpåvirkninger Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 32 s. - Videnskabelig rapport nr. 693
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Dolly rope er et plastbaseret materiale, primært af polyethylen, der bruges i bundtrawlfiskeri og især ved brug af bomtrawl til at beskytte trawlnet mod slid. Det anvendes især i Nordsøen og vurderes årligt at bidrage med ca. 100.000 kg plast til havmiljøet, da trådene slides af og spredes som affald. Dolly rope er blandt de mest registrerede plasttyper i OSPAR's database og udgør op til 40 % af fiskerirelateret plastaffald langs Nordsøens kyst, hvor det kan udgøre en trussel til dyrelivet, bl.a. havfugle. Over tid når plastikken ældes og forvitte kan materialet blive en kilde til mikroplast, hvilket i rapporten også er blevet påvist med laboratorieundersøgelser.
Emneord:	marint affald, plastik forurening, fiskeri-relateret affald, trawlfiskeri
Foto forside:	En bunke med mange stykker af orange dolly rope fundet på Skagen strand i 2022
ISBN:	978-87-7648-023-3
ISSN (elektronisk):	2244-9981
Sideantal:	32

Indhold

Forord	5
Sammenfatning	6
Summary	7
1 Hvad er dolly rope, og hvorfor er det et miljøproblem?	8
2 Opgørelse af forekomst af dolly rope skyllet op på strande	12
3 Dolly rope som potentiel kilde til mikroplastik	15
3.1 Karakterisering af den mekaniske tilstand af dolly rope indsamlet på stranden	15
3.2 FTIR spektroskopisk karakterisering af aldringstegn i PE dolly rope fra miljøet	18
3.3 Dolly rope som potentiel kilde til mikroplastik	21
4 Miljøpåvirkninger af dolly rope	23
5 Diskussion og konklusion	27
5.1 Samlet konklusion	28
5.2 Taksigelse	28
6 Referencer	29
Appendix 1. Dolly rope characters for beach litter identification	32

Forord

Stykker af dolly rope, der især stammer fra fiskeri med især bomtrawl i Nord-søen, findes ofte blandt andet marint affald opskyllet på strande, især på den danske vestkyst, og kan også medføre negative påvirkninger på dyrelivet.

Miljøministeriet har derfor anmodet om et projekt, der beskriver og vurderer betydningen af dolly rope blandt marint affald i det danske havmiljø, som er blevet finansieret via rammeaftalen med Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) ved Aarhus Universitet. Udvikling af metoder til vurdering af fysisk og mekanisk nedbrydning er udviklet i regi af et projekt om nedbrydning af plastik i Arktis finansieret af Miljøstyrelsen i regi af Arktisk miljøstøtte (Projektnr.: 113-00134). Som bidrag fra det VELUX-finansierede projekt "Seabirds under Pressure" (SUPRE) er tilføjet et kapitel om miljøpåvirkninger af dolly rope på især havfugle.

Sammenfatning

Dolly rope, der anvendes i nogle former for fiskeri med bundtrawl og især ved brugen af bomtrawl for at beskytte trawlnettet mod slitage fra havbunden, er et plastbaseret materiale, primært fremstillet af polymeren polyethylen (PE). Det bruges især i fiskeriet efter fladfisk og hesterejer i Nordsøen og er vurderet til at bidrage årligt som kilde med omkring 100.000 kg plast til havmiljøet. Problemet opstår, fordi dolly rope slides af under brug, hvor en betydelig andel af de fastgjorte tråde kan løsnes. Disse plastfragmenter spredes i havmiljøet, hvor de ofte skyller op på kyststrækninger som den jyske vestkyst eller i Limfjorden.

Dolly rope er en af de mest registrerede plasttyper i OSPAR's overvågningsdatabase, og i Danmark har der siden 2018 været en systematisk registrering af dolly rope på reference-strande. Analyser viser en markant forekomst, særligt langs Nordsøens kyst, hvor det udgør op mod 40 % af det fiskerirelaterede plastaffald. Over tid nedbrydes dolly rope i miljøet og mister sin brudstyrke og elasticitet, hvilket gør det mere tilbøjeligt til at fragmentere yderligere. Studier har vist, at platen udsættes for miljøpåvirkninger, der fører til mikrorevner og afskalning af små partikler. FTIR-spektroskopiske analyser bekræfter, at platen gennemgår kemiske ændringer som følge af oxidation, hvilket bidrager til den stadige dannelse af mikroplast i havmiljøet. Dolly rope kan ligesom andre plastgenstande forveksles med føde af havdyr eller bruges som redemateriale af havfugle, hvilket udgør en risiko for, at de bliver viklet ind i det.

For at begrænse problemet er der øget fokus på forvaltning og mulige løsninger. Internationale initiativer, som EU's engangsplastdirektiv (SUP-direktivet) og OSPAR's handlingsplaner, har sat dolly rope på dagsordenen som en væsentlig kilde til marint affald. Forskellige tiltag undersøges, herunder bedre affaldshåndtering, genanvendelse og udvikling af alternative materialer, der kan erstatte de nuværende plastbaserede løsninger. En eventuel regulering eller udfasning af dolly rope kan også blive en mulighed. For at reducere forureningen kræves der imidlertid teknologiske innovationer samt et tæt samarbejde mellem myndigheder, fiskere og producenter for at finde bæredygtige løsninger, der både beskytter havmiljøet og sikrer effektivt fiskeri.

Summary

Dolly rope, used in certain types of bottom trawl fishing and especially beam trawling to protect the trawl net from wear caused by the seabed, is a plastic-based material primarily made from the polymer polyethylene (PE). It is especially used in fisheries targeting flatfish and brown shrimp in the North Sea and is estimated to contribute around 100,000 kg of plastic annually to the marine environment. The problem arises because dolly rope wears off during use, causing a significant portion of the attached strands to loosen. These plastic fragments disperse into the marine environment, often washing up on coastal areas such as Jutland's Westcoast or the Limfjord in Denmark.

Dolly rope is one of the most frequently recorded plastic types in OSPAR's monitoring database, and in Denmark, a systematic registration of dolly rope on reference beaches has been in place since 2018. Analyses show a significant presence, particularly along the North Sea coast, where it accounts for up to 40% of fishery-related plastic waste. Over time, dolly rope degrades in the environment, losing its tensile strength and elasticity, making it more prone to further fragmentation. Studies have shown that the plastic is exposed to environmental factors leading to microcracks and flaking of small particles. FTIR spectroscopic analyses confirm that the plastic undergoes chemical changes due to oxidation, contributing to the continuous formation of microplastics in the marine environment. Like other plastic objects, dolly rope can be mistaken for food by marine animals or used as nesting material by seabirds, posing a risk of entanglement and ingestion.

To mitigate the problem, there is increasing focus on management and possible solutions. International initiatives, such as the EU's Single-Use Plastics Directive (SUP Directive) and OSPAR's action plans, have highlighted dolly rope as a significant source of marine litter. Various measures are being explored, including improved waste management, recycling and the development of alternative materials to replace current plastic-based solutions. Regulation or a potential phase-out of dolly rope is also being considered. However, reducing pollution requires technological innovations and close collaboration between authorities, fishermen and manufacturers to find sustainable solutions that protect the marine environment while ensuring efficient fishing practices.

1 Hvad er dolly rope, og hvorfor er det et miljøproblem?

Dolly rope (også kaldet dolly-reb) anvendes af fiskere, der benytter bundtrawl og især ved brug af bomtrawl, hvor nettene trækkes hen over havbunden. Det bruges især på grove bundtyper og rev for at forhindre slitage på trawl-net, da de ellers kan blive beskadiget af sten og andre forhindringer. Dolly rope består af bundter af plasttråde, typisk lavet af polyethylen (PE) eller polypropylen (PP), et stærkt solidt materiale, der er let og økonomisk fordelagtigt. Trådene spredes under nettet og danner et beskyttende underlag mellem trawl-nettet og havbunden, hvilket mindsker slitage.

Figur 1.1. Dolly rope kan købes i reb-ruller på mange meter, hvorfra det skæres op i bundter på 1,5 – 2 meters længde, der påsættes trawl-net. Billedet er fra en annonce fra et dansk vodbinder-firma.

Dolly rope



Dolly rope skæres typisk af fra en reb-rulle i bundter af 1,5 til 2 meter lange segmenter og fastgøres til undersiden af trawl-nettet. Dolly rope bundterne kan have en tykkelse på 10 – 30 mm og består normalt af 20- 30 snoede plastsnore, hvor hver snor indeholder 20 - 30 tynde monofilament tråde med en diameter på 0,3 – 0,5 mm. Farven på dolly rope er som oftest orange, blå eller sort.

