



MIKROPLAST I SEDIMENTER FRA MAREANO-OMRÅDET

Mareano-undersøkelser i 2024

RAPPORT FRA
HAVFORSKNINGEN
NR. 2026-1

Tittel (norsk og engelsk):

Mikroplast i sedimenter fra Mareano-området
Microplastics in sediments from the Mareano-region

Undertittel (norsk og engelsk):

Mareano-undersøkelser i 2024
Mareano studies - 2024

Rapportserie:

Rapport fra havforskningen
ISSN:1893-4536

År - Nr.:

2026-1

Dato:

05.01.2026

Distribusjon:

Åpen

Oppdragsgiver(e):

Mareano

Forfatter(e):

André Marcel Bienfait, Fred Olav Libnau, Jennifer Gjerde (HI), Henning Jensen (NGU), Ana Banica (NGU) og Stepan Boitsov (HI)

Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Lasse Taranger
Programleder(e): Frode Vikebø

Antall sider:

118

Sammendrag (norsk):

Plastforsøpling (makro-, meso-, mikro- og potensielt nanoplast) har blitt gjenkjent som et globalt problem de siste årene. Mikroplast har blitt funnet i alle undersøkte deler av miljø og i et stort antall dyre- og plantearter. På verdensbasis øker produksjonen av plast fortsatt, mens avfallhåndteringen i store deler av verden er fortsatt utilstrekkelig utviklet, som er forventet å gi en økende plastforsøpling i årene som kommer. Marine sedimenter ansees som et endepunkt i mikroplastens reise gjennom økosystemet. Her akkumulerer mikroplast partikler av mange forskjellige polymer-(plast)typer, selv de som på grunn av sin lavere tetthet enn sjøvann bør flyte på havoverflaten.

I 2024 har Mareano-prosjektet valgt ut 16 stasjoner til mikroplast-analyse. Av disse stasjonene ligger 12 i områder tiltenkt utbygging av havvind (3 i område Vestavind-B, 2 i område Vestavind-F og 8 i område NSJ Sørvest-F), 2 stasjoner ligger i Kvitøyrenna øst for Svalbard og én stasjon i område Lista-Norskerenna nær Lindesnes. Havforskningsinstituttet (HI) har på oppdrag av Mareano-prosjektet utført analysene, mens prøvetaking var utført av NGU. Sedimentprøvene (100 – 200 g våtvekt) ble homogenisert, en tetthetsseparasjon ble gjennomført i spesialkonstruerte «bauta» i en konsentrert saltløsning (sinkklorid (ZnCl_2), $\rho \sim 1,55 \text{ g/cm}^3$). Prøvene ble deretter filtrert over en 20 μm stålfiler. Filteret ble brettet til en konvolutt for å sikre partiklene og beskytte prøven mot kontaminering. Deretter fulgte kjemiske behandlinger for å fjerne/reducere biologisk materiale som tre og skjellfragmenter. Etter overføring til et analysefilter (PTFE, 3,0 μm porestørrelse) og tørking, ble prøvematerialet analysert på antall, størrelse og type av mikroplastpartikler ved hjelp av infrarød-mikroskopisk bildegiving (μIR). Prøvematerialet ble videre overført til et glassfiberfilter (GF/C 1,2 μm porestørrelse), tørket og analysert på konsentrasjoner av forskjellige mikroplasttyper ved hjelp av pyrolyse-gass-kromatografi-massespektrometri (py-GC-MS).

Mikroplastkonsentrasjoner i overflatesedimenter (0-2 cm) ble bestemt til 53-1265 [606-7620] med et gjennomsnitt av 414 [2653] og en standardavvik av ± 335 [1874] mikroplast partikler per kg tørrvekt (MP/kg tv.) med en nedre deteksjonsgrense av 45 [20] μm , ved hjelp av μIR -spektroskopi. Ifølge py-GC-MS inneholder disse overflateprøvene mikroplastkonsentrasjoner mellom 9 og 682 (171 ± 181) mikrogram per kg tørrvekt ($\mu\text{g/kg tv.}$). I Vestavind-B-overflateprøvene ble det detektert 183-1265 [1524-7620] (741 ± 443) [4851 ± 2519] MP/kg tv., og massekonsentrasjoner fra 379 til 682 (504 ± 129) $\mu\text{g/kg tv.}$, mens det ble funnet lavere nivåer i overflateprøvene fra Vestavind-F området med 305 og 366 [1876 og 2194] (gjennomsnitt 335 [2035]) MP/kg tv., og

mikroplastkonsentrasjoner av 89 og 117 (gjennomsnitt 103) $\mu\text{g/kg tv.}$ Lavest mengde og konsentrasjon av mikroplast ble funnet i overflateprøvene fra NSJ Sørvest-F området, der det ble detektert med 53-488 [606-4083] (201 ± 152) [1768 ± 1372] MP/kg tv., og massekonsentrasjoner fra 9 til 226 (66 ± 65) $\mu\text{g/kg tv.}$ I overflateprøvene fra Kvitøyrenna området ble det detektert forholdsvis høye antall av 728 og 878 [2687-3450] (gjennomsnitt 803 [3068]) MP/kg tv., og massekonsentrasjoner av 162 og 232 (gjennomsnitt 197) $\mu\text{g/kg tv.}$, som viser enda en gang at selv arktiske strøk er påvirket av plastforurensing. Partikkelantallkonsentrasjonen i Lista-Norskerenna området målt ved hjelp av μIR -spektroskopi er 519 [3541] MP/kg tv. og massekonsentrasjonen ble bestemt til 97 $\mu\text{g/kg tv.}$, ifølge py-GC-MS.

Ser man på gjennomsnittlig antall og massekonsentrasjoner av kjerneprøvene, så følger trendene stort sett den funnet i overflateprøvene. Som i tidligere undersøkelser, fant man også i kjernene undersøkt i foreliggende rapport mikroplast i alle sedimentlag, uansett alderen, som generelt kan forklares av bioturbasjon. For det meste ser det ut til å være en tendens til økte mengder/konsentrasjoner av mikroplast i de øvre (nyere) sedimentlagene, men det fantes unntak som viste en motsatt trend, som kan være begrunnet med en ung alder av disse kjernene.

Sammensetningen av plasttyper i Kvitøyrenna, Vestavind-B og -F er dominert av lette (lav-tetthets) plasttyper som polyetylen (PE) og polypropylen (PP). De mer grovkornete sedimenter tatt fra NJS Sørvest-F viser et høyere andel tyngre (høy tetthets) plasttyper, spesielt polyvinylklorid (PVC). Lista-Norskerenna området skilte seg ut med en spesielt variert sammensetning av plasttypene som ble detektert. Den dominerende plasttypen i alle områder er PE, i både μIR -spektroskopi og i py-GC-MS.

Sammendrag (engelsk):

Plastic pollution (macro-, meso-, micro- and potentially nanoplastics) has been recognized as a global challenge during the course of the last years. Microplastics (usually defined as plastic particles $<5 \text{ mm}$ in all dimensions) have been found in all studied environmental compartments and in a large number of animal- and plant species. On a global scale, the production of plastic continues to increase, while large parts of the world still lack proper waste treatment strategies. Thus, plastic pollution is expected to further increase in the years to come. Marine sediments are believed to be the endpoint of the microplastics' journey through the marine ecosystem. Here, microplastic particles of various polymer types accumulate, even those which, according to their lower density as sea water, should remain floating on the surface.

In 2024, the Mareano project selected 16 stations for microplastic analysis. Of these stations, 12 are located in areas intended for offshore wind development (3 in area Vestavind-B, 2 in area Vestavind-F and 8 in area NSJ Sørvest-F), 2 stations are located in Kvitøyrenna east of Svalbard and one station in the Lista-Norskerenna area near Lindesnes. The Institute of Marine Research (HI) carried out the analyses on behalf of the Mareano project.

The sediment samples (100 – 200 g wet weight) were homogenized, a density separation was carried out in specially constructed “bauta” in a concentrated salt solution (zinc chloride (ZnCl₂), $\rho \sim 1.55 \text{ g/cm}^3$). The samples were then filtered over a 20 μm stainless-steel filter. The filter was folded into an envelope to secure the particles and protect the sample from contamination. Chemical treatments followed to remove/reduce biological material such as wood and shell fragments. After transfer to an analysis filter (PTFE, 3.0 μm pore size) and drying, the sample material was analyzed for number, size and type of microplastic particles using infrared-microscopic imaging (μIR). The sample material was further transferred to a glass fiber filter (GF/C 1.2 μm pore size), dried and analyzed for concentrations of different microplastic types using pyrolysis-gas chromatography-mass spectrometry (py-GC-MS). Microplastic concentrations in surface sediments (0–2 cm) were determined to be 53-1265 [606-7620] with a mean of 414 [2653] and a standard deviation of ± 335 [1874] microplastic particles per kg dry weight (MP/kg dw.) with a lower detection limit of 45 [20] μm , using μIR spectroscopy. According to py-GC-MS, these surface samples contain microplastic concentrations between 9 and 682 (171 $\pm$ 181) micrograms per kg dry weight ($\mu\text{g/kg dw.}$). In the Vestavind-B surface samples, 183-1265 [1524-7620] (741 $\pm$ 443) [4851 $\pm$ 2519] MP/kg dw. were detected, and mass concentrations from 379 to 682 (504 $\pm$ 129) $\mu\text{g/kg dw.}$, while lower levels were found in surface samples from the Vestavind-F area with 305 and 366 [1876 and 2194] (mean 335 [2035]) MP/kg dw., and microplastic concentrations of 89 and 117 (mean 103) $\mu\text{g/kg dw.}$ The lowest amount and concentration of microplastic were found in surface samples from the NSJ Sørvest-F area, where 53-488 [606-4083] (201 $\pm$ 152) [1768 $\pm$ 1372] MP/kg dw. were detected, and mass concentrations from 9 to 226 (66 $\pm$ 65) $\mu\text{g/kg dw.}$ In the surface samples from the Kvitøyrenna area, relatively high counts of 728 and 878 [2687-3450] (mean 803 [3068]) MP/kg dw. were detected, and mass concentrations of 162 and 232 (mean 197) $\mu\text{g/kg dw.}$, which again shows that even Arctic regions are affected by plastic pollution. The particle count concentration in the Lista-Norskerenna area measured by μIR spectroscopy is 519 [3541] MP/kg dw. and the mass concentration was determined to be 97 $\mu\text{g/kg dw.}$, according to py-GC-MS. Looking at mean particle counts and mass concentrations of the core samples, the trends generally follow those found in the surface samples. As in previous studies, microplastics were also found in all sediment layers of the cores examined in the present report, regardless of age, which can generally be explained by bioturbation. For the most part there appears to be a tendency toward increased amounts/concentrations of microplastics in the upper (newer) sediment layers, but there were exceptions showing the opposite trend, which may be explained by the young age of those cores. The composition of plastic types in Kvitøyrenna, Vestavind-B and -F is dominated by light (low-density) plastic types such as polyethylene (PE) and polypropylene (PP). The coarser-grained sediments taken from NJS Sørvest-F show a higher proportion of heavier (high-density) plastic types, particularly polyvinyl chloride (PVC). The Lista-Norskerenna area was notable for a particularly varied composition of the detected plastic types. The dominant plastic type in all areas is PE, in both μIR spectroscopy and py-GC-MS.

Innhold

1	Innledning	7
2	Prøvetakingsprosedyre	8
3	Prøvebeskrivelse	9
4	Prøveuttak	12
5	Opparbeiding for mikroplastanalyse	16
6	µIR-Spektroskopiske analyse	18
6.1	Instrumentering	18
6.2	Databehandling	19
7	Metodebeskrivelse py-GC-MS	22
8	Mikroplastnivåer i sedimentkjerner og overflateprøver	23
8.1	Vestavind-B	23
8.2	Vestavind-F	25
8.3	NSJ Sørvest-F	27
8.4	Kvitøyrenna	29
8.5	Lista-Norskerenna	31
8.6	Partikkelstørrelsesfordeling	33
9	Sammenligning med tidligere studier	36
10	Konklusjoner	39
10.1	Metodiske aspekter	39
10.2	Resultater	39
11	Referanser	41
	Vedlegg 1 Bilder fra prøveuttak hos NGU	43
	Vedlegg 2 Bilder fra µIR-spektroskopi	64
	Kvitøyrenna (I)	64
	Kvitøyrenna (II)	66
	Vestavind-B (I)	71
	Vestavind-B (II)	72
	Vestavind-B (III)	74
	Vestavind-F (I)	75
	Vestavind-F (II)	78
	Lista-Norskerenna	79
	NSJ Sørvest-F (I)	81
	NSJ Sørvest-F (II)	82
	NSJ Sørvest-F (III)	83
	NSJ Sørvest-F (IV)	85
	NSJ Sørvest-F (V)	87
	NSJ Sørvest-F (VI)	89
	NSJ Sørvest-F (VII)	91
	NSJ Sørvest-F (VIII)	93
	Metodeblanker (HI)	95
	Luftblanker (HI)	97
	Blanker (NGU)	108

1 - Innledning

Plastforsøpling (makro-, meso-, mikro- og potensielt nanoplast) har blitt anerkjent som et globalt problem de siste årene, ikke minst i havmiljø (for eksempel, Harris 2020). Foreliggende rapport fokuserer på mikroplast (MP) som blir vanligvis definert som plastpartikler $\leq 5,0$ mm i alle tre dimensjoner (Andrady m.fl. 2011). Det finnes primær MP, som er plast produsert i omtalte størrelsesområde, og det finnes sekundære MP, som er MP-partikler generert av større plastobjekter gjennom nedbrytningsmekanismer. Disse mekanismer kan være mekanisk, biologisk, kjemisk, eller lysnedbryting. MP kan ha all slags forskjellige farger og former (fragmenter, film, sfærer og fibre) og bestå av forskjellige polymerer (de vanligste er polyamid [PA], polykarbonat [PC], polyetylen [PE], polyetylentereftalat [PET], poly(metyl metacrylat) [PMMA], polypropylen [PP], polystyren [PS], polytetrafluoroetylen [PTFE], polyuretan [PUR], polyvinylklorid [PVC], polydimetylsiloksan [silikon] osv.), eller kombinasjoner av dem. Egenskapene til de forskjellige plasttypene kan variere sterkt (myk, hard, elastisk, skum) og kan bli modifisert med tilsetningsstoffer, som ikke ble analysert i dette prosjektet. Tettheten til plastpolymerer varierer også betydelig, fra ekstrudert PS skum med $\sim 0,3$ g/cm³ til 2,2 g/cm³ for PTFE. I miljøprøver kan forskjellige faktorer bidra med å forandre den reelle tettheten, mest omtalt er biofilm-danning på mikroplast fragmenter, som kan øke tettheten av lettere MP-typer (med en tetthet lavere enn den av [sjø-]vann) så mye at de synker gjennom vannsøylen ned til sedimentet. Marine sedimenter fungerer som et endepunkt for mikroplast-forurensning i havmiljø (Harris 2020). Mikroplast har blitt funnet i alle undersøkte deler av miljø og i et stort antall dyre- og plantearter. På verdensbasis øker produksjonen av plast fortsatt, mens avfallhåndteringen i store deler av verden er fortsatt utilstrekkelig utviklet, som er forventet å gi en økende plastforsøpling i årene som kommer. Mareano-programmet er et nasjonalt program for detaljert kartlegging av havbunnen i norske havområder, påbegynt i 2005. Siden 2018 leverer Mareano også data på mikroplast i marine sedimenter (se rapporter fra tidligere år på <https://www.mareano.no/resultater/geokjemirapporter>). I denne rapporten presenteres det resultater av målinger av mikroplast i marine sedimenter innsamlet av Mareano i 2024. Prøvene ble tatt i tre områder i Nordsjøen tiltenkt utbygging av havvind (Vestavind-B, Vestavind-F og NSJ Sørvest-F), i Lista-Norskerenna i nærheten av Lindesnes og Kvitøyrenna øst for Svalbard. I tillegg til den regelmessige Mareano-kartleggingen i disse områdene, ble det i 2024 utført en ekstra kartlegging av havbunnen i områdene Vestavind-B og Sørvest-F i Nordsjøen (se kart i kapittel 3 figur 3) på oppdrag fra Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og finansiert av en bevilgning fra Energidepartementet (ED). Kartleggingen hadde som formål å øke kunnskapsnivået om miljø i de områdene som er aktuelle for havvind-utlysning i nær framtid. Detaljer om prøvetakingslokaliteter er gitt i tabell 1 i kapittel 3. Innsamling av prøvene ble utført i samarbeid mellom Norges geologiske undersøkelse (NGU) og Havforskningsinstituttet (HI). HI analyserte prøvene for mikroplast, mens NGU analyserte prøver fra de samme lokalitetene for innhold av totalt organisk karbon (TOC) og kornstørrelsesfordeling (se egen rapport fra NGU på <https://www.mareano.no/resultater/geokjemirapporter>). I NGUs rapport er det også inkludert resultatene fra datering av utvalgte sedimentkjerner basert på måling av ²¹⁰Pb-aktiviteten i sedimentene. Datering ble utført av Gamma Dating Center ved Universitetet i København på oppdrag fra NGU. Alle analysene ble utført i 2025.

2 - Prøvetakingsprosedyre

Prøvetaking ble gjennomført i henhold til Metodedokumentet utarbeidet for Mareanos Kjemiprogram, se <https://mareano.no/resources/Metodedokument-Kjemiprogram-2024.pdf>. Prøvene som har blitt tatt ut til mikroplastanalyse i foreliggende rapport, ble tatt ved hjelp av multikjerneprøvetaker (multicorer, MC), boksprøvetaker (bokscorer, BC) eller Van Veen grabb (GR). Som beskrevet i Metodedokumentet, Pkt. 2.2, blir MC utstyrt med to stålrør til mikroplast prøvetaking og ytterlige fire gjennomsluktige PVC (polyvinylklorid) rør til prøvetaking for øvrige analytter som inngår i Mareanos kjemiprogram.



Figur 1 : Multicorer etter vellykket prøvetaking om bord *FF Kronprins Haakon* i mars 2024 (tokt 2024007003).
Kilde: NGU/Mareano.

Etter vellykket prøvetaking ble stålrørene luft- og vanntett forseglet med PE- (polyetylen) deksler og gaffateip. Gjenlukkingen kan gjennomføres såpass raskt at prøvene bare blir eksponert til omgivelsen i ca. én sekund. Dermed er risikoen for mikroplast-kontaminering via luft svært lav. PE-dekslene kan i prinsipp være en kilde til kontaminering, men siden tettheten (spesifikk vekt) er $<1 \text{ g/cm}^3$, vil disse partiklene holde seg på (sjø-)vannoverflaten, som befinner seg på toppen av sedimentkjernen. Multicoreren er best egnet til myke sedimenter og er det foretrukne verktøyet til mikroplast-prøvetaking. Ved grovkornete/sandholdige sedimenter er det nødvendig å bruke enten en bokscorer, eller som siste utvei en Van Veen grabb. Ved bruk av bokscorer eller grabb, blir stålrør tilsvarende utstyret til multicoreren manuelt presset inn i sedimentet så snart prøven har kommet på dekk og overflatevannet har vært fjernet. I en slik tilfelle er prøven eksponert til omgivelsen i ca. 10 sekunder. Stålrørene blir deretter forseglet som beskrevet over. Prøvene ble lagret oppreist på dekk, eller i båthangaren i tilfellet toktet i Kvitøyrenna, og etter toktet sendt til NGU for videre karakterisering og uttak av prøvene.

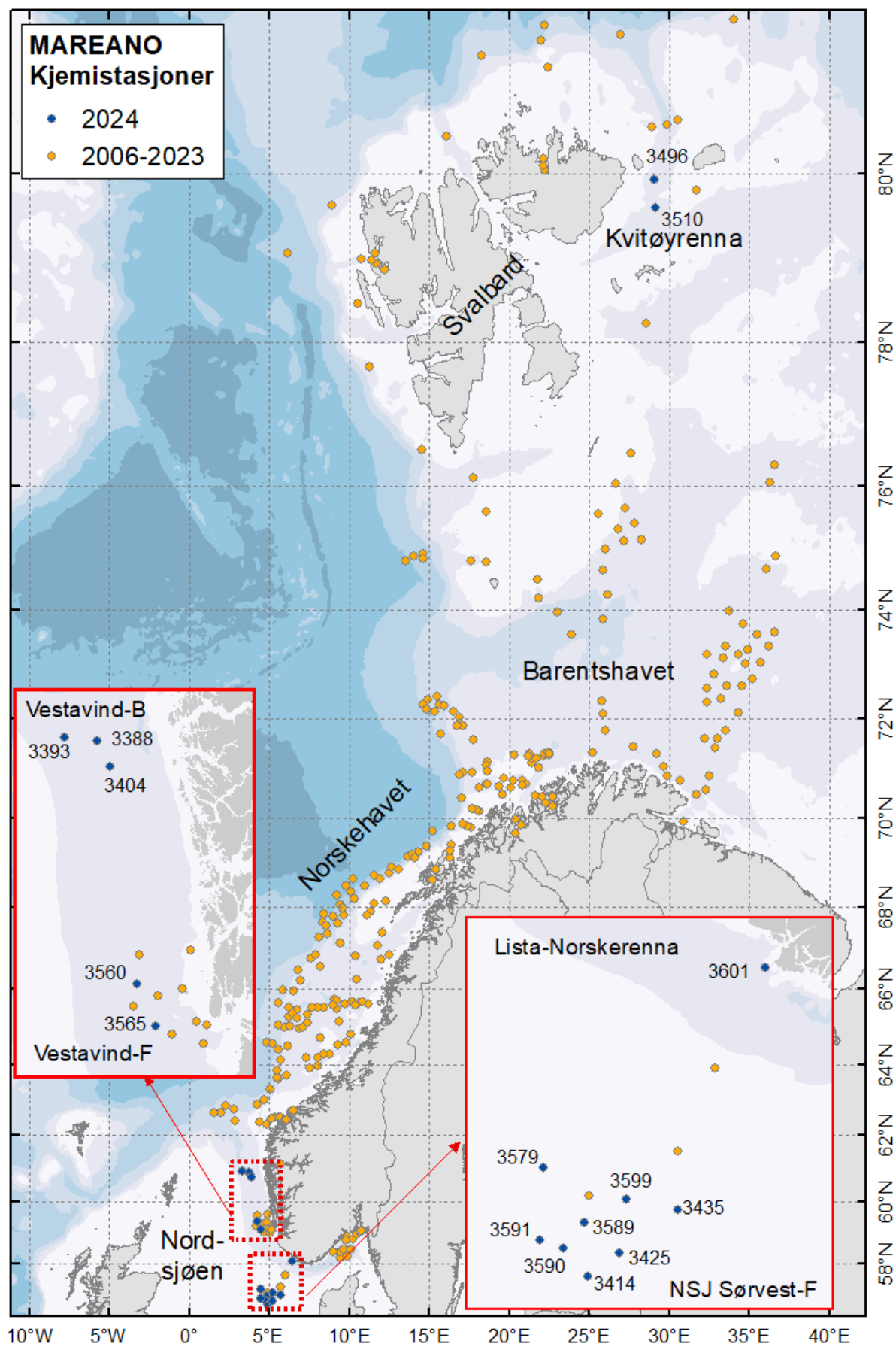
3 - Prøvebeskrivelse

Prøvene ble tatt under Mareano-toktene med forskningsfartøyet «Kronprins Haakon» i mars 2024 i Nordsjøen (tokt 2024007003), og i april 2024 i Kvitøyrenna i Barentshavet (tokt 2024007005), og med forskningsfartøyet «G. O. Sars» i november-desember 2024 i Nordsjøen (tokt 2024001021).



Figur 2 . Forskningsfartøyene benyttet til Mareano-toktene i 2024: " FF G.O. Sars " (til venstre, foto: Erlend Astad Lorentzen, Havforskningsinstituttet), " FF Kronprins Haakon " (til høyre, foto: Michael Poltermann / Havforskningsinstituttet).

Detaljert beskrivelse av prøvetakingslokaliteter er gitt i tabell 1, mens geografisk plassering er vist i figur 3 under. Mareano-toktene i 2024 dekket tre områder som er tiltenkt utbygging av havvind (Vestervind-B, Vestervind-F, NSJ Sørvest-F), Kvitøyrenna øst av Svalbard og Lista-Norskerenna nær Lindesnes. Av de 15 stasjonene der det ble tatt prøver til mikroplast-analyse, ble det valgt to (tre [R3579 ble bare analysert ned til 4 cm]) lokaliteter hvor bare en overflateprøve ble analysert. Ellers ble sedimentkjernene analysert for mikroplast til varierende dybde (se tabell 1).



Figur 2: Oversikt over prøvetakingsområder og lokaliteter for prøvetaking til mikroplastanalyse utført i 2024. Mareano-kjemistasjoner

fra tidligere år er vist med oransje farge. Kart: Kjell Bakkeplass, Havforskningsinstituttet

Tabell 1. Prøvetakingslokaliteter til mikroplast undersøkelser under Mareano-tokt i 2024.

R- Stasjon	Redskaps- nummer	Dato	Område	Program	Breddegrad, N	Lengdegrad, Ø	Vanndybde, m	Prøver analysert	Kjerne- lengde analysert, cm	Antall prøver analysert
R3388	MC01	09.03.2024	Vestavind-B	Mareano- havvind	60°54.13'	3°44.94'	344	b	26	7
R3393	MC02	10.03.2024	Vestavind-B	Mareano- havvind	60°55.18'	3°19.83'	344	b	10	4
R3404	MC03	12.03.2024	Vestavind-B	Mareano- havvind	60°44.03'	3°55.28'	318	b	10	4
R3414	BC05	15.03.2024	NSJ Sørvest-F	Mareano- havvind	56°37.19'	4°54.85'	65	b	10	5
R3425	MC23	01.12.2024	NSJ Sørvest-F	Mareano- havvind	56°43.93'	5°11.89'	64	b	10	5
R3435	BC07	17.03.2024	NSJ Sørvest-F	Mareano- havvind	56°56.51'	5°42.4'	54	b	10	5
R3496	MC04	19.04.2024	Kvitøyrenna	Mareano	79°56.63'	29°04.54'	327	b	26	8
R3510	MC05	22.04.2024	Kvitøyrenna	Mareano	79°37.79'	29°08.75'	313	b	30	15
R3560	MC20	22.11.2024	Vestavind-F	Mareano	59°21.85'	4°14.69'	271	b	24	12
R3565	MC21	23.11.2024	Vestavind-F	Mareano	59°05.41'	4°28.88'	249	a	2	1
R3579	GR20	28.11.2024	NSJ Sørvest-F	Mareano- havvind	57°08.47'	4°31.77'	58	b	4	2
R3589	BC44	29.11.2024	NSJ Sørvest-F	Mareano- havvind	56°52.70'	4°53.15'	67	b	10	5
R3590	BC44	30.11.2024	NSJ Sørvest-F	Mareano- havvind	56°45.43'	4°41.96'	61	b	10	5
R3591	BC45	30.11.2024	NSJ Sørvest-F	Mareano- havvind	56°47.63'	4°29.63'	60	b	10	5
R3599	MC24	01.12.2024	NSJ Sørvest-F	Mareano	56°59.51'	5°15.37'	57	a	2	1
R3601	MC26	03.12.2024	Lista- Norskerenna	Mareano	58°04.98'	6°28.70'	368	b	41,5	7

^a Kun overflatesediment analysert.

^b Sedimentkjerner analysert.

4 - Prøveuttak

Uttak av prøver fra stålrørene ble gjort på NGU. Uttak var gjennomført i to runder i hhv. november 2024 (R3388MC01E, R3496MC04E, R3510MC05E og R3414BC05E) og februar 2025 (R3393MC02F, R3404MC03F, R3435BC07F, R3579GR20E, R3589BC448E, R3590BC449E, R3591BC450E, R3425MC23E, R3560MC20E, R3565MC21E, R3599MC24E og R3601MC26E).

Før uttak av prøver er det gjennomført røntgenanalyser på stålrørene med sedimentprøver for å sjekke hvor lange sedimentkjernene er, og om overflaten er intakt, dvs. ikke er blitt forstyrt etter prøvetakingen på tokt.

Uttak av prøver er gjort med utskyvning av sedimentene fra stålrør, og det var tatt ut 2 cm – skiver enten fra hele kjernen eller fra overflaten (0-2 cm). Bildene i figur 4 og figur 5 viser gjennomføring av prøvetaking.

Utvalg av kjerner for uttak gjennom hele sedimentkjerner og uttak av overflateprøve er gjort av NGU og HI sine forskere og ingeniører i fellesskap før uttaket.

Som del av kvalitetskontrollen benyttes blankprøver (figur 6) for å avdekke eventuell kontaminering under prøvetaking. Blankprøvene består av rent vann (til vanlig type 1, omtrent 200 ml), som eksponeres for omgivelsene på samme måte som sedimentprøvene. Det benyttes to ulike oppsett for eksponering:

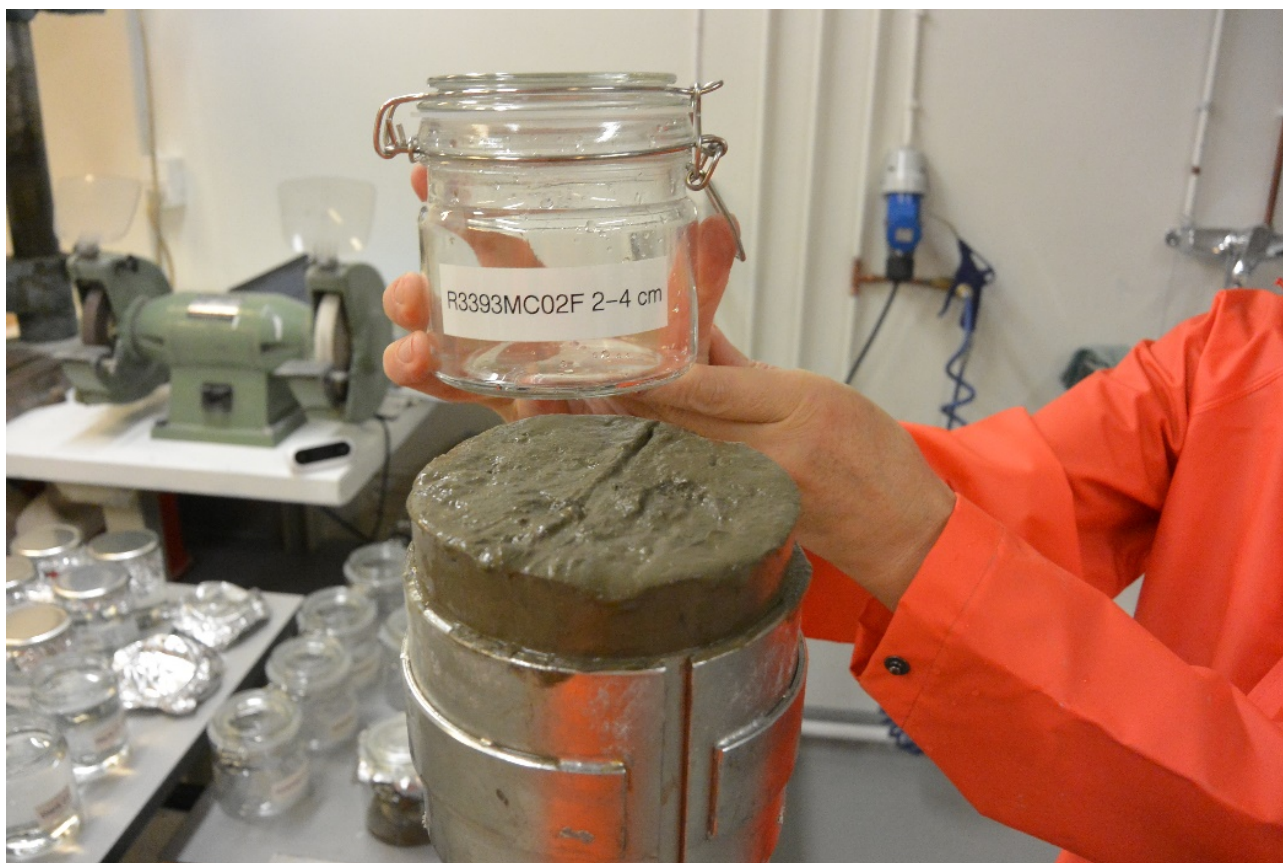
- Langtidseksponering luftblank: Blankprøver som følger med under uttak av en prøveserie.
- Korttidseksponering luftblank: Blank som følger med under uttak av én enkelt prøve

Eksponeringstiden defineres som den totale tiden prøven(e) er eksponert for omgivelsene under uttak og overføring til prøveglass. Eksponeringen starter når sedimentkjernen åpnes etter at kjernen er skjøvet slik at overflaten er synlig på toppen av røret, og avsluttes når prøveglasset dekkes med aluminiumsfolie og lokk.

Blankprøvene sendes til analyse sammen med en blindprøve. Blindprøven består av rent vann tappet samtidig som blankprøven, men uten å ha vært eksponert for omgivelsene under prøvetaking.



Figur 4: Overflate av sedimentprøve R3591BC450E.



Figur 5: Utskyvning av sedimentprøve fra stålrør; her 2-4 cm dypt i kjernen R3393MC02F.



Figur 6: Glass med blankprøver (luftblank) tatt ved NGU under uttak av prøvene. Bildet viser at det er tatt to paralleller, den ene sendes til HI og den andre beholdes på NGU som referanse.

5 - Opparbeiding for mikroplastanalyse

Opparbeidingen av sedimentprøver til mikroplastanalyse ble gjennomført på HI sitt sedimentseparasjonslaboratorium, som er dedikert og tilrettelagt til dette formål. Blant tilretteleggingstiltak er støvreduserende byggetiltak, inneluftsirkulering med HEPA-filtrasjon («Dustbox»), tilgangsbegrensninger og filtrert vanninntak.

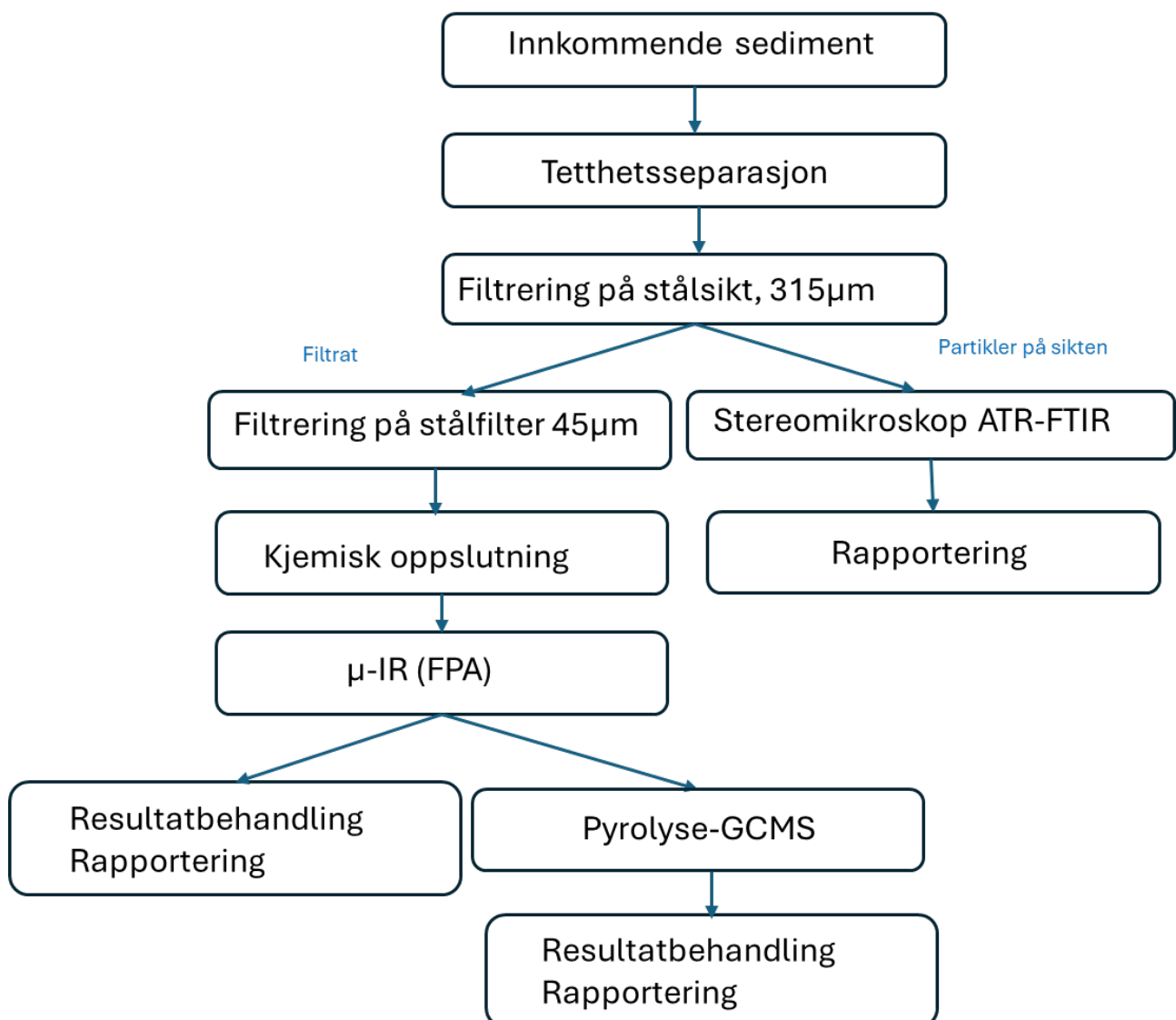
Sedimentprøve (100-200 g våtvekt) tilsettes konsentrert saltløsning (ZnCl_2 , 1,55-1,6 g/ml), homogeniseres og overføres til en sedimentseparator (se figur 7, Bauta Microplastic-Sediment Separator BMSS, 2.0, hvor den separeres over natten (20-24 timer).



Figur 7: Bauta-stasjonen i HI sitt sedimentseparasjonslab.

Den øverste delen av løsningen inneholder partikler med lavere tetthet enn saltløsningen, og tas ut ved filtrering. Partiklene filtreres først gjennom en $315\ \mu\text{m}$ stålsikt, så gjennom et $20\ \mu\text{m}$ stålfiler. Partikler som fanges på stålsikten blir plukket av med stålpinsetter og karakterisert/analysert ved hjelp av et stereomikroskop og *attenuated total reflectance – Fourier transform infrared* (ATR-FTIR) spektroskopi (Nicolet Summit PRO Everest ATR, Thermo Fisher Scientific). Partikler som fanges på filteret gjennomgår kjemisk oppslutning, der det først tilsettes en løsning av urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) og NaOH (14,5% og 8%) og filteret settes på frys ($+25 - +30\ ^\circ\text{C}$) over natten, etterfulgt av behandling med 30% H_2O_2 og 1M NaOH i volumforholdet 40:1 i fire timer, for å

fjerne/ redusere naturlig forekommende organiske materialer som cellulose m.m. I tillegg er det mulig å behandle prøven med 1 M HCl (0,5-1 time). Dette gjøres dersom det visuelt er oppdaget mye skjell/skjellfragmenter i sedimentet eller på filteret. Oppløsning av CaCO_3 med HCl kan også gjennomføres dersom det er felt ut CaCO_3 som fanges på filteret (utfelling av CaCO_3 skjer gradvis når CO_2 fra luften oppløses i saltløsningen). Prøven overføres så til analysefilter som tørkes over natten før analyse på μ -IR-spektroskop. Brukt saltløsning gjenvinnes. Løsninger sentrifugeres og filtreres deretter på 6 μm cellulosefilter så snart som mulig etter bruk. Rett før saltløsningen skal brukes om igjen, filtreres den på et 10 μm stålfiler. Partikler fra 20 μm stålfiler overføres til Teflon filtre (3,0 μm porestørrelse, 25 mm diameter) for videre analyse på Quantum Cascade Laser – micro-Infrared Spectroscopy (QCL- μ IR, kapittel 6). Deretter overføres partiklene til grade GF/C filtre (1,2 μm porestørrelse, 25 mm diameter) for pyrolyse gasskromatografi-massespektrometri (py-GC-MS) analyse (se kapittel 7).



Figur 8: Flyttdiagram for mikroplastanalyse på HI.

6 - μ IR-Spektroskopiske analyse

6.1 - Instrumentering

For å bestemme mikroplast-innholdet av prøvene, ble analysefiltrene (3,0 μ m porestørrelse, 25 mm diameter, Cole-Parmer, USA) analysert ved hjelp av μ IR-spektroskopi etter tetthetsseparasjon og kjemisk behandling (se kapittel 5). Instrumentet som ble brukt er Spero-QT 340 (Daylight Solutions, California, USA), som benytter seg av nær-monokromatisk lys generert av «tunable quantum cascade lasers» med en ekstremt høy lysstyrke, som gir et utmerket signal/støy-ratio. Under målingene ble lys i bølgetallsområde 948-1900 cm^{-1} , med en spektral oppløsning av 2 cm^{-1} (totalt 477 målepunkter), sendt gjennom analysefiltrene og prøvematerialet. Basert på lysabsorpsjonen målt på hvert dedikert bølgetall, ble et kjemisk bilde samlet ved hjelp av en ikke-kjølt mikrobolometer detektor. Detektoren er bygget opp av 480 x 480 (230 000) piksler, som hver for seg samler informasjon for å sette sammen hver sitt IR-spektrum. Kombinert med «standardobjektivet», som har blitt brukt, dekker hvert bildeopptak et synsfelt med et areal på 1910 x 1910 μm^2 , som resulterer i en romlig oppløsning på ~4,0 μm . For å dekke hele analysefilterområdet ble det tatt 10 x 10 bilde, som resulterer i nesten 11 milliarder datapunkter. For å analysere denne datamengden på en rask, pålitelig og reproducerbar måte benytter vi et egenprodusert, maskinlæringsbasert analyseverktøy for klassifisering og partikkelstørrelsesanalyse. Maskinlæringsmodellen (basert på «random forest» algoritme; se kapittel 6.2) for klassifiseringen av plasttyper utvides og forbedres jevnlig. Per i dag er modellen trent opp til å klassifisere 16 typer menneskelagde polymerer/plasttyper, hvorav 12 plasttyper inngår i analysen i denne rapporten. Plasttypene som inngår i analysen er: polyetylen (PE), polypropylen (PP), polyvinylklorid (PVC), polystyren (PS), polyetylentereftalat (PET), polykarbonat (PC), akrylnitril-butadien-styren (ABS), polyuretan (PUR), polymelkesyre (PLA), polyeter eter keton (PEEK), polyamid (PA) og polymetylmetakrylat (PMMA). De resterende plasttypene (nitril [hansker], PTFE/Teflon [vannflasker, filter], silikon [slanger], «gummi» [slanger, pakninger]) brukes på laboratoriet og er derfor ekskludert fra analysen.



Figur 9: μ IR-mikroskop (Spero-QT 340, Daylight Solutions, California, USA)

6.2 - Databehandling

Som nevnt i 6.1, blir det for hver prøve samlet inn nesten 11 milliarder datapunkter. Det begrunnes med tre faktorer, a) stort opptaksområde, b) høy spektral oppløsning, og c) høy romlig oppløsning. Kombinasjonen av de tre faktorene skal sikre høyest mulig kvalitet og partikkelgjenfinning. For å håndtere disse enorme datamengdene, valgte HI å utvikle en automatisert «pipeline». Alle målinger som har blitt gjennomført dette døgnet blir automatisk synkronisert med HI sitt serversystem og lagret «dobbel-sikret». I det neste steget, leter en selvutviklet programvare etter nye, fullstendige datasett. Om disse blir funnet, starter programvaren automatisk med å prosessere slike datasett. Først gjennomgår spektrene transformasjoner, som hjelper å framheve signaler, noe som støtter maskinlæringsalgoritmen i å skille de forskjellige klassene (polymertyper, mineralske partikler, etc.). Maskinlæringsalgoritmen baserer seg på «random forest» klassifisering som er en veletablert prosess i datavitenskapen (Hufnagl et al. 2019, Hufnagl et al. 2022). Kort forklart bruker random forest store antall referansespektra for å generere et stort antall beslutningstrær basert på «features», som i vår tilfelle er signaler i IR-spektrene, for å bygge en modell. I dataanalyseprosessen blir spektrene fra prøvene «sortert» til de forskjellige klassene som ligger innebygd i modellen ved hjelp av beslutningstreene. Spektra med få/ingen tydelige signaler kan være vanskelig å tolke for maskinlæringsalgoritmen. For å redusere feiltolkninger, erstattet vi den klassiske «flertallsstemming» med en sannsynlighetsbasert klassifisering. Den nyeste utgaven av prosesseringsalgoritmen vår inkluderer individuelle terskelverdier til analyttene som videre reduserer faren for falsk-positive deteksjoner. Videre ble det gjort en mindre restrukturering av klassene og en justering av antallet beslutningstrær. Denne prosessen er flere ganger raskere enn klassiske «sammenligningsmetoder» (e.g. Pearson korrelasjon) og skal samtidig levere reproduserbare og pålitelige resultater. Resultater blir kvalitetssikret av kvalifisert personell.