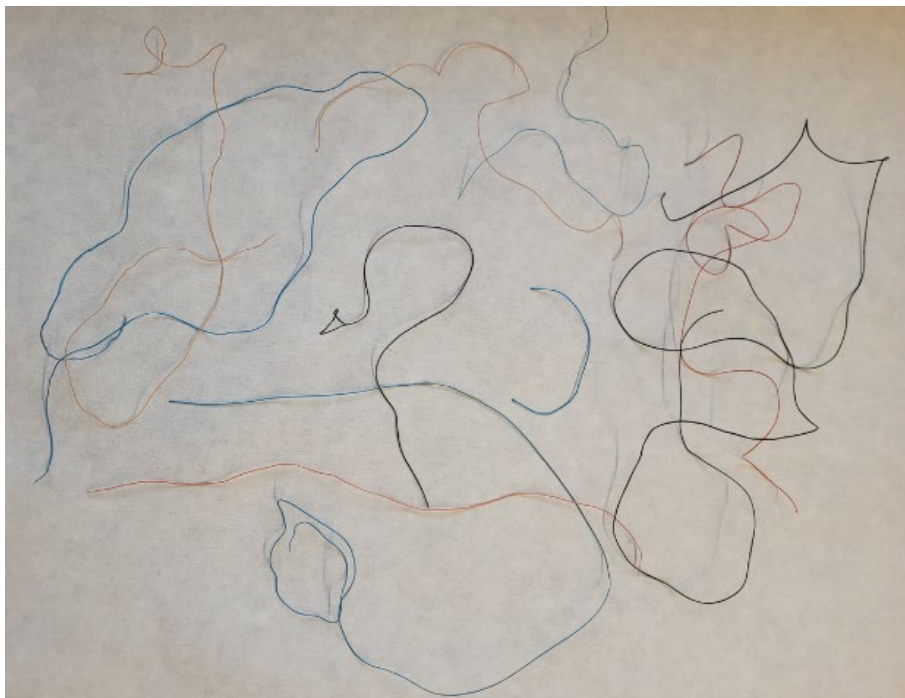
Figur 1.2. Eksempel på hvordan bundter af sort og orange dolly rope påsættes et stykke trawlnet. Foto: Jakob Strand



Det anvendes hovedsageligt i fiskeri med bundtrawl og især bomtrawl efter fladfisk som tunge samt i fiskeri efter hesterejer i f.eks. Vadehavet. Anvendelsen af dolly rope er udbredt i Nordsøen, særligt i Holland, Belgien og Tyskland, og anslås at udgøre omkring 100.000 kilo plast årligt (OSPAR, 2025).

Mens dolly rope forlænger levetiden på fiskeredskeer, er det også en væsentlig kilde til plastforurening i havmiljøet. Både bundter og enkelte tråde slides af under brug, og større og mindre stykker af dolly rope udgør som følge af dette en væsentlig andel af det plastaffald, der findes i Nordsøen og skyller op på kysterne. Det er vurderet, at omkring 10-25% af nyligt fastgjorte dolly rope-tråde vil blive revet af igen af i løbet af de første ugers brug af nettet (OSPAR, 2025).

Figur 1.3. Eksempler på orange, blå og sorte dolly rope lignende løse enkelt-tråde af fundet på den jyske vestkyst.
Foto: Jakob Strand



Figur 1.4. Eksempler på orange, blå og sorte snore (t.v.) bestående af adskillige enkelt-tråde og to indviklede klynger af dolly rope (t.h.), alle fundet på den jyske vestkyst.
Foto: Jakob Strand



Når stykker af dolly rope tabs i havet, kan det drive med havstrømme, synke til bunden eller skylles op på strande. Når stykker af dolly rope har ligget i miljøet i et stykke tid, bliver de på et tidspunkt til indviklede klynger, hvorfra det kan være svært at løsne enkelttrådene (Figur 1.4), nogle gange kan de også på denne måde blive viklet ind sammen med andre typer af snore.

Stykker af dolly rope kan forveksles med føde af havdyr og føre til alvorlige konsekvenser, hvis dyr indtager det eller bliver viklet ind i det. Havfugle kan også blive viklet ind i dolly rope, hvis de indsamler og anvender dolly rope, som redemateriale. Desuden kan dolly rope, når det yderligere fragmenterer ved nedbrydning, være en kilde til mikroplast i havet, som også kan påvirke

miljøet. Større stykker tabt dolly rope kan også være en gene for skibe, hvis det vikler sig ind i f.eks. motorakslar og propeller.

Figur 1.5. Eksempel på dødfunden sule fundet ved Henne strand på den jyske vestkyst. Næbbet er viklet ind i en klynge af orange dolly rope. Dette er formentlig sket i forbindelse med indsamling af redemateriale eller under fødesøgning til havs. Foto: Ryan d'A. Metcalfe



Der er flere internationale forvaltningsmæssige tiltag under udarbejdelse til at begrænse dolly rope som kilde til marint affald, bl.a. i regi af EU's direktiv om reduktion af visse plastprodukters miljøpåvirkning (EU, 2019), kendt som engangsplastdirektivet (SUP-direktivet), som også adresserer problematikken omkring plastaffald fra fiskeriet, herunder dolly rope. EU's SUP direktiv introducerer et udvidet producentansvar for fiskeredskaber, der indeholder plast, hvilket betyder, at producenterne er ansvarlige for indsamling og miljømæssig forsvarlig behandling af udtjente fiskeredskaber.

Derudover er den internationale enighed om at iværksætte tiltag til at begrænse brugen af dolly rope også omfattet af OSPAR's regionale handlingsplaner for marint affald, der fastlægger rammerne for OSPAR's arbejde med at reducere miljøpåvirkningerne af marint affald i det nord-østlige Atlanterhav (OSPAR, 2021;2022). Dette omfatter, at plast anvendt til fiskeredskaber, såsom dolly rope, bliver korrekt håndteret, genanvendt eller bortskaffet, hvilket kan reducere risikoen for plastforurening i havmiljøet. Derudover overvejes også andre tiltag til at begrænse dolly rope som kilde til marint affald i havet, der omfatter udvikling af tilsvarende produkter lavet af alternative materialer til plast og egentlig reguleringer af den specifikke anvendelse, inklusiv eventuelt forbud og udfasning (COWI, 2020, OSPAR, 2022;2025). En kombination af teknologiske løsninger, regulering og ansvarlig forvaltning forventes at kunne reducere forureningen fra dolly rope betydeligt. Der er eksempler på forsknings- og udviklingsprojekter, der fokuserer på at udvikle og afprøve alternativer på udvalgte fartøjer. Udbredelsen af alternative metoder vil kræve samarbejde imellem produktudviklere, fiskere, myndigheder mv. Organisationer som OSPAR vil ligeledes kunne spille en væsentlig rolle ift. information og networking (COWI, 2020).

I de efterfølgende kapitler beskrives tilgængelige data for hhv. forekomst af dolly rope skyllet op på strande (Kapitel 2), en fysisk og kemisk karakterisering af tilstanden af dolly rope på danske strande og potentiel kilde til mikroplastik (kapitel 3), og miljøpåvirkninger af dolly rope på havfugle (kapitel 4).

2 Opgørelse af forekomst af dolly rope skyllet op på strande

Registreringer af dolly rope har siden 2018 været en fast del af den danske overvågning af marint affald på strande og foretages på enkelte udvalgte reference strande (Strand m.fl. 2023). Dolly rope registreres som antal af enten sammenfiltrede bundter eller enkelte løse tråde (Strand m.fl. 2022), se også appendiks 1. De danske data for overvågningsstrande placeret i Nordsøen og Kattegat er også blevet indrapporteret til OSPAR's overvågningsdatabase for marint affald på strande (OSPAR, 2024).

Dolly rope forefindes fortrinsvist på overvågningsstrandene på den jyske vestkyst, dvs. på Skagen strand (Station DK004) og Nymindesstrand (Station DK001). Her er dolly rope blandt de 5 hyppigste affalds-genstande, som registreres på disse strande (Feld m.fl. 2022; Strand & Metcalfe, 2023b). Der mangler dog viden om, hvorvidt der også kan være andre væsentlige kilder end trawlfiskeri til disse typer af PE-monofilamenttråde, der her karakteriseres som dolly rope. Da enkelttrådene typisk forekommer i farverne orange, blå og sort, antages det i OSPAR-overvågningen, at de primært stammer fra brugen af dolly rope.

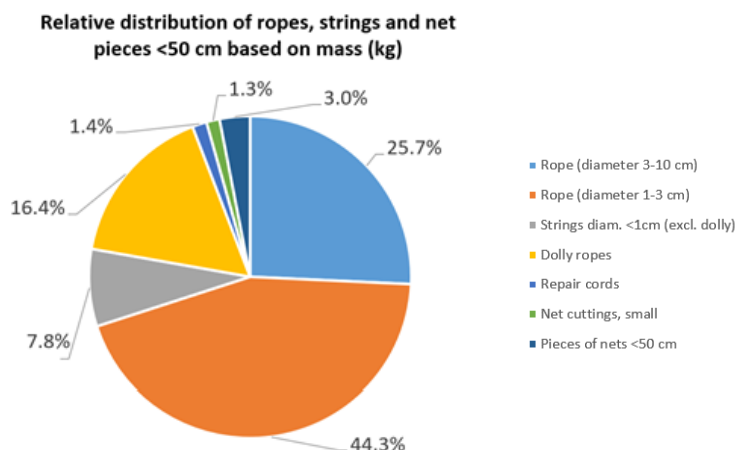
En analyse af de danske overvågningsdata for forekomsten af dolly rope på de to strande på den jyske vestkyst viser, at der i forbindelse med 46 udførte overvågningssurveys på 100 m strand er registreret 1598 stykker dolly rope i perioden 2018 – 2024 (Tabel 2.1). I middel (median) er der årligt fundet 14 – 44 stykker per 100 m, og maksimalt på en enkelt survey er der fundet 250 stykker dolly rope. Dolly rope udgør i middel ca. 40% af de fundne stykker af snor, reb og net på den jyske vestkyst, hvilket understøtter, at dolly rope udgør en væsentlig andel af det fiskerirelaterede affald.

Tabel 2.1. Opgørelse af registreringer af dolly rope i forbindelse med den nationale overvågning af marint affald på de to strande ved Nymindesstrand (Station DK001) og Skagen (Station DK004) på den jyske vest kyst i perioden 2018 - 2024.

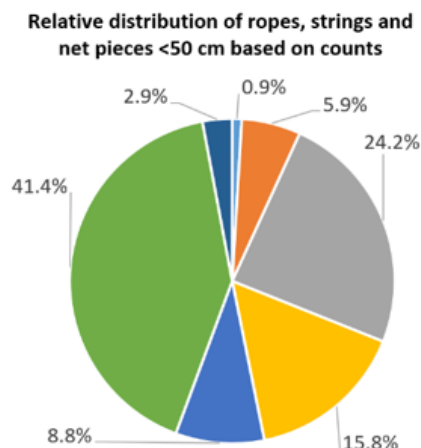
År	Antal 100 m surveys	Median (per 100 m)	Maks. antal (per 100 m)	Total antal	% dolly rope (median)
2018	6	25	43	170	44%
2019	6	35	250	430	40%
2020	6	30	34	179	29%
2021	6	44	106	300	41%
2022	6	26	50	164	44%
2023	8	14	20	118	30%
2024	8	16	97	237	35%
Samlet	46	26	250	1598	40%

En opgørelse fra 2022 af fiskerirelateret affald på kysterne i Skagerrak (Strand m.fl., 2023a) viste, at dolly rope også udgør en væsentlig andel af den samlede mængde af snor, reb og net – og ikke kun som opgjort på styks-basis men også på basis af vægt, Figur 2.1.

A



B



Figur 2.1. Den relative fordeling af dolly rope sammenholdt med andre stykker af snore, reb og net blandt fiskerirelateret marint affald indsamlet af kommuner på strande i Skagerrak i 2022 og opgjort som hhv. A) optalte stykker og B) vægt i kg. Tallene er baseret på samlet total for alle indsamlingssteder. Figurer fra Strand m.fl. (2023a).

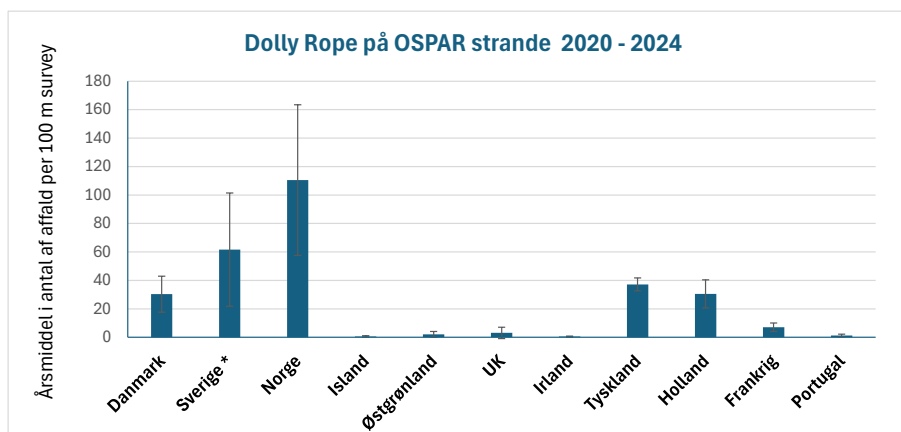
Ud over fundene på den jyske vestkyst er der også i perioden 2018 - 2024 flere registreringer af dolly rope på overvågningsstrandene placeret i de indre farvande, bl.a. fra Langerak i Limfjorden (i alt 62 stykker, årsmedian = 2 per 100 m) og Kofoeds enge i Køge Bugt (i alt = 5 stykker), bl.a. beskrevet i Feld m.fl., 2022. At dolly rope kan findes i Limfjordsområde kan formentlig tilskrives et bidrag fra gennemstrømmende vand fra Nordsøen fremfor en brug af dolly rope ifm. fiskeri i Limfjordsområdet (Accornero, 2023). Til gengæld kan det virke en smule overraskende, at dolly rope også en gang i mellem forekommer i Køge Bugt, da det tidligere er vurderet, at dolly rope ikke anvendes i forbindelse med fiskeri i Østersøen (COWI, 2020).

En analyse af data fra OSPAR's overvågningsdatabase for marint affald på strande viser, at dolly rope er registreret på overvågningsstrande i stort set alle OSPAR-lande i perioden 2020-2024, efter at dolly rope blev medtaget som "test items" i den regionale overvågningsprotokol (OSPAR, 2020). Særligt forekommer dolly rope hyppigst i den sydøstlige del af Nordsøen og Skagerrak. Endda i Østgrønland er der registreret fund, herunder fra øen Kulusuk i 2022-2023. Når data opgøres som gennemsnittet af nationale årssummer for dolly rope per 100 meter strandsurvey, fremstår Norge som det land med den højeste forekomst med 111 stykker dolly rope per survey på strandene, efterfulgt af Sverige (62 stykker), Tyskland (37 stykker), Holland (31 stykker) og Danmark (30 stykker), se også Figur 2.2. I øvrige OSPAR-lande ligger årsmiddelværdier for dolly rope mellem 0,7 og 7 stykker per 100 meter survey, hvilket indikerer en omfattende geografisk spredning, selv til fjerntliggende områder som Østgrønland, Island og Nordnorge. Det bemærkes, at for Sverige og Østgrønland foreligger der kun to års data, hvor overvågningen eksplicit har inkluderet dolly rope. Desuden er en enkelt ekstrem værdi fra Sverige i 2024 udeladt, hvor en enkelt overvågning udført på en strand ved Edsvik (SE005) registrerede 95.415 stykker dolly rope.

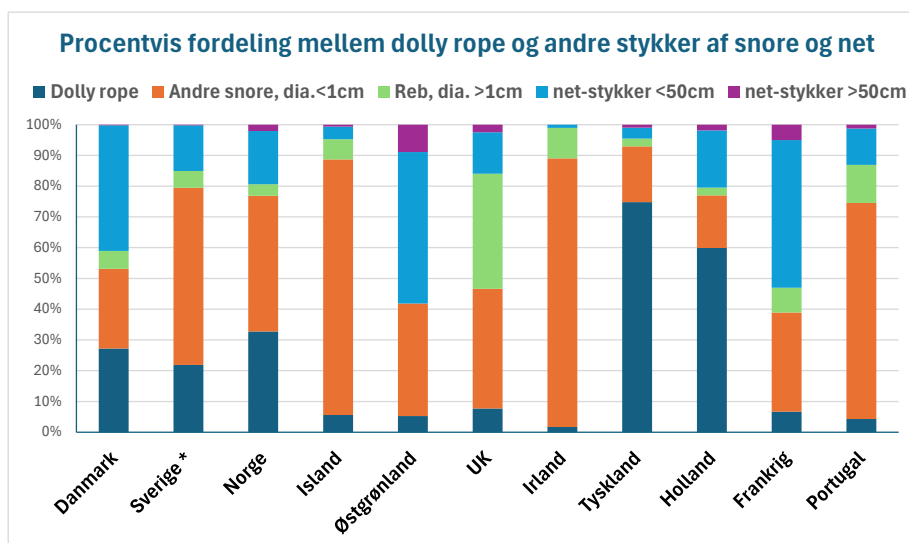
Desuden viser data, at dolly rope udgør en betydelig andel af det samlede antal registrerede snore, reb og net blandt det marine affald i Skagerrak og den sydøstlige del af Nordsøen. For Tyskland udgør dolly rope 75 % af denne kategori, efterfulgt af Holland (60 %), Sverige (54 %), Norge (36 %) og Danmark (27 %). I øvrige OSPAR-lande varierer andelen mellem 2 % og 9 %. Se Figur 2.3 for en grafisk oversigt over fordelingen.

Figur 2.2. Forekomsten af dolly rope i forskellige OSPAR lande opgjort som årsmiddel af de nationale overvågningsdata for antallet af dolly rope per 100 m survey i perioden 2020-24. Fejllinjer angiver standardafvigelsen mellem årene. Data er fra OSPAR's database.

* For Sverige foreligger der kun svenske dolly rope data fra 2023-24, og en enkelt ekstrem værdi fra 2024 er udeladt.



Figur 2.3. Den procentvis fordeling mellem dolly rope og andre stykker af snore, reb og net, som er registreringer ifm. overvågning af marint affald på strande i forskellige OSPAR lande i perioden 2020-24. Bemærk at den procentvis andel for dolly rope er beregnet på en anden måde end anført i Tabel 2.1.