2.5.3. Kvalitetssikring

I 2024 ble tre gjenfinningsforsøk utført, og resultatene håndtert med daværende versjon av databehandlingsprogramvare. Suspensjoner med partikler (fragmenter) av plastpolymerer PA6 i størrelsesområdet 90-180 µm, PP i størrelsesområdet 180-315 µm, og PVC i størrelsesområdet 90-180 µm ble overført til petriskåler, tørket, og talt opp ved hjelp av stereomikroskop. Petriskålene spyles med saltløsning og til slutt vann ned i aluminiumstrau, før innholdet i trauset overføres til bauta som om det var en sediment-prøve. Etter overføring til saltløsning i trau ble petriskålene sjekket for eventuelt gjenværende partikler og inngående antall partikler korrigert. PS-sfærer med en diameter på 100 µm inngikk også i forsøkene, men måtte telles manuelt da IR-signalet fra sfærer fraviker signalet fra fragmenter så mye at en får en underestimert av partikkelantall. Manuell telling av PS-sfærer på analyse-filter ga en gjenfinningsprosent på 53-64 %. I 2025 ble det utført ytterlige gjenvinningsforsøk med PS i størrelsesområdet 85-105 µm med en gjennomsnittlig gjenvinning av 57% (tabell 2).

Tabell 2. Resultater fra gjenfinningsforsøk.

Plasttype	Antall partikler overført bauta				Antall partikler gjenfunnet				Gjenfunnet, %			
	S1	S2	S3		S1	S2	S3		S1	S2	S3	
PA6, 90-180 µm *	24	22	16		18	17	10		75	77	63	
PP, 180-315 µm *	13	35	11		12	39	7		92	111	64	
PVC, 90-180 µm *	19	28	24		10	15	13		53	54	54	
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
PS, 85-105 µm	58	77	25	32	25	31	22	18	43	40	88	56

* Resultater fra 2024

For å holde kontroll over mulig kontaminering av prøvene under forbehandling og analyse, ble en rekke blankprøver analysert samtidig med prøvene. Det var følgende typer blankprøver tatt til analyse:

- prøveuttagsblankprøver tatt av NGU til å kontrollere for kontaminering under prøveuttaket, se kapittel 4, 8 totalt;
- luftblankprøver tatt av HI for å kontrollere for kontaminering i omgivelsene under tetthetsseparasjon – 42 luftblankprøver; ca. 200 ml filtrert springvann benyttes som bærer for hver prøve.

Blankprøver for prøveuttak og luftblanker overføres til analysefilter uten kjemisk oppslutning.

- metodeblankprøver – 7 blankprøver som ble tatt gjennom hele prosedyren for prøveoppbehandling på HI sitt mikroplastlaboratorium. Metodeblank består av ca. 100 ml saltløsning som gjennomgår samme oppbehandling som sedimentprøver, fra overføring til aluminiumstrau og bauta, filtrering på 20 µm filter, kjemisk oppslutning og videre til overføring til analysefilter.

Til sammen utgjør dette 57 blankprøver. Detaljerte resultater og beskrivelse av disse er gitt i Vedlegg 3. Gjennomsnittlige nivåer av antall partikler funnet i forskjellige typer blankprøver er gitt i Tabell 3 under.

Tabell 3. Gjennomsnittlig antall partikler funnet med µIR i blankprøver, Feret min = 45 µm.

Antall partikler	PE	PP	PVC	PS	PET	PC	ABS	PUR	PLA	PEEK	PA	PMMA	Sum MP
Prøveuttak (n=6)*	0,83	0,83	0,00	1,33	0,83	0,00	0,00	2,00	0,50	0,00	0,00	0,00	6,33

Luftblank (n=42)	0,10	0,17	0,00	0,48	0,38	0,00	0,07	0,00	0,24	0,00	0,07	0,17	1,67
Metodeblank (n=7)	0,14	0,86	0,14	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	0,00	4,00

*2 uteliggere fjernet, se Vedlegg 3 for mer informasjon

Det ble gjennomsnittlig funnet lite kontaminering i blankprøvene fra prøveuttak, luft- og metodeblankene.

7 - Metodebeskrivelse py-GC-MS

Etter den μ IR-spektroskopiske analysen omtalt i kapittel 6, ble alle prøvene på PTFE filtrere lagt i etanol og filtrert vann (1:1), overført og deretter filtrert på nytt gjennom glassfiberfilter (GF/C) med porestørrelse 1,2 μ m. GF/C filtre som inneholder prøver kuttes og brettes til overføring på en pyrolyse-kopp. Deretter ble det tilsatt internstandard av deuterert PS- d_8 og prøvene ble til slutt dekket med glassull før videre analyse på pyrolyse gasskromatografi massespektrometri (py-GC-MS). Prøvene ble pyrolysert på en Multi-Shot Pyrolyzer EGA/PY 3030D (Frontier, Laboratories; Fukushima Japan) koblet til en GC-MS (Q Exactive, Thermo Scientific, MA, USA). Kolonnen som benyttes er en Ultra Alloy- MP GC-kolonne (Frontier, Laboratories; Fukushima Japan). Programvaren Tracefinder ble brukt som analyseverktøy for kvantifisering og beregning. En *microplastics calibration standard* (MPCs) fra Frontier, Laboratories (Fukushima Japan) ble benyttet for å identifisere og kvantifisere: polyetylen (PE), polypropylen (PP), Nylon-6 (PA6), Nylon-6,6 (PA6,6), polyetylentereftalat (PET), polymetylmetakrylat (PMMA), acetonitril-butadien-styren ko-polymer (ABS), polystyren (PS), polykarbonat (PC), styren-butadien-gummi (SBR), polyuretan (PU), og polyvinylklorid (PVC).

Arealene for hver kvantifiseringsion ble delt med arealet til internstandard. En lineær sammenheng ble etablert for å danne kalibreringskurve, som ble brukt til å kvantifisere den relative konsentrasjonen (μ g). Tabell 4 viser kvantifiseringsgrense (LOQ) for metoden, beregnet ved bruk av den laveste eksterne standarden som ble benyttet i analysen.

Tabell 4. Laveste deteksjonsgrense basert på laveste standard (n= 5).

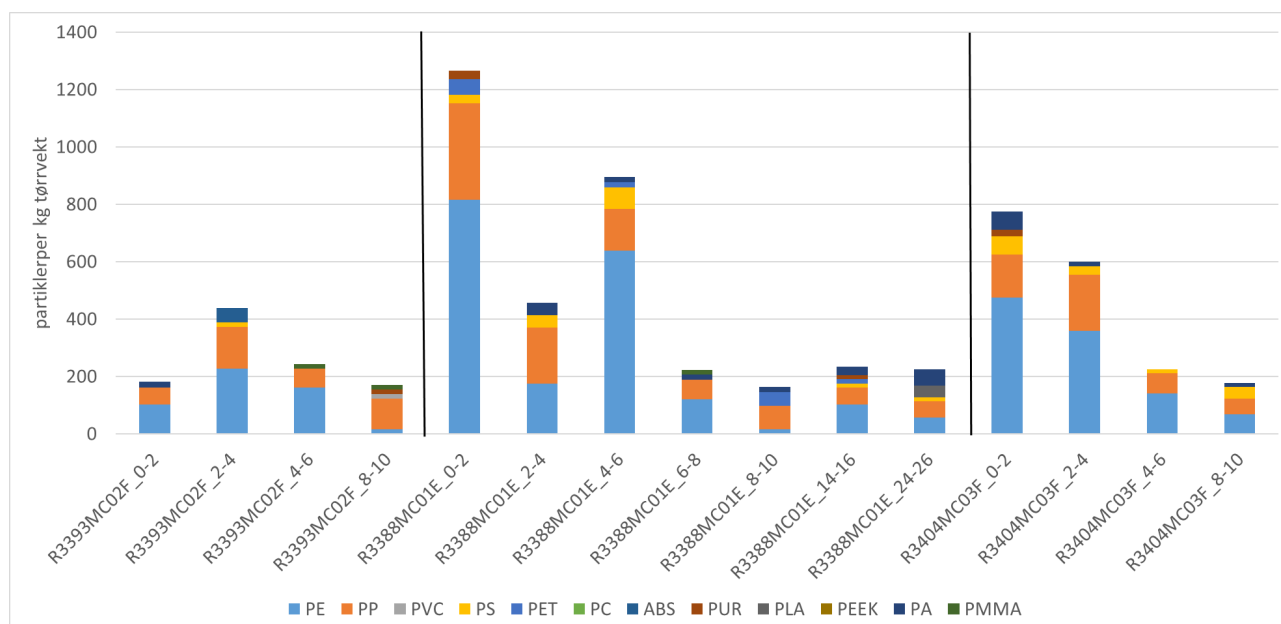
Polymer	Målt (μ g)	Standardavvik	RSD (%)
ABS	0,11	0,00	4,2
PA6	0,04	0,00	8,8
PA66	0,24	0,03	14,3
PP	0,33	0,03	8,7
PMMA	0,03	0,00	8,6
PE	1,17	0,10	8,6
PC	0,14	0,04	26,1
PET	0,02	0,00	11,6
PVC	0,19	0,03	18,6
PS	0,06	0,01	11,1
PU	0,18	0,03	18,5
SBR	0,11	0,01	10,4

8 - Mikroplastnivåer i sedimentkjerner og overflateprøver

Det ble tatt prøver fra havvind-relevante områdene Vestavind-B (3 kjerner), Vestavind-F (1 kjerne og 1 overflateprøve) og NSJ Sørvest-F (6 kjerner og 2 overflateprøver, hvorav én inneholder en ekstra prøve 2-4 cm i dybde). Videre ble det tatt prøver i Kvitøyrenna øst for Svalbard (2 kjerner) og i Lista-Norskerenna nær Lindesnes (1 kjerne). Analysen av sedimentkjernene gir innblikk i tidstrender av konsentrasjoner av mikroplast, mens overflateprøvene gir oss informasjon om den geografiske fordelingen av mikroplast i nåtiden. Følgende resultater som er basert på μ IR-spektroskopi blir diskutert med en nedre deteksjonsgrense satt på en maksimal Feret diameter på 45 μ m for en mest mulig meningsfull sammenligning med tidligere studier innenfor Mareano-programmet. Partikkelstørrelsesfordelinger vil bli vist i området 20-300 μ m og forskjellen i resultatene basert på 45- og 20- μ m nedre grense vil bli diskutert i kapittel 9.6. Resultater av μ IR-spektroskopi vil bli uttrykt som antall mikroplastpartikler per kilogram tørt sediment (MP/kg tv.), mens resultater fra py-GC-MS vil bli uttrykt som mikrogram plast per kilogram tørt sediment (μ g/kg tv.). Py-GC-MS resultatene inneholder ingen informasjon om partikkelstørrelse i seg selv. Den nedre grensen til bestemmelse av MP er basert på filterstørrelsen brukt i prøveoppbeiring (20 μ m). Det er viktig å understreke at det ikke er nødvendigvis en direkte korrelasjon mellom antallet MP funnet i μ IR-analysen og massen av MP detektert med py-GC-MS, siden én stor partikkel kan ha en større masse enn hundrevis av små partikler (kubisk sammenheng mellom diameter og volumen/massen).

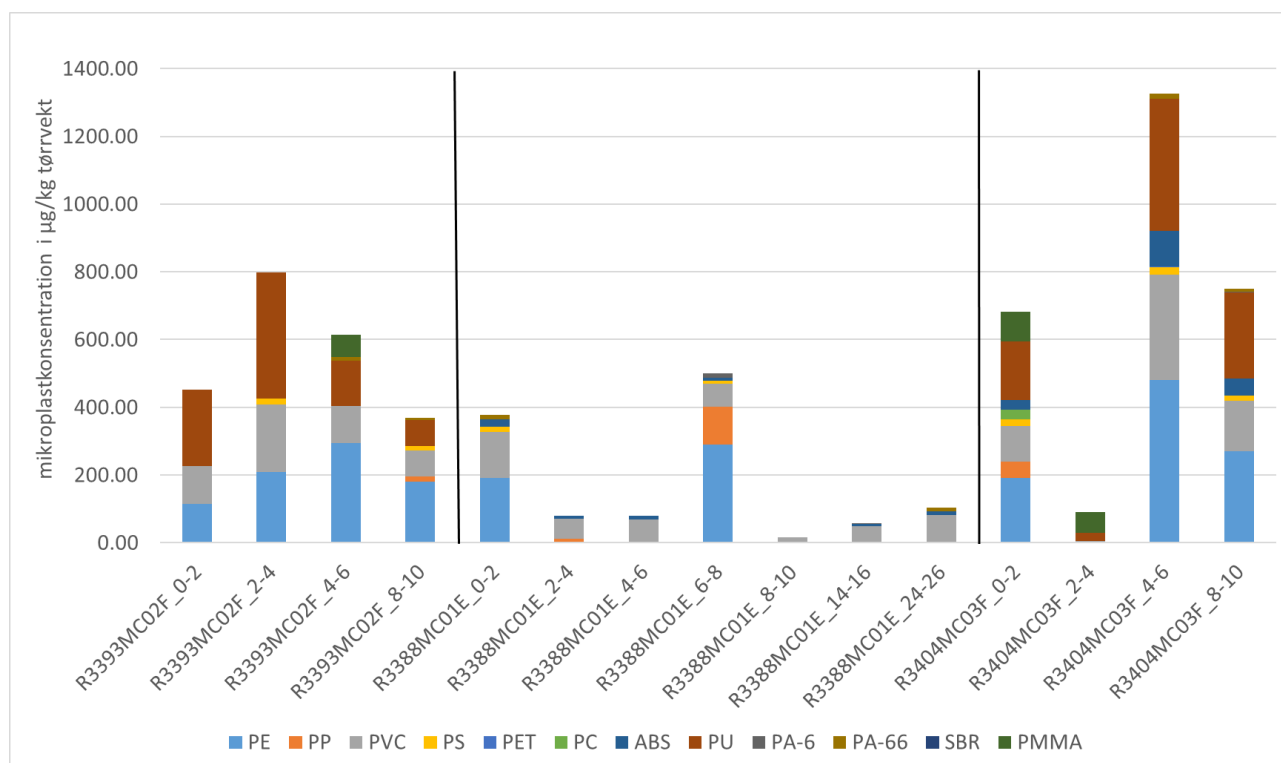
8.1 - Vestavind-B

Vestavind-B prøvene omfatter sedimentkjernene R3393MC02F, R3388MC01E og R3404MC03F. Mikroplastnivåene i antall partikler per kg tørt sediment ligger på 259 ± 107 MP/kg tv. for kjernen R3393MC02F, 495 ± 393 MP/kg tv. for kjernen R3388MC01E og 444 ± 251 MP/kg tv. for kjernen R3404MC03F. Som rapportert tidligere (se rapporter på mareano.no fra tidligere år) kan plast finnes i alle dybdene av alle kjerner også langt tilbake i før-plast-alderen. Dette attribueres transport av mikroplast gjennom kjernen fra øverste lag som et resultat av bioturbasjon eller annen fysisk påvirkning. Som eksempel ble ifølge ^{210}Pb -dateringen sedimentet i prøven R3388MC01E_14-16cm avsatt i perioden ca. 1892-1918, men likevel finner vi over 200 MP/kg tv. Lokasjon R3393 befinner seg lengst ut i havet (se kart i kapittel 3, figur 3) og har lavest forekomst i antall MP i Vestavind-B området (183 MP/kg tv.). Lokasjonene R3388 og R3404 er nærmere land og resultatene viser betydelig høyere nivåer av MP, med R3388 (1265 MP/kg tv.) som viste høyest MP-forurensing i dette område, selv om R3404 (776 MP/kg tv.) ligger litt tettere på land. Samtlige prøver fra Vestavind-B var slamholdige med 92-96% mud. I forhold til polymer-/plasttypene, så viste seg de lav-tetthets polymertypene å dominere i antall partikler. Dedikert størst andel har PE, etterfulgt av PP; ellers er det PS, PET og PA som viser seg med en viss regelmessighet i analysen. Selv om antallet MP er noe varierende gjennom kjernene, så vises det likevel en trend mot høyere antall MP i de øverste/nyeste sedimentlagene. Kjernen fra stasjon R3404 viser en tydelig trend med jevnt økende antall MP mot overflaten (figur 10). Hvis vi bare fokuserer på overflateprøvene (0-2 cm), så viser resultatene lavest antall MP ved lengst avstand fra kysten og en høyere MP konsentrasjon nærmere utløpet av Sognefjorden. Dette kan ha sammenheng med avrenning fra tettbefolkete strøk ved kysten som transporterer plasten fra land til fjord og derfra til sjøs. Noe som kan føre, sammen med mikroplast fraktet med havstrømmene og mikroplast sluppet ut ved marin aktivitet, til økte nivåer av mikroplastforurensing i kystnære havområder



Figur 10: Mikroplastpartikler i sedimentkjernene R3393MC02F, R3388MC01E og R3404MC03F analysert med μ IR-spektroskopi; sortert fra nord til sør, svarte linjer skiller sedimentkjernene. Resultatene er basert på Feret maks. diameter på 45 μ m som nedre grense.

Py-GC-MS resultatene for Vestavind-B prøvene bekrefter funn gjort med μ IR-spektroskopi: mikroplast kan detekteres i alle sedimentlag. Mengdefordelingen i kjerne R3393 følger i takt med funn gjort med μ IR-spektrometri, mens de to andre kjernene viser en annen fordeling gjennom lagene (figur 11). Som nevnt i kapittel 8, så er det ikke nødvendigvis forventet å finne nøyaktig de samme trendene med de to komplementære metodene. Også i py-GC-MS spiller PE en viktig rolle, men ikke like utpreget som i μ IR-spektroskopien. I forhold til de lav-tetthets-polymerene, så er det bemerkelsesverdig lite PP funnet, mens vi finner betydelige mengder «tyngre» polymerer som PVC og PU(R). Én teori for å forklare disse forskjellene kan være at PVC og PU(R) partiklene i disse prøvene er forholdsvis store og inneholder større mengder tilsetningsstoffer. Store mengder tilsetningsstoffer er et kjent problem, spesielt med PVC, som kan føre til intens lys-absorpsjon over hele IR-spekteret, som forhindrer en sikker klassifisering med μ IR-spektroskopi. En prøve som skiller seg ut på grunn av den varierte sammensetningen er overflaten (0-2 cm) til kjernen R3404. I denne prøven finner vi altså målbare mengder av PE, PP, PVC, PS, PC, ABS, PU(R) og PMMA. I kjerneprøvene av R3393 finner vi gjennomsnittlig 558 ± 164 μ g/kg tv., med maksimal 798 μ g/kg tv. i prøve 2-4 cm og minimal 369 μ g/kg tv. i prøven 8-10 cm dyp. Kjerne R3388 viser gjennomsnittlig betydelig lavere konsentrasjoner med 174 ± 173 μ g/kg tv. Den høyest målte konsentrasjonen er 501 μ g/kg tv. i prøve 6-8 cm, mens den laveste var 17 μ g/kg tv. i prøven 8-10 cm dyp, rett under laget med den høyeste MP konsentrasjonen. I den siste kjernen i denne serien (R3404) ble det detektert gjennomsnittlig hele 712 ± 438 μ g/kg tv., med høyest verdi målt i 4-6 cm dybde med 1327 μ g/kg tv., som er det høyeste nivået av mikroplast funnet av Mareano i år. På sitt laveste ligger konsentrasjoner av mikroplast på 90 μ g/kg tv. i prøven 2-4 cm dyp i denne kjernen.

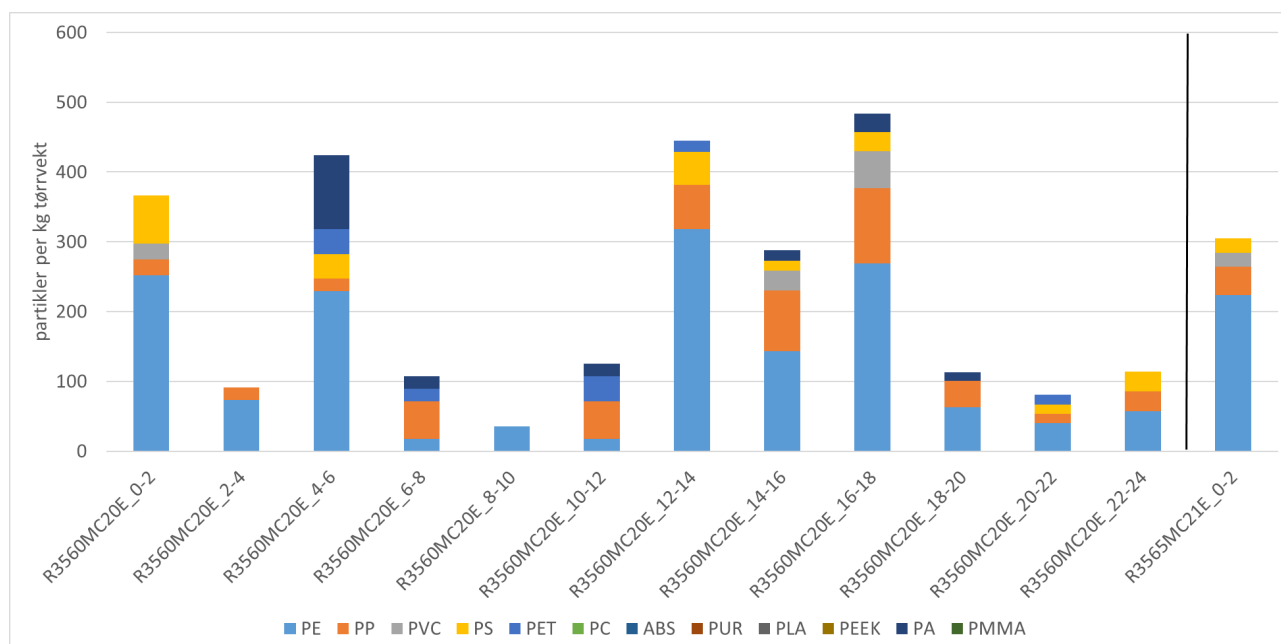


Figur 11: Py-GC-MS resultater for sedimentkjernene R3393MC02F, R3388MC01E og R3404MC03F i µg/kg tørrvekt.

8.2 - Vestavind-F

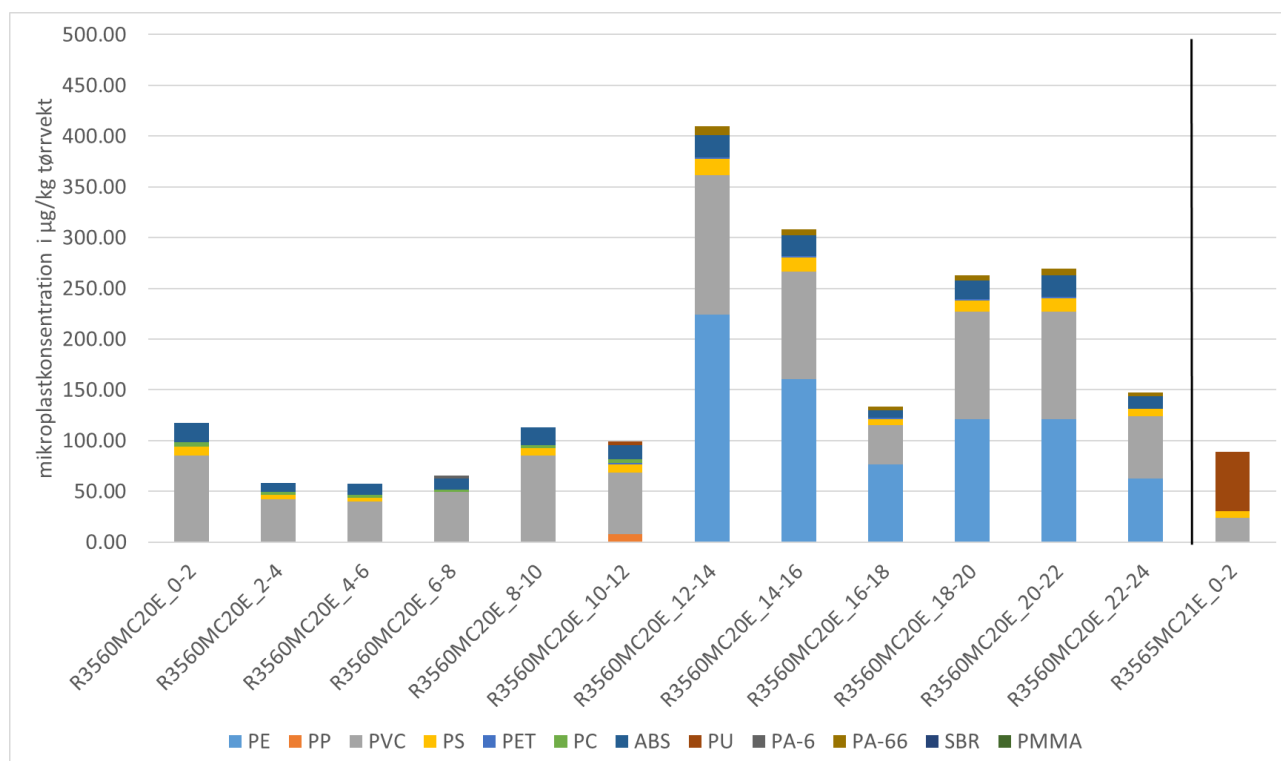
Vestavind-F prøvene består av sedimentkjernen R3560MC20E og overflateprøven R3565MC21E.

Kjerneprøvene fra R3560MC20E ble analysert fra 0 til 24 cm dybde og viser svært varierende antall MP gjennom hele kjernen (223 ± 159 MP/kg tv.), ifølge µIR-spektroskopi. Materialet i prøvesnittet 10-12 cm ble ifølge ^{210}Pb -dateringen avsatt i perioden ca. 1899-1923, men de høyeste antall MP ble detektert i dypere, dvs. eldre, sedimentlag (16-18 cm; 484 MP/kg tv.). Som diskutert tidligere (ref. Vestavind-B), så er funn av MP i sedimentlag fra før-plasttiden vel dokumentert, likevel er den store variabiliteten i MP innholdet i denne kjernen bemerkelsesverdig. Det laveste antall MP ble detektert i 8-10 cm prøven med bare 36 MP/kg tv. og utelukkende PE, mens det største antall MP ble funnet i 16-18 cm dybde med 484 MP/kg tv. og en relativt høy variabilitet med PE som hoved-bidragsgyter, fulgt av PP, PVC, PS og PA. Overflateprøvene (0-2 cm) av R3560MC20E og R3565MC21E har sammenlignbare MP antall med 366 MP/kg tv. og 305 MP/kg tv., respektivt (figur 12). Kornstørrelsesanalysene av prøvene fra Vestavind-F er veldig lik dem fra Vestavind-B med 92-96% mud. Også i Vestavind-F området dominerer de «lette», dvs. lav-tetthet-plasttypene med PE som største bidragsgyter etterfulgt av PP og PS.



Figur 12: Mikroplastpartikler i kjerneprøver fra stasjon R3560 og overflateprøven fra stasjon R3560 fra Vestavind-F området analysert med μ IR-spektroskopi.

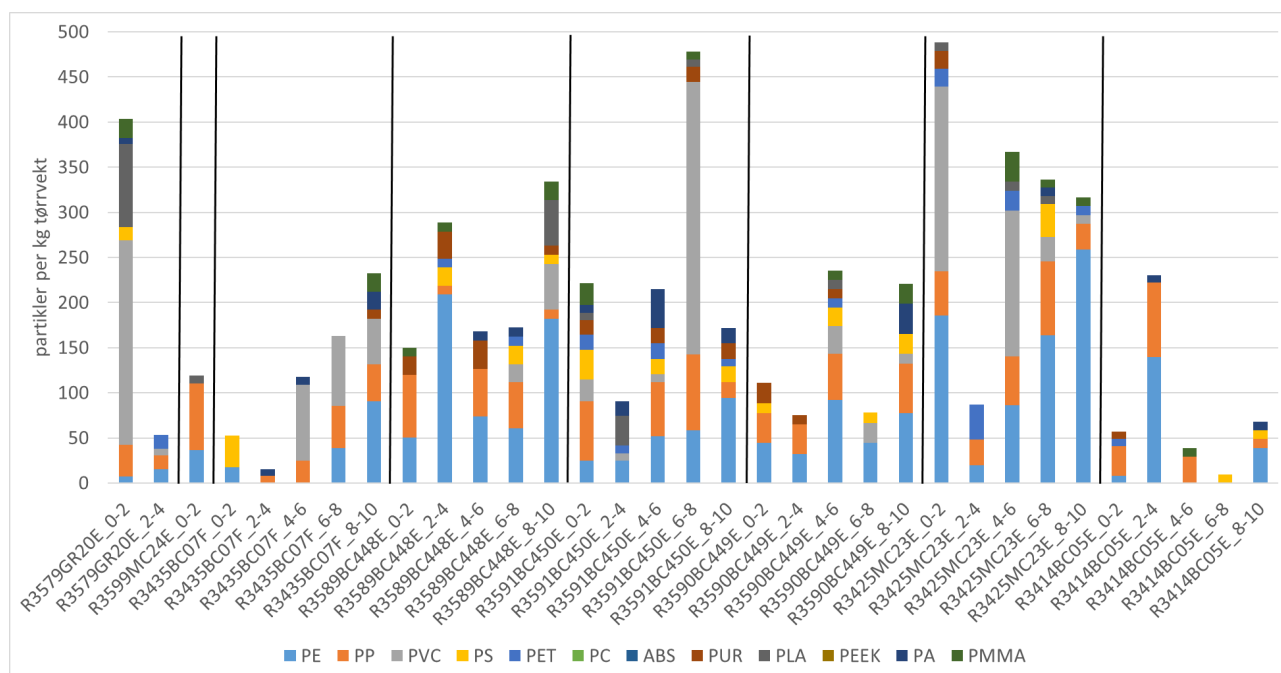
Py-GC-MS resultatene av kjerneprøvene fra stasjon R3560 viser en lignende trend som μ IR-resultatene, med et høyere antall og konsentrasjon av mikroplast fra 10-12 cm til 12-14 cm prøven (figur 13). Bemerkelsesverdig er at py-GC-MS viser ingen PE i prøvene fra overflaten ned til 12 cm, men finner gjennomgående PE i alle dypere prøver ned til den dypeste prøven på 22-24 cm. Videre finnes det små mengder PC i lagene ned til 12 cm, men ikke dypere, mens PA6,6 bare finnes i de dypere lagene. ABS finnes gjennom hele kjernen og det samme gjelder PS, med unntak for 6-8 cm prøven der PS er fraværende. PP kunne utelukkende kvantifiseres i 10-12 cm prøven. Kjerne R3560 viser gjennomsnittlig lave konsentrasjoner av mikroplast med $170 \pm 109 \mu\text{g/kg}$ tv. Den høyest målte konsentrasjonen i denne kjernen er $409 \mu\text{g/kg}$ tv. i prøven 12-14 cm, mens de laveste målte konsentrasjonene $58 \mu\text{g/kg}$ tv ble funnet i 2-4 og 4-6 cm prøvene. Overflateprøven av R3565 viser lave MP konsentrasjoner ($89 \mu\text{g/kg}$ tv.) og består bare av tre plasttyper, PU(R), PVC og PS.



Figur 13: Py-GC-MS resultater for sedimentkjernen R3560MC20E og overflateprøven R3565MC21E fra Vestavind-F området i µg/kg tørrvekt.

8.3 - NSJ Sørvest-F

Sedimentene i NSJ Sørvest-F område er mer grovkornet/sandholdig med lav andel slamm (2-8%), med unntak for R3425 som inneholder en stor andel slam (74%) øverst. På grunn av den grovkornete sammensetningen av sedimentene måtte det også brukes alternativt prøvetakingsutstyr som bokscorer og grabb. IR-mikroskopisk analyse av disse hovedsakelig sandholdige sedimentene viste antallet MP på 187 ± 129 MP partikler per kg tørrvekt. Som i tilnærmet alle sedimentkjerner finnes det også her funn av plast i dypere sedimentlag. Likevel er disse kjernene ikke lange, og det dypeste analyserte intervallet i den daterte kjernen R3425, 8-9 cm, ble ifølge ^{210}Pb -dateringen avsatt i perioden ca. 1953-1965. Dateringen av kjerne R3589 ble mislykket. Mest interessant er den tilsynelatende sammenheng mellom grovkornete sedimenter og funn av tyngre, dvs. høy-tetthets, polymerer som PU(R), PMMA og spesielt PVC. Men også den mer finkornete stasjonen R3425 viser et stort antall av tyngre polymertyper, spesielt PVC. Selv om det er en viss variasjon i polymersammensetningen (overflateprøve R3599 og kjernen R3414 har en lav forekomst av tyngre plasttyper), skiller denne polymersammensetningen seg tydelig ut fra prøvene tatt i Vestavind områdene. Variabiliteten av MP-innehold er stor i dette området (figur 14). Fra alle prøvene av NSJ Sørvest-F som har blitt analysert, så ble det funnet minst plast (10 MP/kg tv. og utelukkende PS) i 6-8 cm dybde i R3414 kjernen. Mest plast ble funnet i overflateprøven av den finkornete kjernen R3425 med 488 MP/kg tv. Denne prøven viser også en ganske variert plastsammensetning med størst andel PVC (205), følget av PE (186), PP (49), PET og PU(R) (begge 20) og PLA (10).

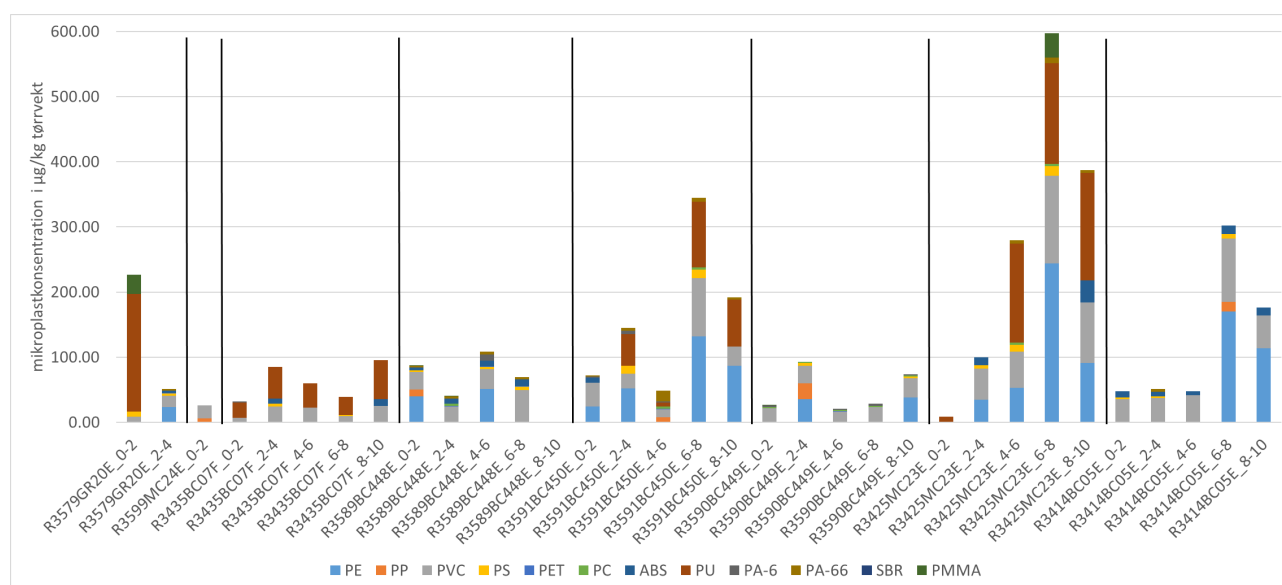


Figur 14: Mikroplastpartikler i overflate- og kjerneprøver fra NSJ Sørvest-F, analysert med μ IR-spektroskopi.

Py-GC-MS resultatene (figur 15) av prøvene tatt på stasjon R3579 viser et liknende mønster som μ IR-resultatene, med forholdsvis høy konsentrasjonen av MP (226 $\mu\text{g/kg tv.}$) i overflaten (2-4 cm) og lav konsentrasjon (51 $\mu\text{g/kg tv.}$) i 2-4 cm dybde. Ifølge pyrolysen, er mesteparten av plast i overflateprøven PU(R), med mindre bidrag av PMMA, PS og PVC. Overflateprøven R3599 inneholder en veldig lav konsentrasjon av mikroplast med bare 26 $\mu\text{g/kg tv.}$, bestående av PVC og en liten mengde PP. Kjerneprøven R3435 inneholder gjennomsnittlig lave konsentrasjoner (62 $\pm$ 25 $\mu\text{g/kg tv.}$) av mikroplast, med den høyeste konsentrasjonen på 95 $\mu\text{g/kg tv.}$ i 8-10 cm prøven og den laveste i overflaten med 32 $\mu\text{g/kg tv.}$ Mesteparten av plasten i R3435-kjernen er PU(R) og PVC, med bare små mengder av andre plasttyper som PS og ABS. Også prøvene fra stasjon R3589 inneholder gjennomsnittlig lave konsentrasjoner (61 $\pm$ 38 $\mu\text{g/kg tv.}$) av mikroplast, med den høyeste konsentrasjonen på 108 $\mu\text{g/kg tv.}$ i 4-6 cm prøven og den laveste dypst i kjernen (8-10 cm) der ingen plast kunne detekteres ved py-GC-MS. Mesteparten av plasten i R3589-kjernen er PVC, med en del PE (som var fraværende i kjerne R3435), men i denne kjernen er da altså PU(R) fraværende. Prøvene fra stasjon R3591 viser gjennomsnittlig høyere konsentrasjoner enn de forrige to med 161 $\pm$ 105 $\mu\text{g/kg tv.}$ mikroplast. Den høyeste konsentrasjonen ble funnet i 6-8 cm prøven med 345 $\mu\text{g/kg tv.}$ og den laveste rett derover i 4-6 cm prøven der det ble funnet 49 $\mu\text{g/kg tv.}$ Plastsammensetningen i R3591-kjernen er mer variert med PVC, PU(R) og PE som dominerer sammensetningen, men også andeler av nesten alle andre plasttyper som kan detekteres ved py-GC-MS. De gjennomsnittlig laveste konsentrasjonene av mikroplast i NSJ Sørvest-F området ble funnet i prøvene fra stasjon R3590 med bare 49 $\pm$ 29 $\mu\text{g/kg tv.}$ Den høyeste konsentrasjonen ble funnet i 2-4 cm prøven med 93 $\mu\text{g/kg tv.}$ og den laveste rett derunder i 4-6 cm prøven med 21 $\mu\text{g/kg tv.}$ Plastsammensetningen i R3590-kjernen er veldig lik den i R3589-kjernen. Prøvene fra den finkornete stasjonen R3425 viser de gjennomsnittlig høyeste konsentrasjonene i denne regionen med 274 $\pm$ 209 $\mu\text{g/kg tv.}$ mikroplast. Py-GC-MS-resultatene av denne kjernen viser en økende plastforurensing i dypere sedimentlag, med den høyeste konsentrasjonen i 6-8 cm prøven med 597 $\mu\text{g/kg tv.}$ og den laveste i overflateprøven 0-2 cm, der det ble funnet bare 9 $\mu\text{g/kg tv.}$ Plastsammensetningen i R3425-kjernen er igjen mer variert med PVC, og kan sammenlignes med den funnet i R3591-kjernen. Prøvene fra stasjon R3414 viser gjennomsnittlig ganske lave konsentrasjoner av mikroplast med 125 $\pm$ 102 $\mu\text{g/kg tv.}$ Fra overflaten ned til 6 cm finnes det veldig lite MP som

nesten utelukkende er PVC. De laveste konsentrasjonene ble funnet i overflateprøven og i den 4-6 cm prøven der det ble funnet 48 µg/kg tv. hver. Den høyeste konsentrasjonen ble igjen (som i R3425) funnet i 6-8 cm prøven med 303 µg/kg tv. Plastsammensetningen i R3414-kjernen er lite variert med hovedsakelig PVC og PE som dominerer sammensetningen, og fravær av PU(R) og ligner dermed py-GC-MS-resultatene til stasjonene R3589 og R3590.

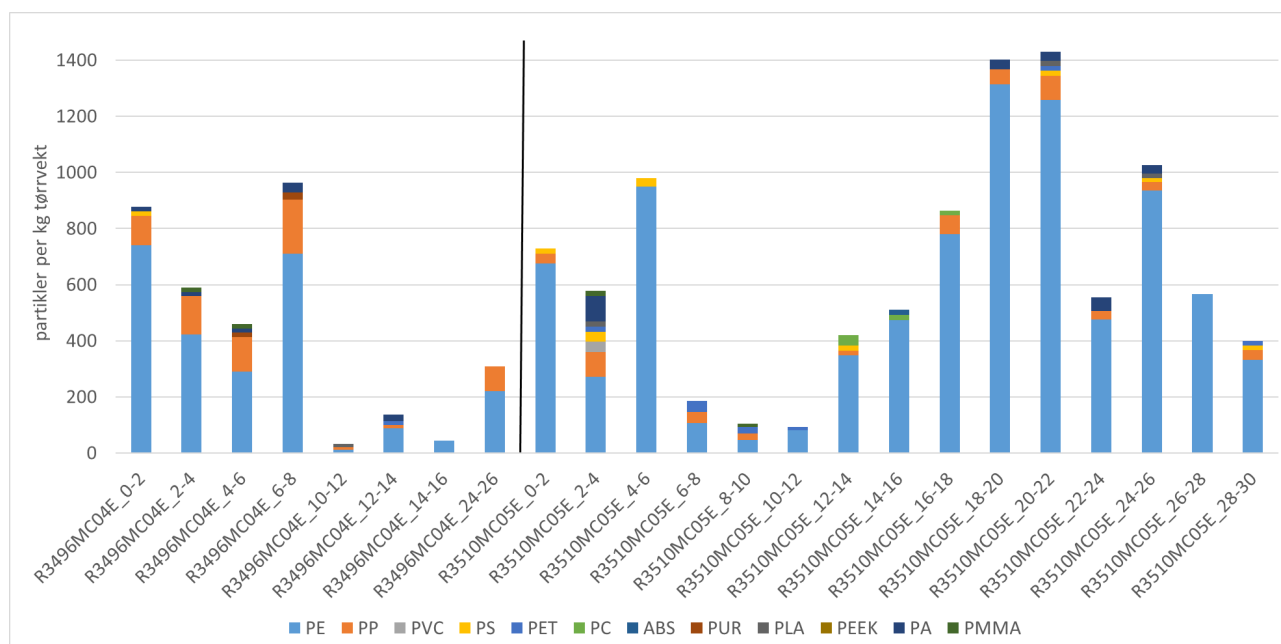
Generelt lave nivåer funnet med py-GC-MS tyder på en sammenheng mellom mikroplastkonsentrasjoner og grov sedimentsammensetning i dette området. En dårligere sammenheng med antallet plastpartikler funnet med µIR kan tyde på at de minste mikroplastpartiklene, spesielt av hardere plasttyper (se over), også kan finnes i grove sedimenter.



Figur 15: Mikroplast konsentrasjoner i µg/kg tørrvekt basert på py-GC-MS resultatene for prøvene fra Sørvest-F området.

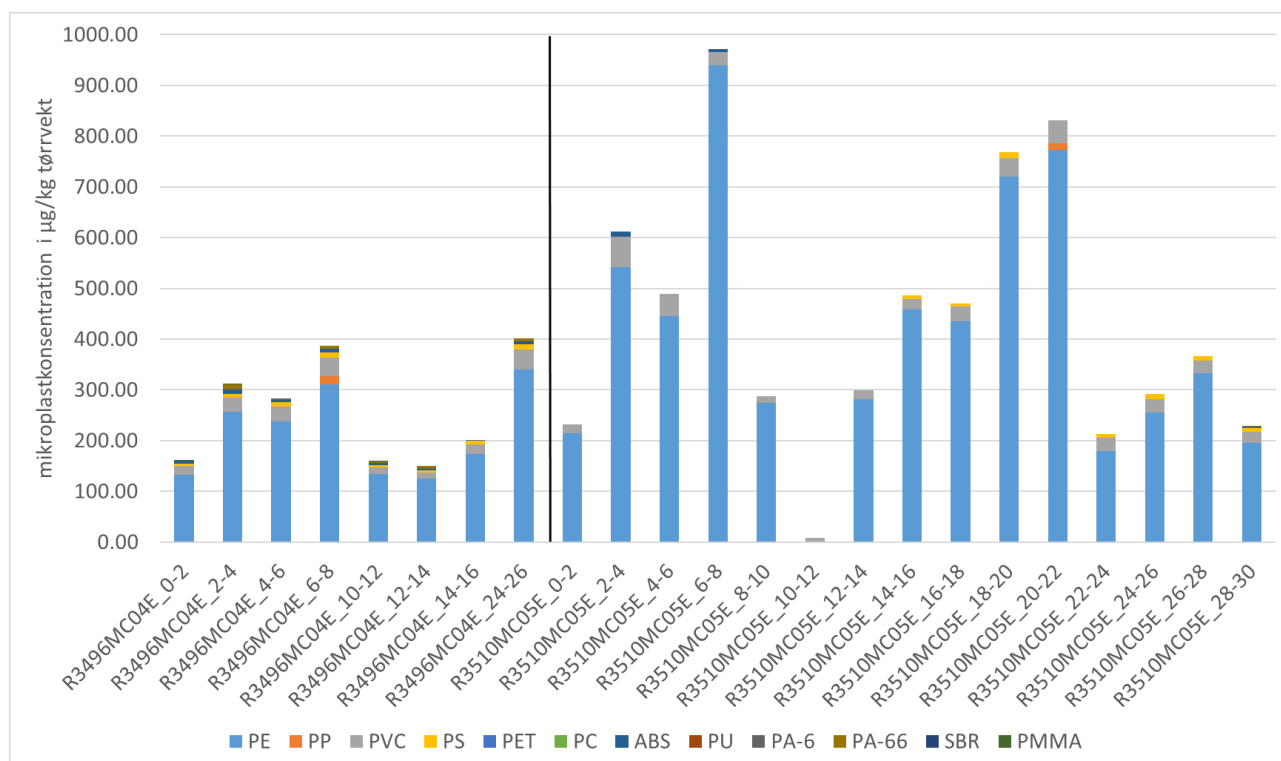
8.4 - Kvitøyrenna

Fra Kvitøyrenna ble to sedimentkjerner analysert; R3496MC04E og R3510MC05E. Kornstørrelsesanalysene viser at prøvene har høyt innhold av slam (98%). Ifølge ^{210}Pb -datering ble sedimentet fra R3496 i 10-12 cm dybde avsatt i perioden ca. 1896-1906; mens det fra R3510 i 12-14 cm dybde ble avsatt i perioden ca. 1900-1917, som indikerer at sedimentasjonsratene i de to lokasjonene er omtrent like. Likevel indikerer antallet MP funnet med µIR-spektroskopi at sedimentene ble utsatt for forurensing med ulik intensitet (figur 16). I R3496 ble det funnet gjennomsnittlig 427 ± 339 MP/kg tv., mens i R3510 ble det funnet et betydelig høyere antall med gjennomsnittlig 656 ± 405 MP/kg tv. Begge kjerner viser seg å inneholde svært varierende mengder med MP. Den 6-8 cm prøven av R3496 inneholder 964 MP, mens prøven rett derunder, 8-10 cm dyp i kjernen, inneholder bare 33 MP. Stort sett ser R3496 til å ha avtagende mengder MP fra overflaten nedover. I R3510 er dette bare tilfelle ned til 10-12 cm prøven, deretter stiger partikkelantallet bratt til 20-22 cm prøven, hvorefter mengdene av MP begynner å minke igjen. I denne kjernen er det laveste mengde funnet i 10-12 cm prøven med 92 MP/kg tv., den høyeste i 20-22 cm dybde med hele 1431 MP/kg tv.



Figur 1 6: Resultater av mikroplastanalysen av sedimentkjernene fra Kvitøyrenna, analysert med μ IR-spektroskopi.

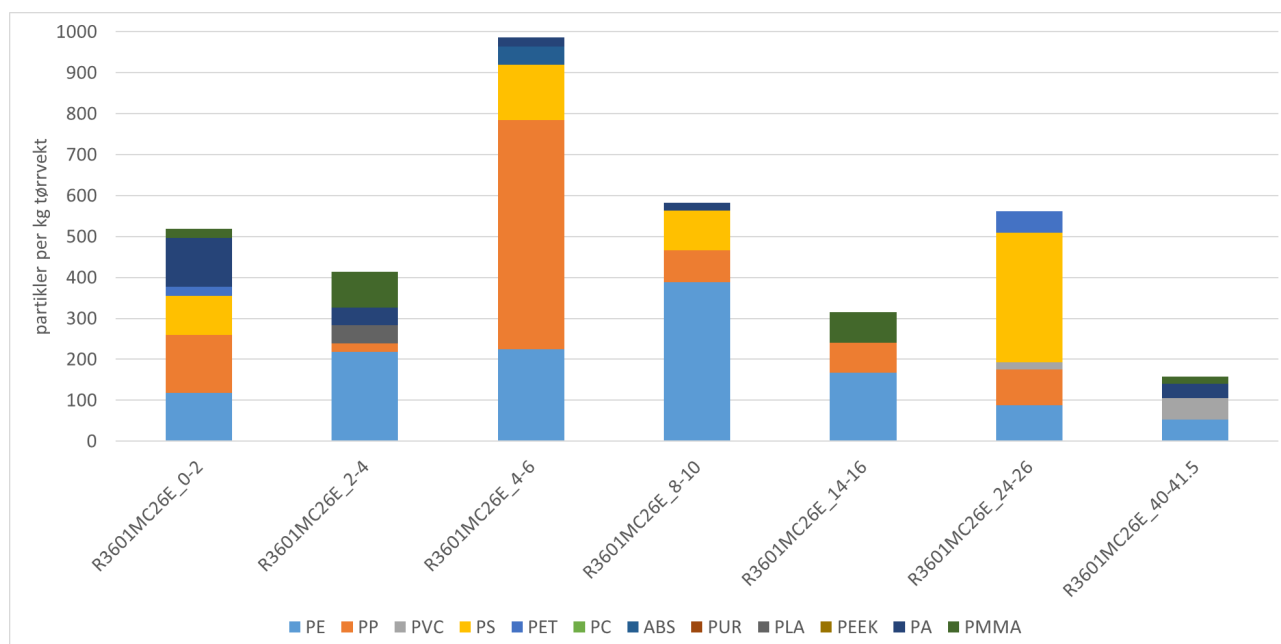
Py-GC-MS- og μ IR-resultatene (figur 16 og 17) av kjerneprøvene R3496 og R3510 viser en veldig lik profil. Den dominerende plasttypen er helt tydelig PE, men istedenfor PP på andre plass, så er det PVC i py-GC-MS. Sedimentkerne R3496 inneholder gjennomsnittlig 257 ± 97 $\mu\text{g/kg}$ tv., med den høyeste verdien av 402 $\mu\text{g/kg}$ tv. funnet i det dypeste laget på 24-26 cm dybde, mens den laveste verdien av 150 $\mu\text{g/kg}$ tv. ble funnet i 12-14 cm prøven. Prøvene fra kerne R3510 viser en gjennomsnittlig høyere nivå av plastforurensing med 437 ± 255 $\mu\text{g/kg}$ tv. Variabiliteten av denne forurensingen er stor med den høyeste verdien funnet i den 6-8 cm prøven med 971 $\mu\text{g/kg}$ tv. og den laveste i 10-12 cm prøven med 9 $\mu\text{g/kg}$ tv.



Figur 17: Mikroplastkonsentrasjonene i µg/kg tørrvekt i sedimentkjernep prøver fra Kvitøyrenna.

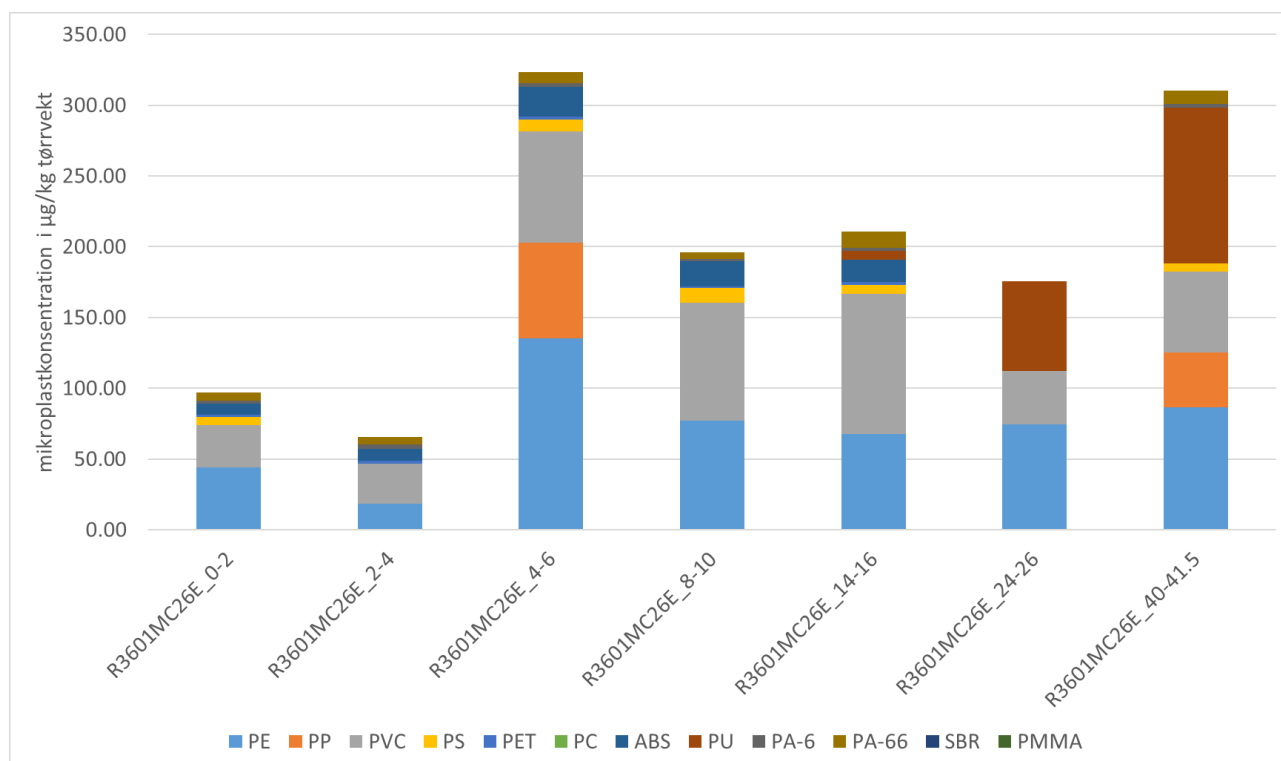
8.5 - Lista-Norskerenna

Fra Lista-Norskerenna område ble det analysert én sedimentkjerne, R3601MC26E. Kornstørrelsesanalyse av sedimentet fra denne stasjonen viser en finkornet sammensetning med 94% mud-andel. Stasjonen i Norskerenna er spesiell på mange måter, den er særlig dyp (368 m) med finkornet sediment og har blitt tatt nært kysten. Det gjenspeiler seg i den plastpartikkelsammensetning funnet med µIR-spektroskopi, som er veldig variert med forholdsvis stort antall partikler av 505 ± 241 MP/kg tv. Også i denne kjernen dominerer lette polymertyper, men det er ikke PE som dominerer som i Vestavind områdene. PE er fortsatt en viktig bidragsyter, men PP og PS utgjør en signifikant andel. Videre er det en høyere andel PA, PMMA og PET i denne kjernen (figur 18). Den store variasjonen kan antageligvis begrunnes med nærheten til land, der lokale landbaserte kilder bidrar sterkere enn langtransportert tilførsel. Kjernen var spesiell lang og den dypeste prøven som har blitt analysert er fra 40-41,5 cm dybde. Denne prøven skiller seg også ut i sitt innhold av PVC, som åpner for diskusjoner om dette funnet er reelt eller muligens en kontaminering fra prøvetakingsutstyr.



Figur 18: Antall mikroplast partikler per kg tørrvekt i kjerneprøvene fra stasjon R3601 i Lista-Norskerenna området.

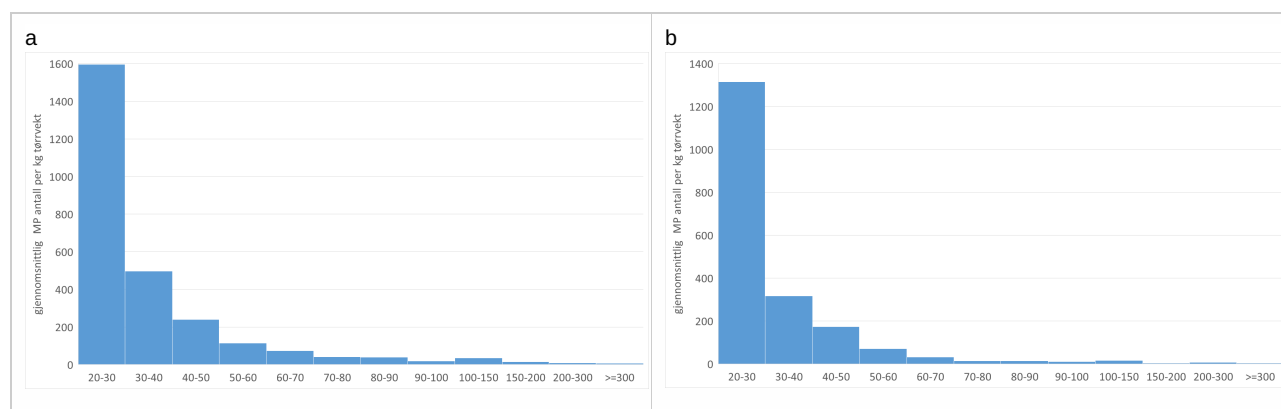
Ifølge py-GC-MS inneholder sedimentkjerne R3601 gjennomsnittlig 197 ± 90 $\mu\text{g/kg}$ tv., med høyest konsentrasjon av MP i 4-6 cm prøven med $323 \mu\text{g/kg}$ tv. og den laveste finnes rett ovenfor i den 2-4 cm prøven (figur 19). Resultatene viser en ganske variert sammensetning av plasttyper og en tendens til høyere kontaminasjonsnivåer i dypere lag. Interessant er også den 40-41.5 cm prøven, det dypeste sedimentlaget undersøkt i denne rapporten, som viser den nest høyest konsentrasjonen av MP i denne kjernen ($310 \mu\text{g/kg}$ tv.) med en stor andel PU(R).

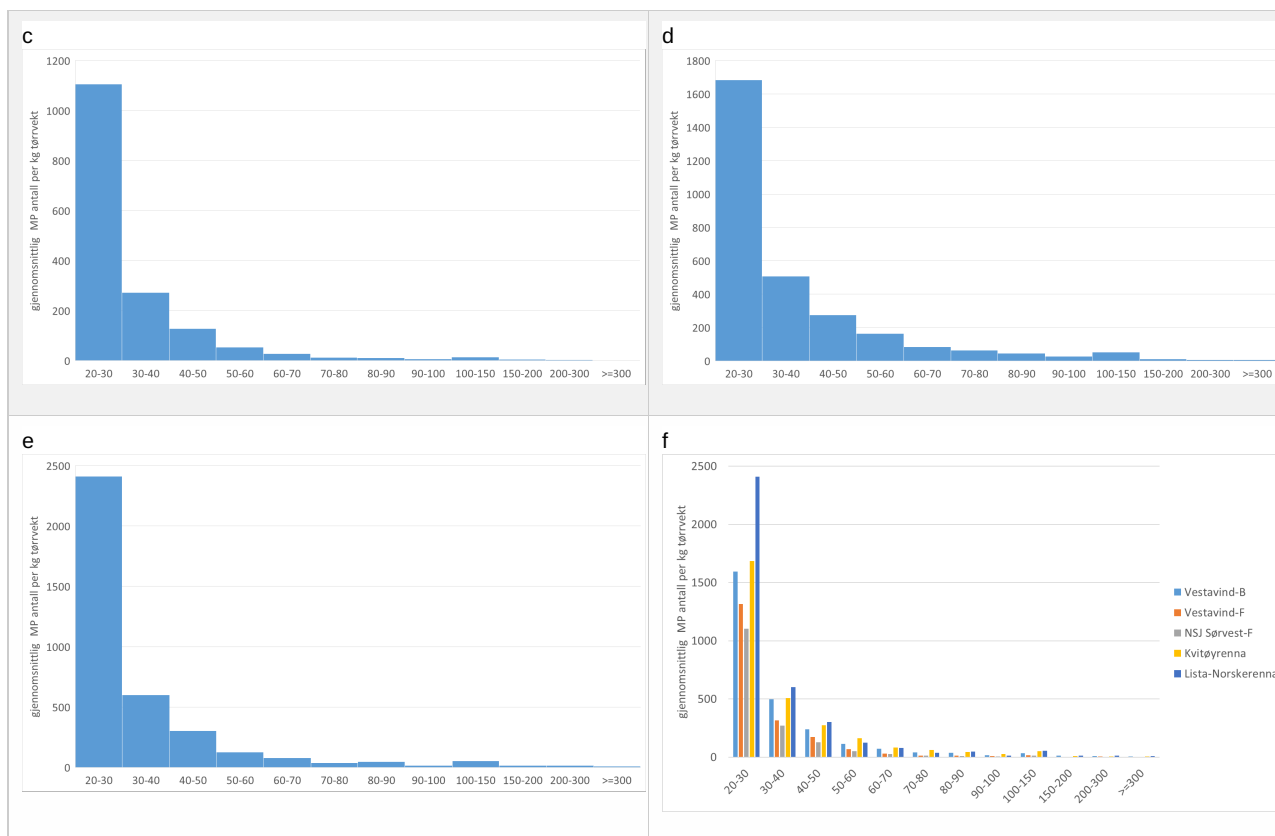


Figur 19: Mikroplastkonsentrasjon i µg/kg tørrvekt i kjerneprøvene fra stasjon R3610 i Lista-Norskerenna området.

8.6 - Partikkelstørrelsesfordeling

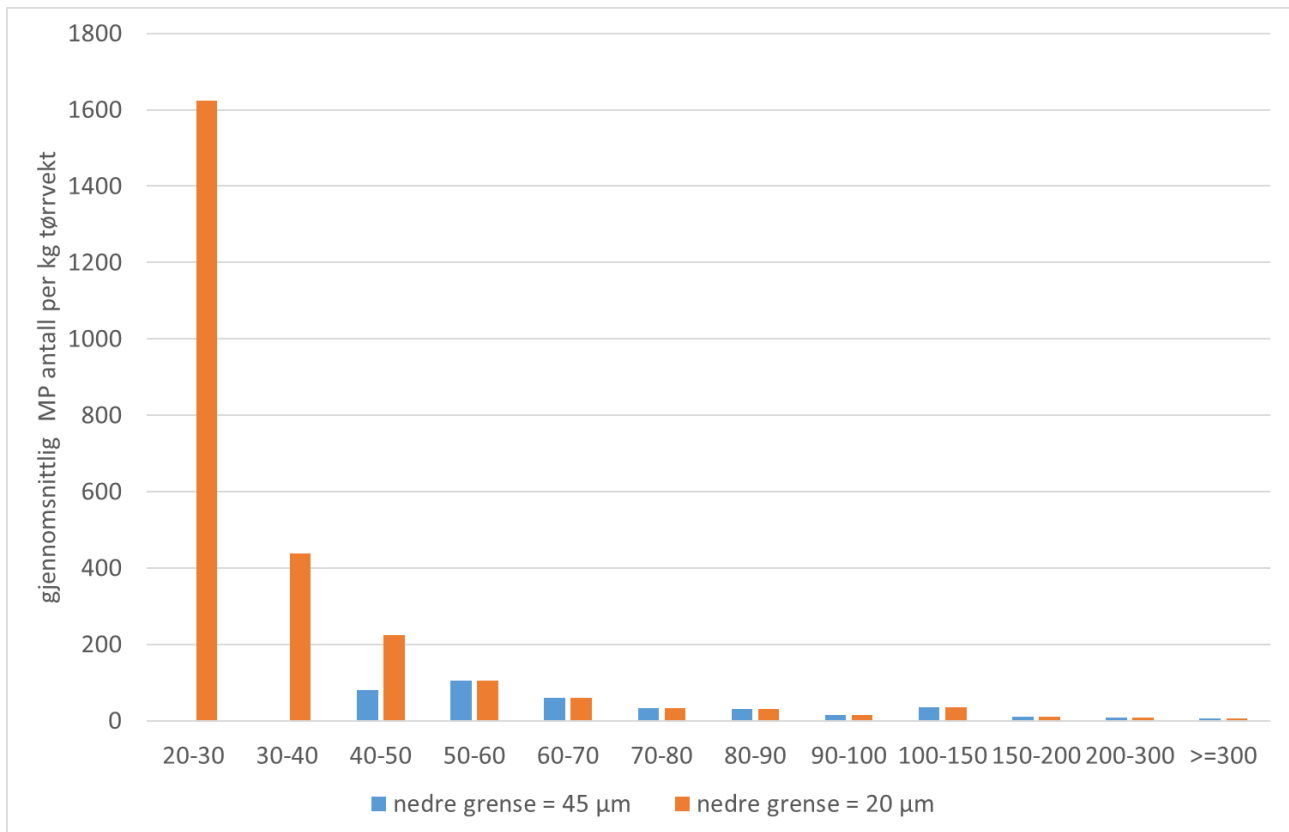
Prøver fra alle undersøkte områder viser den vel kjente, tilnærmet eksponentielle, økningen av antallet MP partikler med minkende partikkelstørrelse (figur 20). Denne trenden ble observert i fjorårets Mareano rapport også (se www.mareano.no) i størrelsesområde 45-300 µm. I år ble tetthetsseparasjonsmetoden forbedret/utvidet til en nedre deteksjonsgrense av 20 µm, se metodebeskrivelse i kapittel 6.





Figur 20: Størrelsesfordeling (20-300 µm) av MP som gjennomsnitt av alle prøver fra Vestavind-B (a), Vestavind-F (b), NSJ Sørvest-F (c), Kvitøyrenna (d), Lista-Norskerenna (e), sammenligning av alle områder (f), basert på µIR-spektroskopi.

Som vist i figur 20, så er økningen i antall partikler fra 30-40 µm til 20-30 µm fraksjonen overveldende, fra gjennomsnittlig 439 til 1623 MP/kg tv. Det gjennomsnittlige antallet i 20-30 µm fraksjonen er til og med høyere enn antallet MP av alle større fraksjoner sammen. Når vi sammenligner gjennomsnittlig antall MP av alle prøver detektert med en nedre grense satt til 45 µm med den nedre grensen på 20 µm blir den enorme forskjellen tydelig (figur 21). Utrykt i tall, så finner vi gjennomsnittlig 384 MP/kg tv. ned til 45 µm, mens det er 2589 MP/kg tv. ned til 20 µm.



Figur 21: Sammenligning av gjennomsnittlig antall MP, med en nedre grense på 45 µm (blå) maksimal Feret diameter versus 20 µm (oransje).

9 - Sammenligning med tidligere studier

Det gjelder fortsatt at mikroplastanalyse er et forholdsvis ungt fagfelt. Det går sakte framover med noen leverandører som tilbyr mikroplast-standarder, men oppnår ikke alltid de høye kvalitetskravene av «klassiske» kjemiske analytiske standarder. Per i dag finnes det fortsatt ingen sertifiserte referansematerialer (relevante matriser med kjent antall/vekt av mikroplast). Instrumenteringen som blir brukt i forskjellige studier varierer ofte med hensyn til følsomhet, selektivitet og/eller oppløsning. Videre har databehandling av de enorme datamengdene som samles av μ IR-instrumentering vært en utfordring, spesielt med høyt-oppløsende mikroskoper. For å sikre oss best mulig kontroll over parameterne som inngår i databehandling, har HI utviklet sin egen datapipeline og maskinlæringsalgoritme. Mellom fjorårets Mareano mikroplast rapport og årets analyse av mikroplast klarte vi å implementere noen forbedringer. De er basert på «hyperparameter tuning», restrukturering av klassene og implementering av klasse-individuelle terskelverdier til den sannsynlighetsbaserte *random forest*-klassifiseringen. Absolutte tall fra forskjellige μ -IR-analyser kan være vanskelig å sammenligne direkte på grunn av metodiske forskjeller, som forklart overfor. Men siden prøvene i hver undersøkelse har blitt analysert på identisk måte, gir dette en sammenlignbarhet mellom dem, som tillater å identifisere trender. Derfor bør fokuset helst være på å sammenligne trender som har blitt identifisert i forskjellige studier og ikke på direkte sammenligning av tall. I framtiden, med tilgang til sertifiserte referansematerialer, blir sammenligning av partikkelantall fra forskjellige analyseteknikker interessant for å bedømme hvilken metode gjenspeiler realiteten best. I foreliggende rapport er også en forbedret sedimentseparasjonsmetode brukt, som gjorde det mulig å analysere plastpartikler ned til 20 μ m i diameter. For å gjøre det enklere å sammenligne resultatene med tidligere studier, blir μ IR-spektroskopi-resultatene diskutert med en kunstig satt nedre grense på 45 μ m. En slik tilnærming er ikke mulig med py-GC-MS, som i seg selv ikke gir informasjon om partikkelstørrelse, men totalmassen. Dermed omfatter resultatene av py-GC-MS'en hele det analyserte størrelsesområdet fra 20 til ~300 μ m. Siden massene av særlig små partikler er svært liten (kubisk sammenheng mellom diameter og volumen/massen), forventes det at resultatene er likevel sammenlignbart med f.eks. fjorårets data.

I foreliggende rapport ble mikroplastkonsentrasjoner i overflatesedimenter (0-2 cm) bestemt til 53-1265 [606-7620] (414 $\pm$ 335) [2653 $\pm$ 1874] MP/kg tv. med en nedre deteksjonsgrense av 45 [20] μ m, ved hjelp av μ IR-spektroskopi. Ifølge py-GC-MS inneholder disse overflateprøvene mikroplastkonsentrasjoner mellom 9 og 682 (171 $\pm$ 181) μ g/kg tv. I fjorårets rapport (Bienfait m.fl. 2025) ble mikroplastkonsentrasjoner i overflatesedimenter bestemt til 96-809 (378 $\pm$ 130) MP/kg tv. med en nedre deteksjonsgrense av 45 μ m, og massekonsentrasjoner av mellom 167 og 405 (274 $\pm$ 75) μ g/kg tv. I overflateprøvene av Vestavind-F området ble det detektert 305 og 366 [1876 og 2194] (gjennomsnitt 335 [2035]) MP/kg tv. og ifølge py-GC-MS inneholder disse prøvene mikroplastkonsentrasjoner 89 og 117 (gjennomsnitt 103) μ g/kg tv. Det er i samme størrelsesorden med stasjonene i Utsira-område inneholdt gjennomsnittlig 300 MP/kg tv. I overflateprøven (0-2 cm) tatt i Lista-Norskerenna området ble det detektert 519 [3541] MP/kg tv. Ifølge py-GC-MS inneholder denne prøven en mikroplastkonsentrasjon av 97 μ g/kg tv. Det er ett stykke høyere enn funn gjort i stasjonene i Skagerrak i fjor, som inneholdt gjennomsnittlig 418 MP/kg tv., men langt unna nivåene funnet ved en kystbelte-stasjon i Skagerrak (809 MP/kg tv.). I overflateprøvene av Vestavind-B området ble det detektert 183-1265 [1524-7620] (741 $\pm$ 443 [4851 $\pm$ 2519]) MP/kg tv., og massekonsentrasjoner av mikroplast fra 379 til 682 (504 $\pm$ 129) μ g/kg tv. Det er bemerkelsesverdig siden området er bare ~200 km unna Vestavind-F med sine lave nivåer av mikroplast. Basert på antallet MP minner disse prøvene om de fra Skagerrak. Enda flere mikroplastpartikler ble detektert i overflateprøvene av Kvitøyrenna 728 og 878 [2687-3450] (gjennomsnitt 803 [3068]) MP/kg tv., og ifølge py-GC-MS massekonsentrasjoner av 162 og 232 (gjennomsnitt 197) μ g/kg tv. Når vi ser på partikkelantall med en 20 μ m deteksjonsgrense er våre funn sammenlignbar med Bergmann m.fl. 2017-studien av arktiske sedimenter

som hadde en nedre deteksjonsgrense av 10 μm . Overflateprøvene av NSJ Sørvest-F området innehold ifølge våre analyser de laveste nivåer i foreliggende rapport med 53-488 [606-4083] (201 $\pm$ 152) [1768 $\pm$ 1372] MP/kg tv., og mikroplastkonsentrasjoner fra 9 til 226 (66 $\pm$ 65) $\mu\text{g/kg}$ tv. Også i fjor ble det laveste antallet mikroplast partikler detektert i det sørlige Nordsjø-området med 96 MP/kg tv. (Bienfait m.fl. 2025). I overflatesedimenter fra Svalbard og Barentshavet har det tidligere blitt detektert 0-560 (230 $\pm$ 130) MP/kg tv. (45 – 1000 μm) uten at statistisk signifikante geografiske forskjell har blitt funnet (Jensen og Bellec 2019). I en studie av overflate sedimentprøver fra Norskehavet ble det derimot funnet 51-2187 (679 $\pm$ 663) MP/kg tv. (Jensen og Bellec 2021). En annen tidligere Mareano-studie fant relativt lave konsentrasjoner av MP (>50 μm) i overflateprøver (0-435 MP/kg tv.) (Jensen og Bellec 2022). En rekke studier har rapportert betydelig høyere maksimale nivåer mikroplastpartikler i sedimenter fra norske havområder, som forklares av lavere nedre grense for partikkelstørrelse inkludert i analyser. Dette gjelder en studie i «HAUSGARTEN observatory», som ligger i nærheten av Svalbard (Bergmann mfl. 2017), som fant nivåer på 42-6595 MP/kg tv. (10-500 μm), med største delen av partiklene var <45 μm . Enda høyere nivåer ble rapportert av Mareano i 2023 der det ble funnet mellom 4537 til 14779 MP/kg tv. (> 15 μm) sediment i overflatesedimentene fra både Nordsjøen og områdene rundt Svalbard (Jensen m.fl. 2023). Selv sammenlignet med årets funn basert på 20 μm som nedre grense er tallene fra sistnevnt rapport høye. En annen studie som har rapportert høye nivåer mikroplast (11-5000 μm) i forskjellige norske havområder fra Nordsjøen i sør til Bjørnøya i nord, på mellom 412 – 2111 MP/kg i overflateprøver (0 – 3 cm) (Wu m.fl. 2024). Disse nivåene er i samme størrelsesorden som våre resultater basert på 20 μm som nedre deteksjonsgrense.

Generelt forsøker man å undersøke mulige tidstrender i mikroplastforsøplingen ved å analysere sedimentkjerner. I foreliggende rapport ble det igjen funnet mikroplast i alle prøvene, også dypt i sedimentkjernene, fra før-plast-tiden (før 1940-tallene; <https://plasticseurope.org/plastics-explained/history-of-plastics/>). Som eksempel ble ifølge ^{210}Pb -dateringen sedimentet i prøven R3388MC01E_14-16cm avsatt i perioden ca. 1892-1918, men likevel ble det funnet 235 MP/kg tv. I sedimentkjernep prøvene fra områdene tiltenkt utbygging av havvind fant vi gjennomsnittlig 418 $\pm$ 319 [2685 $\pm$ 1995] MP/kg tv. og 429 $\pm$ 358 $\mu\text{g/kg}$ tv. i fra Vestavind-B; 229 $\pm$ 154 [1976 $\pm$ 1024] MP/kg tv. og 164 $\pm$ 107 $\mu\text{g/kg}$ tv. fra Vestavind-F; 187 $\pm$ 129 [1642 $\pm$ 1237] MP/kg tv. og 120 $\pm$ 129 $\mu\text{g/kg}$ tv. fra NSJ Sørvest-F. I sedimentkjernep prøvene fra Kvitøyrenna øst for Svalbard ble det gjennomsnittlig funnet 576 $\pm$ 398 [2930 $\pm$ 1618] MP/kg tv. og 374 $\pm$ 230 $\mu\text{g/kg}$ tv. og 505 $\pm$ 241 [3711 $\pm$ 1488] MP/kg tv. og 197 $\pm$ 90 $\mu\text{g/kg}$ tv. i sedimentkjernep prøvene fra Lista-Norskerenna. Også tidligere studier av sedimentkjerner fra norske havområder har alle påvist mikroplast i sedimentkjerner inkludert sedimenter avsatt før historisk produksjon av plast i verden. En kerne fra fjorårets rapport (Bienfait m.fl. 2025) fra Utsira-området inneholdt gjennomsnittlig 316 $\pm$ 86 MP/kg tv. og mellom 75 og 315 (138 $\pm$ 54) $\mu\text{g/kg}$ tv. i massekonsentrasjon. Fjorårets resultater fra Skagerrak-kerne viste nivåer av gjennomsnittlig 491 $\pm$ 175 MP/kg tv., og mikroplastkonsentrasjonene mellom 75 og 315 (138 $\pm$ 54) $\mu\text{g/kg}$ tv. Høyere nivåer av MP-partikler ble i fjor funnet i kjernen fra Kystbelte Skagerrak, med gjennomsnittlig 812 $\pm$ 287 MP/kg tv., og mikroplastkonsentrasjonene mellom 113 og 473 (262 $\pm$ 70) $\mu\text{g/kg}$ tv. Dette gjelder også for det første tre sedimentkjerner fra Norskehavet fra en tidligere Mareano-studie, som inneholdte 0-1084 (562 $\pm$ 472), 41-352 (233 $\pm$ 125) og 654-1579 (562 $\pm$ 472) MP/kg tv. i øverste 10 cm (Jensen og Bellec 2021). En annen tidligere Mareano-studie fant lave konsentrasjoner av MP (>50 μm) i kjerneprøver (0-126 MP/kg tv.) (Jensen og Bellec 2022). Derimot var mikroplast-konsentrasjonene i sedimentprøvene rapportert av Mareano i 2023, betydelig høyere og varierte fra 4537 til 14779 MP/kg tv. (Jensen mfl. 2023). Den mest sannsynlige forklaringen til de betydelig høyere konsentrasjoner sammenlignede med fjorårets, og til en viss grad foreliggende, rapporten er den lavere deteksjonsgrensen av 15 μm (Jensen m.fl. 2023). Det samme gjelder studien av Wu m.fl. 2024 nevnt ovenfor, hvor høye nivåer av mikroplast ble funnet bl.a. i sedimentkjerner i sedimentlagene avsatt så tidlig som ca. 1817 ifølge radiodatering.

I Mareano-arbeidet i 2023 ble py-GC-MS brukt til å måle forekomst av kunstig gummi (SBR) fra bildekk. Det ble påvist forekomst av SBR i samtlige overflateprøver, med verdier fra 2,64 – 44,85 µg/kg tv. I Mareano rapporten fra 2024 ble det også funnet SBR i samtlige overflateprøver, men i lavere konsentrasjoner mellom 1,68 – 7,89 µg/kg. I foreliggende rapport ble det ikke gjort funn av SBR gummi ved hjelp av py-GC-MS, som kan forklares av økt selektivitet i metoden.

10 - Konklusjoner

10.1 - Metodiske aspekter

Både prøvetaking, uttak av prøvene og tetthetsseparasjon virker vellykket. Angående prøvetaking bør det, som også nevnt i fjorårets rapport, vurderes om det finnes en plastfri løsning for forsegling av prøvetakingsrørene. Prøveuttak i et rentrom kunne være ønskelig, men dagens løsning virker til å fungere greit. Tetthetsseparasjon med dagens prøvevolumer og metodikk er tidskrevende og fysisk krevende for operatøren. Det kan vurderes videreutvikling og økt automatisering.

På analytisk side kan det være ønskelig å utvide både μ IR- og py-GC-MS-analyse til flere analytter (plasttyper). Spesielt maling/overflatebeskyttelse ser ut å være veldig relevant i denne sammenheng. I tillegg kunne Pyr-GC-MS-metoden videreutvikles for forskjellige bildekktyper og tilsetningsstoffer, som finnes i mikroplast og i dekkpartikler.

Analyseresultater for blankprøver viser at prøveuttaket, vannforsyningen og luften bidro i svært liten grad til kontaminering av prøvene. Det fantes to kortids-blanker som fikk kontaminering av en ukjent årsak. Disse blankprøvene inneholdte mengder sedimentpartikler uforklarlige for en luftblank.

Resultatene på partikkelstørrelsesfordelingen av mikroplast fra foreliggende og tidligere rapporter og publikasjoner viser en bratt stigende kurve for partikkelmengde mot mindre partikler. I fjor anbefalte vi å utvide størrelsesområde til mikroplastanalyse fra en nedre grense på 45 μ m ned til 20 μ m, om mulig ned til 10 μ m. En vellykket metodeoppgradering til en lavere deteksjonsgrense av 20 μ m ble utført i år. I foreliggende rapport baserer seg diskusjonen til en viss grad fortsatt på en (kunstig laget) grense av 45 μ m til å ha et bedre sammenligningsgrunnlag med tidligere Mareano rapporter og for å skape en «myk overgang» til den lavere grensen. Resultater ned til 20 μ m er også presentert.

10.2 - Resultater

Mikroplastkonsentrasjonene i overflatesedimentene (0-2 cm) analysert i dette prosjektet inneholder mellom 53 og 1265 [606 og 7620] (414 $\pm$ 335) [2653 $\pm$ 1874] MP/kg tv., basert på μ IR-spektroskopi, med en nedre deteksjonsgrense av 45 [20] μ m, og ifølge py-GC-MS inneholder disse overflateprøvene mikroplastkonsentrasjoner mellom 9 og 682 (171 $\pm$ 181) μ g/kg tv. De laveste antall MP har blitt detektert i prøver med sandholdig/grovkornet sammensetning fra NSJ Sørvest-F området i Nordsjøen. Prøver fra dette området skiller seg også ut i sin sammensetning, siden man finner en proporsjonalt høyere andel av tyngre (høy-tetthets) plasttyper som f.eks. PVC. Gjennomsnittlig finner vi 201 $\pm$ 152 [1768 $\pm$ 1372] MP/kg tv. og 66 $\pm$ 65 μ g/kg tv i overflateprøver fra NSJ Sørvest-F. Plastsammensetningen i overflateprøvene av områdene Vestavind-B og -F ligner hverandre med en utpreget dominans av lette (lav tetthets) plasttyper som PE og PP. I prøvene fra Vestavind-B området ble det gjennomsnittlig funnet 741 $\pm$ 443 [4851 $\pm$ 2519] MP/kg tv., og 504 $\pm$ 129 μ g/kg tv, ved hjelp av μ IR-spektroskopi og py-GC-MS, respektiv. I prøvene fra Vestavind-F området fant vi, sammenlignet med Vestavind-B, en lavere gjennomsnittlig forurensing med 335 [2035] MP/kg tv., og 103 μ g/kg tv. I de to overflateprøvene fra Kvitøya området øst for Svalbard ble det gjennomsnittlig detektert 803 [3068] MP/kg tv., og massekonsentrasjoner av gjennomsnittlig 197 μ g/kg tv. Disse resultatene viser enda en gang at selv områder i arktiske strøk langt unna større tettsteder er betydelig belastet med plastforurensing. I overflateprøven tatt i Lista-Norskerenna området nær Lindesnes sør i landet, så ble det detektert et partikkelantall av 519 [3541] MP/kg tv., og en mikroplastkonsentrasjon av 97 μ g/kg tv. Sistnevnte prøven viser en spesiell variert plastsammensetning, som har antageligvis sitt opphav i stasjonens nærhet til land.

Resultatene fra kjerneprøvene viser generelt, men med noen unntak (se f.eks. kjerne R3435), en svakt utpreget tendens av stigende antall MP mot overflaten. Som funnet i tidligere, så ble det også oppdaget mikroplast i dypere sedimentlag som, ifølge ^{210}Pb dateringen, stammer fra før-plasttiden (før 1940-tallene). Disse funn blir generelt forklart med bioturbasjon. For kjerneprøver fra kjernene tatt i Vestavind-B området ble det gjennomsnittlig funnet 418 ± 319 [2685 ± 1995] MP/kg tv., og 420 ± 358 µg/kg tv. med hjelp av henholdsvis µIR-spektroskopi og py-GC-MS. Som i overflateprøvene, var det lavere nivåer av mikroplast i kjerneprøver fra kjernen tatt i Vestavind-F området med gjennomsnittlig 223 ± 159 [1958 ± 1064] MP/kg tv., og en massekonsentrasjon av 170 ± 109 µg/kg tv. Laveste mikroplast nivåer fantes i gjennomsnittet for kjerneprøver fra kjernene tatt i NSJ Sørvest-F området, der det ble funnet 187 ± 129 [1642 ± 1237] MP/kg tv., og en massekonsentrasjon av 120 ± 129 µg/kg tv, som igjen gjenspeilet trenden funnet i overflateprøvene. I gjennomsnittet for kjerneprøver fra de to kjernene tatt i Kvitøyrenna ble det funnet 576 ± 398 [2930 ± 1618] MP/kg tv., og en massekonsentrasjon av 374 ± 230 µg/kg tv, mens i gjennomsnittet for kjerneprøver fra kjernen tatt i Lista-Norskerenna området ble det detektert 505 ± 241 [3711 ± 1488] MP/kg tv., og en massekonsentrasjon av 197 ± 90 µg/kg tv. De sistnevnte to prøvesett er interessant å sammenligne i forhold til partikkelstørrelse; Kvitøyrenna-prøvene inneholder et høyere antall partikler ≥ 45 µm og en høyere massekonsentrasjon, mens Lista-Norskerenna-prøvene viser høyest antall partikler ≥ 20 µm, som illustrerer veldig fint at et høyt antall partikler ikke automatisk betyr en høy massekonsentrasjon, men at det er en avhengighet av partikkelstørrelsesdistribusjonen.

Resultater for både overflate- og kjerneprøver fra områder planlagt for utbygging for havvind påviser varierende mengder av mikroplast i samtlige prøver. Disse resultatene vil fungere som en baselinje for eventuell videre overvåkning av mikroplast. Et overvåkningsprogram for mikroplast bør opprettes etter oppstart av havvind-produksjon.

Også i årets prøvesett var polyetylen (PE) den dominerende plasttypen, i både µIR-analysen og i py-GC-MS. Generelt ble det funnet svært få mikroplast partikler som var større enn 300 µm. Denne observasjonen samsvarer med resultatene i Jensen m.fl. 2023, der «flest mikroplastpartiklene var i størrelsesområdet 15-300 µm», og med fjorårets rapport (Bienfait mfl. 2025).