Disse opgørelser understøtter derfor også den konklusion, at dolly rope udgør en væsentlig andel af det fiskerirelaterede plast-affald i Nordsø-området, og at der foregår transport via havstrømme til Skagerrak (Norge og Sverige) fra Nordsøen.

3 Dolly rope som potentiel kilde til mikroplastik

En beskrivelse af den fysiske og kemiske tilstand af dolly rope indsamlet i miljøet kan bidrage til en bedre forståelse af skæbnen af dolly rope under naturlige miljøforhold. Det er velkendt, at plast-polymerer som polyethylen nedbrydes over tid under naturlige miljøforhold som sollys (UV-stråling) og ved mekanisk slid fra sand og sten (Weilden & Cowie, 2017) og tilsvarende kan ske i forbindelse med brug af dolly rope i bundtrawlfiskeriet (Song m.fl. 2024).

Ud over at det direkte kan undersøges, i hvilket omfang mikroplast-fragmenter kan dannes af dolly rope ifm. ydre påvirkninger, kan også andre undersøgelser om plastmaterialers mekaniske egenskaber, f.eks. om brudstyrke og elasticitet, bidrage til en forståelse af fysiske ændringer og dermed, hvor intakt tilstanden i materialet er. Desuden kan FTIR spektroskopiske målinger bidrage til en vurdering af graden af den kemiske nedbrydning pga. tegn på oxidation af kulstofkæderne i de polymerbaserede plastmaterialer. Resultater for sådanne undersøgelser udført på dolly rope indsamlet på danske strande i 2022 er beskrevet i det efterfølgende.

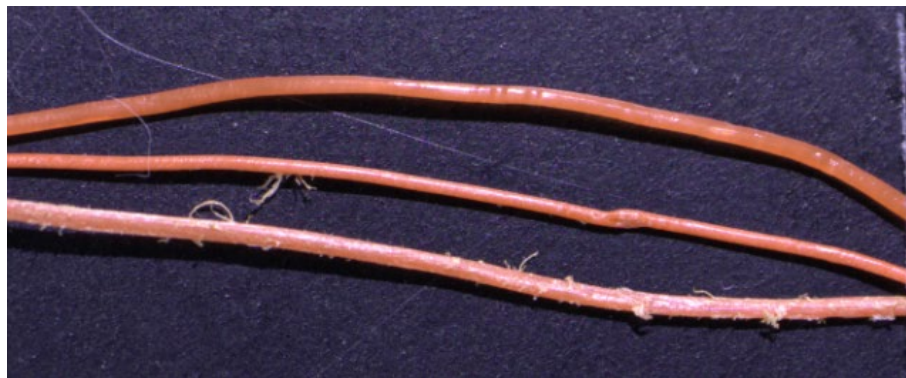
3.1 Karakterisering af den mekaniske tilstand af dolly rope indsamlet på stranden

De mekaniske egenskaber af dolly rope blev undersøgt for at kunne vurdere, i hvilket omfang styrken og elasticiteten af dolly rope tråde, der forefindes i havmiljøet, er påvirket. Denne specifikke undersøgelse blev udført i samarbejde med Sara Accornero, der var studerende ved Danmarks Tekniske Universitet (DTU), og som udførte en projektopgave om dolly rope i forbindelse med et besøg på Aarhus Universitet (Accornero, 2022).

Det undersøgte dolly rope blev indsamlet fra tre forskellige strande i Jylland i 2022. Prøverne blev først registreret med hensyn til farve, længde og diameter. Derefter blev trådene klassificeret efter skadesniveau i tre kategorier baseret på visuel vurdering med stereomikroskop:

- Klasse I: Ingen synlig skade, næsten som i ny stand.
- Klasse II: Moderat beskadiget med enkelte skadede områder, typisk tegn på buk samt enkelte delvist løse fragmenter.
- Klasse III: Stærkt beskadiget, omfattende skader langs hele længden med mange tegn på delvist løsrevne fragmenter.

Figur 3.1. Eksempler på tråde af dolly rope karakteriseret som skadesniveau i klasse I (øverst), II (midt) og III (nederst).
Foto: Jakob Strand



Efterfølgende blev den mekaniske brudstyrke og elasticitet målt ved træk på 21 tråde fra klasse III ved brug af måleinstrumentet Go Direct® Force og Acceleration Sensor kombineret med LabQuest 3 - Vernier. Resultaterne for disse blev sammenlignet med referencemålinger for en prøve med helt nyt dolly rope leveret af vodbinderfirmaet Cosmos Trawl. Prøverne blev testet med en udspændt tråd-længde på ca. 5 cm, hvor brudstyrken måles ved den kraft (angivet i newton, N), der skal tilføres tråden, før den knækker. Elasticiteten måles som den maksimale forlængelse af trådens længde (angivet i cm), før den knækker.

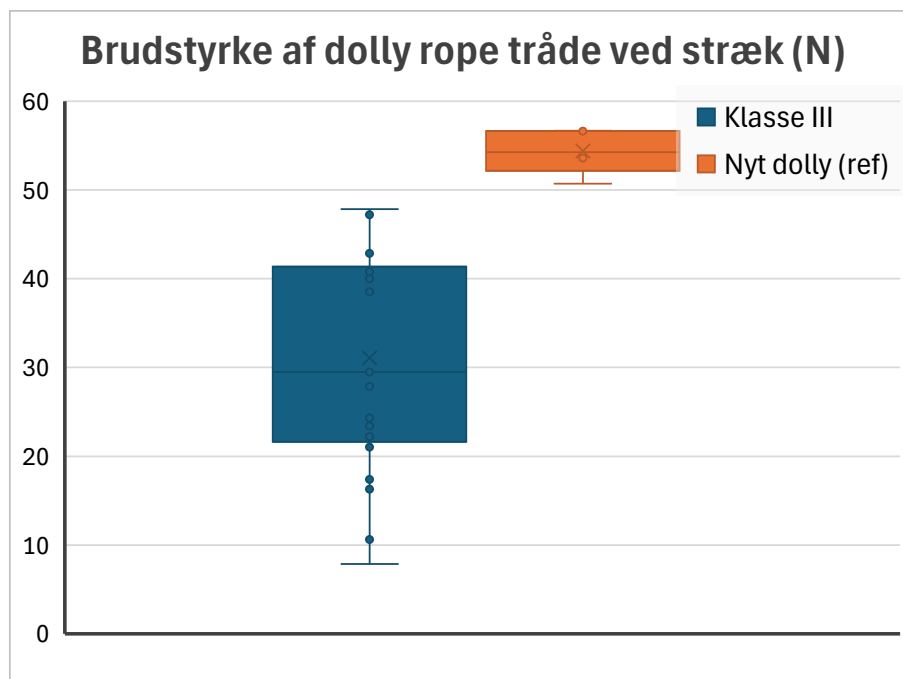
De indledende resultaterne viste, at blå dolly rope-tråde var de mest hyppige, efterfulgt af orange. Den gennemsnitlige længde af trådene varierede fra 35 til 56 cm og var længst i Skagen. Cirka 20-30 % af de indsamlede tråde blev klassificeret som klasse I - III ud fra tegn på synlige skader af trådene pga. ydre påvirkning og nedbrydning (se Tabel 3.1).

Tabel 3.1. Opgørelse over farve, længde, diameter og skadesniveau for enkelt tråde fra dolly rope indsamlet på tre forskellige danske strande i 2022.

	Skagen	Nymdegab	Løgstør Bredning	Samlet
Antal undersøgt	35	51	30	116
Orange tråde (%-andel)	47%	35%	0%	29%
Blå tråde (%-andel)	53%	55%	100%	66%
Sorte tråde (%-andel)	0%	10%	0%	4%
Længde, middel (mm)	557	349	377	427
Diameter, middel (mm)	0,40	0,41	0,41	0,40
Vægt, middel (mg)	65,5	45,7	48,0	53,1
Klasse I (%-andel)	40%	24%	20%	28%
Klasse II (%-andel)	40%	45%	50%	45%
Klasse III (%-andel)	20%	31%	30%	28%

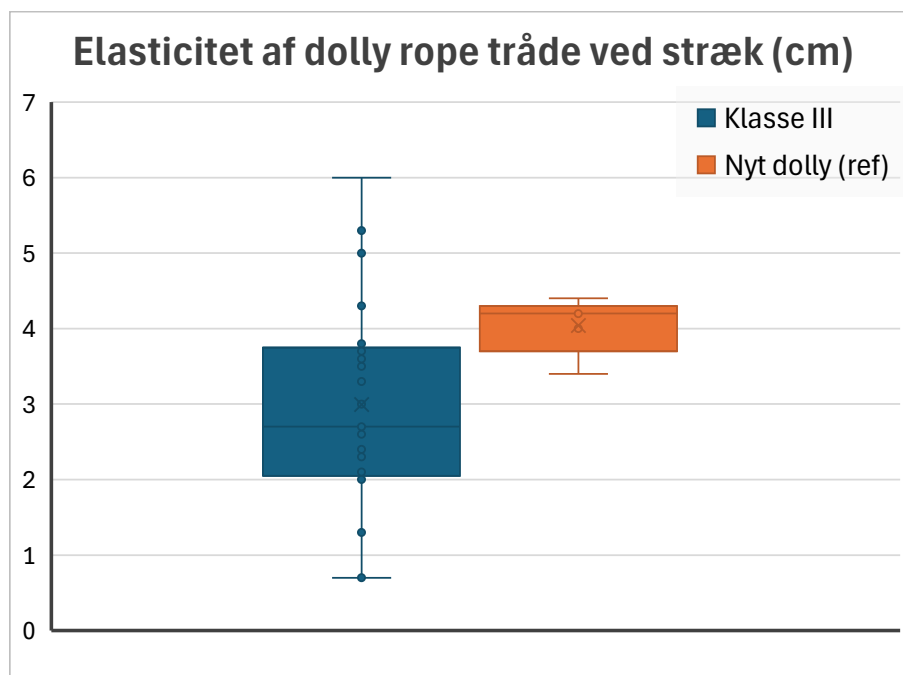
Brudstyrkemålinger viste, at dolly rope fra klasse III knækkede ved et gennemsnitligt træk på $31,1 \pm 12,7$ N, mens nyt dolly rope først brød ved $54,4 \pm 2,5$ N (se Figur 3.2). Dette indikerer en markant reduktion i styrke for trådene indsamlet på strandene, hvilket kan tilskrives, at de blevet beskadiget under brug, eller mens de har været tabt til havmiljøet.