11 - Referanser

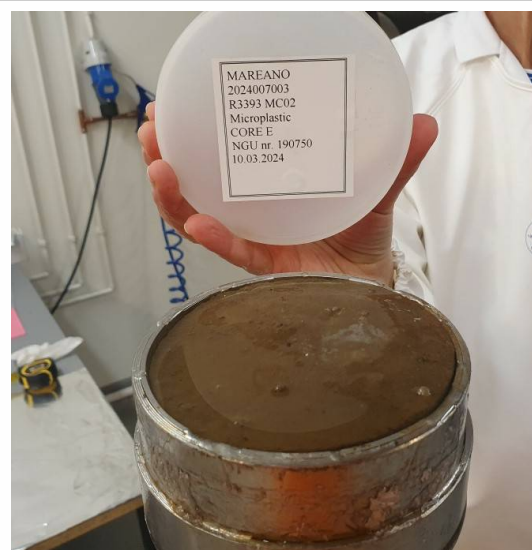
- Andrady A. L., 2011. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, vol. 62, pp. 1596 – 1605.
- Bergmann, M., Wirzberger, V., Krumpen, T., Lorenz, C., Primpke, S., Tekman, M.B., Gerdts, G. 2017. High Quantities of Microplastic in Arctic Deep-Sea Sediments from the HAUSGARTEN Observatory. *Environmental Science and Technology* 51, 11000-11010.
- Bienfait A. M., Libnau F. O., Gjerde J., Jensen H., Banica A., Boitsov S. 2025 Rapport fra havforskningen, 2025-3, ISSN:1893-4536, <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2025-3>
- Enders, K., K  ppler, A., Biniasch, O., Feldens, P., Stollberg, N., Lange, X., Fischer, D., Eichhorn, K.-J., Pollehne, F., Oberbeckmann, S., Labrenz, M. 2019. Tracing microplastics in aquatic environments based on sediment analogies. *Scientific Reports* 9, 15207.
- Harris, P. 2020. The fate of microplastic in marine sedimentary environments: A review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin* 158, 111398.
- Hufnagl, B., Steiner, D., Renner, E., L  der, M. G. J., Laforsch, C., Lohninger H. 2019. A methodology for the fast identification and monitoring of microplastics in environmental samples using random decision forest classifiers. *Analytical Methods* 11, 17, 2277-2285.
- Hufnagl, B., Stibi, M., Martirosyan, H., Wilczek, U., M  ller, J. U., L  der, M. G. J., Laforsch, C., Lohninger, H. 2022. Computer-Assisted Analysis of Microplastics in Environmental Samples Based on μ FTIR Imaging in Combination with Machine Learning. *Environmental Science & Technology Letters* 9, 1, 90-95.
- Jensen, H.K.B., Bellec, V.K. 2019. Milj  geokjemiske data og dateringsresultater fra indre Kongsfjorden og indre Rijpfjorden samt omr  dene SK01 og SK02 vest for Svalbard - MAREANO. NGU rapport 2019.027, ss. 50. https://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/2019/2019_027.pdf
- Jensen, H.K.B., Bellec, V.K. 2021. Milj  geokjemiske data og dateringsresultater fra Norskehavet - MAREANO. NGU rapport 2021.028, ss. 70. https://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/2021/2021_028.pdf
- Jensen, H.K.B., Bellec, V.K. 2022. Milj  geokjemiske data og dateringsresultater fra bunnsedimenter i omr  dene Garsholbanken, Eggakanten vest for Aktivneset, NH01-BO1, KB Folla, KB Sklinna – Vestfjorden, Vestfjorden Ytre, Spitsbergenbanken, Kirkeg  rden og Kratere N – Mareano. NGU rapport 2022.023, ss. 119. https://www.mareano.no/resources/Rapport_2022_023.pdf
- Jensen, H.K.B., Banica, A., Bellec, V.K. 2023. Milj  geokjemiske data og dateringsresultater fra omr  dene SK04, SK05, SK06, SK07, SK08, SK09, Kvit  yrenna, Rijpfjorden midtre, Rijpfjorden ytre, Utsira nord og NS04 (Skagerrak) – Mareano. NGU rapport 2023.020, ss. 129. https://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/2023/2023_020.pdf
- Plastics – the Facts. 2022. Accessed 12.12.2024 at https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2023/03/PE-PLASTICS-THE-FACTS_FINAL_DIGITAL-1.pdf
- Radford, F., Horton, A.A., Felgate, S., Lichtschlag, A., Hunt, J., Andrade, V., Sanders, R., Evans, C. 2024. Factors influencing microplastic abundances in the sediments of a seagrass-dominated tropical atoll. *Environmental Pollution* 357, 124483.

Wu, F., Zonneveld, K.A.F., Wolschke, H., von Elm, R., Primpke, S., Versteegh, G.J.M., Gerdts, G. 2024. Diving into the Depths: Uncovering Microplastics in Norwegian Coastal Sediment Cores. *Environmental Science & Technology* 58, 17036-17047.

Vedlegg 1 Bilder fra prøveuttak hos NGU



Figur 1 : R3388MC01 overflate



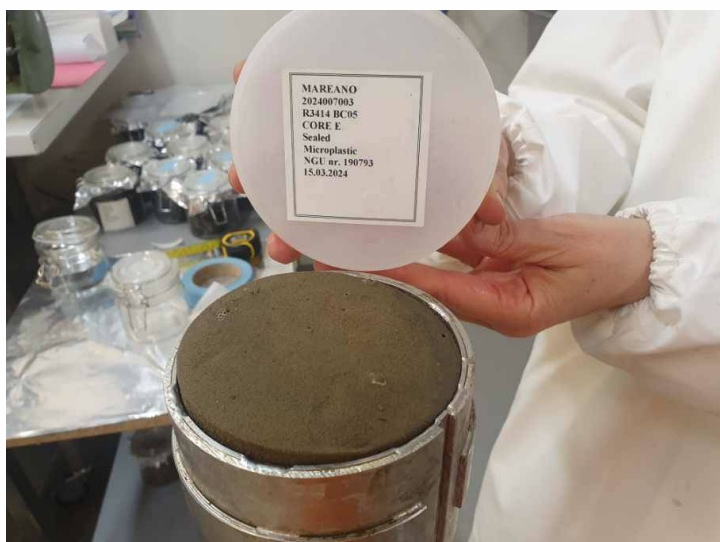
Figur 2 : R3393MC02 overflate



Figur 3 : R3404MC03 overflate



Figur 4 : R3414BC05 overflate detaljbildet



Figur 5 : R3414BC05 overflate



Figur 6 : R3425BC06 overflate



Figur 7 : R3435BC07 overflate detaljbildet



Figur 8 : R3435BC07 overflate



Figur 9 : R3496MC04 overflate



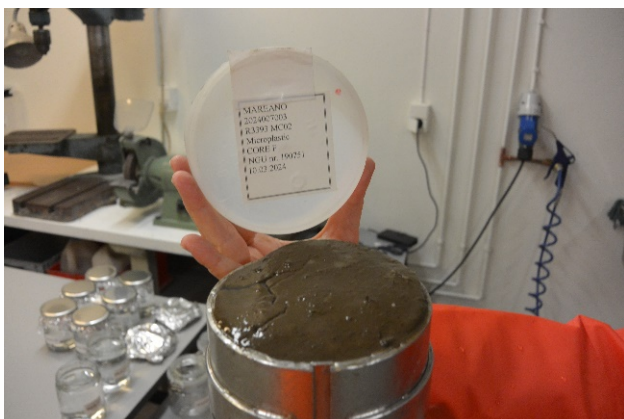
Figur 10 : R3510MC05 overflate



Figur 11 : Prøve R3393MC02F overflate



Figur 12 : Prøve R3393MC02F overflate (II)



Figur 13 : Prøve R3393MC02F overflate (III)



Figur 14 : Prøve R3393MC02F_2-4cm



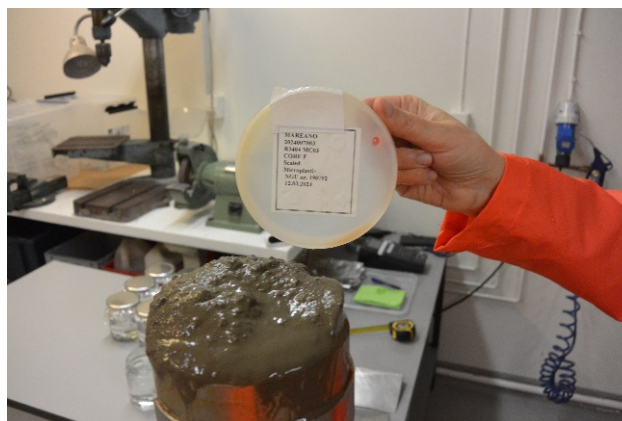
Figur 15 : Prøve R3393MC02F_4-6cm



Figur 16 : Prøve R3393MC02F_8-10cm



Figur 17 : Prøve R3404MC03F overflate



Figur 18 : Prøve R3404MC03F overflate (II)



Figur 19 : Prøve R3404MC03F_2-4cm



Figur 20 : Prøve R3404MC03F_4-6cm



Figur 21 : Prøve R3404MC03F_8-10cm



Figur 22 : Prøve R3425MC23E overflate



Figur 23 : Prøve R3425MC23E_0-2cm



Figur 24 : Prøve R3425MC23E_0-2cm (II)



Figur 25 : Prøve R3425MC23E_2-4cm



Figur 26 : Prøve R3425MC23E_4-6cm



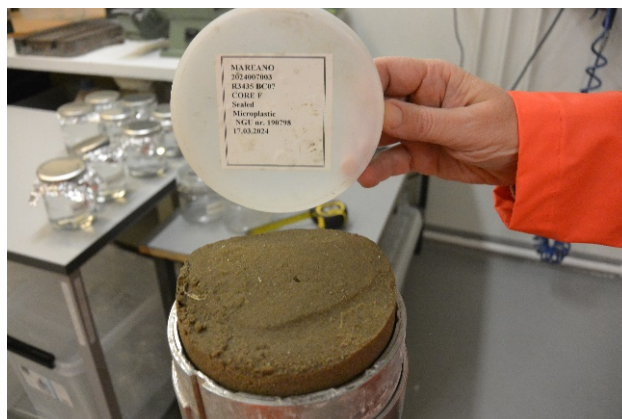
Figur 27 : Prøve R3 425 MC 23E_4-6cm (II)



Figur 28 : Prøve R3 425 MC 23E_6-8cm



Figur 29 : Prøve R3425MC23E_8-10cm



Figur 30 : Prøve R3435BC07F_0-2cm (overflate)



Figur 31 : Prøve R3435BC07F_2-4cm



Figur 32 : Prøve R3435BC07F_4-6cm



Figur 33 : Prøve R3435BC07F_6-8cm



Figur 34 : Prøve R3435BC07F_8-10cm



Figur 35 : Prøve R3579GR20E_0-2cm (overflate)



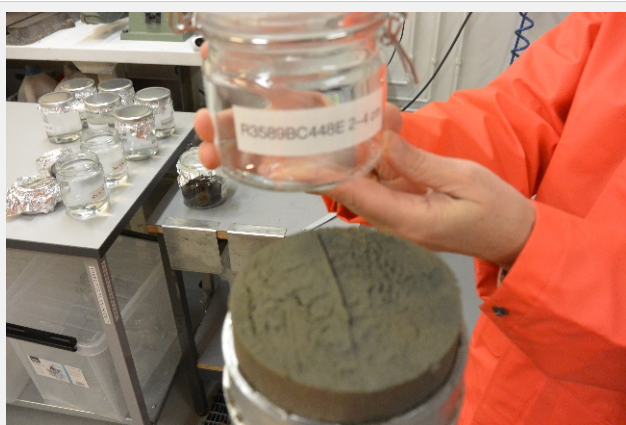
Figur 36 : Prøve R3579GR20E_2-4cm



Figur 37 : Prøve R3589BC448E (overflate)



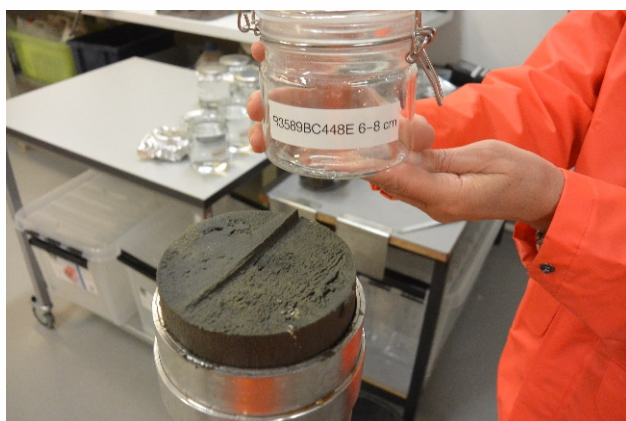
Figur 38 : Prøve R3589BC448E_0-2cm



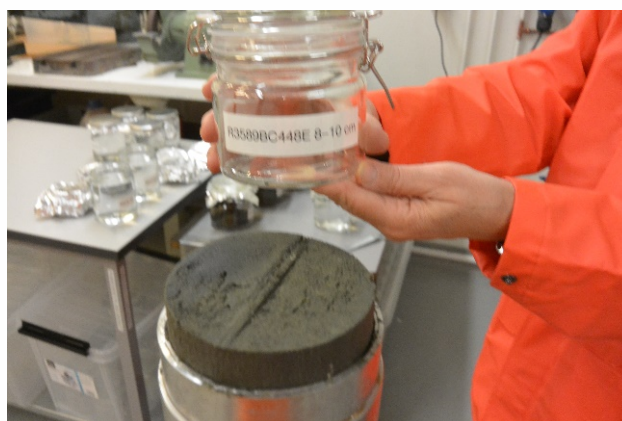
Figur 39 : Prøve R3589BC448E_2-4cm



Figur 40 : Prøve R3589BC448E_4-6cm



Figur 41 : Prøve R3589BC448E_6-8cm



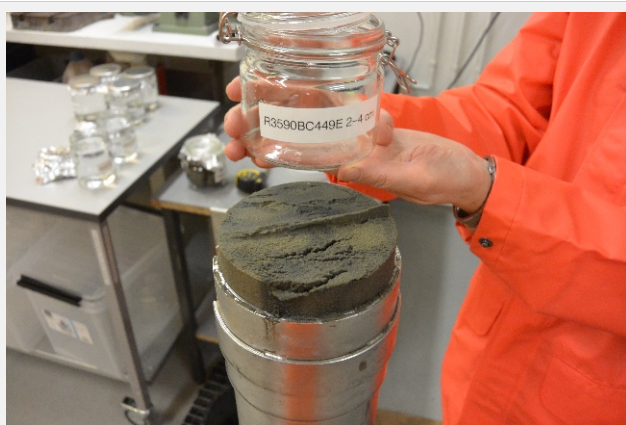
Figur 42 : Prøve R3589BC448E_8-10cm



Figur 43 : Prøve R3590BC449E overflate



Figur 44 : Prøve R3590BC449E_0-2cm



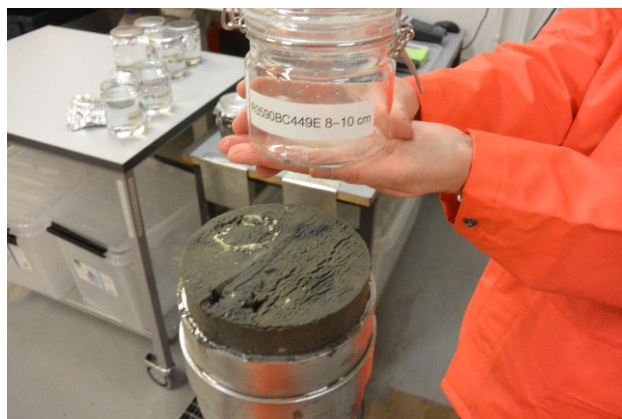
Figur 45 : Prøve R3590BC449E_2-4cm



Figur 46 : Prøve R3590BC449E_4-6cm



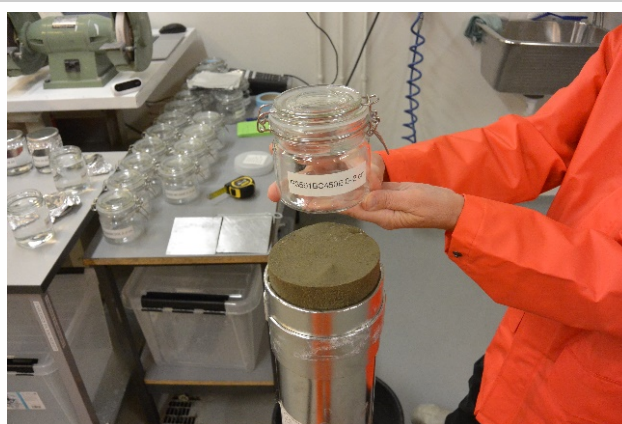
Figur 47 : Prøve R3590BC449E_6-8cm



Figur 48 : Prøve R3590BC449E_8-10cm



Figur 51 : Prøve R3591BC450E overflate



Figur 52 : Prøve R3591BC450E_0-2cm



Figur 53 : Prøve R3591BC450E_2-4cm



Figur 54 : Prøve R3591BC450E_4-6cm



Figur 55 : Prøve R3591BC450E_6-8cm



Figur 56 : Prøve R3591BC450E_8-10cm



Figur 57 : Prøve R3560MC20E overflate



Figur 58 : Prøve R3560MC20E_0-2cm



Figur 59 : Prøve R3560MC20E_0-2cm (II)



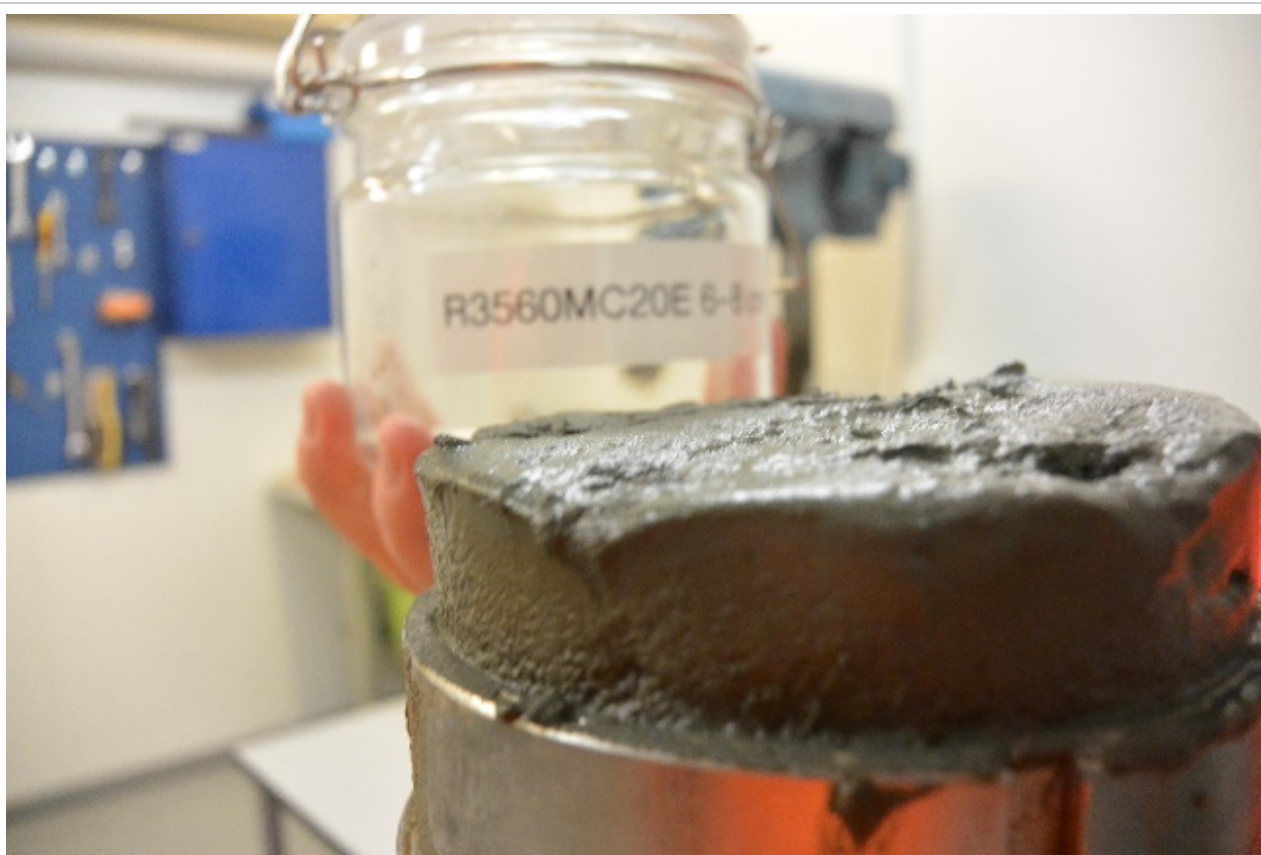
Figur 60 : Prøve R3560MC20E_2-4cm



Figur 61 : Prøve R3560MC20E_4-6cm



Figur 62 : Prøve R3560MC20E_6-8cm



Figur 63 : Prøve R3 560 MC 20 E_6-8cm (II)



Figur 64 : Prøve R3

560 MC 20 E_8-10cm



Figur 65 : Prøve R3560MC20E_10-12cm



Figur 66 : Prøve R3560MC20E_12-14cm



Figur 67 : Prøve R3560MC20E_14-16cm



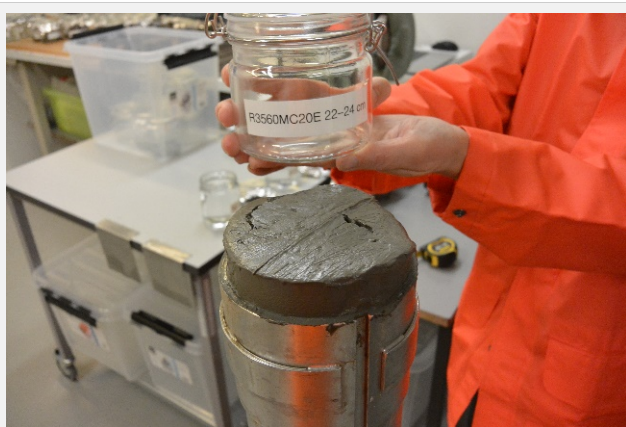
Figur 68 : Prøve R3560MC20E_16-18cm



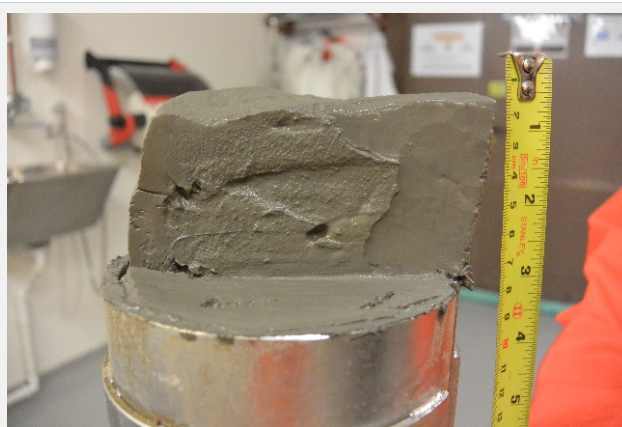
Figur 69 : Prøve R3560MC20E_18-20cm



Figur 70 : Prøve R3560MC20E_20-22cm



Figur 71 : Prøve R3560MC20E_22-24cm



Figur 72 : Prøve R3560MC20E_crossection



Figur 73 : Prøve R3565MC21E overflate



Figur 74 : Prøve R3565MC21E_0-2cm



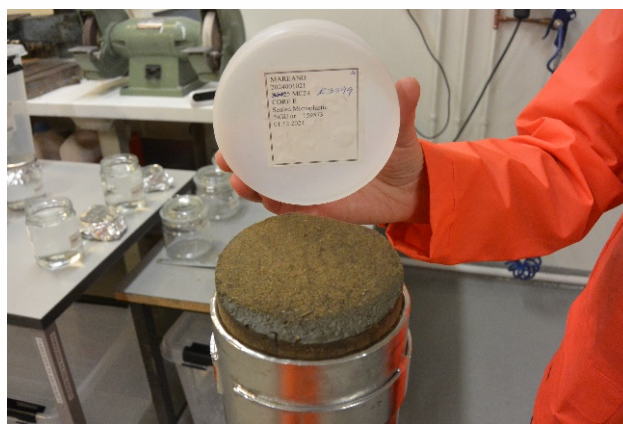
Figur 75 : Prøve R3565MC21E crossection



Figur 76 : Prøve R3565MC21E crossection (II)



Figur 77 : Prøve R3565MC21E crossection (III)



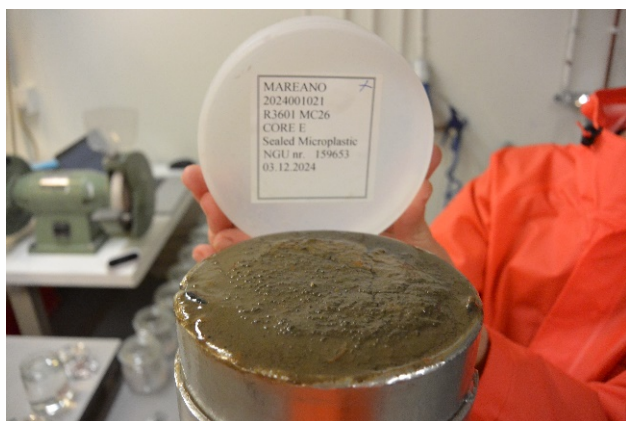
Figur 78 : Prøve R3599MC24E overflate



Figur 79 : Prøve R3599MC24E_0-2_cm



Figur 80 : Prøve R3599MC24E crossection



Figur 81 : Prøve R3601MC26E overflate



Figur 82 : Prøve R3601MC26E overflate (II)



Figur 83 : Prøve R3601MC26E_0-2cm



Figur 84 : Prøve R3601MC26E_0-2cm crossection



Figur 85 : Prøve R3601MC26E_2-4cm



Figur 86 : Prøve R3601MC26E_4-6cm



Figur 87 : Prøve R3601MC26E_8-10cm



Figur 88 : Prøve R3601MC26E_14-16cm



Figur 89 : Prøve R3601MC26E crossection



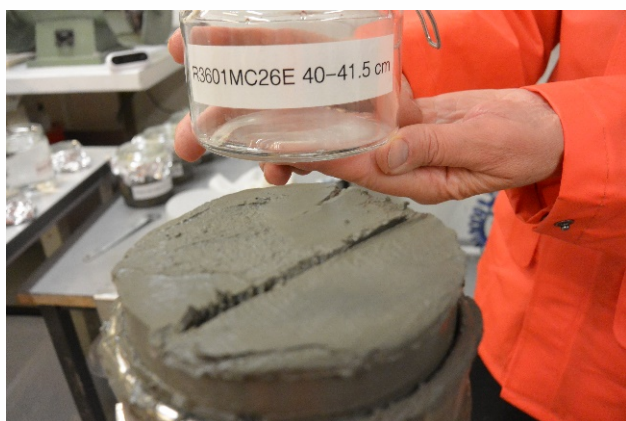
Figur 90 : Prøve R3601MC26E_24-26cm



Figur 91 : Prøve R3601MC26E crossection



Figur 92 : Prøve R3601MC26E crossection (II)



Figur 93 : Prøve R3601MC26E_40-41.5cm

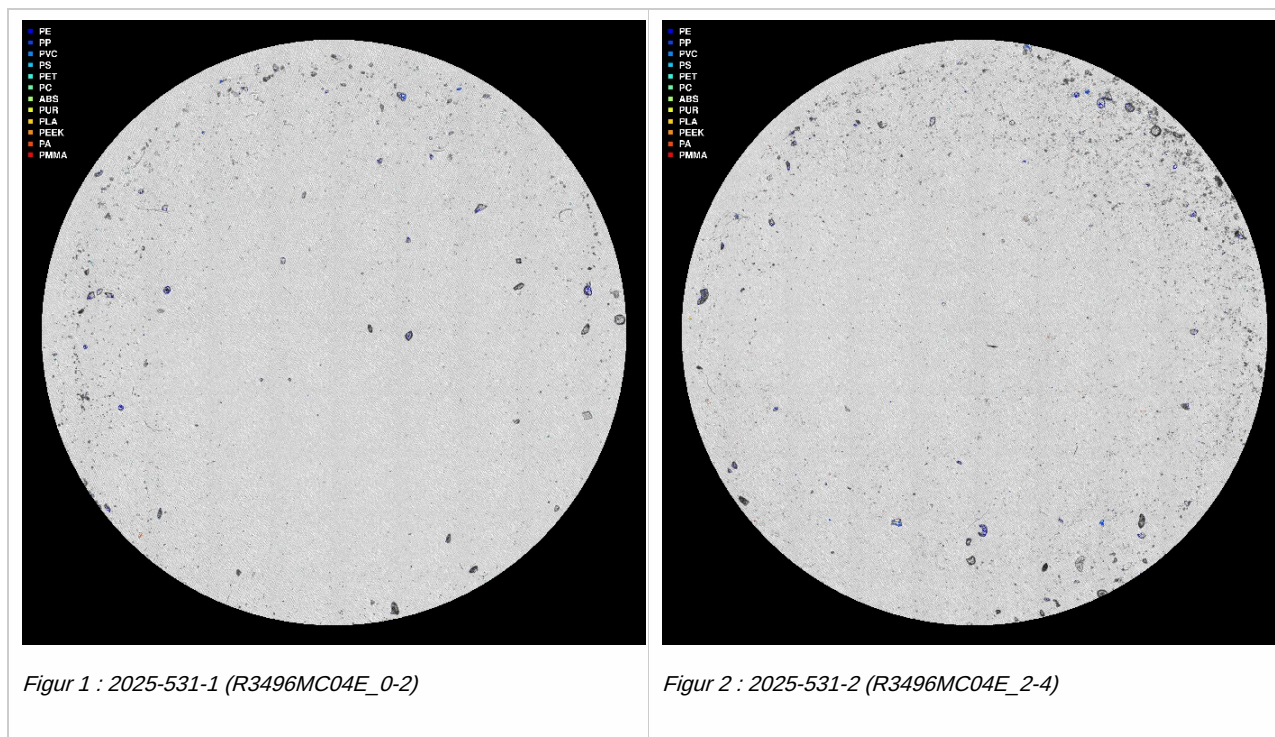


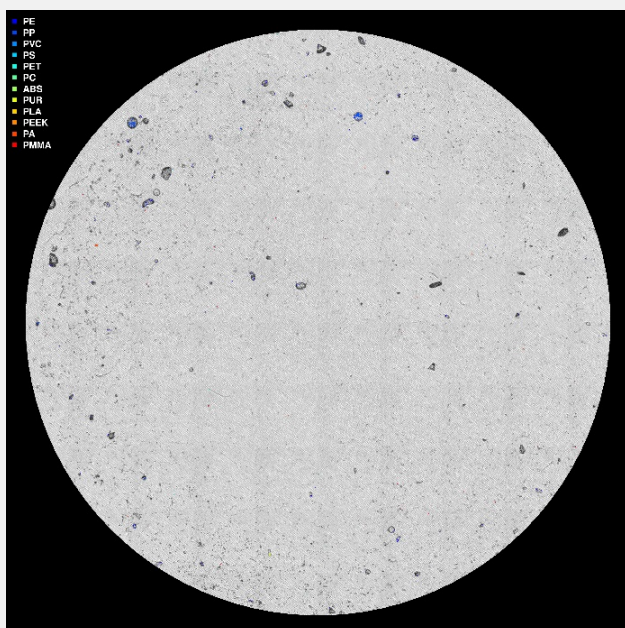
Figur 94 : Prøve R3601MC26E_40-41.5cm (II)

Vedlegg 2 Bilder fra μ IR-spektroskopi

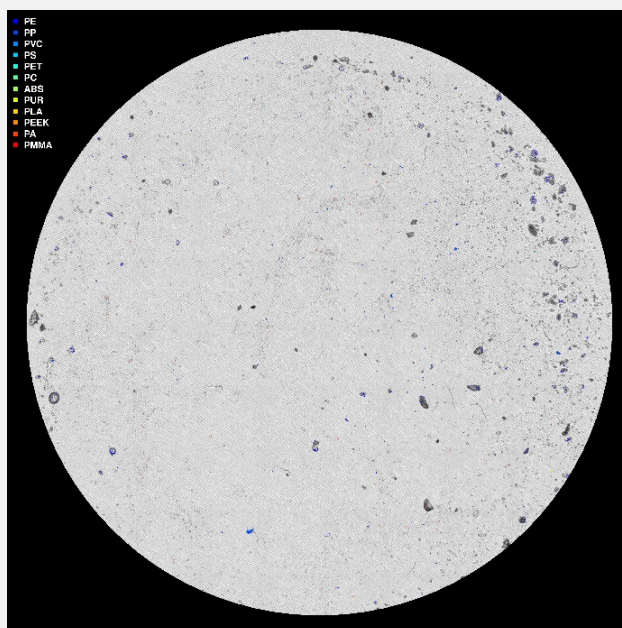
Bildene er generert av HI sin databehandlingspipeline og viser mikroplastpartikler «fargelagt» i henhold til legenden. Bildene viser partikler ned til 8 μ m, men på grunn av prøveopparbeiding, ble kvantifiseringsgrensen satt til 20 μ m, og til 45 μ m til sammenligning med tidligere studier, respektivt. Dermed kan det forekomme en forskjell av visuelt inntrykk og tallfestet forekomst av mikroplast i enkelte prøver. I noen analyser havnet støttingen til PTFE-filtrene i analyseområde. I disse tilfellene ble polymersignaler på støttingen manuelt identifisert og fjernet fra datasettene.

Kvitøyrenna (I)

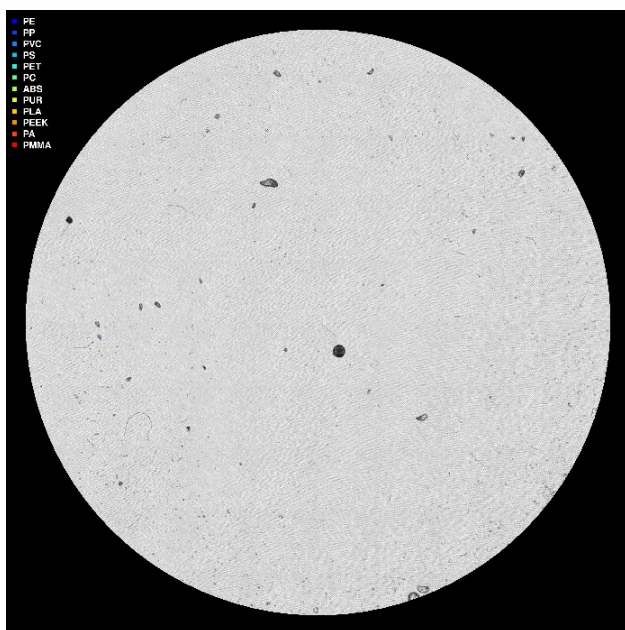




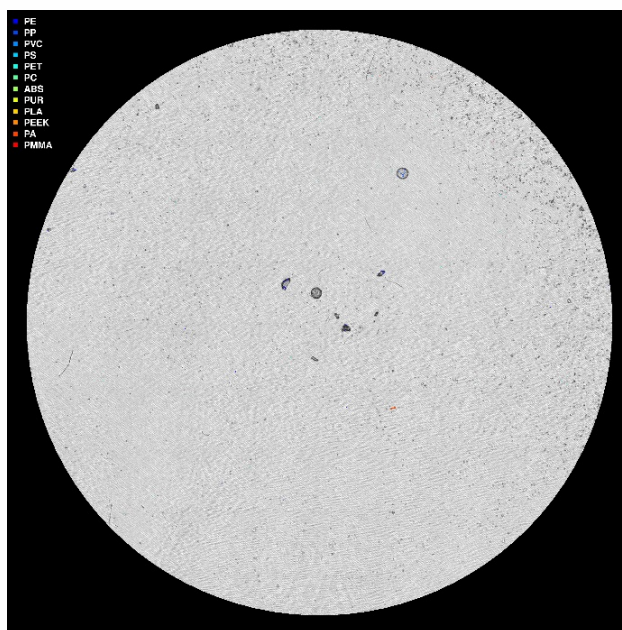
Figur 3 : 2025-531-3 (R3496MC04E_4-6)



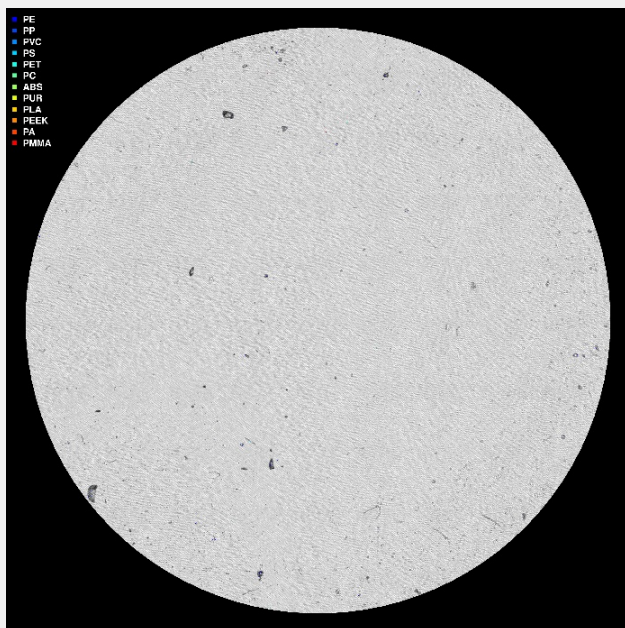
Figur 4 : 2025-531-4 (R3496MC04E_6-8)



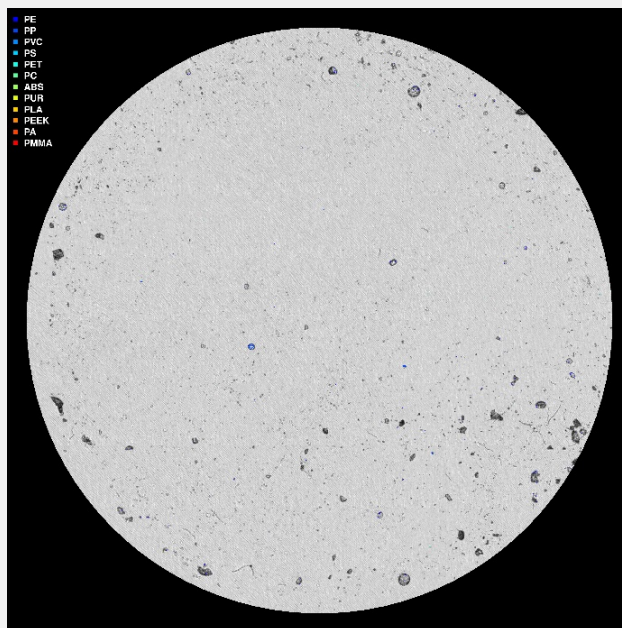
Figur 5 : 2025-531-5 (R3496MC04E_10-12)



Figur 6 : 2025-531-6 (R3496MC04E_12-14)

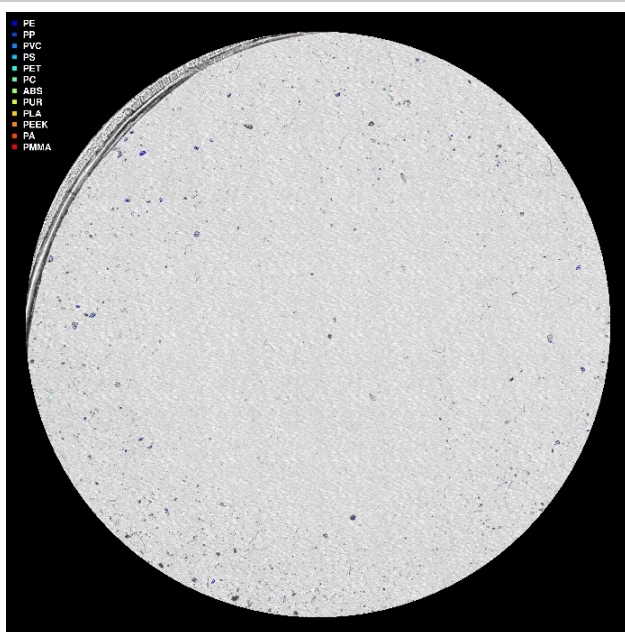


Figur 7 : 2025-531-7 (R3496MC04E_14-16)

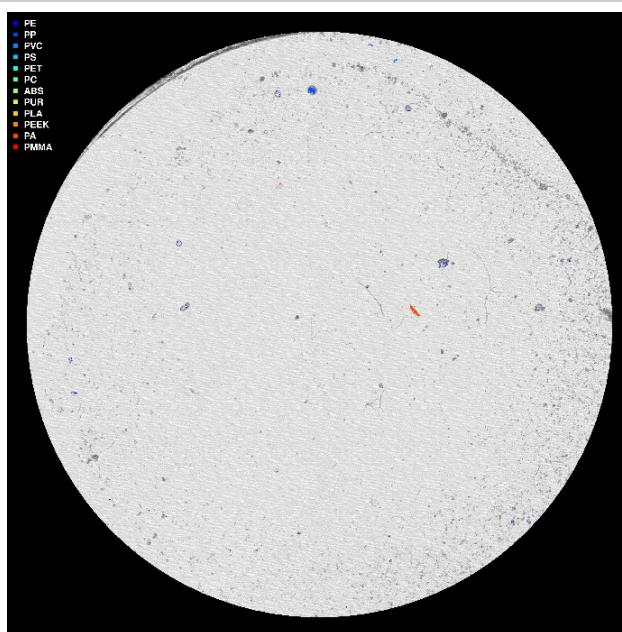


Figur 8 : 2025-531-8 (R3496MC04E_24-26)

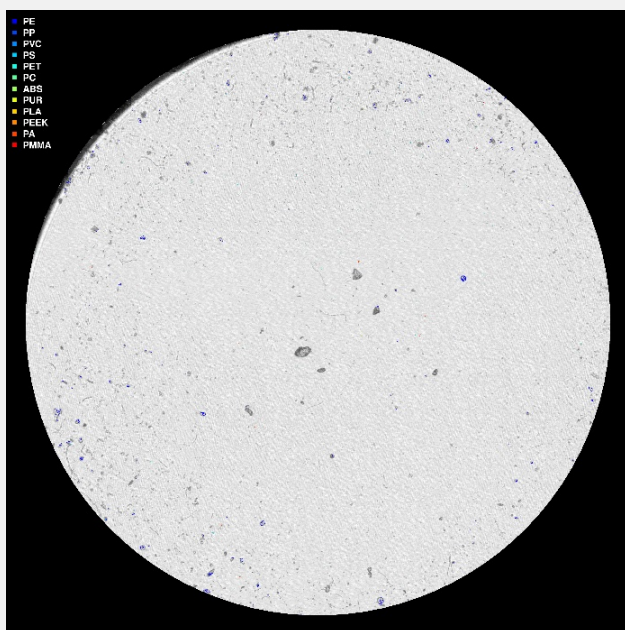
Kvitøyrenna (II)



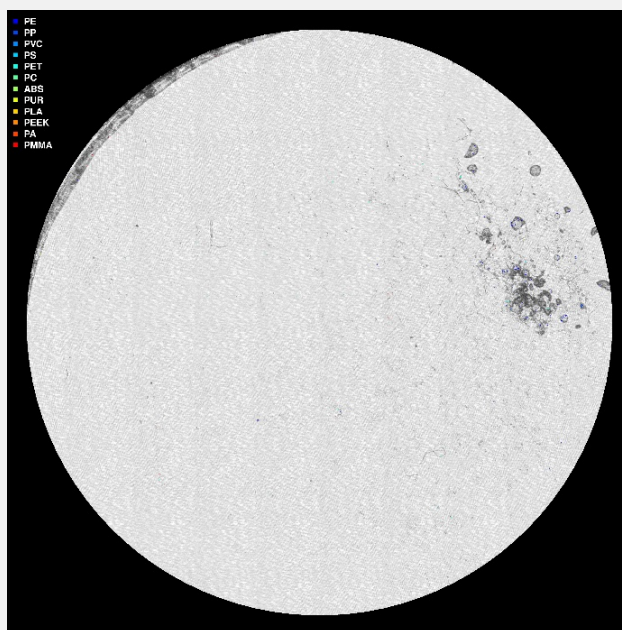
Figur 9 : 2025-532-2 (R3510MC05E_0-2)



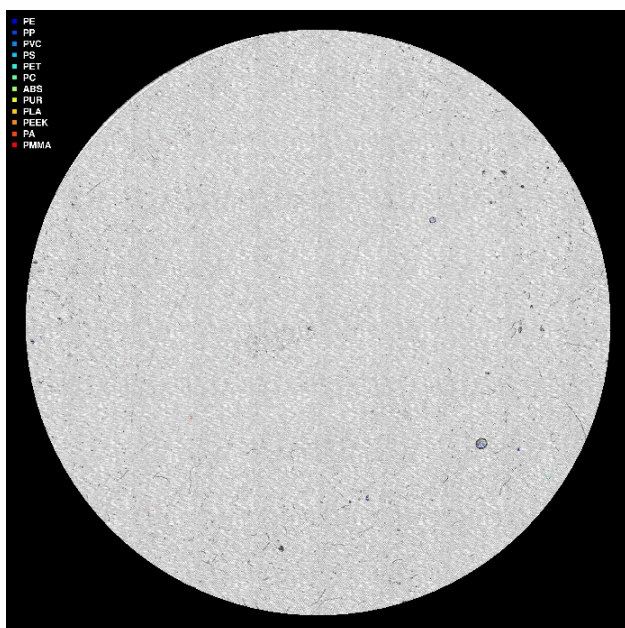
Figur 10 : 2025-532-2 (R3510MC05E_2-4)