Figur 3.2. Brudstyrke af dolly rope tråde ved fysisk træk målt som Newton (N) for dolly rope dels indsamlet på stranden og klassificeret som Klasse III, dels en reference fremskaffet som nyt. Box-whisker plot angiver median, 25 og 75% percentiler samt minimums- og maksimumsværdier.



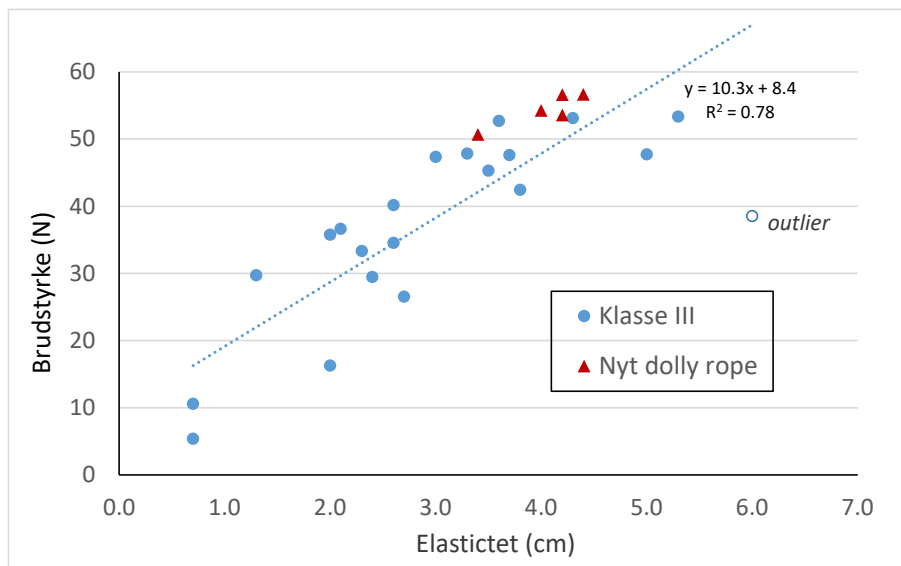
Tilsvarende viste trækmålinger, at dolly rope fra klasse III generelt havde lavere elasticitet end referenceprøverne og dermed var beskadiget. Dog udviste 19 % af trådene i klasse III en overraskende høj elasticitet (forlængelse > 4 cm), mens 52 % havde en betydelig lavere elasticitet (< 3 cm) sammenlignet med det nye dolly rope med elasticitet på omkring 4 cm (se Figur 3.3).

Figur 3.3. Elasticitet af dolly rope tråde ved fysisk træk målt som maksimal forlængelse (cm) af tråd før tråden knækker for dolly rope dels indsamlet på stranden og klassificeret som Klasse III, dels en reference fremskaffet som nyt. Box-whisker plot angiver median, 25 og 75% percentiler samt minimums- og maksimumsværdier.



Ud fra data for brudstyrke og elasticitet blev der identificeret en tydelig korrelation mellem disse fysiske parametre (Figur 3.4). Tråde med lav brudstyrke udviste generelt også lav elasticitet, hvilket understøtter hypotesen om, at en begyndende nedbrydning gør trådene mere skrøbelige og lettere at fragmentere.

Figur 3.4. Afbildet sammenhæng mellem elasticitet af dolly rope tråde og trådenes brudstyrke målt i Newton (N).



Et øget skadesniveau i klasse III kan også synligt ses ved, at der er fremkommet mikrorevner, afskalning af små plastfragmenter og andre deformationer i dolly rope trådene (figur 3.5). Disse skader kan være fremkommet under eksponering til de naturlige miljøforhold (f.eks. sollys og slid) eller i forbindelse med brug, mens dolly rope trådene stadig var påsat trawlnettene.

Figur 3.5. Et tydeligt eksempel på en skadet dolly rope tråd i Klasse III med bl.a. dannelse af mikrorevner og mange anlæg til afskalning af små mikropplastikfragmenter.



3.2 FTIR spektroskopisk karakterisering af aldringstegn i PE dolly rope fra miljøet

Over tid udsættes dolly rope for miljømæssige påvirkninger som lys, mekanisk slid og oxidation, hvilket fører til en gradvis kemisk nedbrydning. En af de mest anvendte metoder til at analysere denne kemiske forandring er Fourier Transform Infrared (FTIR) spektroskopi, som kan identificere specifikke kemiske grupper dannet under nedbrydningsprocessen.

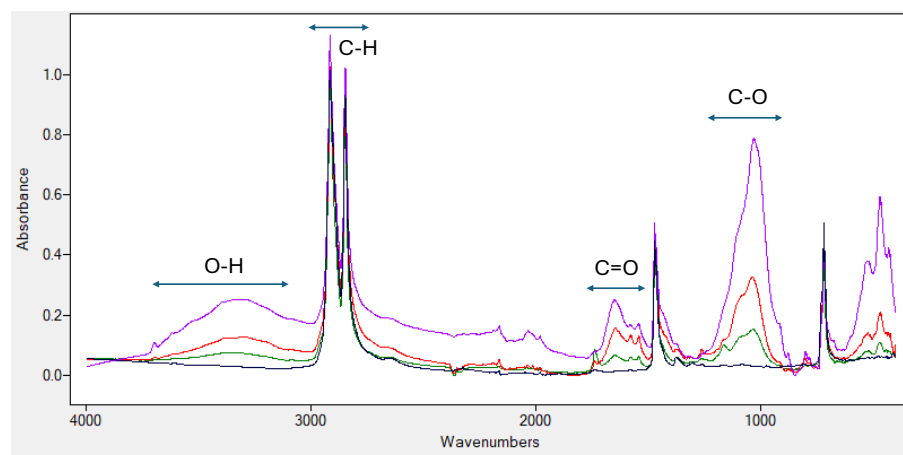
FTIR-spektroskopiske analyser af dolly rope er gennemført ved brug af Attenuated Total Reflectance (ATR) teknikken, som gør det muligt at analysere

overfladeegenskaberne af materialet uden omfattende prøveforberedelse. Til dette formål er der anvendt Agilent Cary 620 FTIR-spektrometer i kombination med en PIKE GladiATR enhed med diamant.

Den kemiske nedbrydning af polyethylen i dolly rope vurderes ud fra oxidationsprodukter, som kommer til udtryk i dannelsen af funktionelle grupper såsom carbonyler, hydroxy-grupper, carboxylsyrer og estere. Disse grupper kan identificeres i FTIR-spektret ved deres karakteristiske absorptionsbånd (Mohammed m.fl. (2017), se også Figur 3.6:

- C=O bindinger (carbonyl-grupper) ved $1800 - 1500 \text{ cm}^{-1}$
- C-O bindinger (carbon-oxygen grupper) ved $1250 - 850 \text{ cm}^{-1}$
- O-H bindinger (hydroxyl-grupper) ved $3700 - 3100 \text{ cm}^{-1}$

Figur 3.6. Eksempler på FTIR-spektre af felt-indsamlet dolly rope med tre forskellige grader af oxidation sammenholdt med referencen af nyt dolly rope (sort spektre) uden væsentlige tegn på oxidation. Absorptionsbånd er fremhævet for de udvalgte funktionelle grupper anvendt til beregning af indeks-værdier for oxidation af PE-materialet.



Indeksværdier for oxidativ nedbrydning beregnes ved at sammenholde integralet af toppenes intensitet af de ovennævnte bølglængde-områder med referencebåndene fra C-H vibrationer i bølglængdeområdet $3000 - 2750 \text{ cm}^{-1}$. Dermed kan beregnes tre indeks-værdier til at beskrive den oxidative nedbrydning i PE er hhv. carbonyl-indeks (relativ C=O intensitet), carbon-oxygen indeks (relativ C-O intensitet) og hydroxyl-indeks (relativ O-H intensitet) jf. f.eks. Benítez m.fl., 2013.