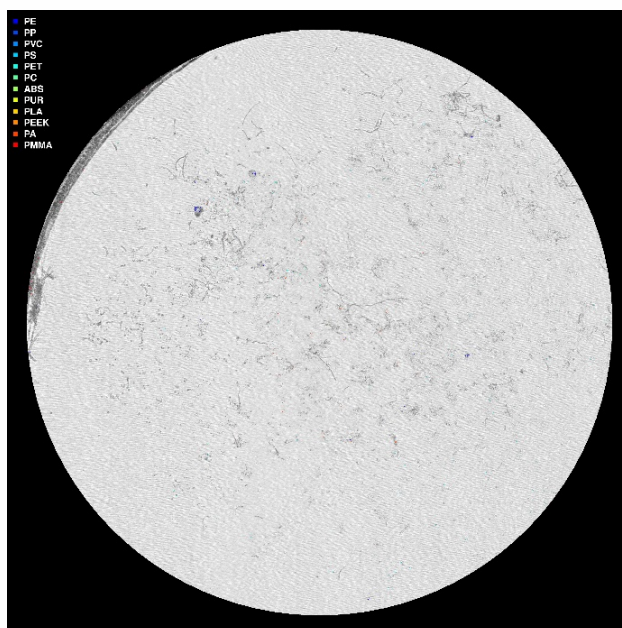
Figur 11 : 2025-532-3 (R3510MC05E_4-6)



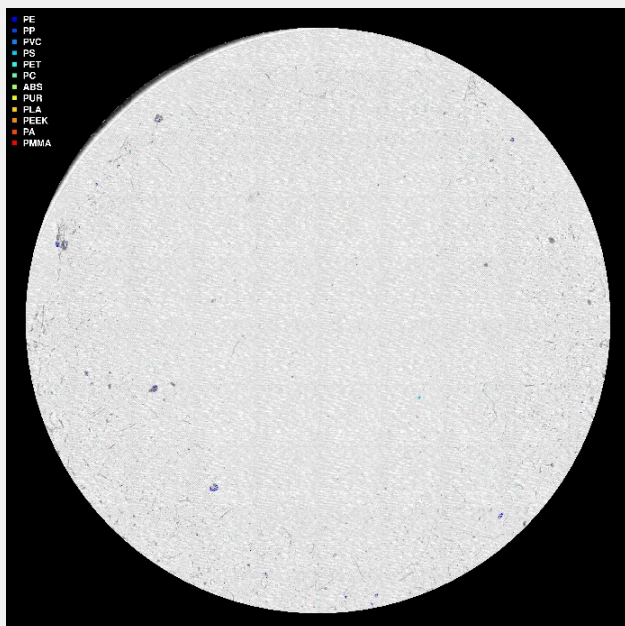
Figur 12 : 2025-532-4 (R3510MC05E_6-8)



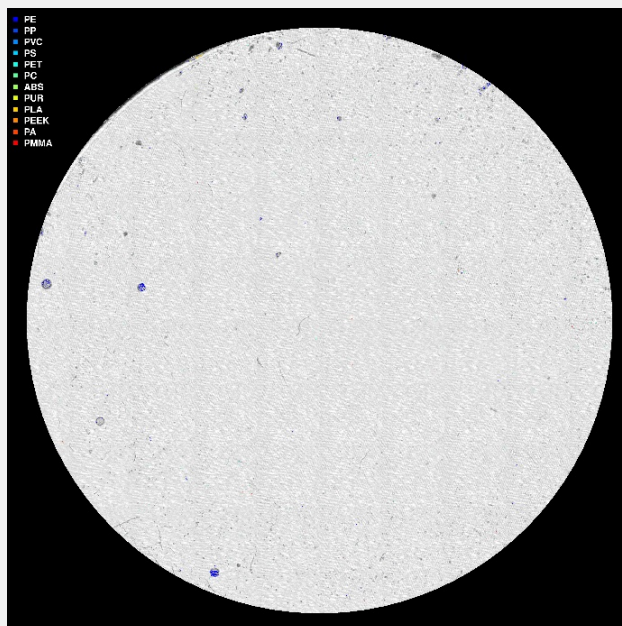
Figur 13 : 2025-532-5 (R3510MC05E_8-10)



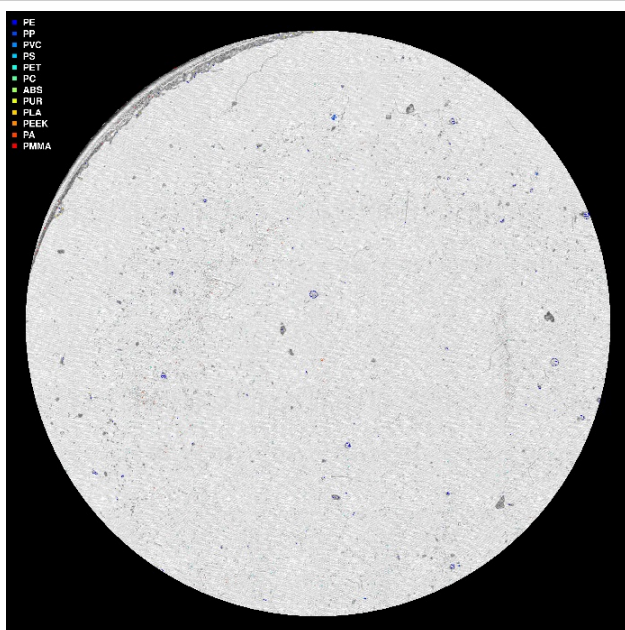
Figur 14 : 2025-532-6 (R3510MC05E_10-12)



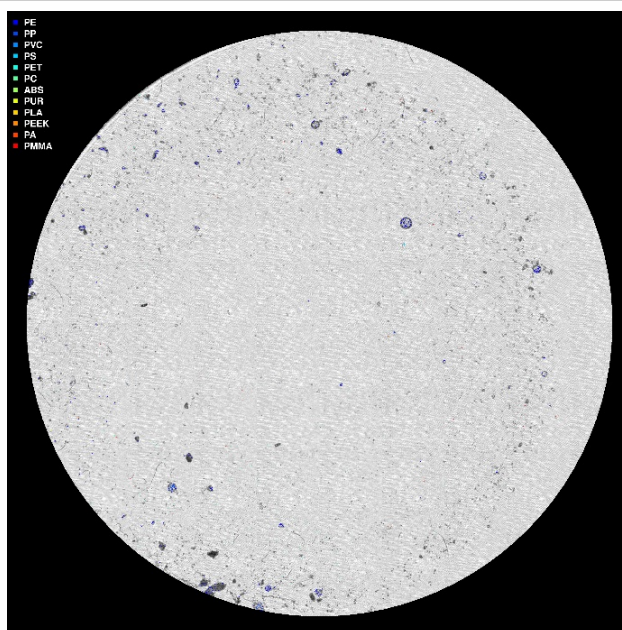
Figur 15 : 2025-532-7 (R3510MC05E_12-14)



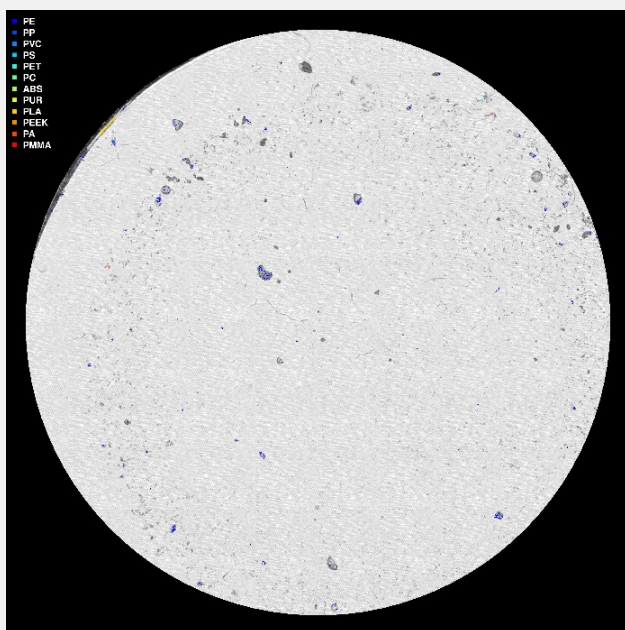
Figur 16 : 2025-532-8 (R3510MC05E_14-16)



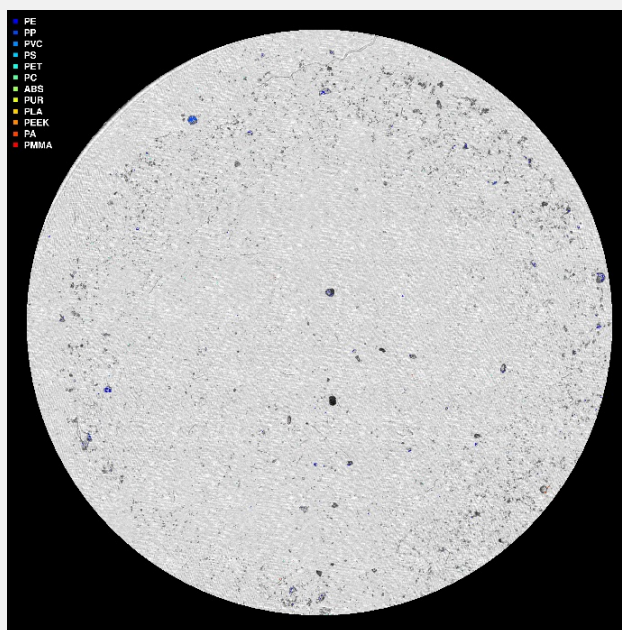
Figur 17 : 2025-532-9 (R3510MC05E_16-18)



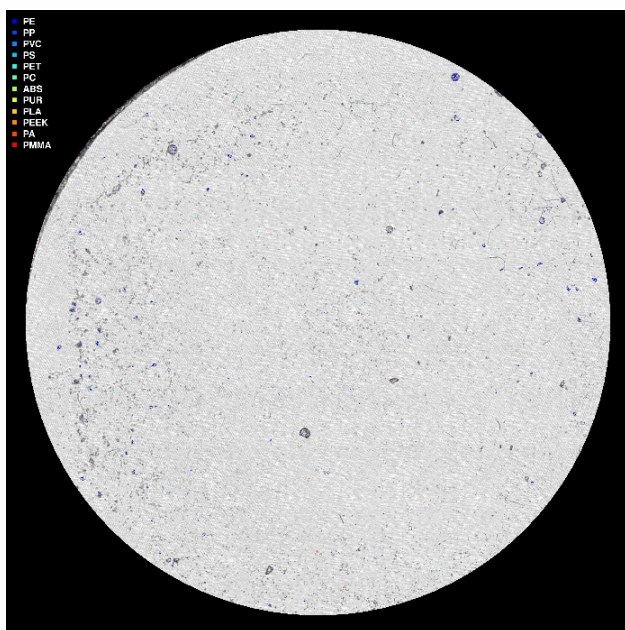
Figur 18 : 2025-532-10 (R3510MC05E_18-20)



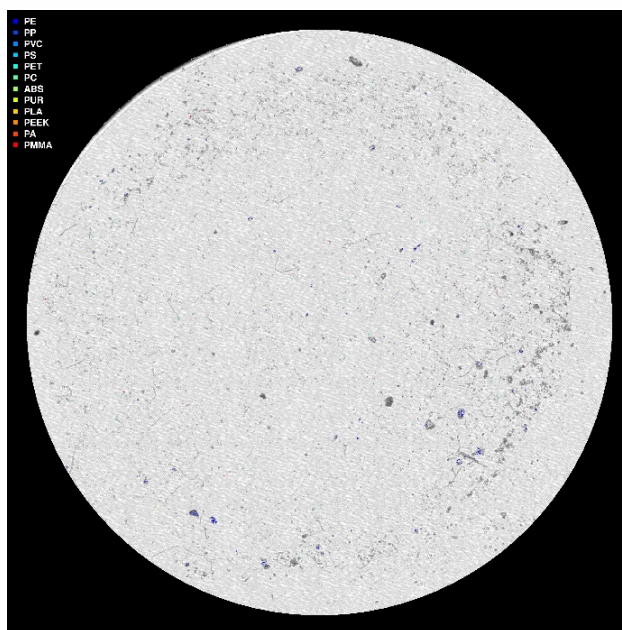
Figur 19 : 2025-532-11 (R3510MC05E_20-22)



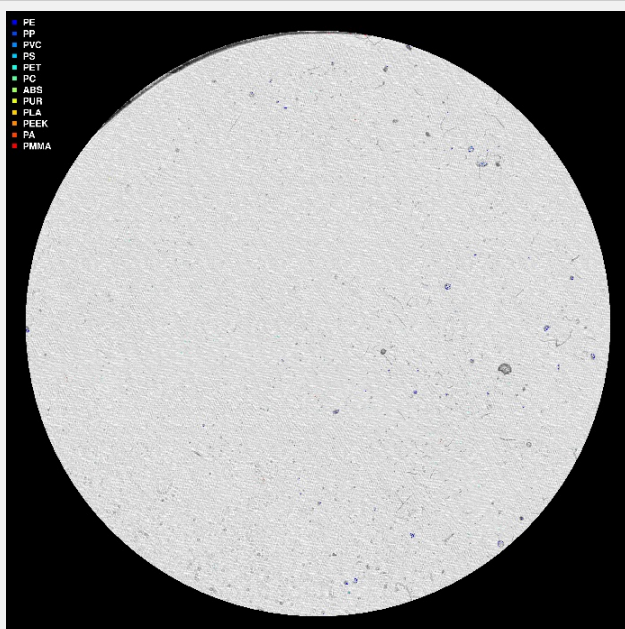
Figur 20 : 2025-532-12 (R3510MC05E_22-24)



Figur 21 : 2025-532-13 (R3510MC05E_24-26)

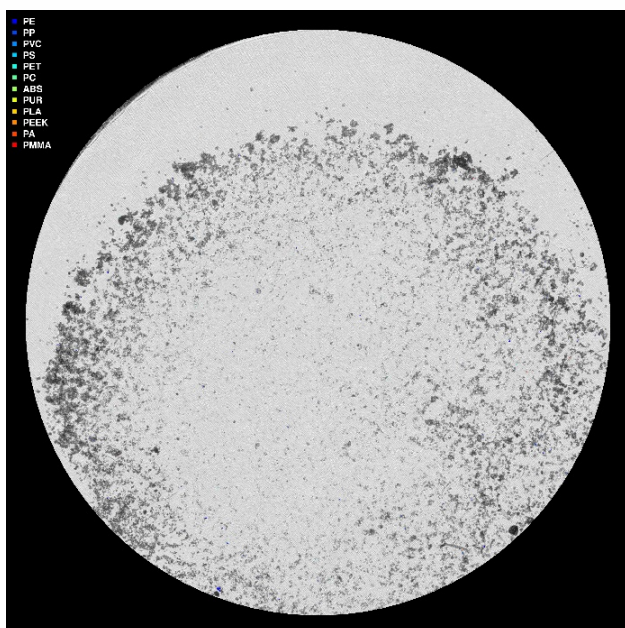


Figur 22 : 2025-532-14 (R3510MC05E_26-28)

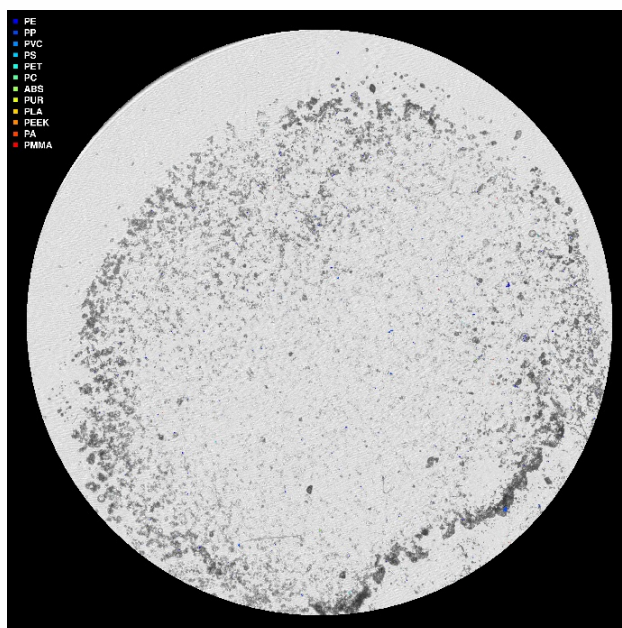


Figur 23 : 2025-532-15 (R3510MC05E_28-30)

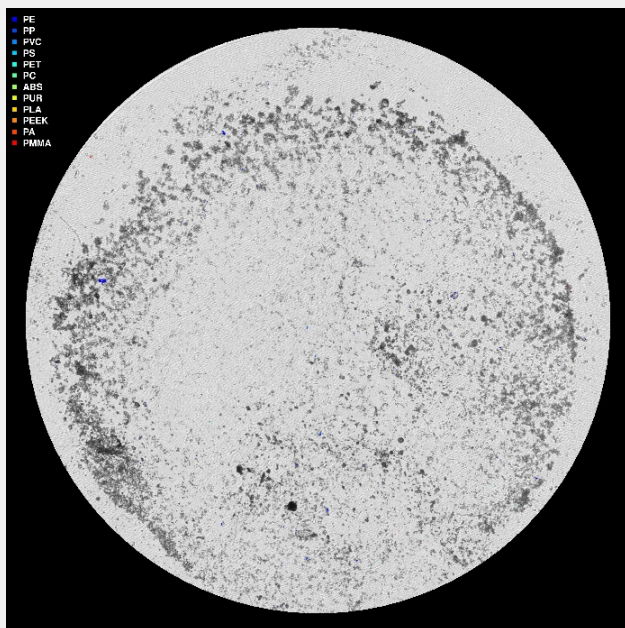
Vestavind-B (I)



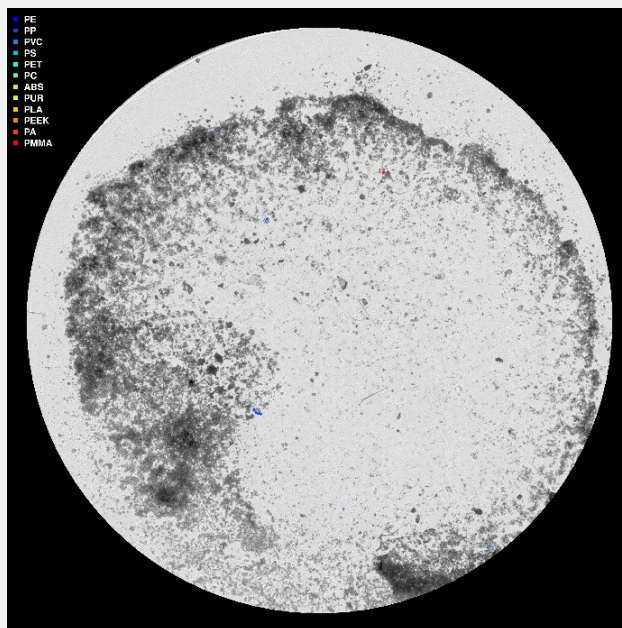
Figur 24 : 2025-526-1 (R3393MC02F_0-2)



Figur 25 : 2025-526-2 (R3393MC02F_2-4)

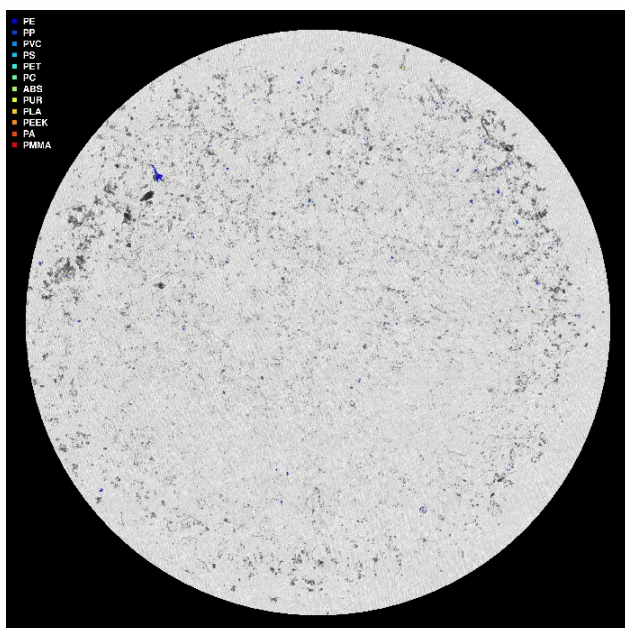


Figur 26 : 2025-526-3 (R3393MC02F_4-6)

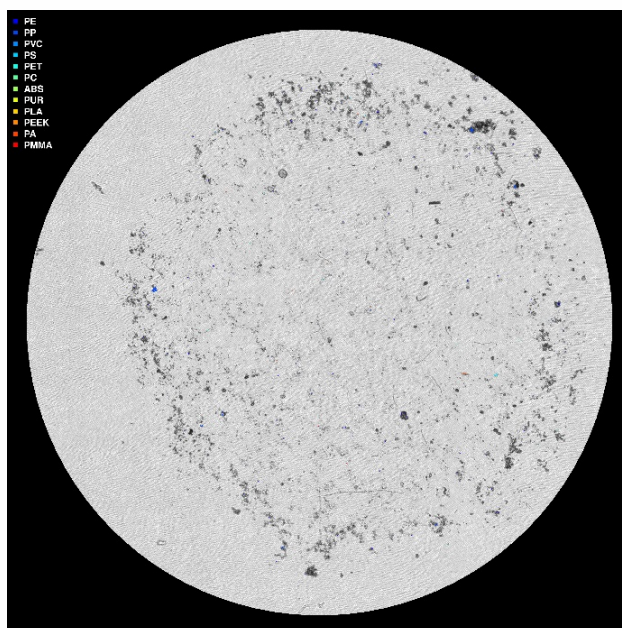


Figur 27 : 2025-526-4 (R3393MC02F_8-10)

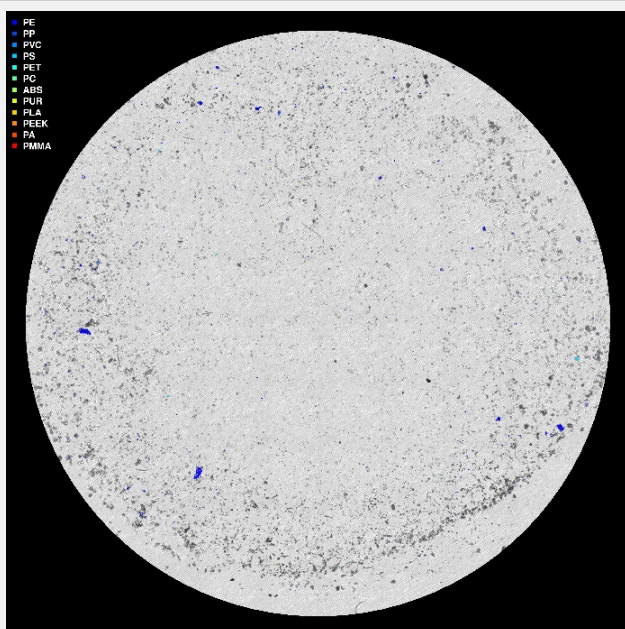
Vestavind-B (II)



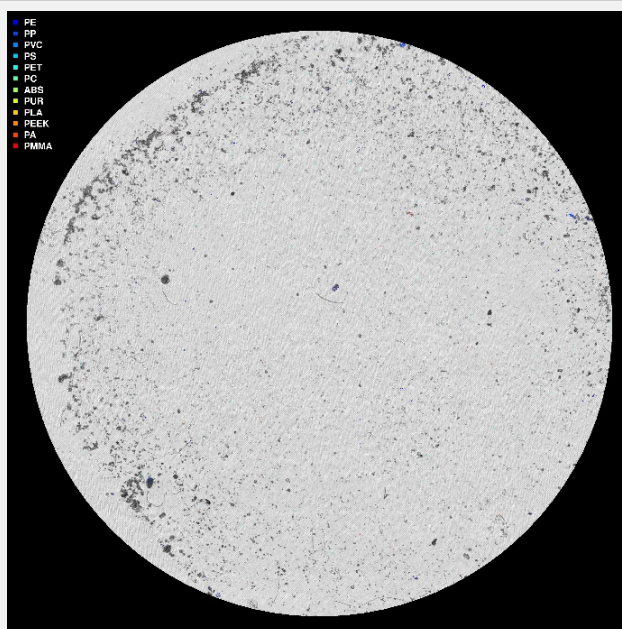
Figur 28 : 2025-525-1 (R3388MC01E_0-2)



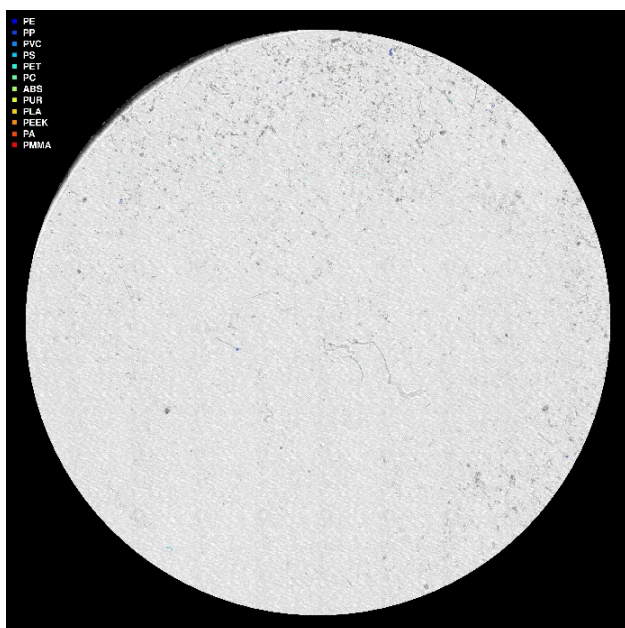
Figur 29 : 2025-525-2 (R3388MC01E_2-4)



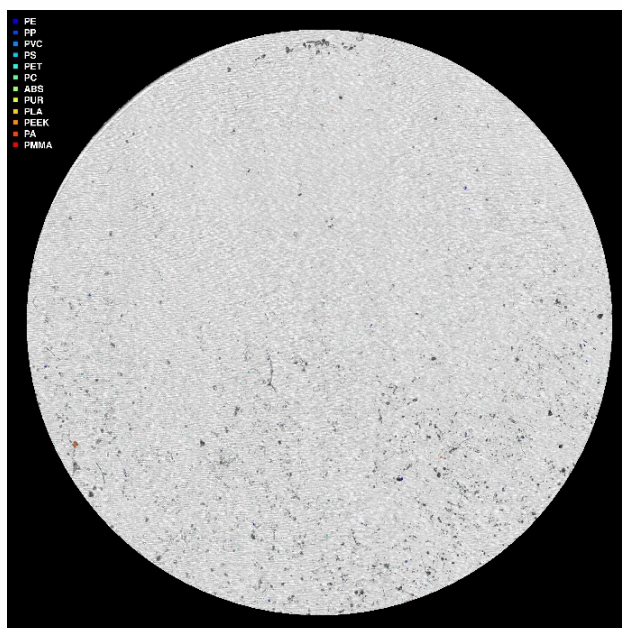
Figur 30 : 2025-525-3 (R3388MC01E_4-6)



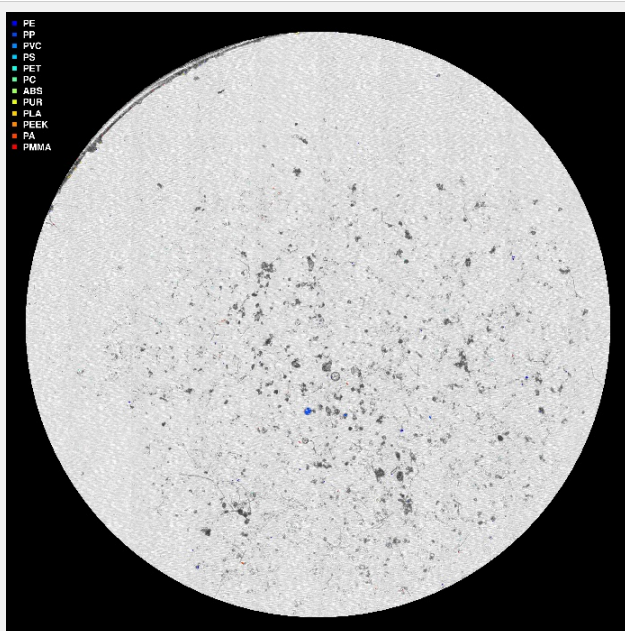
Figur 31 : 2025-525-4 (R3388MC01E_6-8)



Figur 32 : 2025-525-5 (R3388MC01E_8-10)

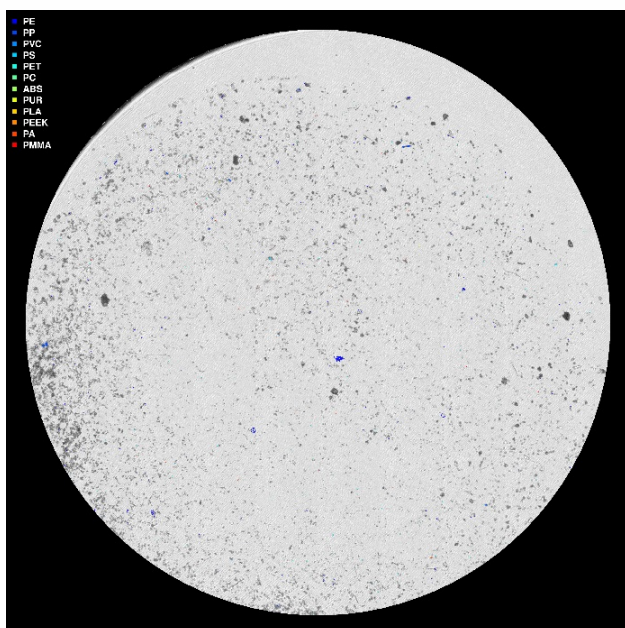


Figur 33 : 2025-525-6 (R3388MC01E_14-16)

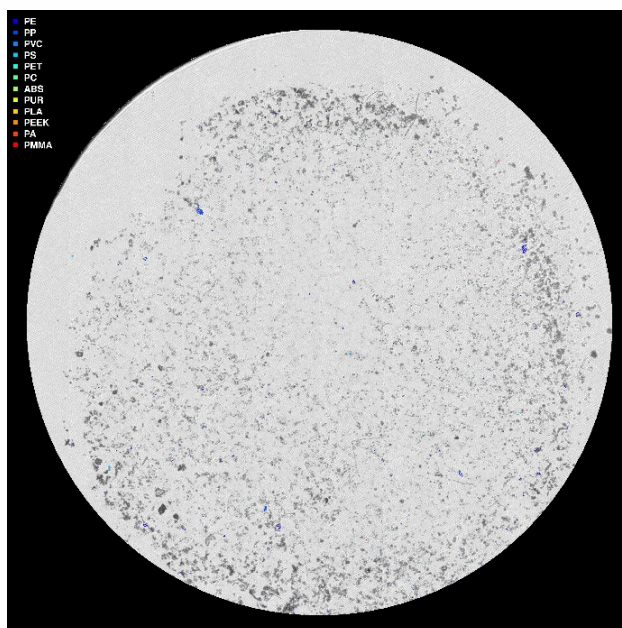


Figur 34 : 2025-525-7 (R3388MC01E_24-26)

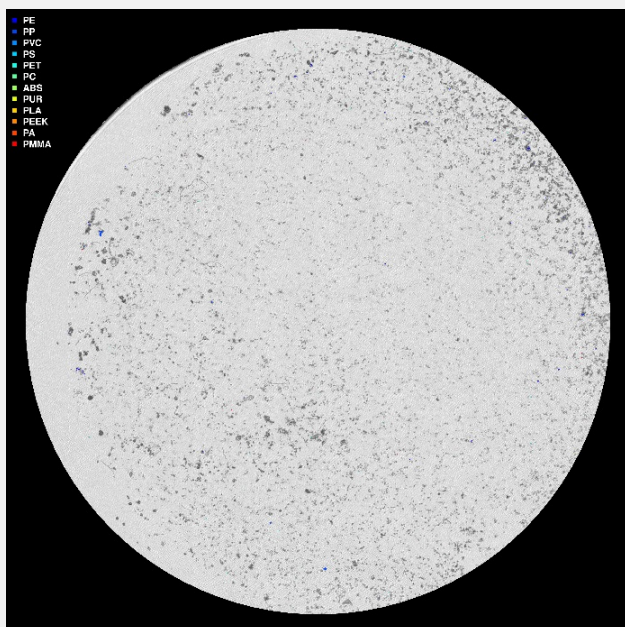
Vestavind-B (III)



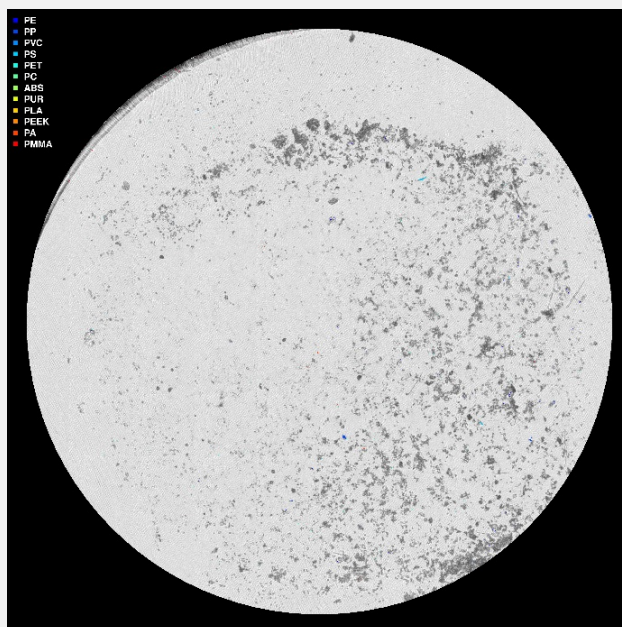
Figur 35 : 2025-527-1 (R3404MC03F_0-2)



Figur 36 : 2025-527-1 (R3404MC03F_2-4)

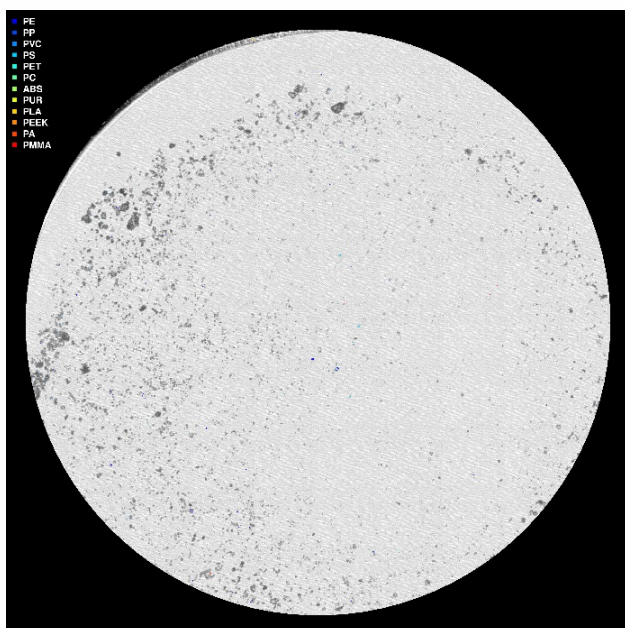


Figur 37 : 2025-527-1 (R3404MC03F_4-6)

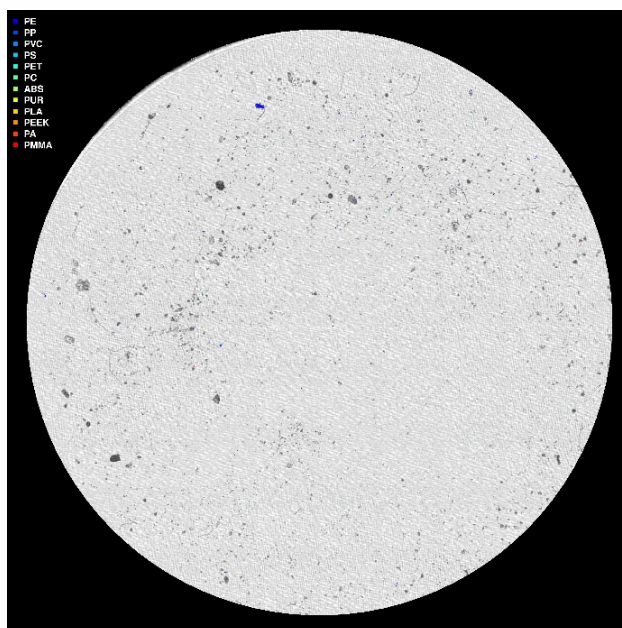


Figur 38 : 2025-527-1 (R3404MC03F_8-10)

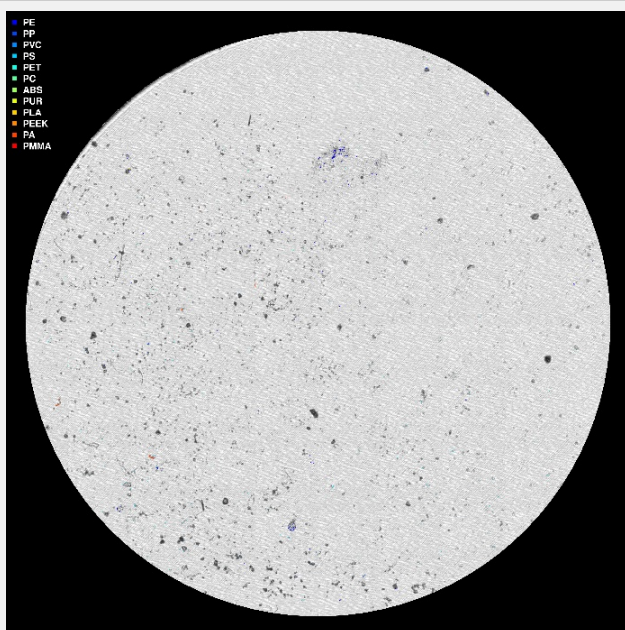
Vestavind-F (I)



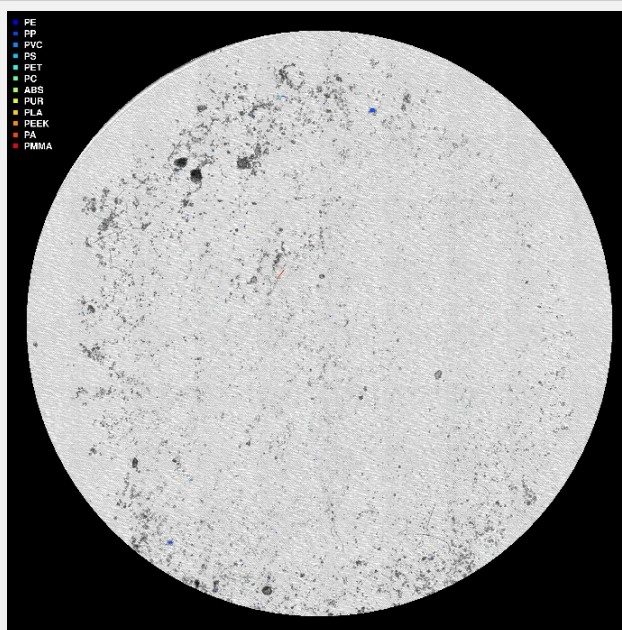
Figur 39 : 2025-533-1 (R3560MC20E_0-2)



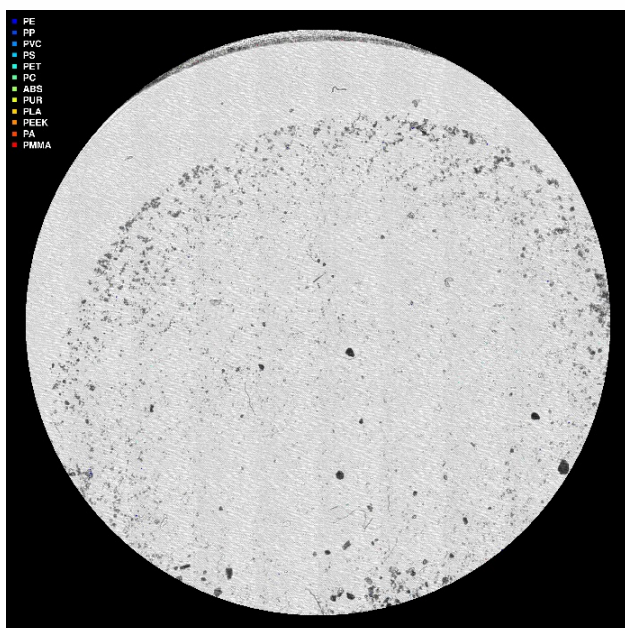
Figur 40 : 2025-533-2 (R3560MC20E_2-4)



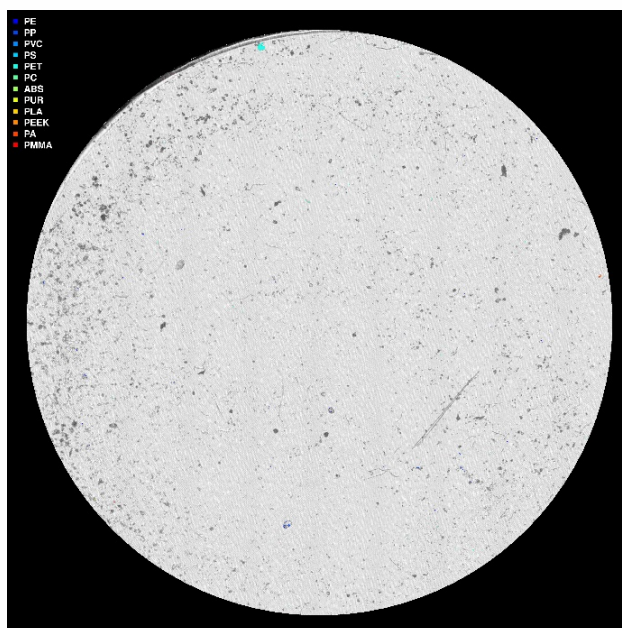
Figur 41 : 2025-533-3 (R3560MC20E_4-6)



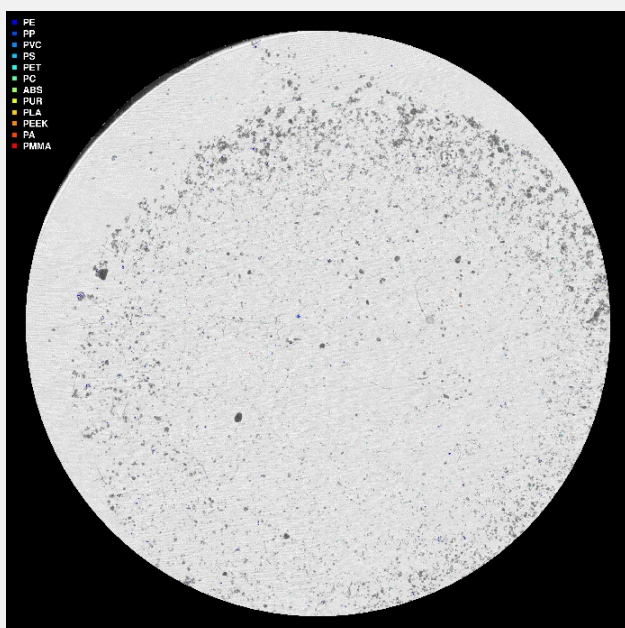
Figur 42 : 2025-533-4 (R3560MC20E_6-8)



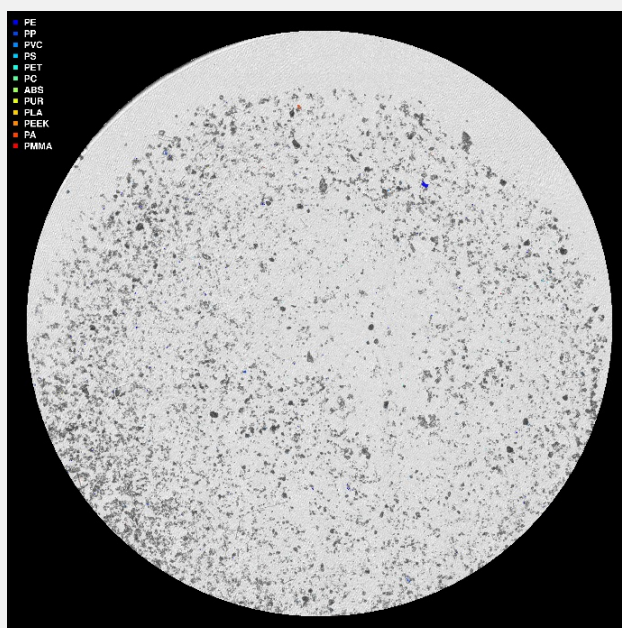
Figur 43 : 2025-533-5 (R3560MC20E_8-10)



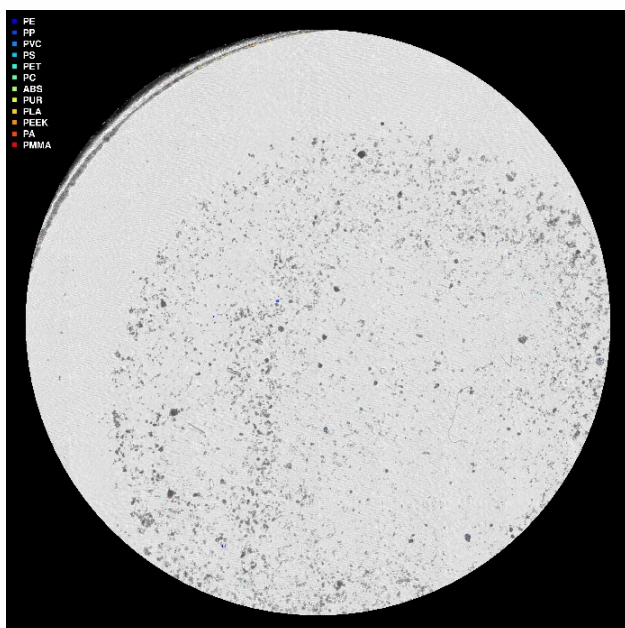
Figur 44 : 2025-533-6 (R3560MC20E_10-12)



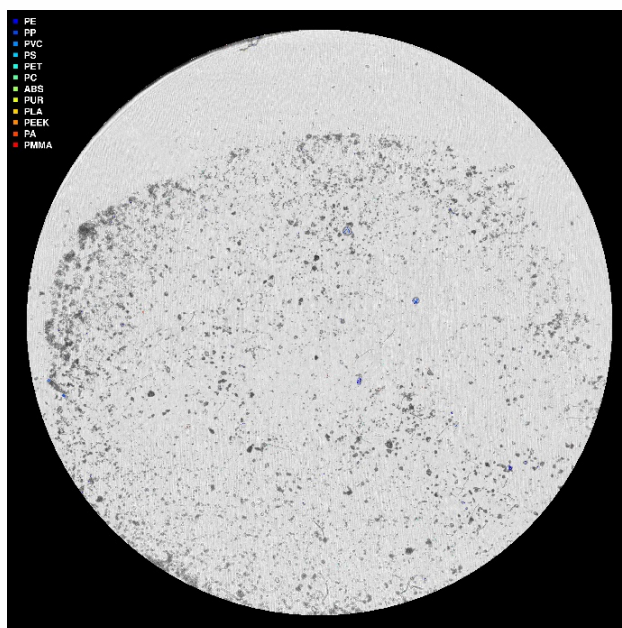
Figur 45 : 2025-533-7 (R3560MC20E_12-14)



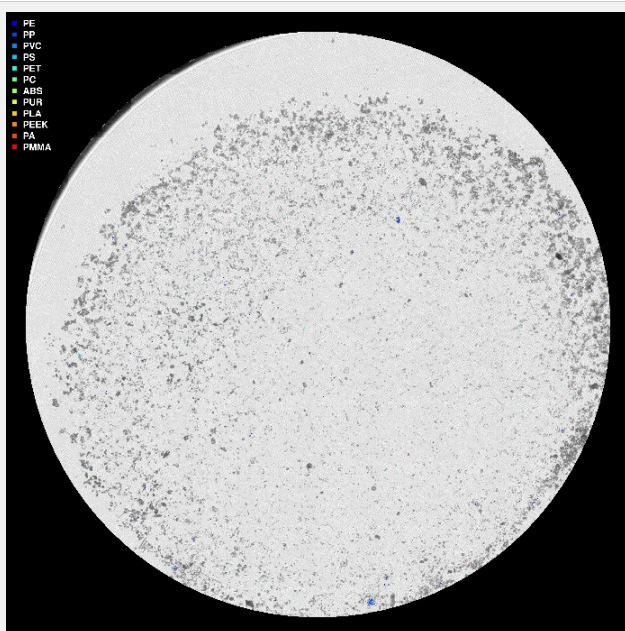
Figur 46 : 2025-533-8 (R3560MC20E_14-16)



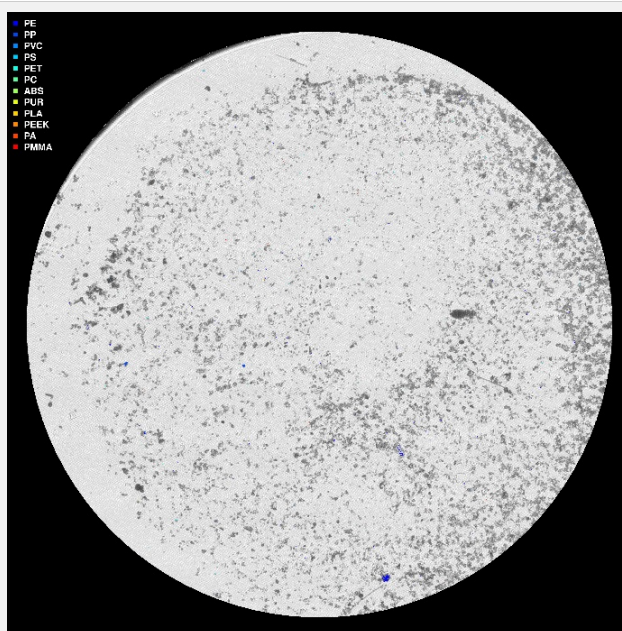
Figur 47 : 2025-533-9 (R3560MC20E_16-18)



Figur 48 : 2025-533-10 (R3560MC20E_18-20)

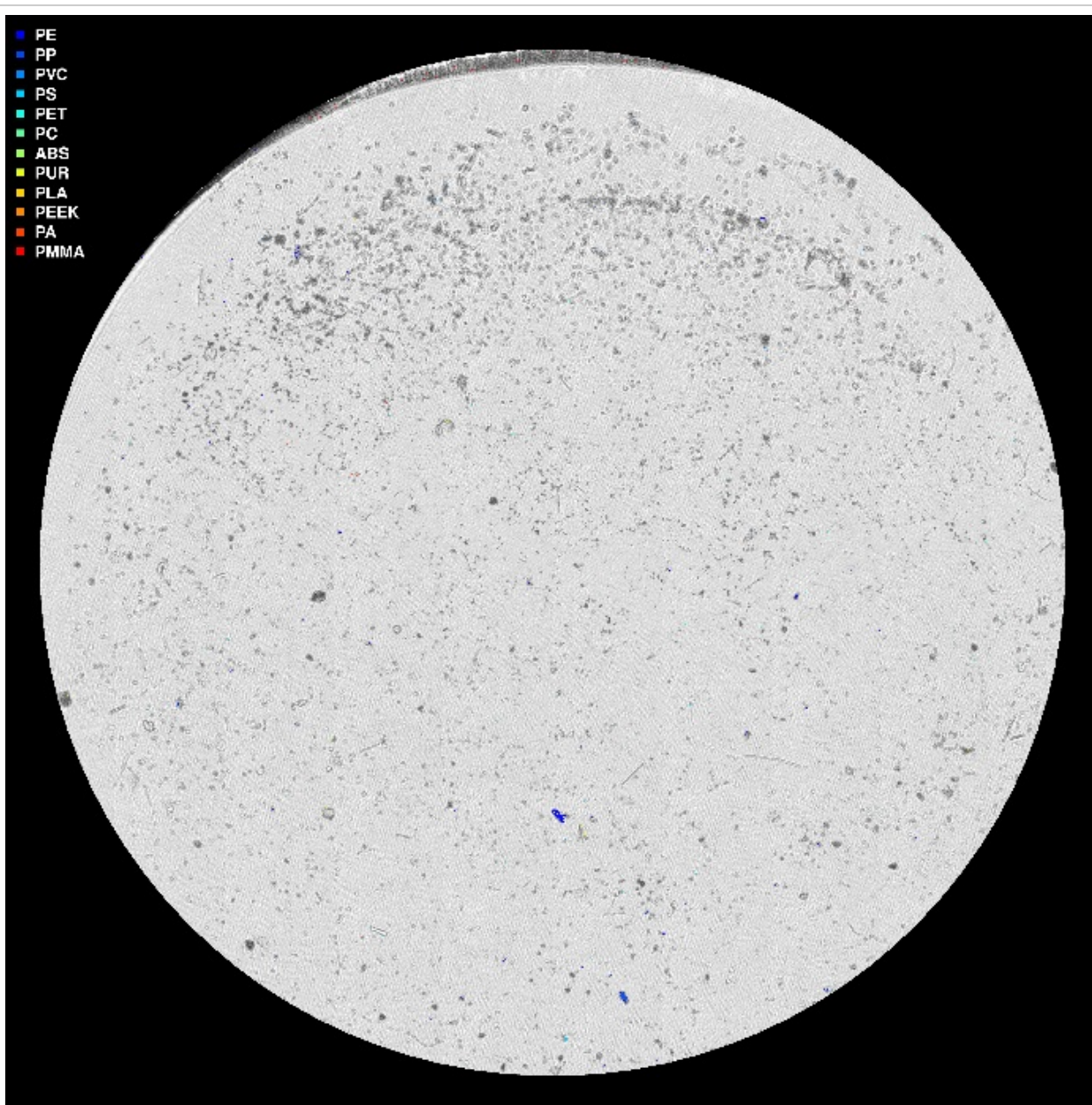


Figur 49 : 2025-533-11 (R3560MC20E_20-22)



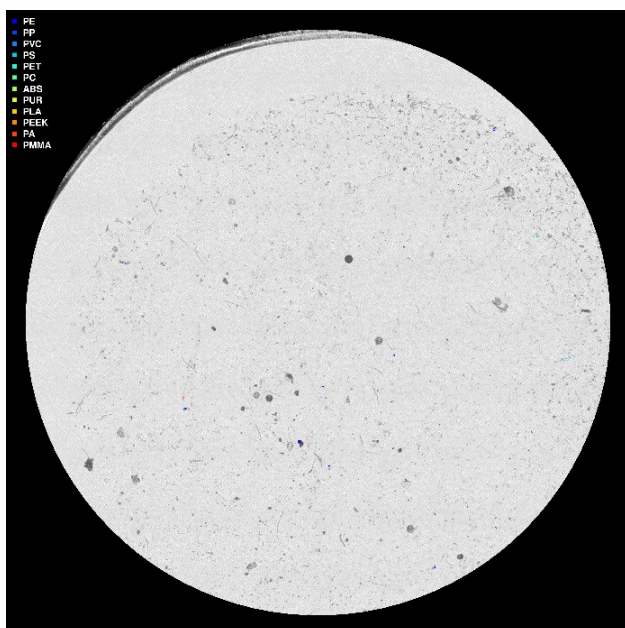
Figur 50 : 2025-533-12 (R3560MC20E_22-24)

Vestavind-F (II)

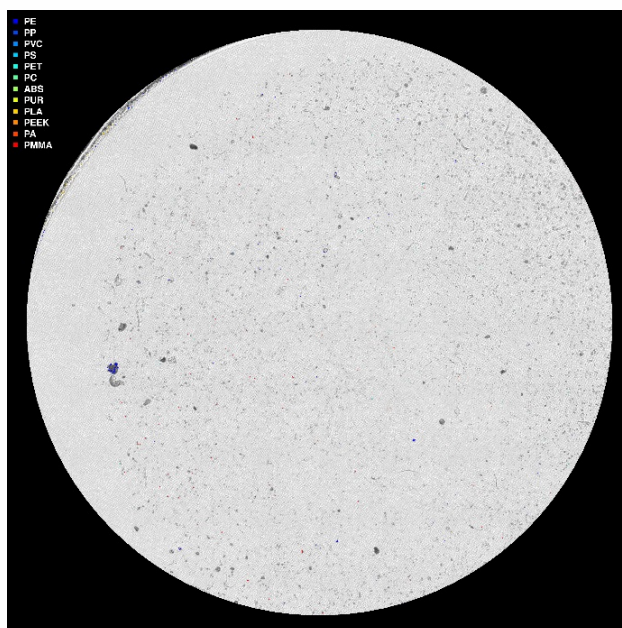


Figur 51 : 2025-534-1 (R3565MC21E_0-2)

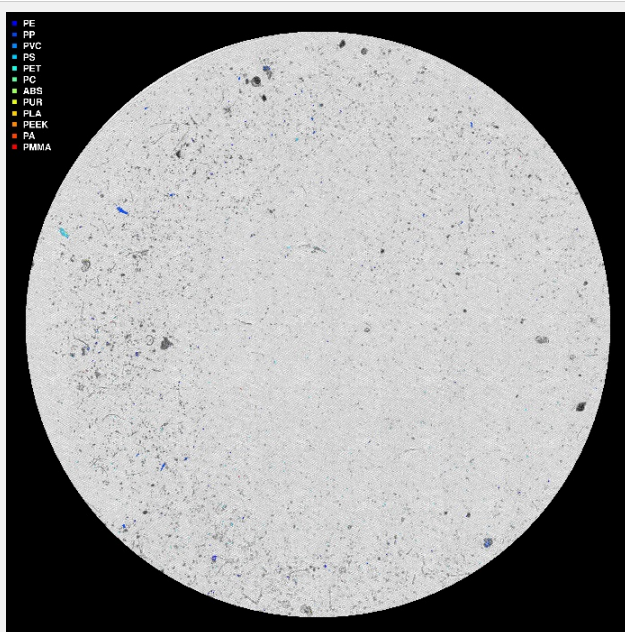
Lista-Norskerenna



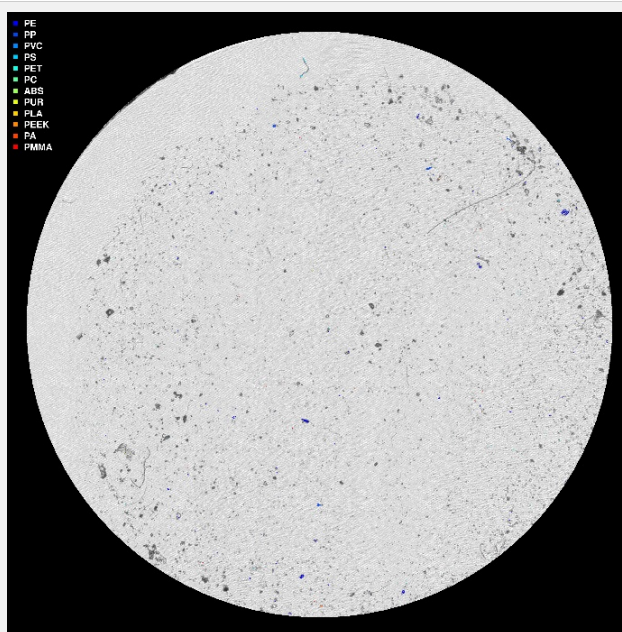
Figur 52 : 2025-540-1 (R3601MC26E_0-2)



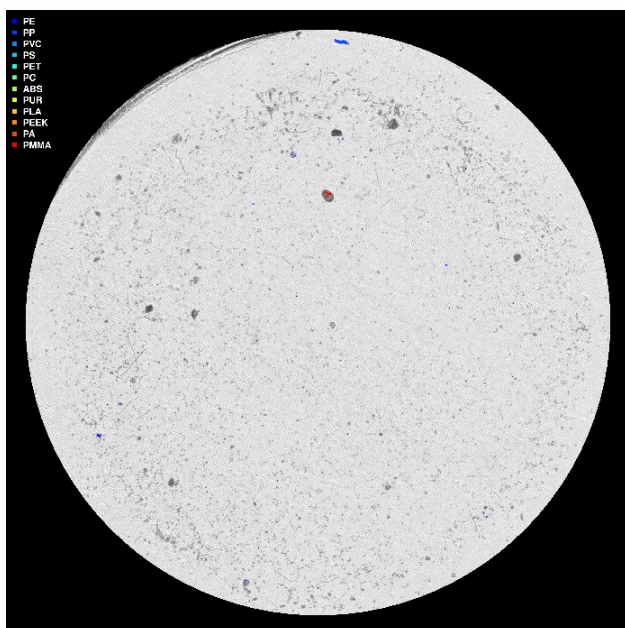
Figur 53 : 2025-540-2 (R3601MC26E_2-4)



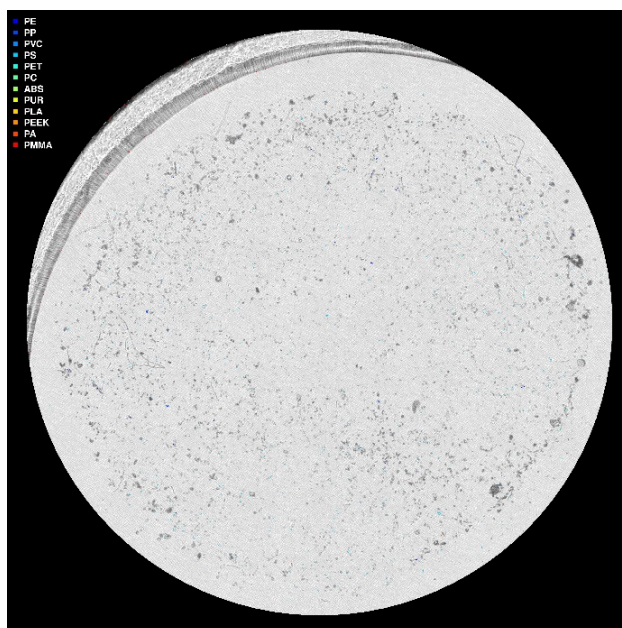
Figur 54 : 2025-540-3 (R3601MC26E_4-6)



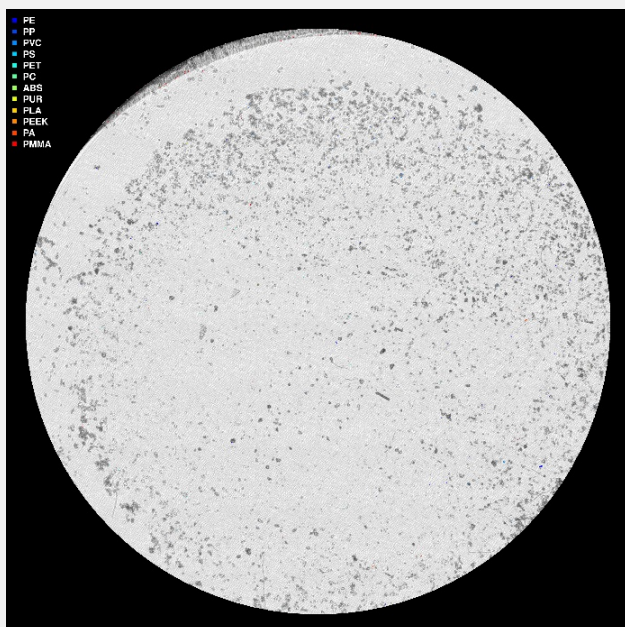
Figur 55 : 2025-540-4 (R3601MC26E_8-10)



Figur 56 : 2025-540-5 (R3601MC26E_14-16)

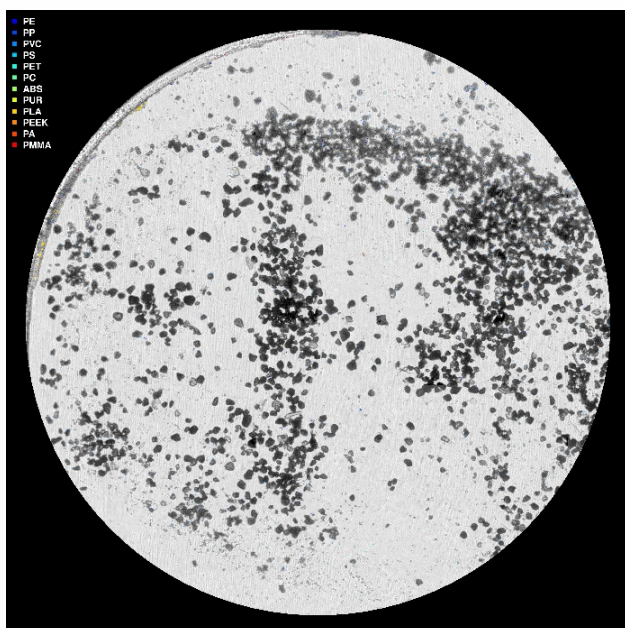


Figur 57 : 2025-540-6 (R3601MC26E_24-26)

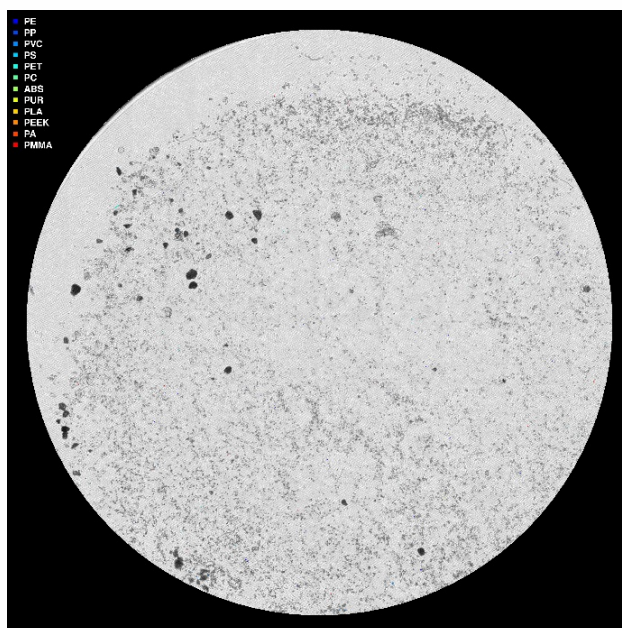


Figur 58 : 2025-540-7 (R3601MC26E_40-41,5)

NSJ Sørvest-F (I)

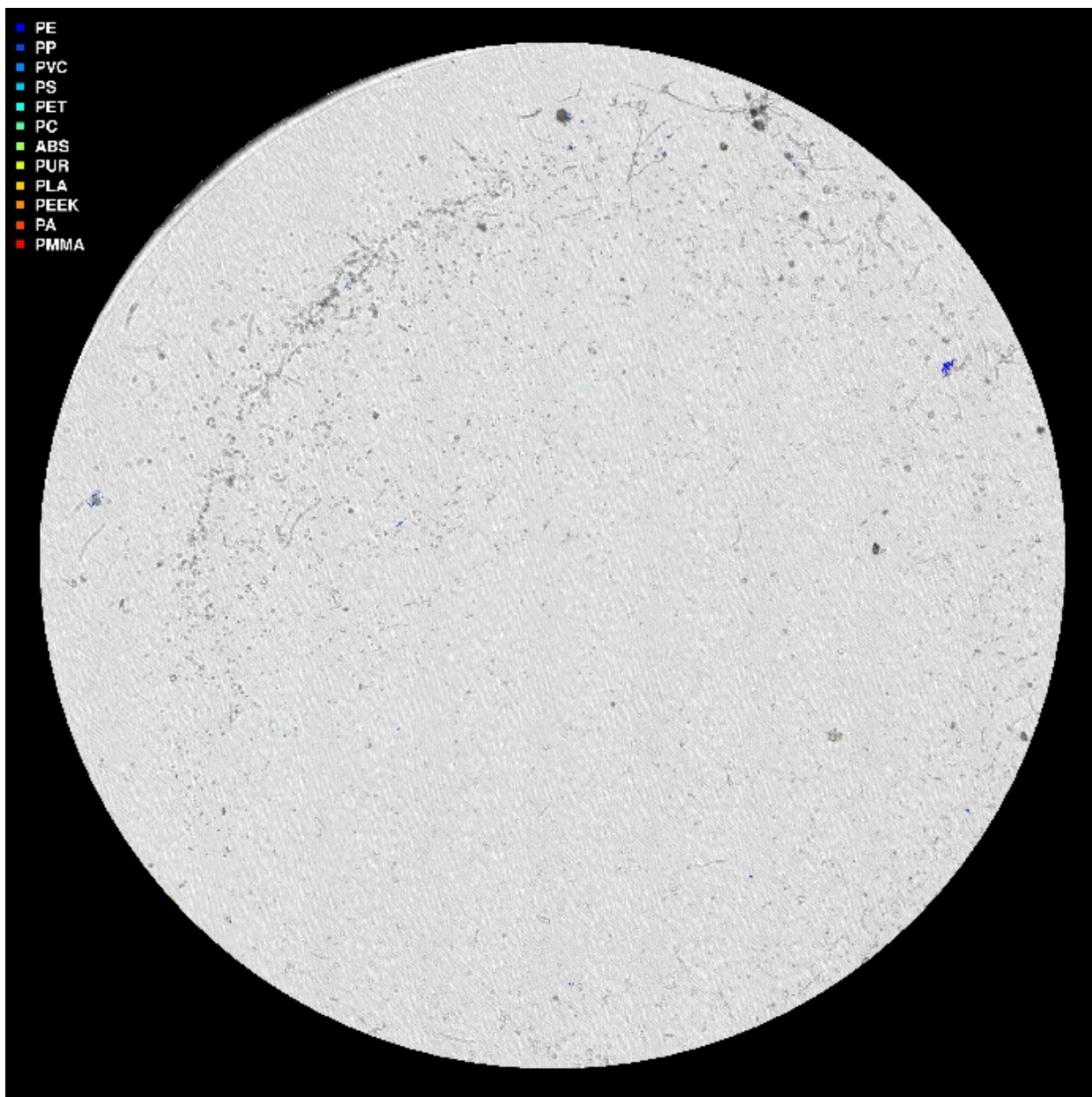


Figur 59 : 2025-535-1 (R3579GR20E_0-2)



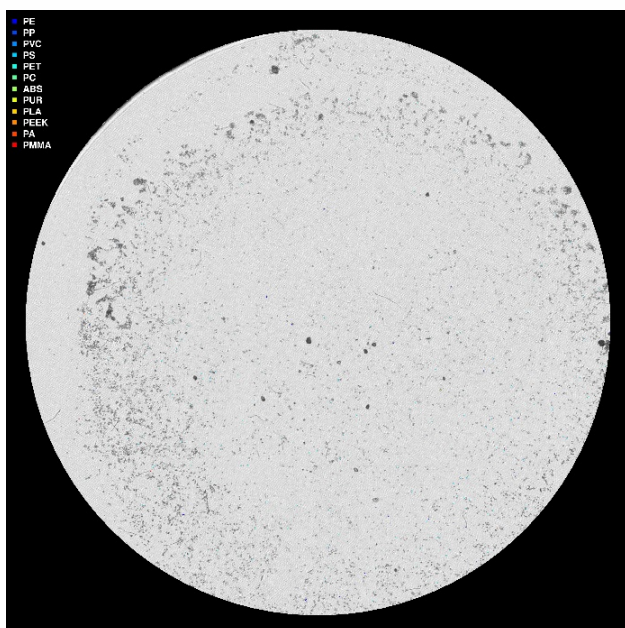
Figur 60 : 2025-535-2 (R3579GR20E_2-4)

NSJ Sørvest-F (II)

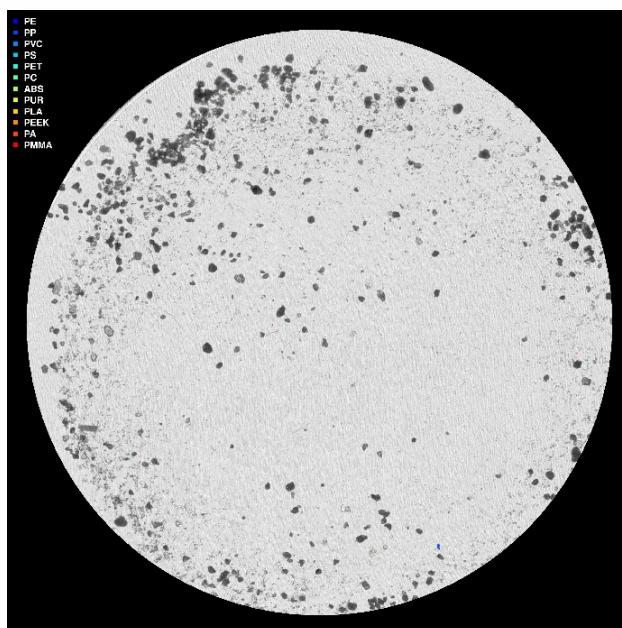


Figur 61 : 2025-539-1 (R3599MC24E_0-2)

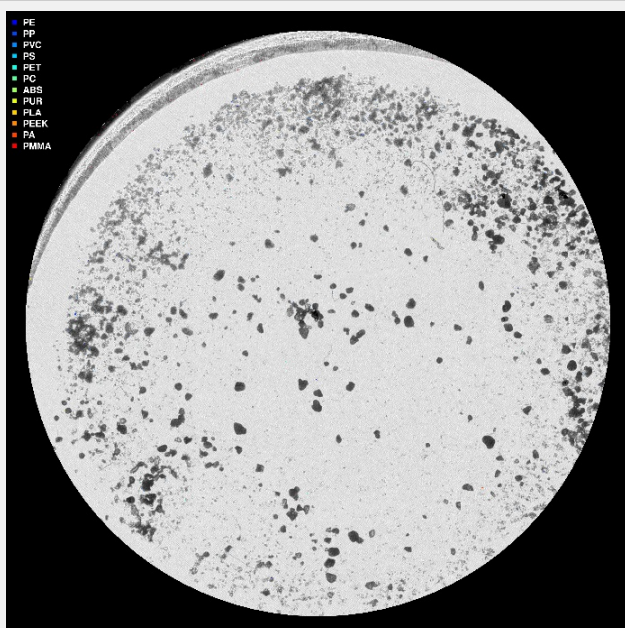
NSJ Sørvest-F (III)



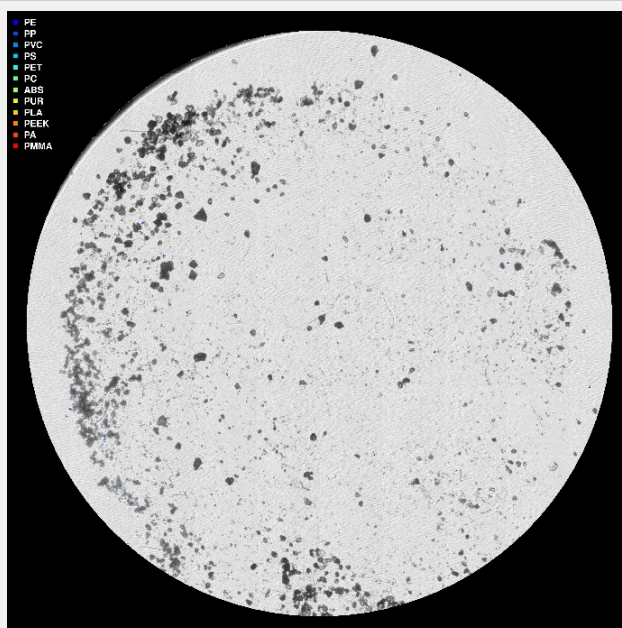
Figur 62 : 2025-530-1 (R3435BC07F_0-2)



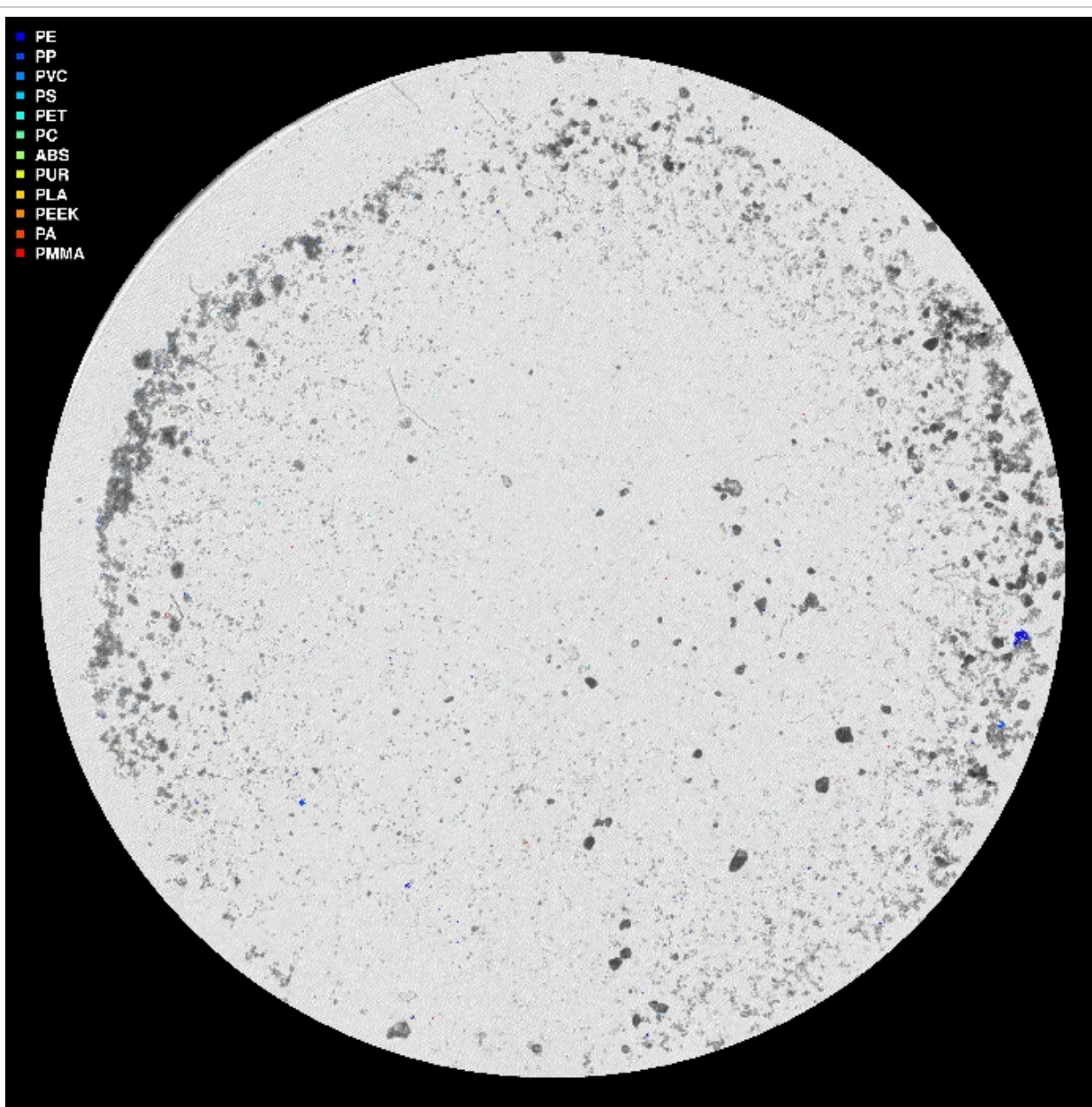
Figur 63 : 2025-530-2 (R3435BC07F_2-4)



Figur 64 : 2025-530-3 (R3435BC07F_4-6)

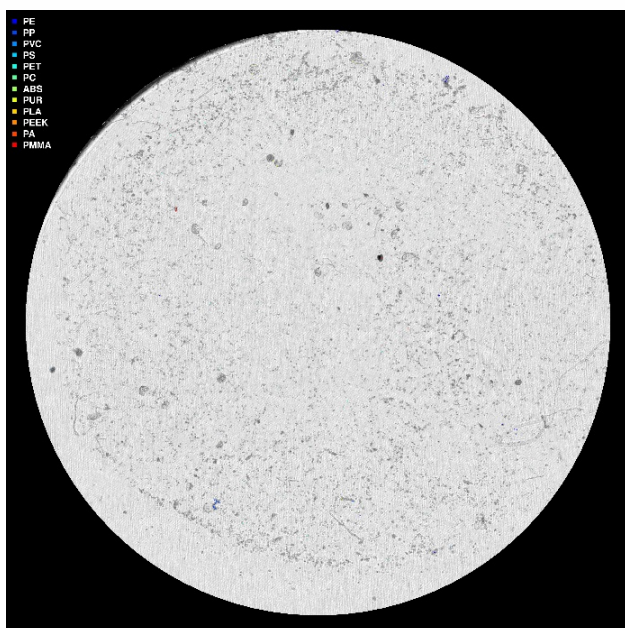


Figur 65 : 2025-530-4 (R3435BC07F_6-8)

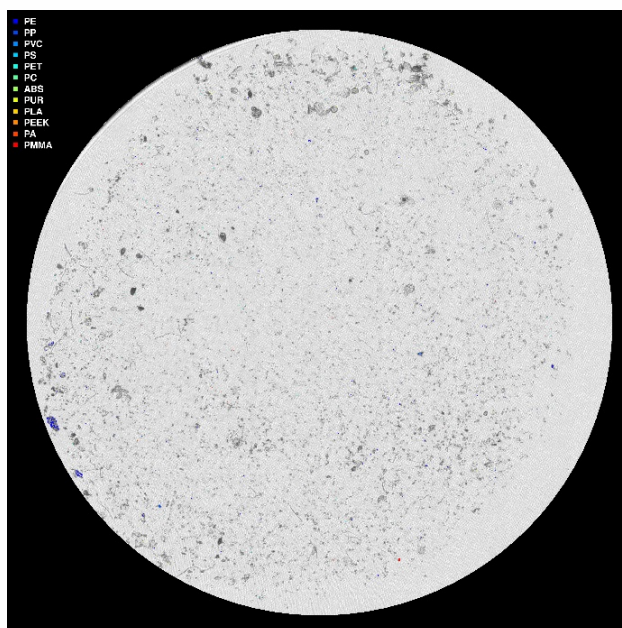


Figur 66 : 2025-530-5 (R3435BC07F_8-10)

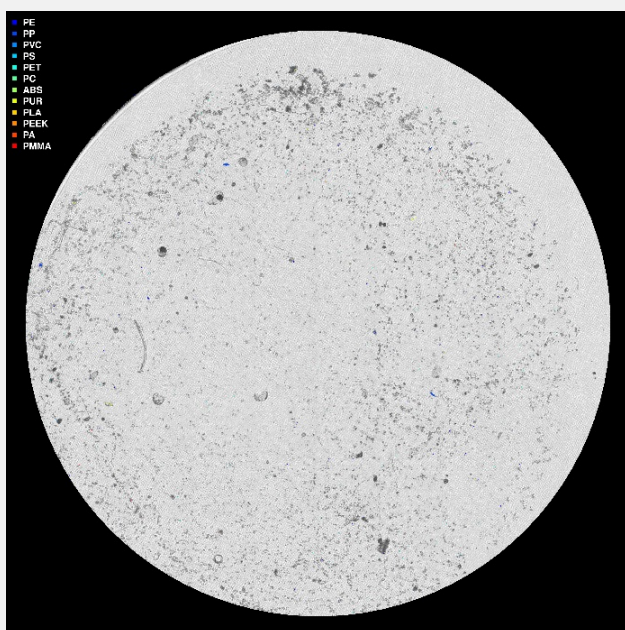
NSJ Sørvest-F (IV)



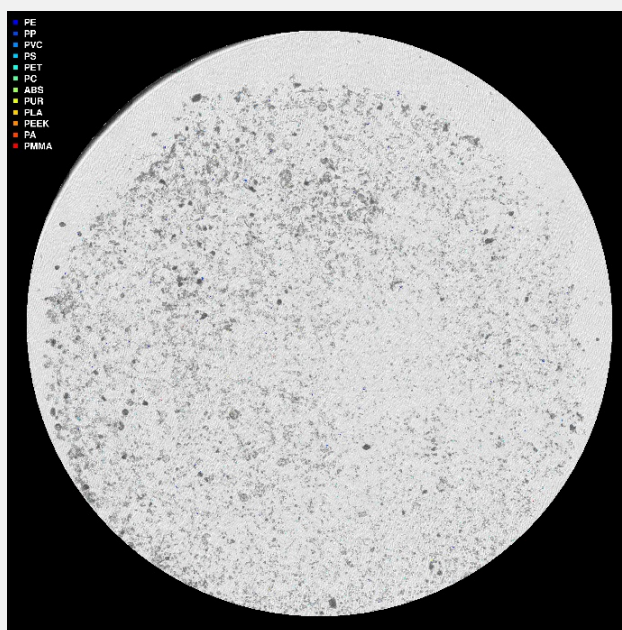
Figur 67 : 2025-536-1 (R3589BC448E_0-2)



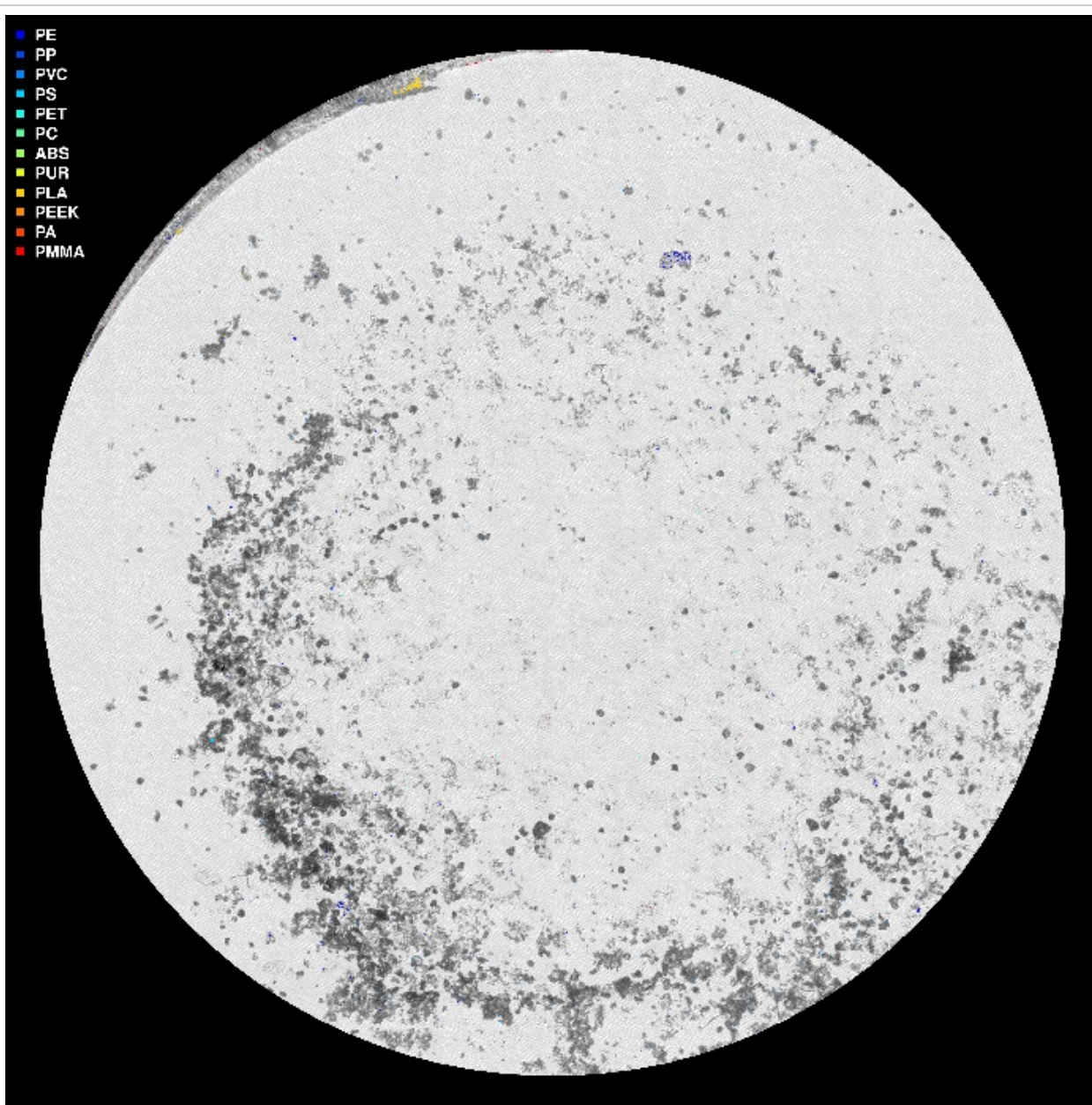
Figur 68 : 2025-536-2 (R3589BC448E_2-4)



Figur 69 : 2025-536-3 (R3589BC448E_4-6)