FTIR-analyserne viser, at nye dolly rope prøver leveret af vodbinderfirmaet Cosmos Trawl kun udviser svage tegn på oxidation med indeksværdier på $0,8 \pm 0,7\%$ (middel $\pm$ SD). Derimod har alle de feltindsamlede prøver gennemgået betydelig kemisk nedbrydning, hvilket dokumenteres af markante stigninger i oxidationsindekserne:

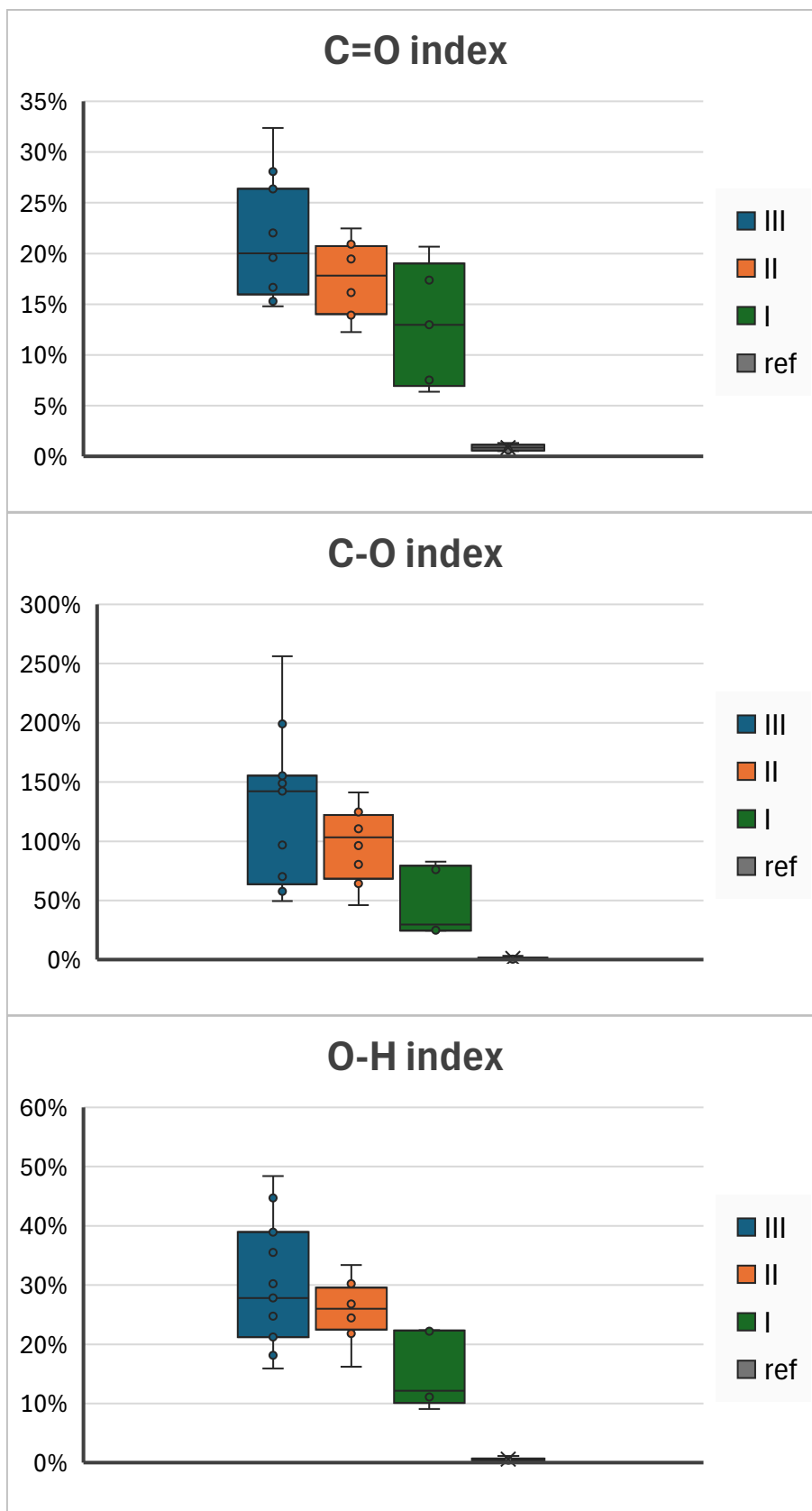
- Carbon-oxygen indeks: $100 \pm 57\%$
- Hydroxyl-indeks: $25 \pm 10\%$
- Carbonyl-indeks: $18 \pm 6\%$

Figur 3.7. a-c.

a) Carbonyl (C=O) indeks, b) carbon-oxygen (C-O) indeks og hydroxyl (O-H) indeks målt i hhv. nyt PE dolly rope (ref.) og dolly rope indsamlet på kysten og opdelt i skadesniveau I, II og III ud fra en visuel bedømmelse.

Der er en gradvis stigende tendens i indeks-værdierne fra klasse I til III, og alle er markant højere end referencen af nyt dolly rope.

Box-whisker plot angiver median, 25 og 75% percentiler samt minimums- og maksimumsværdier.



Dolly rope karakteriseret visuelt i skadesniveau klasse III udviste generelt en større grad af oxidativ nedbrydning sammenholdt med klasse II og I, hvilket også indikerer en sammenhæng mellem fysisk og kemisk nedbrydning (Figur 3.7a-c). Den oxidative nedbrydning svækker polyethylenets struktur, hvilket gør materialet mere skørt og dermed mere tilbøjeligt til at fragmentere til mikroplastik.

3.3 Dolly rope som potentiel kilde til mikroplastik

For at vurdere i hvilket omfang dolly rope kan være en direkte kilde til mikroplastik blev der udført en mindre undersøgelse, hvor dolly rope blev udsat for kontrolleret fysisk stresspåvirkning med ultralyd i laboratoriet for at accelerere den potentielle frigivelse af mikroplastik.

Figur 3.8. Dolly rope tråd i skadesniveau Klasse III er anvendt til forsøg med frigivelse af mikroplastik-fragmenter under påvirkning til én times ultralydspåvirkning.

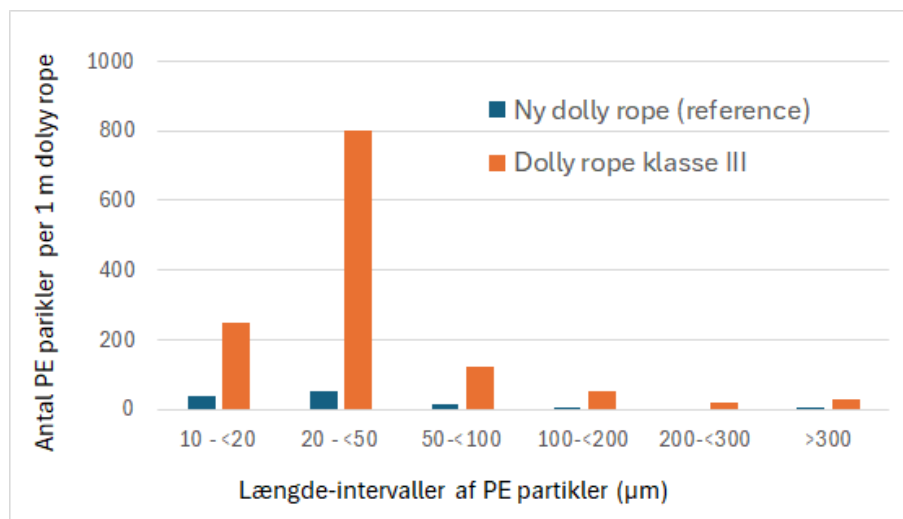


1 meter (dvs. opklippet i 20 stykker på ca. 5 cm) monofilamenttråd af dolly rope fra hhv. en ny referenceprøve og dolly rope karakteriseret til skadesniveau klasse III (Figur 3.8) blev i 100 ml saltvand udsat for 30 minutters ultralydsbehandling. Prøverne blev efterfølgende filtreret med 10 μm stålnet og derpå overført til en silikonemembran (diameter 13 mm), der blev analyseret vha. μFTIR -billedanalyse (Agilent Cary 620/670 med FPA 128x128 transmission, pixelstørrelse 5,5 μm).

Opgørelse af antal og størrelsesfordeling samt massen af det dannede mikroplastik af polyethylen blev udført vha siMPle software v.1.3.3 (<https://simple-plastics.eu/>) og et internt AU referencebibliotek (MPlibraryAU v.5.5).

Dette viste, at der fra stykket af dolly rope indsamlet på stranden karakteriseret som klasse III og med tydelige tegn på forvitring i overfladen var en markant større frigivelse af mikroplastik sammenholdt med referencen af nyt dolly rope (Figur 3.11). I alt blev der frigivet 1270 mikroplastik partikler fra stykket på 1 m af klasse III dolly rope sammenholdt med 103 stykker mikroplast fra stykket med ny dolly rope. Partikel størrelser på < 100 μm udgjorde hovedparten (86%) af den frigivne mikroplastik. Kun 30 partikler, svarende til 1%, var >300 μm , men disse udgjorde 55% af den samlede frigivne masse af PE mikroplastikpartikler.

Figur 3.9. Størrelsesintervaller af frigivet mikroplastik fra dolly rope tråd i skadesniveau Klasse III sammenholdt med referenceprøve af nyt dolly rope.