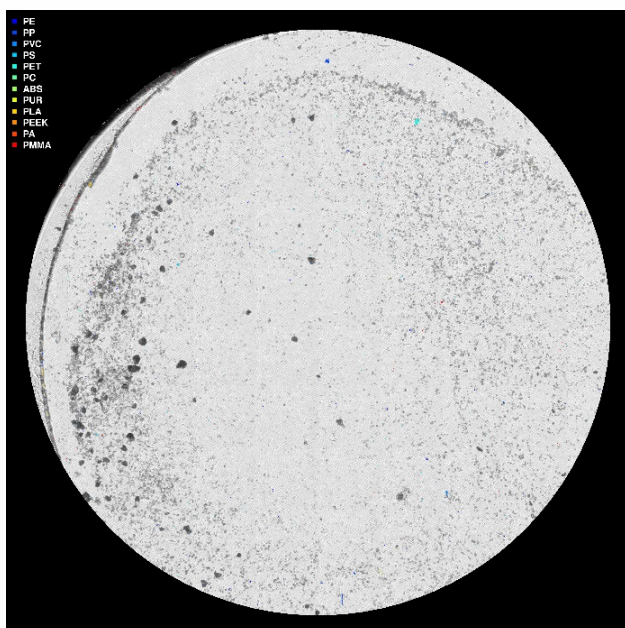


Figur 70 : 2025-536-4 (R3589BC448E_6-8)

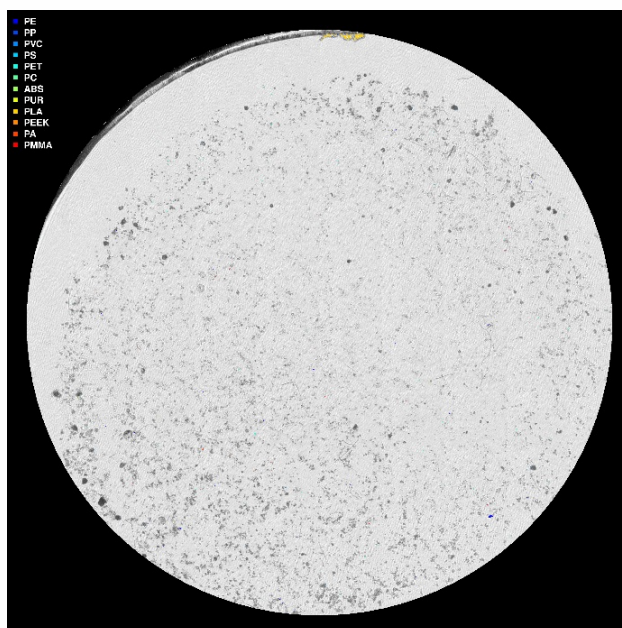


Figur 71 : 2025-536-5 (R3589BC448E_8-10)

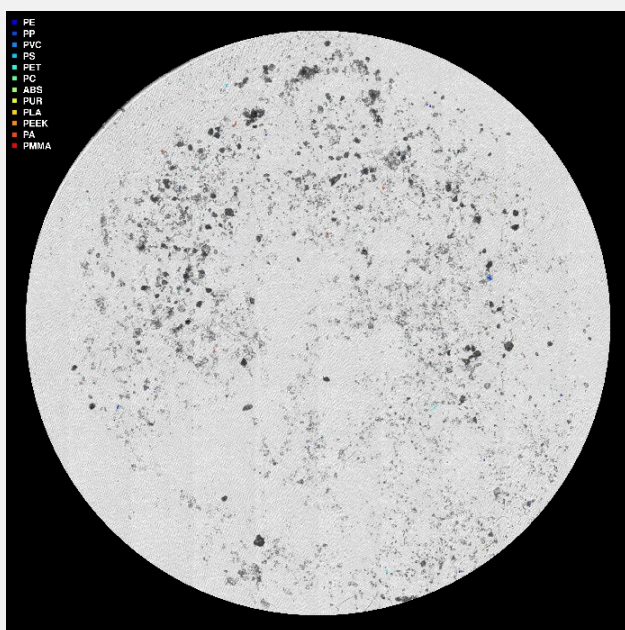
NSJ Sørvest-F (V)



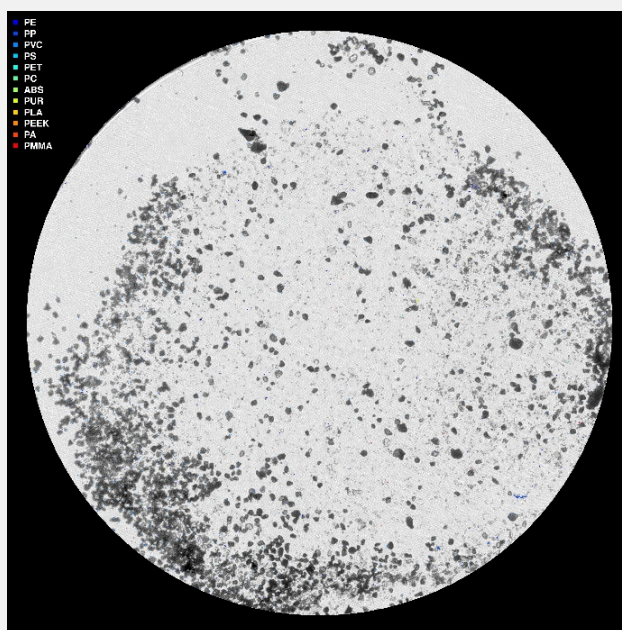
Figur 72 : 2025-538-1 (R3591BC450E_0-2)



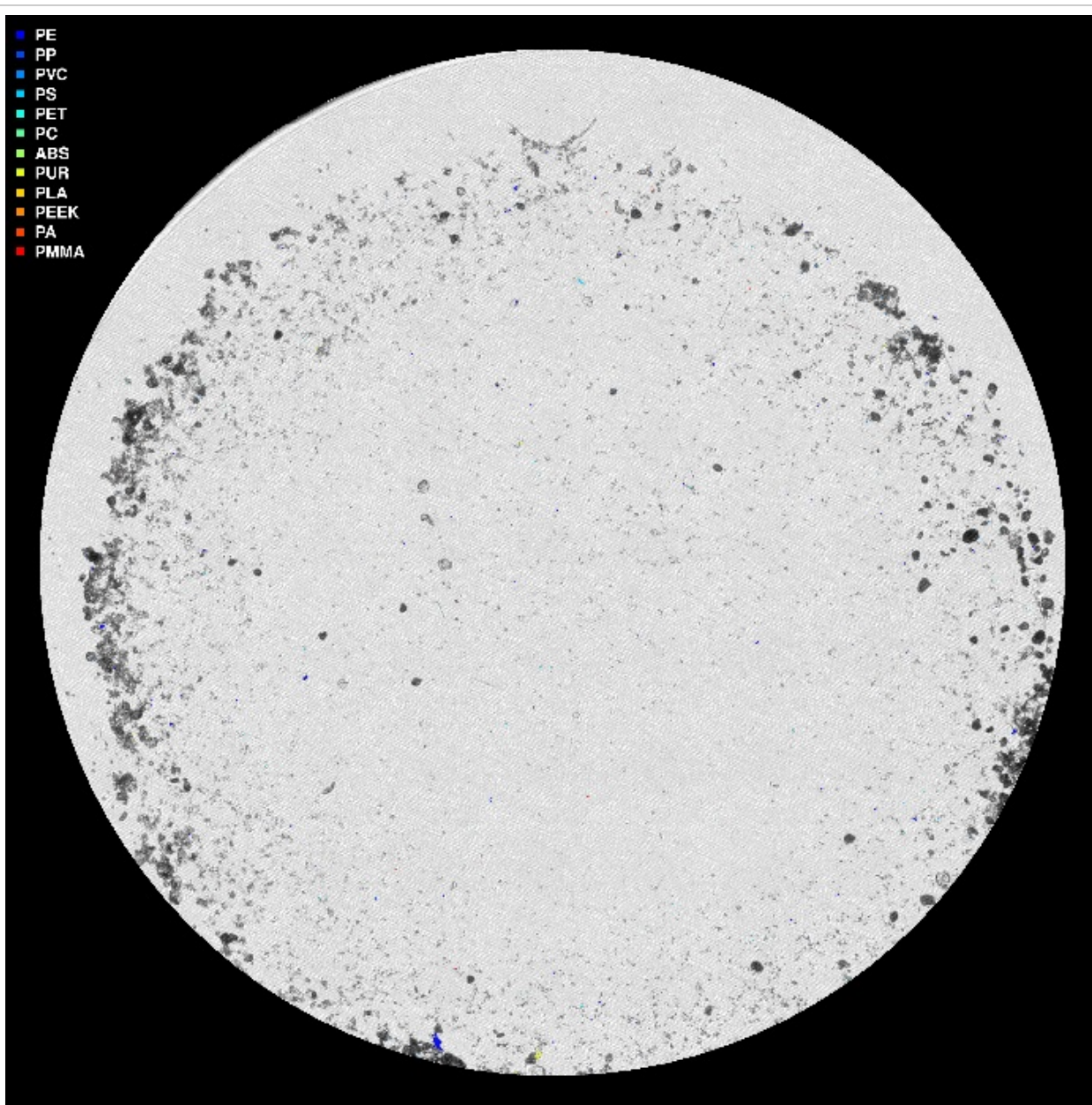
Figur 73 : 2025-538-2 (R3591BC450E_2-4)



Figur 74 : 2025-538-3 (R3591BC450E_4-6)

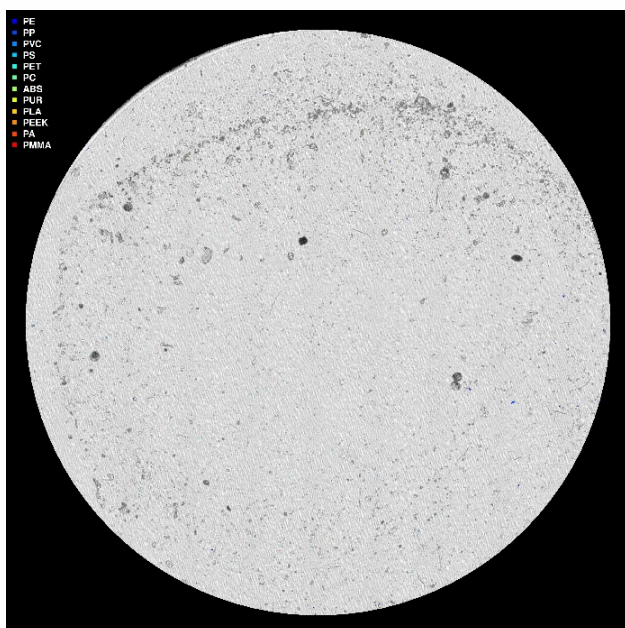


Figur 75 : 2025-538-4 (R3591BC450E_6-8)

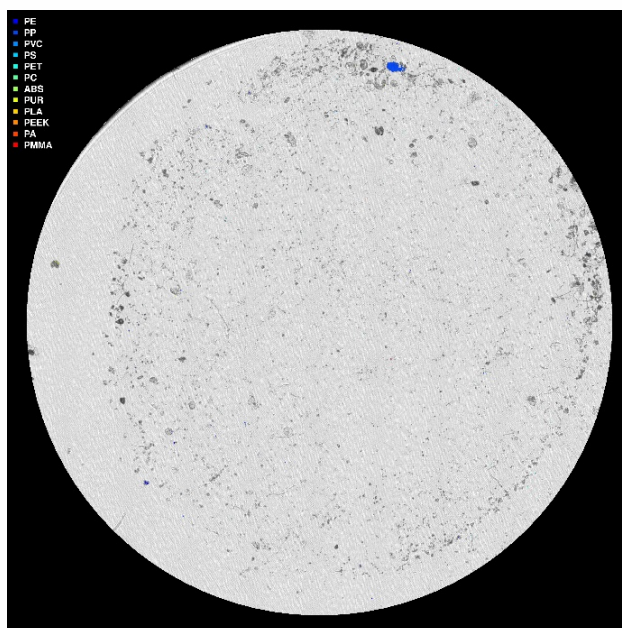


Figur 76 : 2025-538-5 (R3591BC450E_8-10)

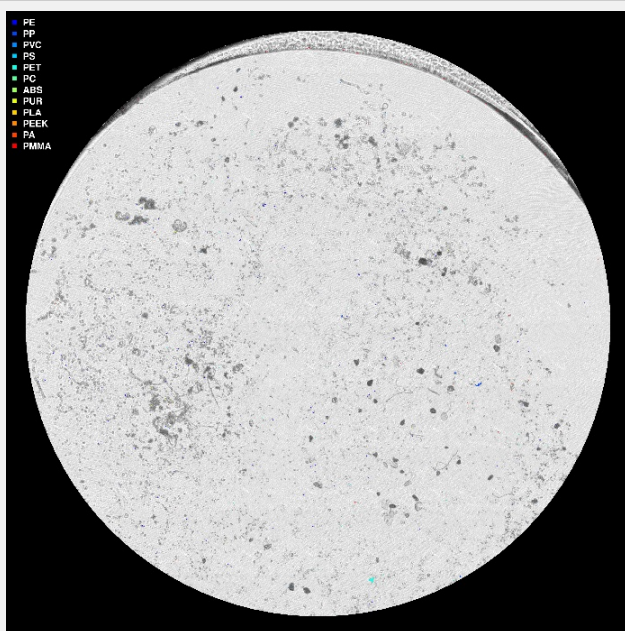
NSJ Sørvest-F (VI)



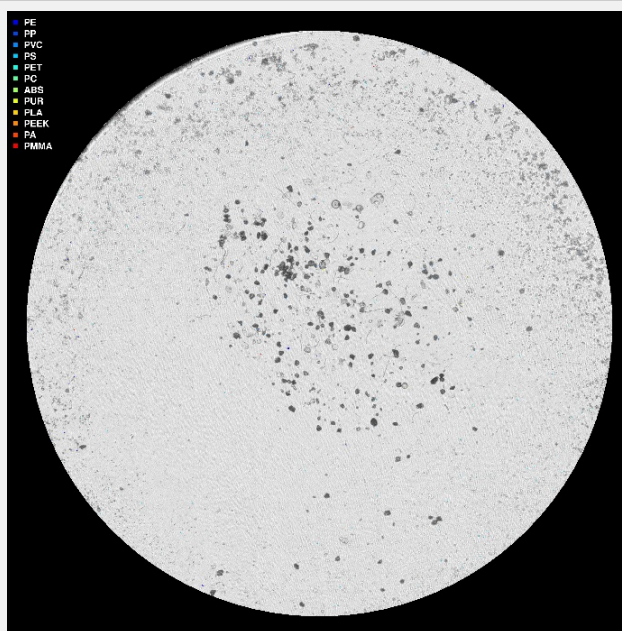
Figur 77 : 2025-537-1 (R3590BC449E_0-2)



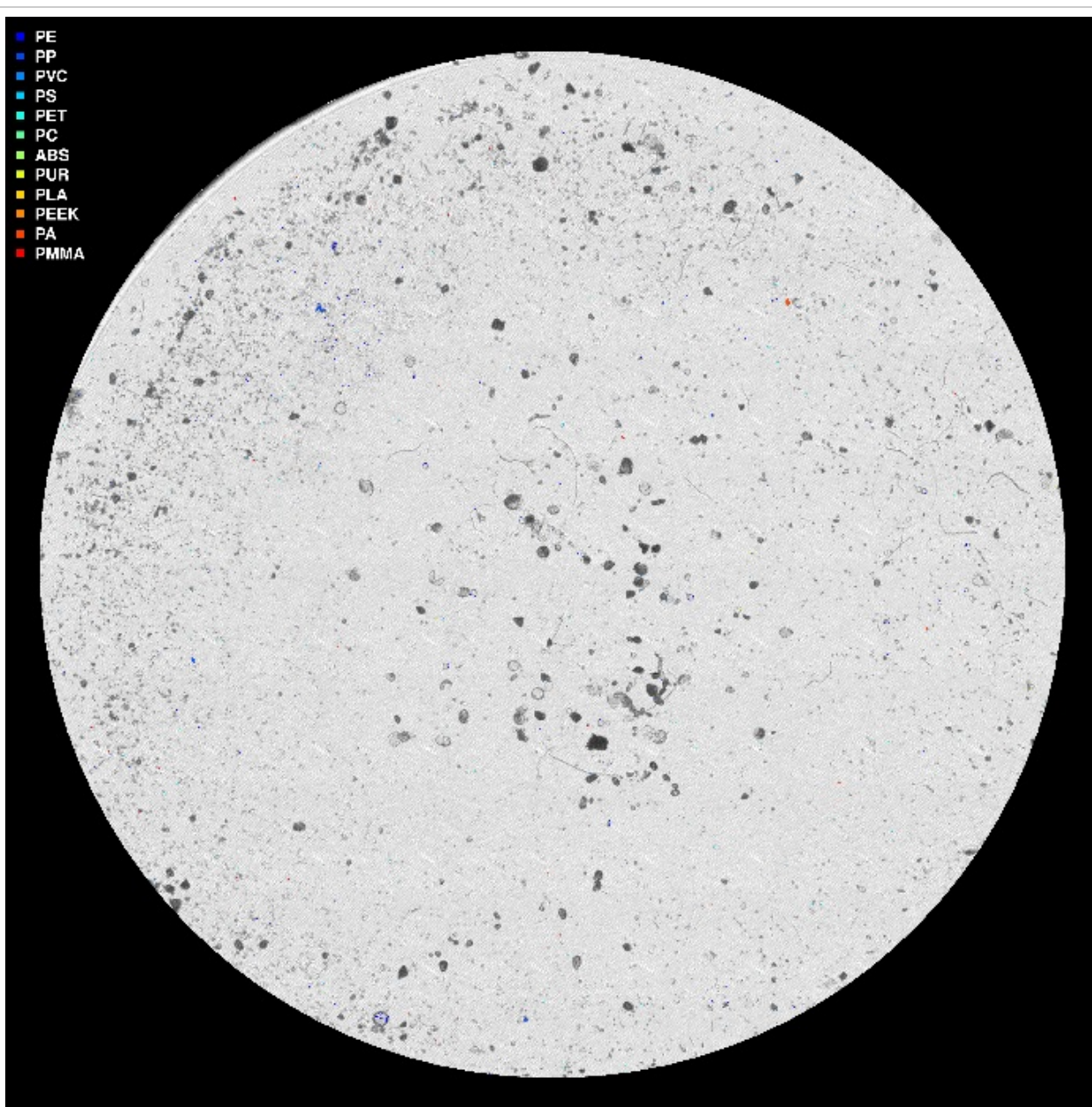
Figur 78 : 2025-537-2 (R3590BC449E_2-4)



Figur 79 : 2025-537-3 (R3590BC449E_4-6)

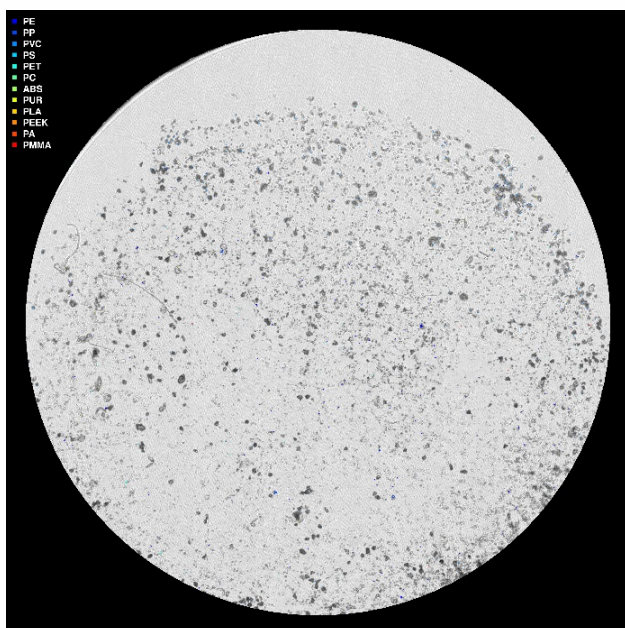


Figur 80 : 2025-537-4 (R3590BC449E_6-8)

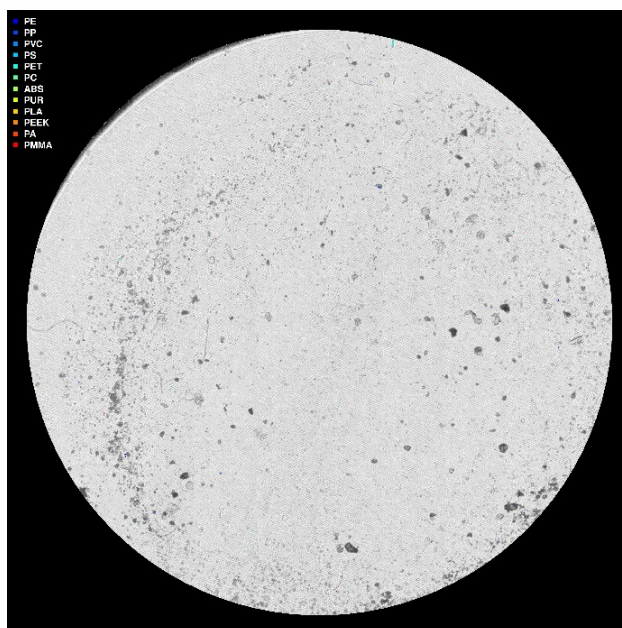


Figur 81 : 2025-537-5 (R3590BC449E_8-10)

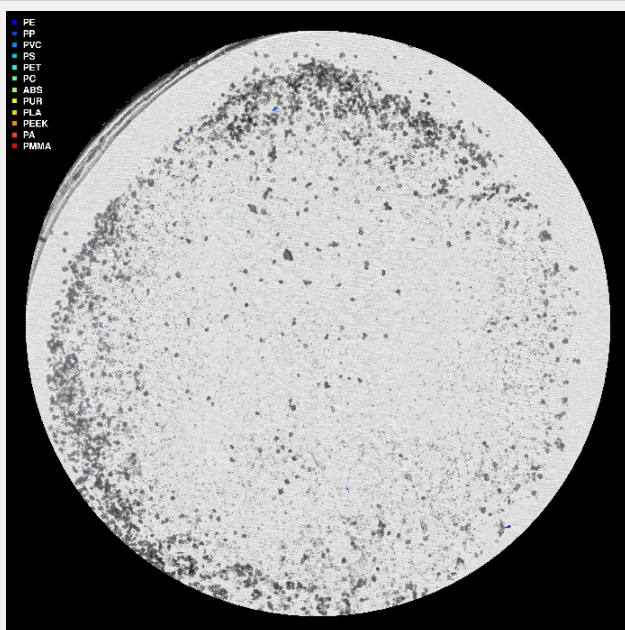
NSJ Sørvest-F (VII)



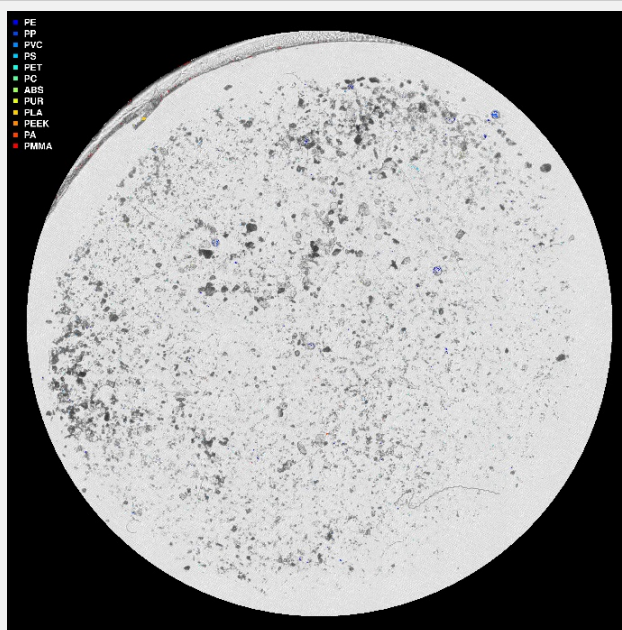
Figur 82 : 2025-529-1 (R3425MC23E_0-2)



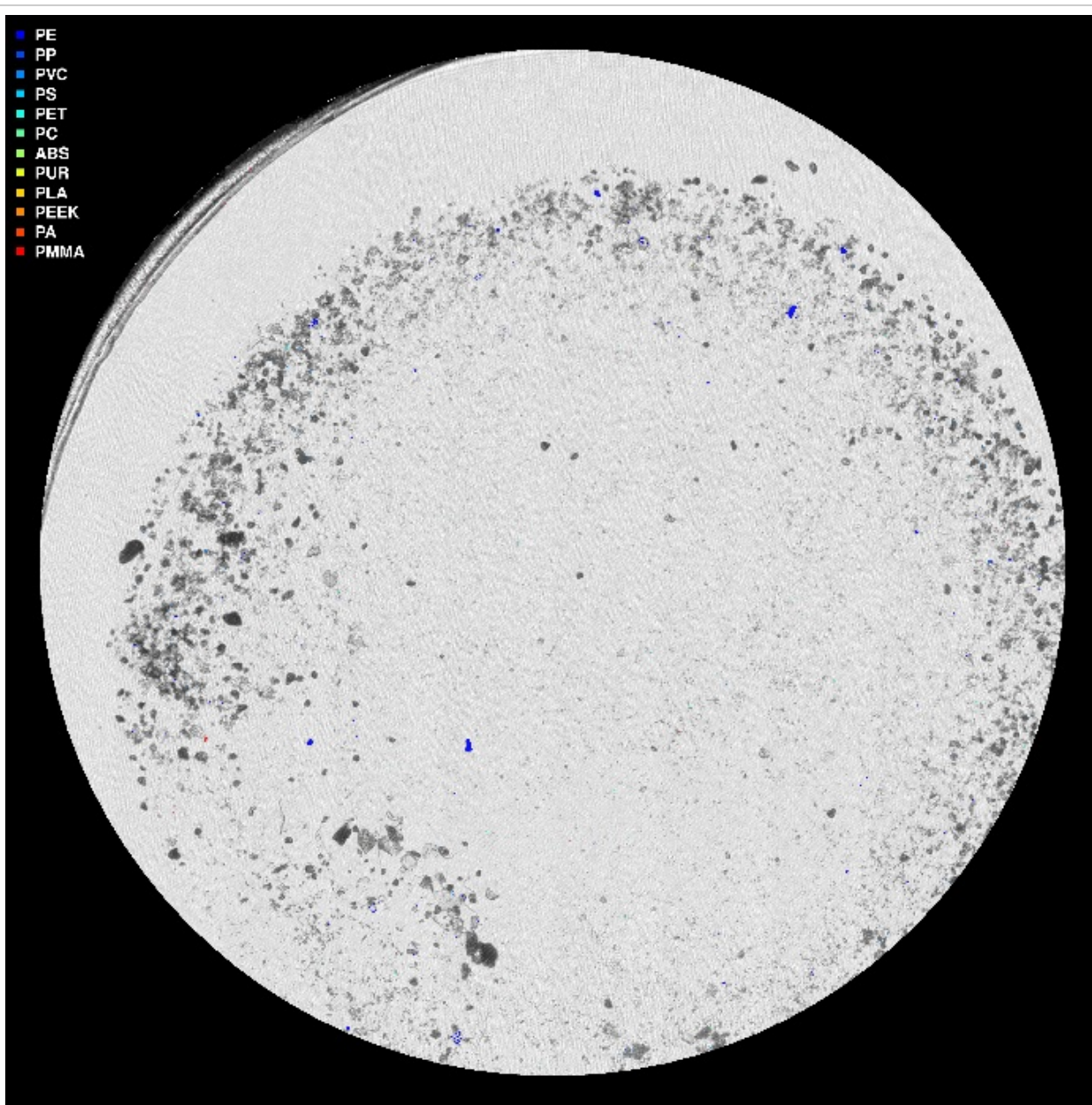
Figur 83 : 2025-529-2 (R3425MC23E_2-4)



Figur 84 : 2025-529-3 (R3425MC23E_4-6)

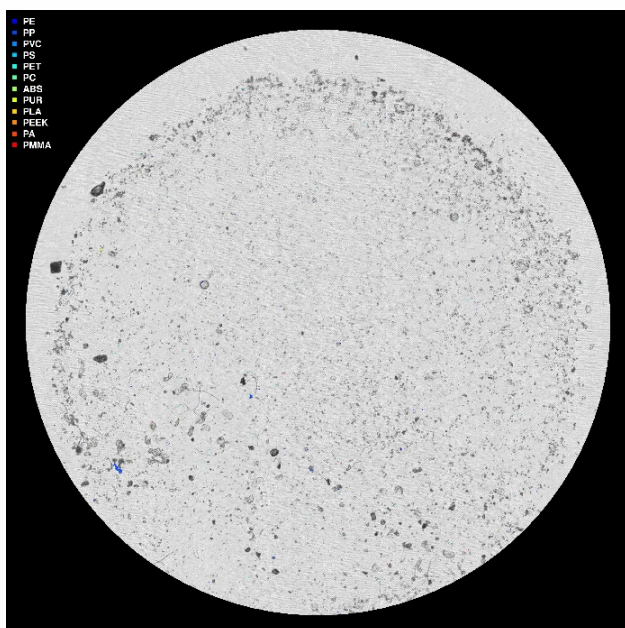


Figur 85 : 2025-529-4 (R3425MC23E_6-8)

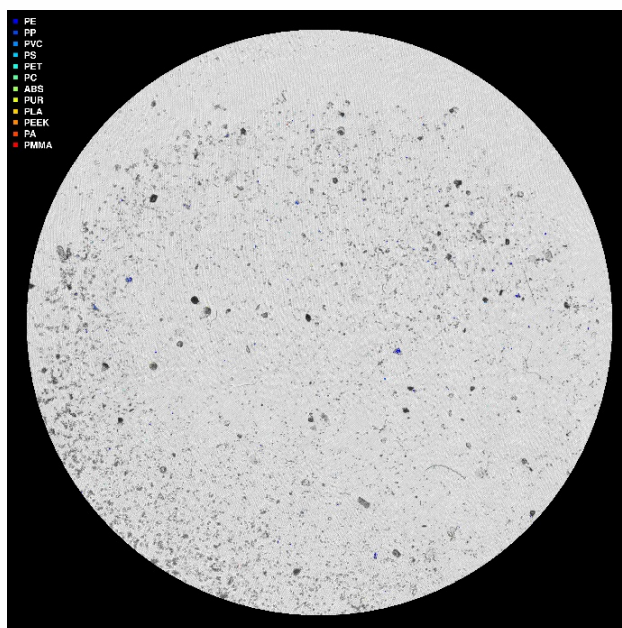


Figur 86 : 2025-529-5 (R3425MC23E_8-10)

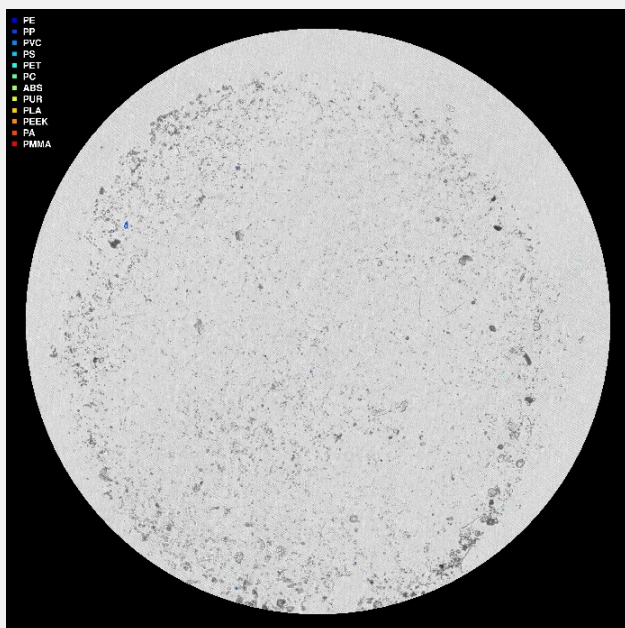
NSJ Sørvest-F (VIII)



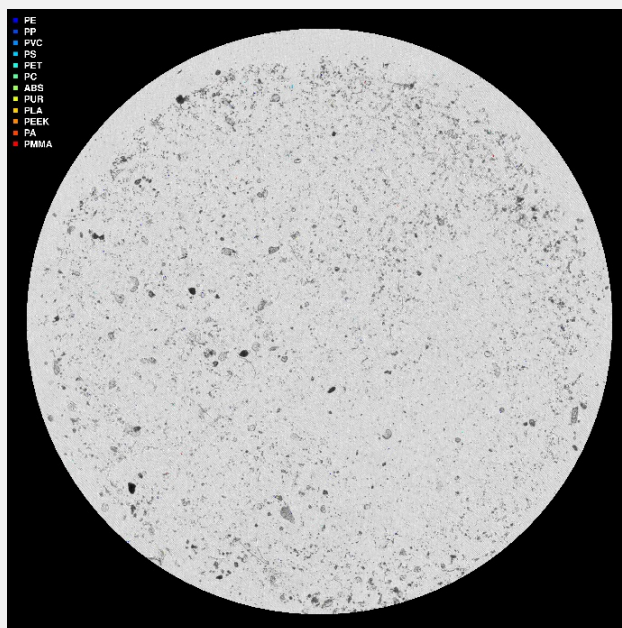
Figur 87 : 2025-528-1 (R3414BC05E_0-2)



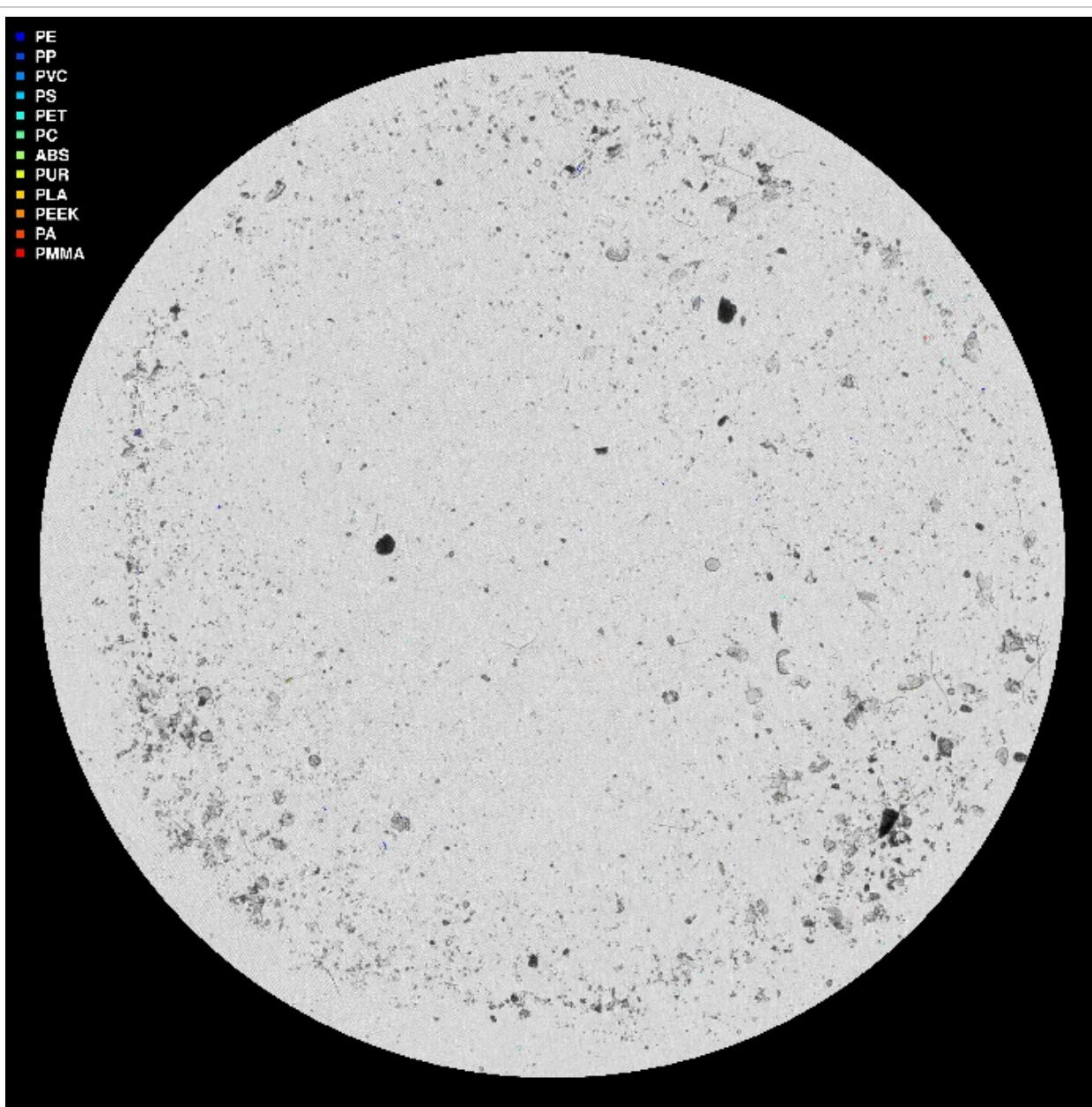
Figur 88 : 2025-528-2 (R3414BC05E_2-4)



Figur 89 : 2025-528-3 (R3414BC05E_4-6)

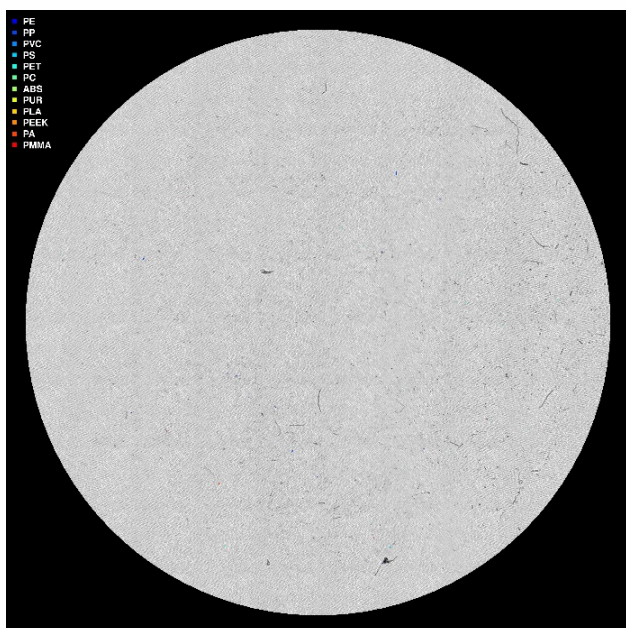


Figur 90 : 2025-528-4 (R3414BC05E_6-8)

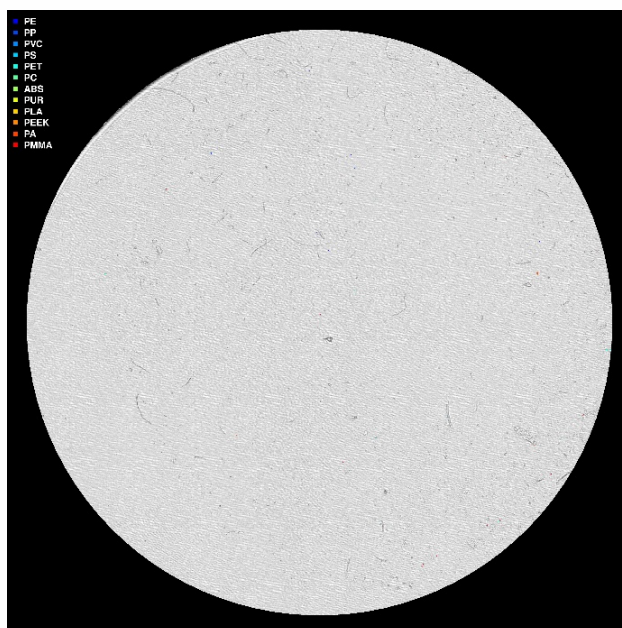


Figur 91 : 2025-528-5 (R3414BC05E_8-10)

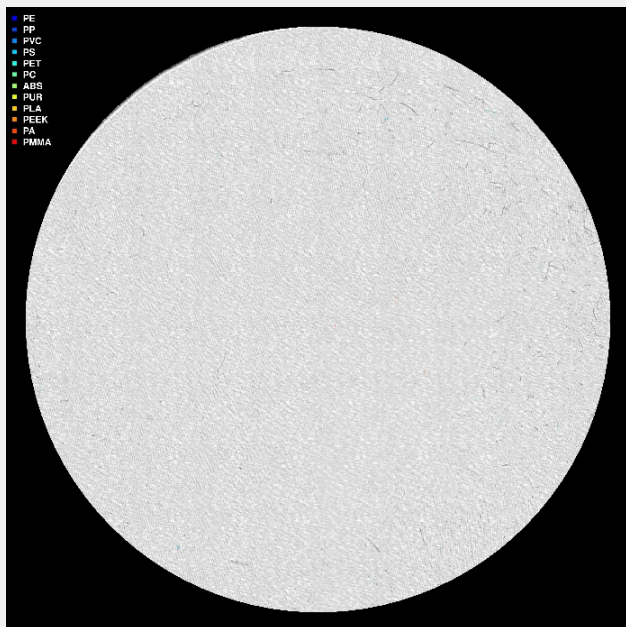
Metodeblanker (HI)