Dette viser, at dolly rope, der er tabt til havmiljøet og skyllet op på kysterne, kan være en betydelig kilde til især de små mikroplast-partikler.

4 Miljøpåvirkninger af dolly rope

På grund af den udbredte forekomst af dolly rope i havmiljøet kan forureningen med dolly rope også have nogle alvorlige miljømæssige konsekvenser, bl.a. for havfugle i Nordsøen og Nordatlanten. Stykker af dolly rope spredes i havmiljøet som marint affald, hvor de kan udgøre en trussel for særligt havfugle, der kan blive viklet ind (entanglement), eller pga. utilsigtet indtagelse (ingestion), så det kan findes blandt maveindholdet. Særligt i forbindelse med fouragering og redebygning er havfugle sårbare over for den udbredte plastforurening i havet.

Havfugle, som f.eks. sule (*Morus bassanus*) og ride (*Rissa tridactyla*), er kendt for at benytte stykker af snore og net som redemateriale. I mange fuglekolonier i Nordsøen og Nordatlanten indeholder en stor andel af rederne sådanne plastmaterialer, herunder også dolly rope.

Figur 4.1. En sule med dolly rope i næbbet fotograferet ved Skagen gren. Den vil formentlig hjembringe det som redemateriale til kolonien.



Figur 4.2. Sulekoloni fra Runde i Norge, hvor det ses, at rederne ofte er fyldt med stykker af snore og net, herunder også betydelige mængder af dolly rope. Foto: Rouven Schmitting



Figur 4.3. En ride, der bruger dolly rope som redemateriale i kolonien ved Bulbjerg i Nordjylland. Foto: Jakob Strand.



Herhjemme er forekomsten af dolly rope dokumenteret i ride-kolonien ved Bulbjerg på den jyske vestkyst samt i de store fuglekolonier i Tyskland og Norge. Her observeres det regelmæssigt, at fuglene aktivt samler stykker af dolly rope sammen med andre stykker af snore og net til deres reder, hvilket kan have alvorlige konsekvenser for unger og voksne fugle. Disse plastmaterialers solide styrke og manglende biologiske nedbrydelighed betyder, at fugle kan blive fanget i deres egne reder, hvilket kan føre til alvorlige skader eller død.

Der er også observeret flere eksempler på havfugle, der er viklet ind i snore og net, herunder dolly rope, til havs og som ilanddrevne fugle på strande. Neden for er vist to typiske danske eksempler for sule.

Figur 4.4. Eksempel fra Fanø i Vadehavet, hvor en død sule er blevet stranguleret som følge af dolly rope. Den stramme indvikling af snorene i fuglens halsregion tyder på, at fuglen har oplevet en langsom og smertefuld død.



Figur 4.5. Eksempel fra Kattegat ud for Gilleleje med en flyvende sule observeret alvorligt viklet ind i dolly rope, hvilket formentligt hindrer dens evne til at flyve frit. Dette kan have betydelige konsekvenser for fuglens jagtevn og overlevelseschancer. Foto: Per Bækgaard



Lignende tilfælde er dokumenteret i vores nabolande, hvor døde fugle, der er viklet ind i plastaffald, årligt kan findes på strande (Camphuysen, 2001). I nogle kolonier er risikoen for at havfuglene bliver viklet ind i plast et så udbredt problem, at det anses for en betydelig trussel (Votier m.fl., 2011; Elasmocyan, 2020; Thünen-Institut, 2022).

Ud over at havfugle kan blive viklet ind i dolly rope, er der også en risiko for, at havfugle som f.eks. malleuk utilsigtet indtager forskellige plastfragmenter, herunder plastsnore i forbindelse med deres fødesøgning. Nogle havfugles naturlige fourageringsadfærd, som f.eks. hos malleuk og ride, indebærer ofte, at de opsamler genstande fra havets overflade, hvilket kan føre til, at plastfragmenter fejlagtigt også kan blive indtaget som føde. Ved indtagelse kan plasten forårsage fysiske skader i fordøjelsessystemet, blokering af tarmen og en falsk følelse af mæthed, hvilket kan reducere fuglenes evne til at optage næring. De potentielle langtidsvirkninger kan omfatte vægttab, reduceret reproduktionsevne og øget dødelighed.

5 Diskussion og konklusion

Dolly rope, der er polyethylen (PE) reb og tråde, der anvendes ifm. nogle former for fiskeri med bundtrawl, udgør en betydelig kilde til fiskerirelateret makroaffald i det danske havmiljø, særligt i Nordsøen og Skagerrak. I forbindelse med den nationale overvågning på referencestrande på den jyske vestkyst i perioden 2018-2024 er dolly rope fundet til at være blandt de fem hyppigst registrerede affaldsgenstande. I gennemsnit (median) er der ved kvartalsmæssige surveys fundet mellem 14 og 43,5 stykker per 100 m strand, mens det maksimale fund på en enkelt survey var 250 stykker dolly rope. Da enkelttrådene typisk er orange, blå og sorte, antages det i overvågningen, at de primært stammer fra brugen af dolly rope.

Andre overvågningsdata viser også, at dolly rope forekommer på strande i de indre danske farvande, bl.a. i Limfjorden og i Køge Bugt. Internationale data fra OSPAR's overvågningsdatabase understøtter, at dolly rope er en udbredt forureningstype og er blevet registreret på overvågningsstrande i stort set alle OSPAR-lande mellem 2020 og 2024. Dette viser, at dolly rope-forurening er et bredere internationalt problem og ikke kun en lokal udfordring.

Laboratorieanalyser viser, at dolly rope, der indsamles fra strande, udviser betydelige tegn på mekanisk og kemisk nedbrydning sammenlignet med nyt dolly rope. Specifikt er der observeret mikrorevner, afskalning af plastfragmenter og andre deformationer, der indikerer en kombineret fysisk og kemisk nedbrydning, bl.a. gennem oxidativ forvitring. Nedbrydningen svækker strukturen i polyethylen-polymeren og gør materialet mere skørt, hvilket øger risikoen for fragmentering til mikroplast. Resultaterne viser desuden, at dolly rope i højere skadesniveau (klasse III) har en mere udtalt oxidativ nedbrydning end tråde i lavere skadesniveauer (klasse I og II).

Ud over at være kilde til mikroplastik er den primære påvirkning af dolly rope på dyrelivet risikoen for, at de bliver viklet ind, særligt for havfugle som sule, der kan sidde fast i de større stykker af dolly rope i forbindelse med fødesøgning eller brug af dolly rope som redemateriale i deres kolonier. Dette kan medføre alvorlige skader eller dødelighed blandt berørte arter.

I forhold til at reducere dolly rope-forureningen er en udfasning eller et forbud en potentiel løsning. Dog kan brug af erstatningsmaterialer også stadig have miljømæssige udfordringer. Eksempelvis kan anvendelse af sorte gumstroppe som alternativ resultere i en anden form for forurening med skadeligt affald, særligt hvis materialet slides af under bundtrawlsfiskeri med f.eks. bomtrawl. Mere nedbrydelige materialer kunne være en mere hensigtsmæssig løsning, men det kræver yderligere forskning for at finde en bæredygtig erstatning, der opretholder den nødvendige beskyttelse af trawlnet i erhvervsfiskeri. Derimod vil overgang til nye fangstmetoder helt uden bundslæbende redskaber automatisk også sætte en effektiv stopper belastningen med dolly rope.

5.1 Samlet konklusion

Dolly rope er en veldokumenteret kilde til marin forurening i Danmark og internationalt. Derudover peger analyser på, at dolly rope nedbrydes over tid og bidrager til mikroplastforurening. Effekterne på dyrelivet er primært relateret til risikoen for, at bl.a. havfugle kan blive viklet ind, og mulige erstatningsmaterialer for dolly rope skal vurderes grundigt for at undgå utilsigtede miljømæssige konsekvenser. Samlet set understreger denne viden behovet for en fortsat overvågning samt udvikling af bæredygtige alternativer for at minimere dolly ropes negative indvirkning på miljøet.

5.2 Taksigelse

En tak rettes til Louise Feld, der var med i opstartsfasen af projektet, Sara Accornero, der var studerende ved Danmarks Tekniske Universitet (DTU), og som udførte en projektopgave om dolly rope i forbindelse med et besøg på Aarhus Universitet og Sannie Herleen Hofgaard, laborant, som bidrog med forskellige laboratorieanalyser.

6 Referencer

Accornero S. (2022). Dolly ropes, an important marine source to plastic pollution in Danish waters, a student special course report from the Technical University in Denmark based on experiments conducted at Aarhus University, October - December 2022. Supervisors Jakob Strand og Torkel Gissel Nielsen.

Accornero S. (2023). Can the influx of dolly rope fragments from the North Sea explain the observed abundance of microplastics in the Limfjord? Master thesis at the Technical University in Denmark National Institute of Aquatic Resources (DTU AQUA), Denmark.

Camphuysen, C. J. (2001). Northern gannets *Morus bassanus* found dead in The Netherlands, 1970–2000. *Atlantic Seabirds*, 3: 15–30.

COWI (2020). Virkemiddelkatalog for marint affald, rapport for Miljø- og Fødevareministeriet, Juni 2020, https://fvm.dk/Media/638466229961799168/2020_06_02_Virkemiddelkatalog_for_marint_affald_MFVM.pdf

ElasmOcean (2020). Basstølpel und Dolly Ropes – Helgolands Plastikproblem, <https://elasmOcean.org/basstoelpel-und-dolly-ropes-helgolands-plastikproblem/>

EU Directive 2019/904 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/904/oj>

Feld L, Metcalfe RA & Strand J. (2019). Mængder, sammensætning og trends i udviklingen af marint affald på danske referencestrande. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 44 s. - Videnskabelig rapport nr. 359 <http://dce2.au.dk/pub/SR359.pdf>

Feld L, Metcalfe RA & Strand J. (2022). Overvågning af marint affald i Danmark i 2021 – Mængder, sammensætning og trends. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 20 s. – Teknisk rapport nr. 222 <http://dce2.au.dk/pub/TR222.pdf>

Feld L, Metcalfe RA & Strand J. (2023). Overvågning af marint affald i Danmark i 2022 – Mængder, affaldstyper og kilder. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 20 s. – Teknisk rapport nr. 262 <http://dce2.au.dk/pub/TR262.pdf>

Fleet, D., Vlachogianni, Th. & Hanke, G. (2021). A Joint List of Litter Categories for Marine Macrolitter Monitoring. EUR 30348 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-21445-8, <https://doi.org/10.2760/127473>, JRC121708

Fotopoulou, K.N., Karapanagioti, H.K. (2017). Degradation of Various Plastics in the Environment. In: Takada, H., Karapanagioti, H.K. (eds) Hazardous Chemicals Associated with Plastics in the Marine Environment. The Handbook of Environmental Chemistry, vol 78. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/698_2017_11

Galgani, F., Strand J. m.fl. (2023). Guidance on the monitoring of marine litter in European seas: An update to improve the harmonised monitoring of marine litter under the Marine Strategy Framework Directive, JRC Technical Report; Nr. 133594, European Union. 200 p. <https://doi.org/10.2760/59137>

Mohamed M.A., Jaafar J., Ismail A.F., Othman M.H.D., Rahman M.A. (2017). Chapter 1 - Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy introduction, Membrane Characterization 2017; 3-29, <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63776-5.00001-2>

OSPAR (2020). CEMP Guidelines for marine monitoring and assessment of beach litter, OSPAR Agreement 2020-02, EIHA(2) WP 20/01/04-Add.1, <https://www.ospar.org/documents?v=44122>

OSPAR (2021). Action Briefing Note: ACTION 37 on Dolly rope, Inside OSPAR RAP 1: Fisheries related actions, <https://www.ospar.org/work-areas/eiha/marine-litter/regional-action-plan/fisheries-related-actions/dolly-rope>

OSPAR (2022). OSPAR's Second Regional Action Plan for the Prevention and Management of Marine Litter in the North-East Atlantic (2022 – 2030), OSPAR Agreement 2022-05, <https://www.ospar.org/work-areas/eiha/marine-litter/regional-action-plan>

OSPAR (2024): OSPAR beach litter database, dataudtræk d. 1. december 2024, <https://beachlitter.ospar.org/>

OSPAR (2025). Background Document on the use of chafing gear with a focus on dolly ropes as a source of marine litter in the OSPAR Maritime Area. Environmental Impacts of Human Activities, Publication Number: 1088/2025, 28 pp, <https://www.ospar.org/documents?v=63725>.

Song Y.K., Kim U.S., K.T-H. (2024). Weathering effects on microplastic production in fishing rope hauler operations: mechanical abrasion, European Geosciences Union General Assembly 2024 (EGU24), held 14-19 April, 2024 in Vienna, Austria, DOI: [10.5194/egusphere-egu24-7079](https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-7079)

Strand, J., Feld, L & Metcalfe R. d'A. (2022). Teknisk anvisning fra DCE M29: Overvågning af marint affald på danske strande, version 3, https://ecos.au.dk/fileadmin/ecos/Fagdatacentre/Marin/TA_M29_Marint_affald_ver3.pdf

Strand J, Feld L, Strietman WJ, Tairova Z, Metcalfe R. d'A. (2023a). A source assessment of marine litter in the Skagerrak subregion. - Outcome of an international Litter ID workshop 2022. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 29 pp. Technical report No. 298, https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Tekniske_rapporter_250-299/TR298.pdf

Strand J. & Metcalfe RA. (2023b). Overvågning af marint affald på danske strande i Danmark i 2023 – Mængder, sammensætning og trends. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 27 s. – Teknisk rapport nr. 299, https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Tekniske_rapporter_250-299/TR299.pdf

Thünen-Institut (2022). Bunt, unkaputtbar – und überflüssig. I: Wissenschaft erleben 2022/2: 12-13, <https://www.thuenen.de/de/themenfelder/meere/bewertung-der-meeresumwelt-und-schutzkonzepte/bunt-unkaputtbar-und-ueberfluessig>

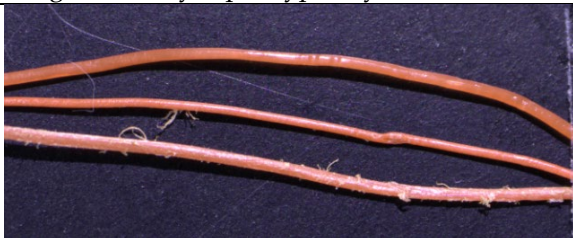
Votier S.C., Archibald K., Morgan G., Morgan L. (2011). The use of plastic debris as nesting material by a colonial seabird and associated entanglement mortality. Marine Pollution Bulletin 62: 168–172, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.11.009>

Welden N.A., Cowie P.R. (2017). Degradation of common polymer ropes in a sublittoral marine environment. Marine Pollution Bulletin 118, 1-2: 248-253, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.02.072>

Appendix 1. Dolly rope characters for beach litter identification

J232: Single threads/filaments from blue, black or orange string that are used to protect bottom trawling nets against wear and tear. A dolly rope consists of around 30 strings; each string has around 25 threads.

J235: Tangles of blue, black or orange rope that are used to protect bottom trawling nets against wear and tear. A dolly rope consists of around 30 strings; each string has around 25 threads. The dolly rope string as well as the separated threads can occur in tangles in the marine environment. Tangles of dolly rope should consist entirely of dolly rope. Description of J232 and J235 from Fleet m.fl. (2022).

Thickness of monofilaments:	Typically, 0.3 – 0.5 mm
Colours:	Orange, blue or black
Length:	Single monofilaments: Typically, 10 – 60 cm Tangles of dolly rope: Typically, 30 – 150 cm
Other characters:	
Monofilaments are strong polyethylene (PE) threads.	
The smooth surface (fresh thread above) becomes less polished when weathered/aged at sea (below) →	



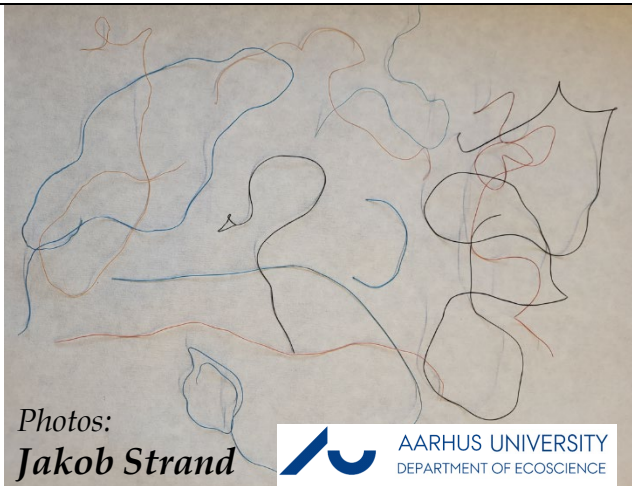
Black and orange dolly rope attached to a piece of green trawl net. Denmark 2022



A large tangle of dolly rope based on several strings, each containing several thin threads



Examples of tangled dolly ropes (J235) from the Danish North Sea coast



Photos:
Jakob Strand
AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ECOSCIENCE
Ten examples of single dolly rope like threads (J232) from the Danish North Sea coast

DOLLY ROPE SOM KILDE TIL PLASTIKFORURENING I DANSKE FARVANDE

Opgørelser af forekomst af fiskeri-relateret dolly rope på strande og vurdering af potentiel kilde til mikroplastik og miljøpåvirkninger

Dolly rope er et plastbaseret materiale, primært af polyethylen, der bruges i bundtrawlfiskeri og især ved brug af bomtrawl til at beskytte trawlnet mod slid. Det anvendes især i Nordsøen og vurderes årligt at bidrage med ca. 100.000 kg plast til havmiljøet, da trådene slides af og spredes som affald. Dolly rope er blandt de mest registrerede plasttyper i OSPAR's database og udgør op til 40 % af fiskerirelateret plastaffald langs Nordsøens kyst, hvor det kan udgøre en trussel til dyrelivet, bl.a. havfugle. Over tid når plastikken ældes og forvitte kan materialet blive en kilde til mikroplast, hvilket i rapporten også er blevet påvist med laboratorieundersøgelser.