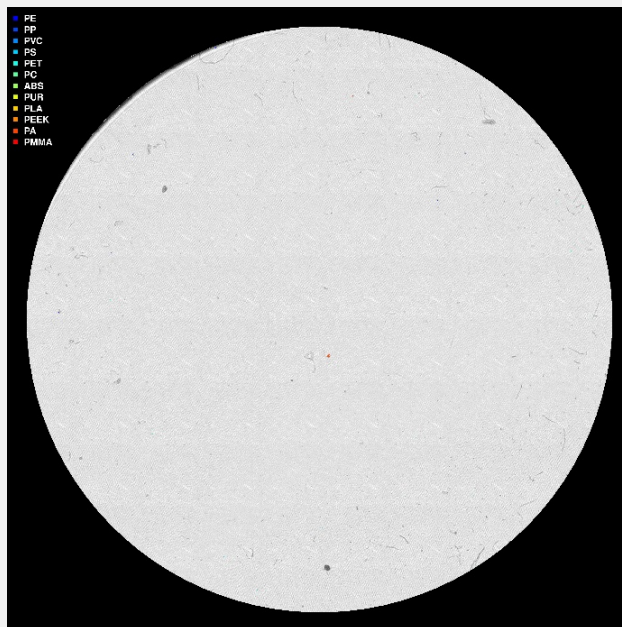
Figur 92 : Metodeblank 20250403



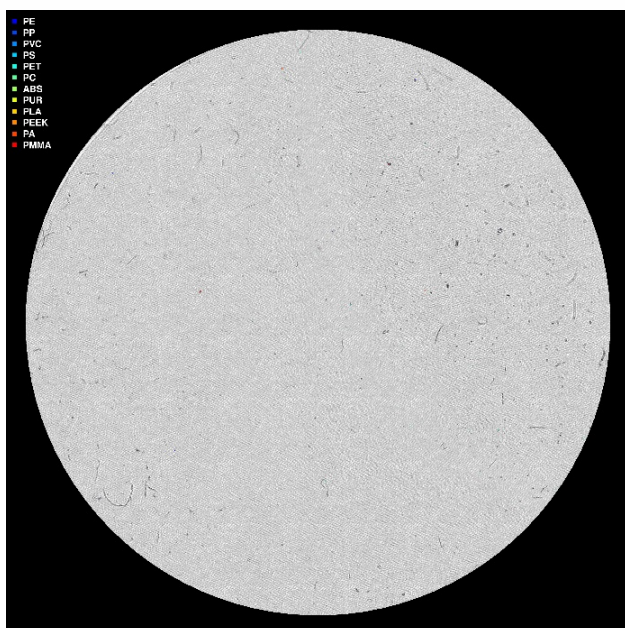
Figur 93 : Metodeblank 20250424



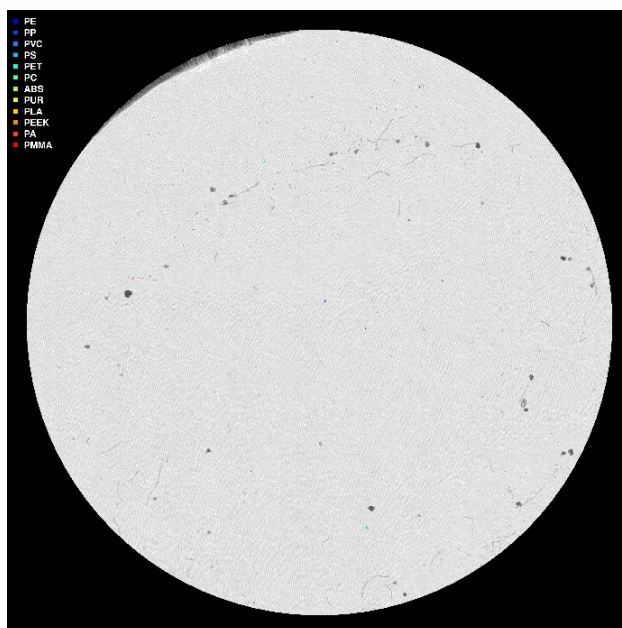
Figur 94 : Metodeblank 20250506



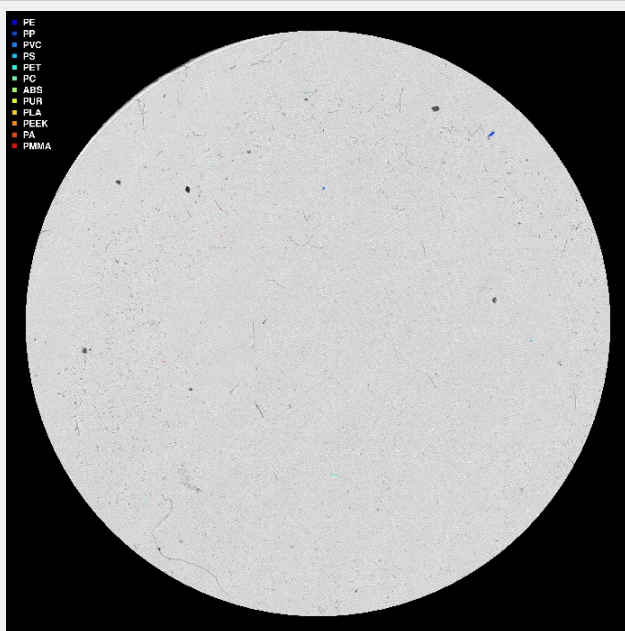
Figur 95 : Metodeblank 20250522



Figur 96 : Metodeblank 20250605

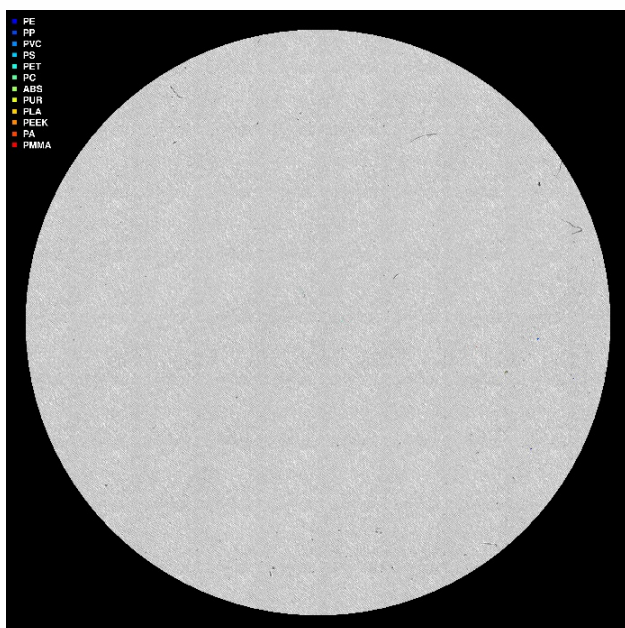


Figur 97 : Metodeblank 20250618

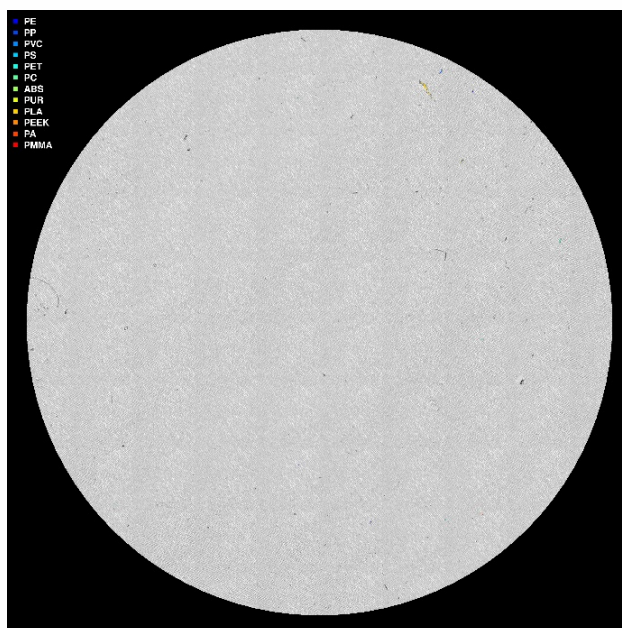


Figur 98 : Metodeblank 20250806

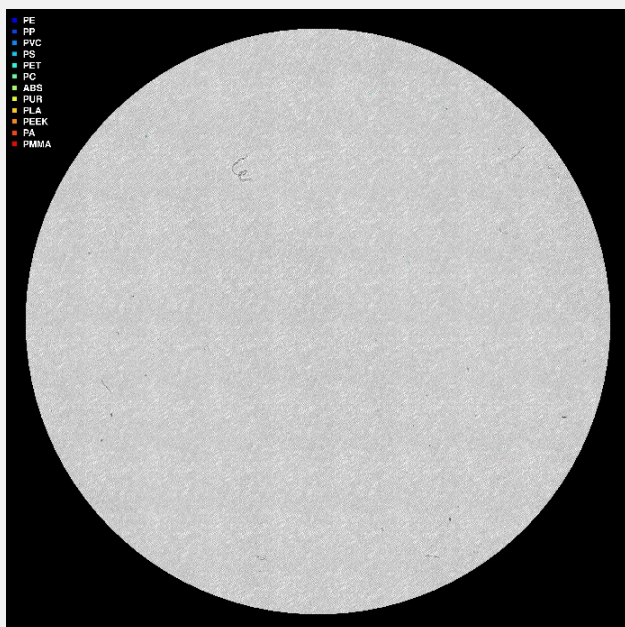
Luftblanker (HI)



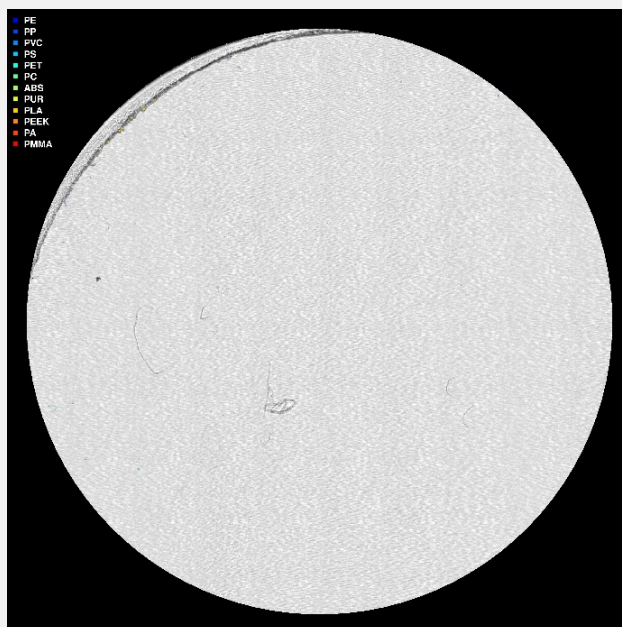
Figur 99 : Luftblank 20250403



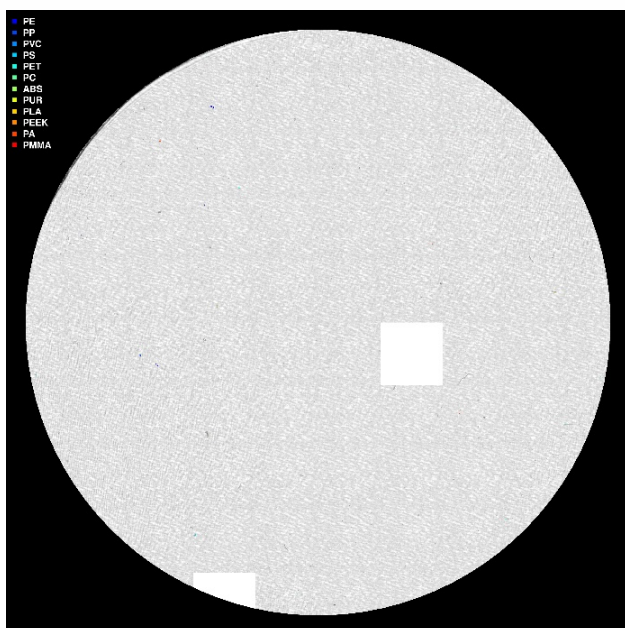
Figur 100 : Luftblank 20250407



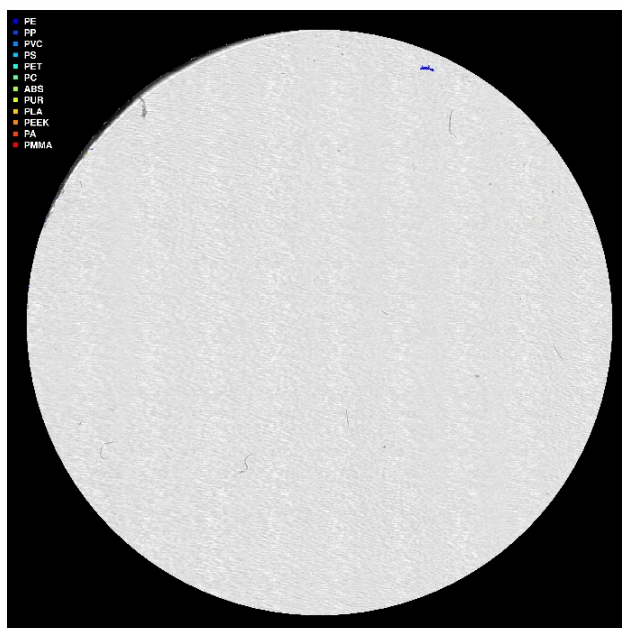
Figur 101 : Luftblank 20250424



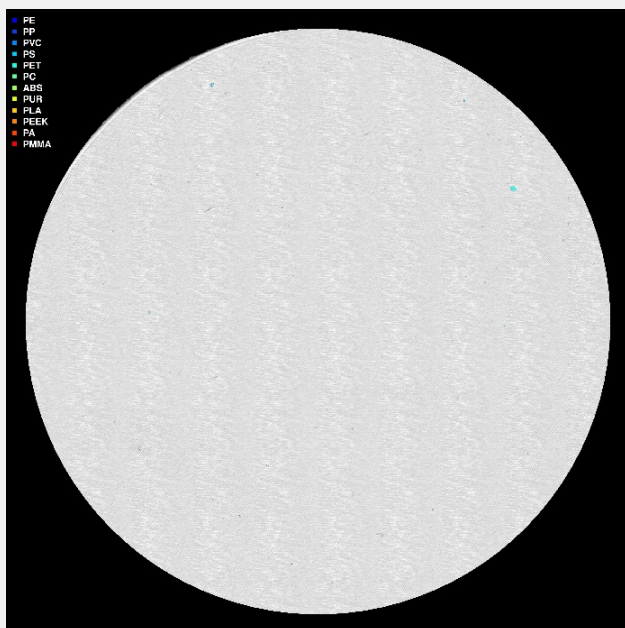
Figur 102 : Luftblank 20250428



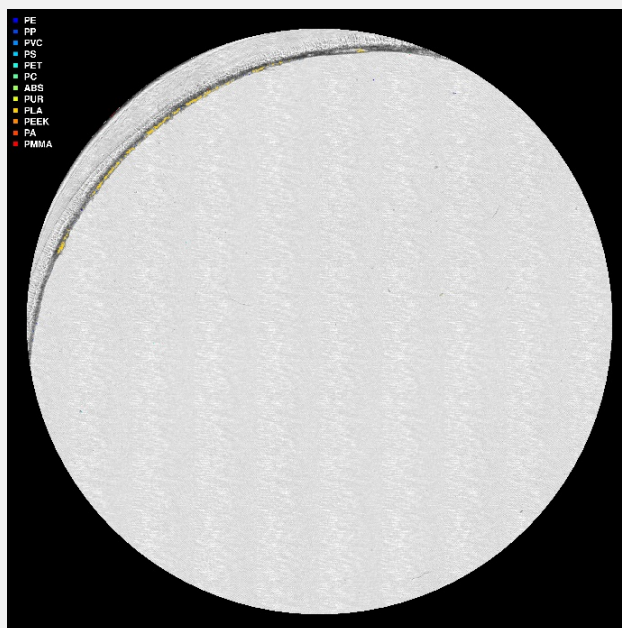
Figur 103 : Luftblank 20250429



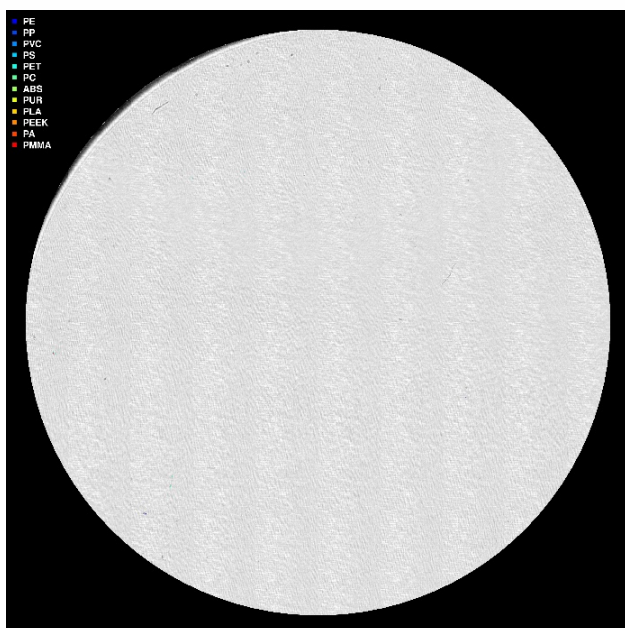
Figur 104 : Luftblank 20250505



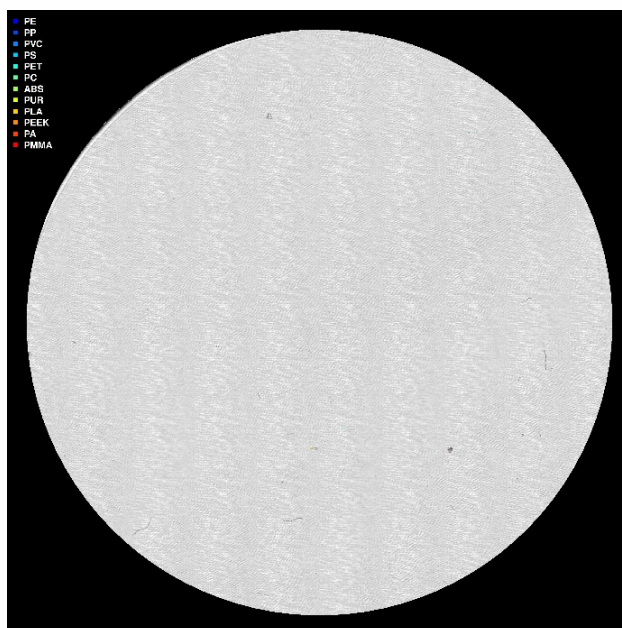
Figur 105 : Luftblank 20250506



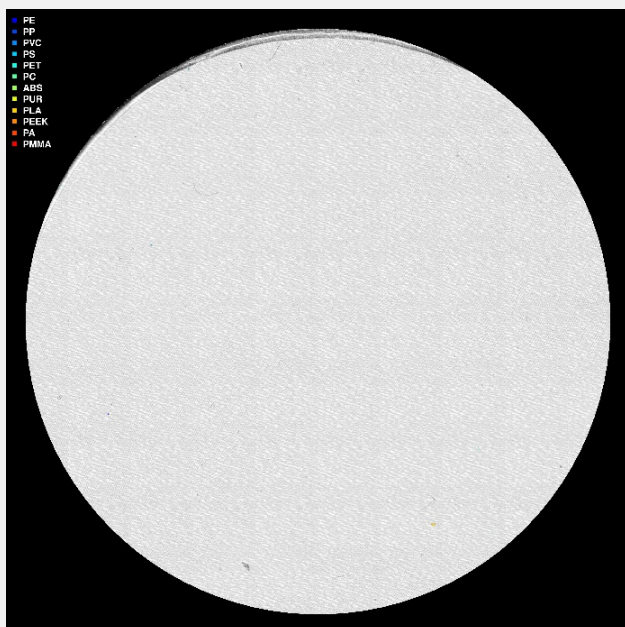
Figur 106 : Luftblank 20250507



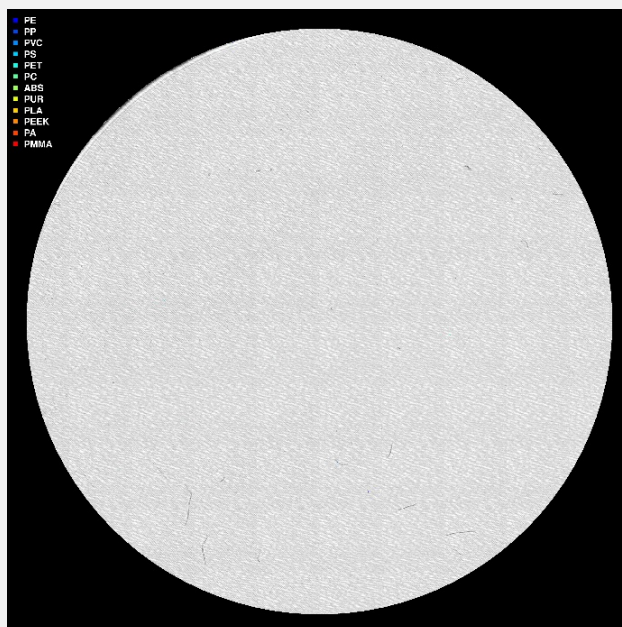
Figur 107 : Luftblank 20250508



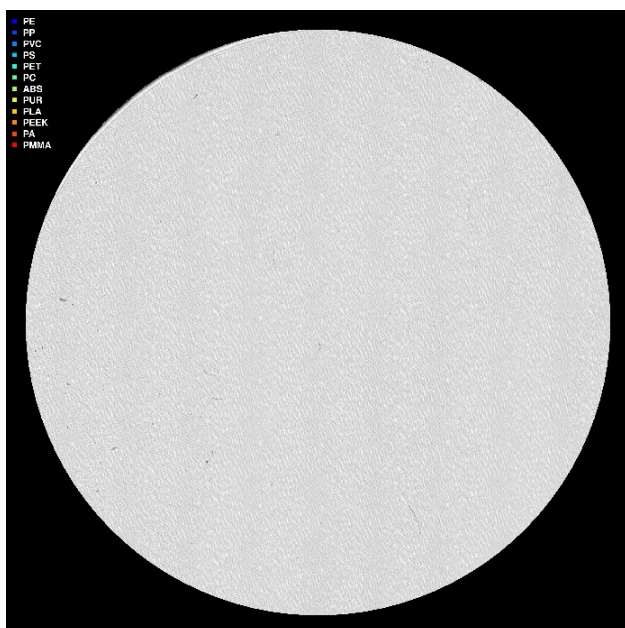
Figur 108 : Luftblank 20250509



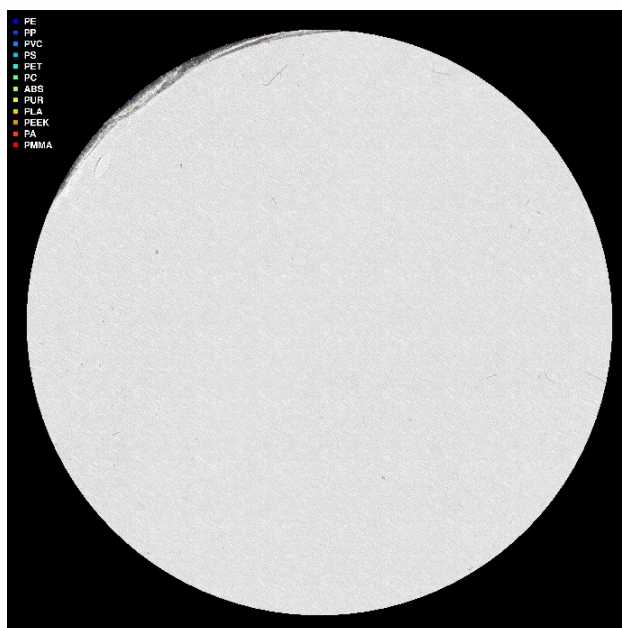
Figur 109 : Luftblank 20250512



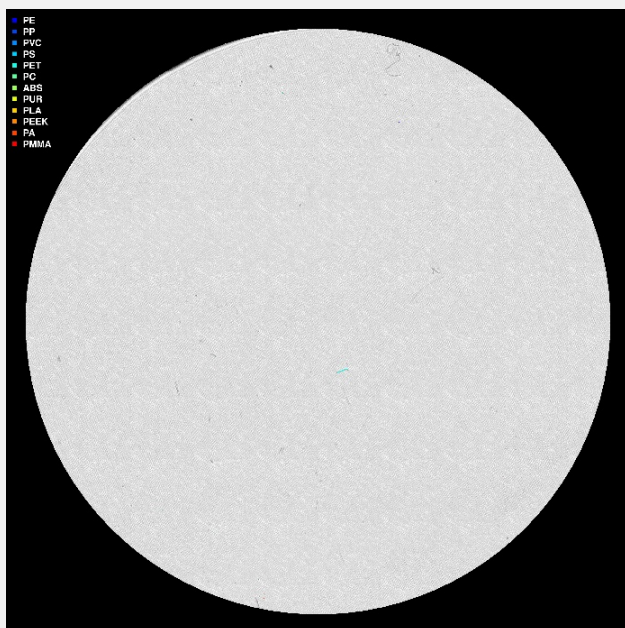
Figur 110 : Luftblank 20250513



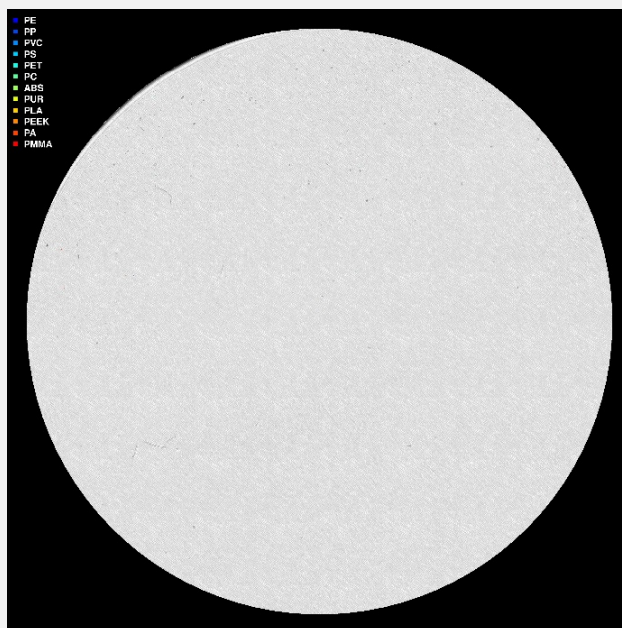
Figur 111 : Luftblank 20250514



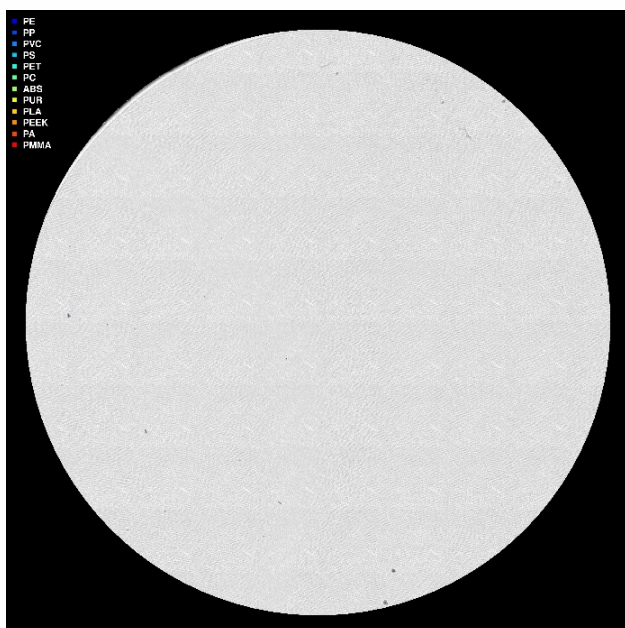
Figur 112 : Luftblank 20250515



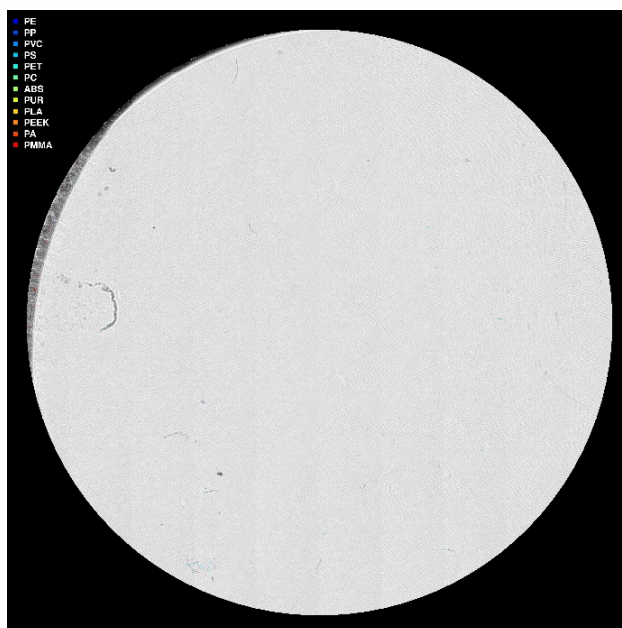
Figur 113 : Luftblank 20250516



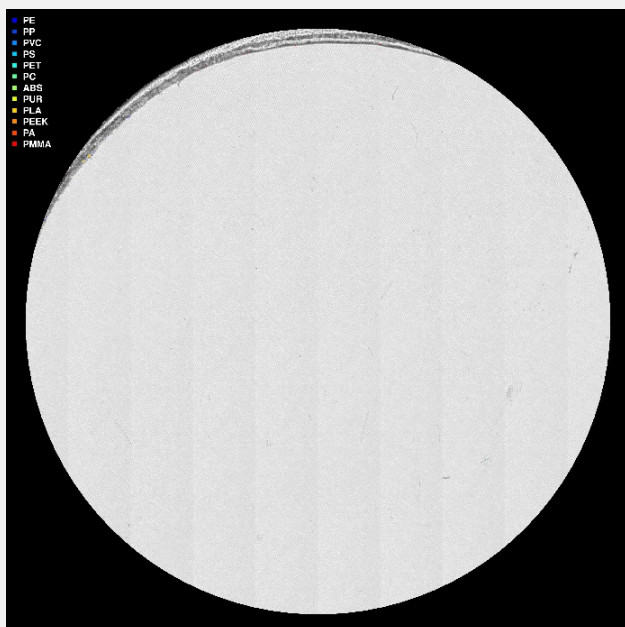
Figur 114 : Luftblank 20250519



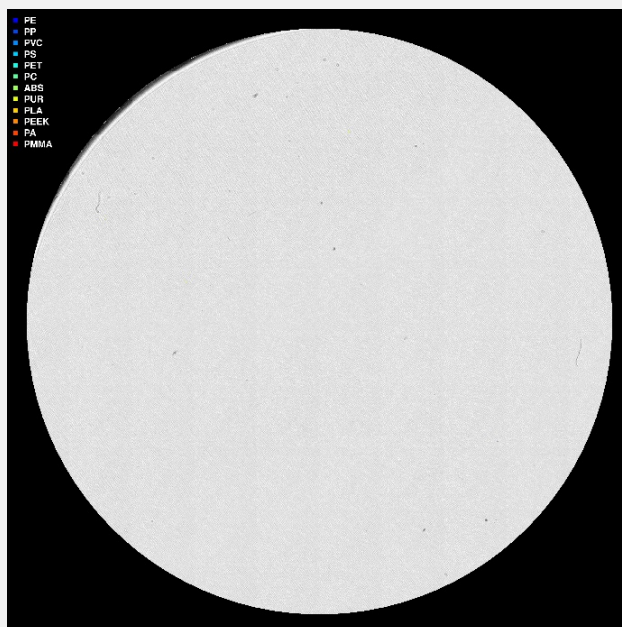
Figur 115 : Luftblank 20250520



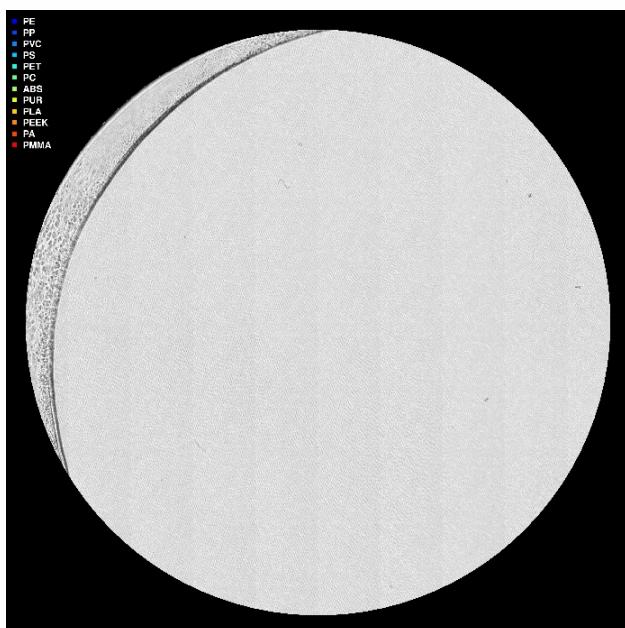
Figur 116 : Luftblank 20250521



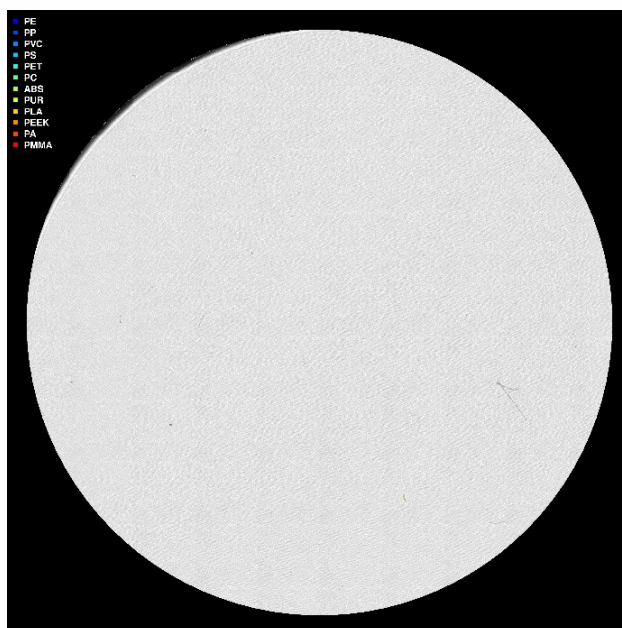
Figur 117 : Luftblank 20250522



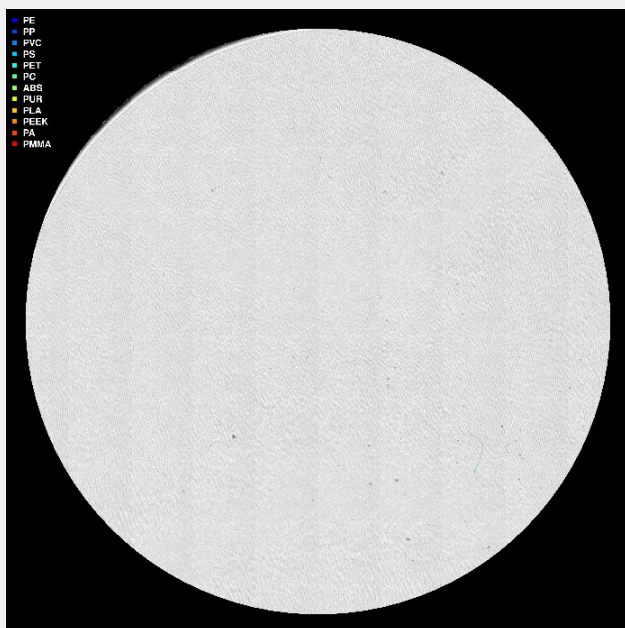
Figur 118 : Luftblank 20250523



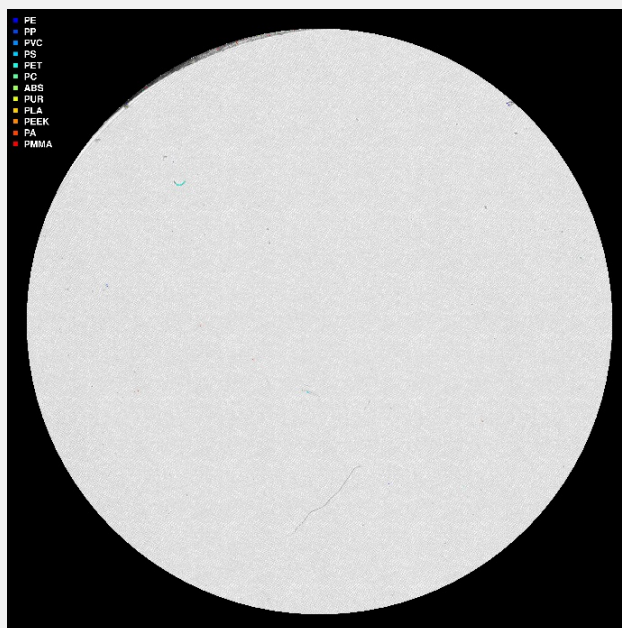
Figur 119 : Luftblank 20250526



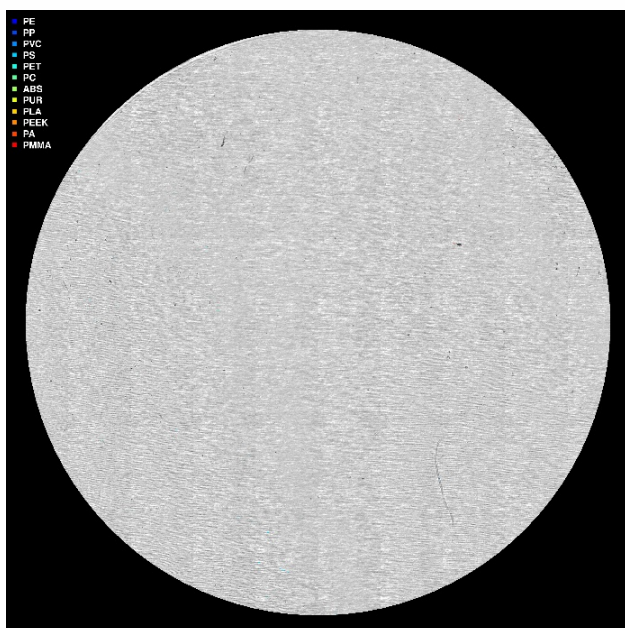
Figur 120 : Luftblank 20250527



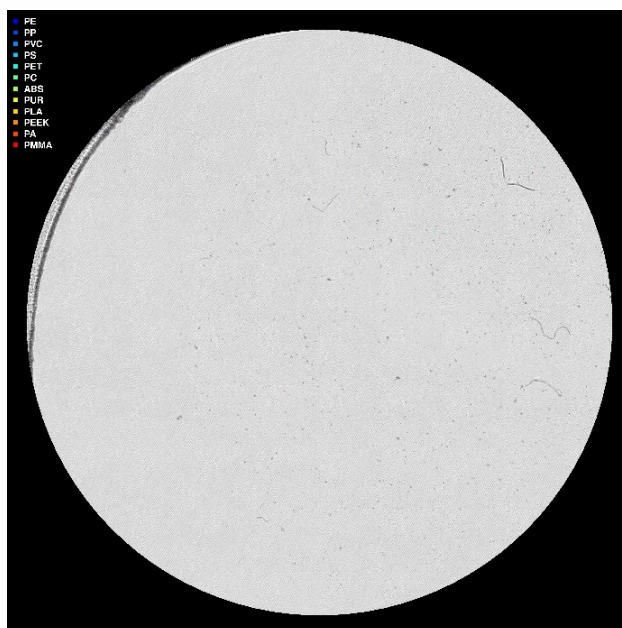
Figur 121 : Luftblank 20250602



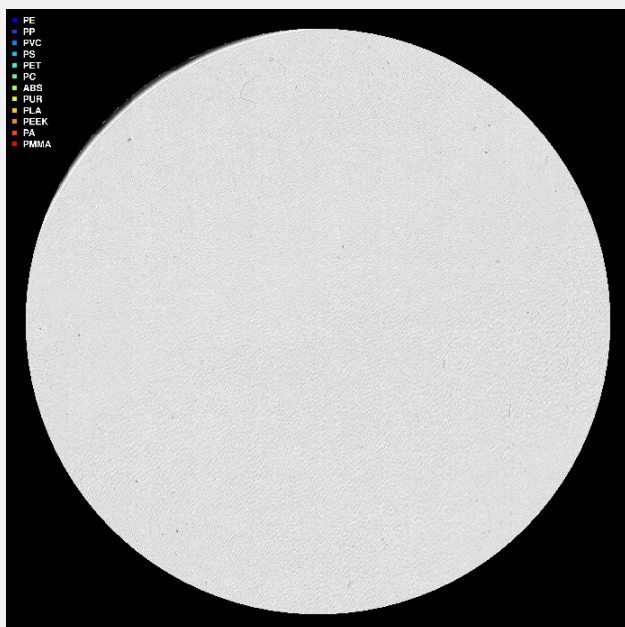
Figur 122 : Luftblank 20250603



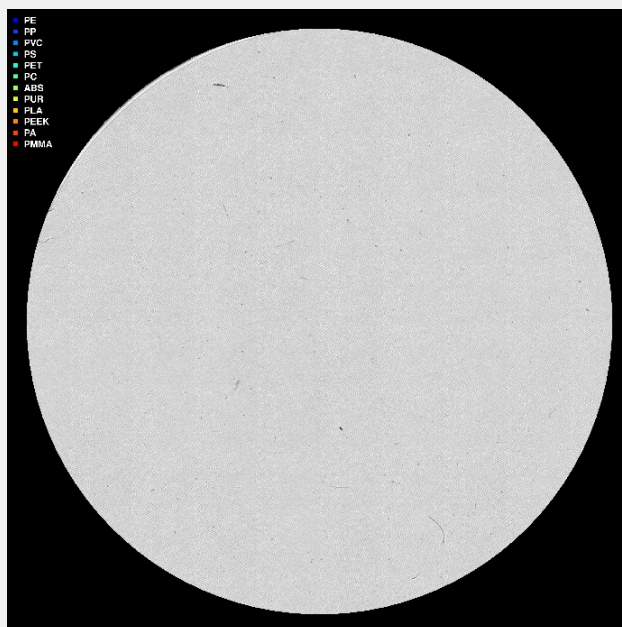
Figur 123 : Luftblank 20250604



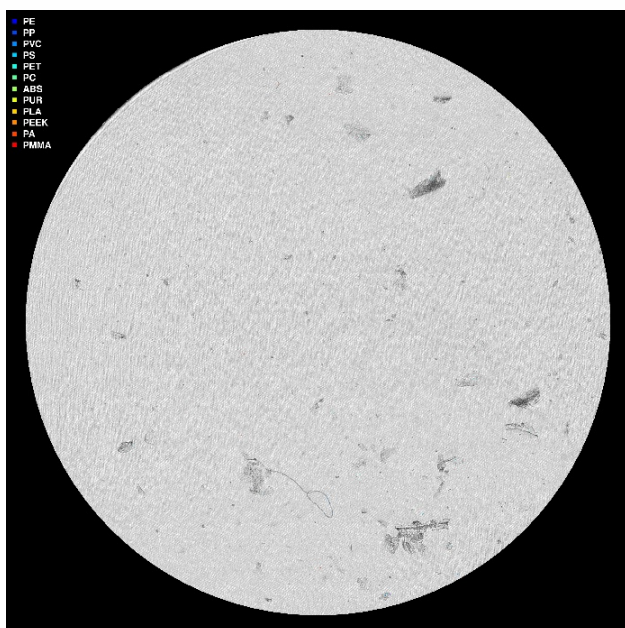
Figur 124 : Luftblank 20250605



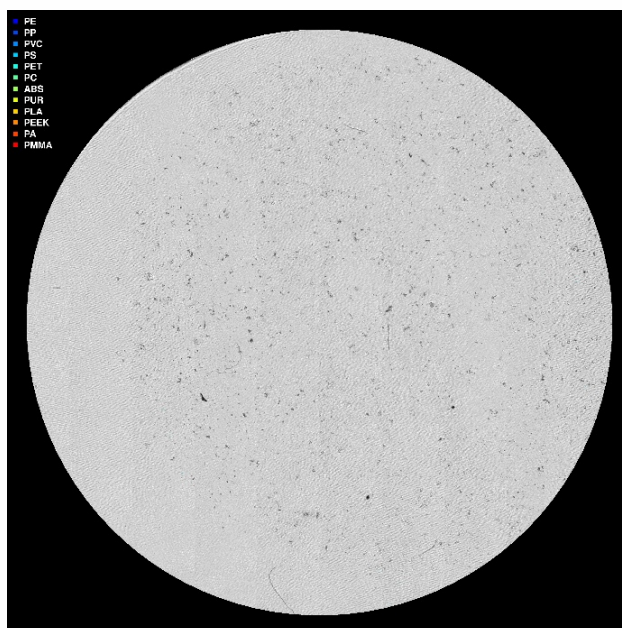
Figur 125 : Luftblank 20250606



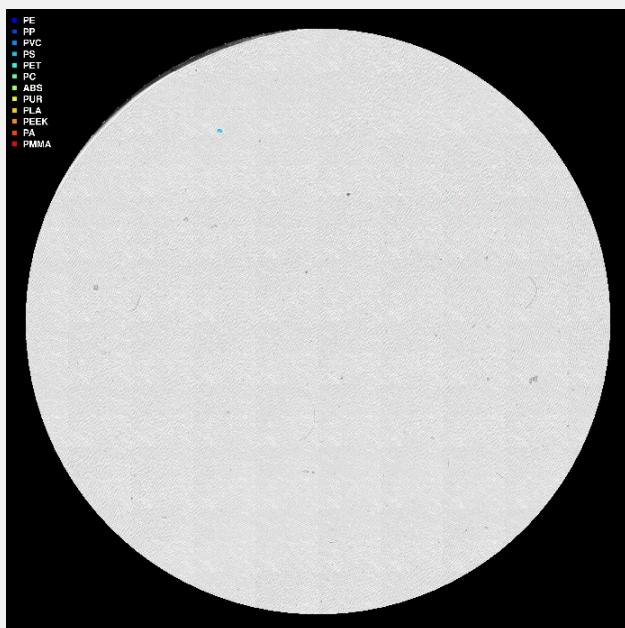
Figur 126 : Luftblank 20250610



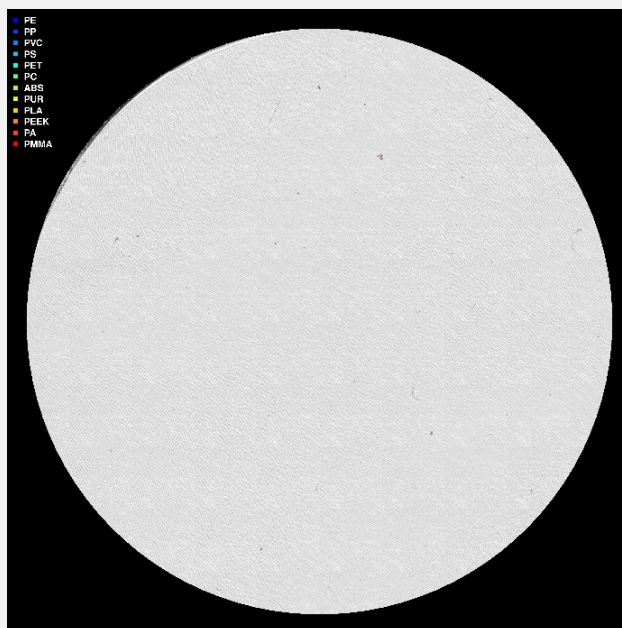
Figur 127 : Luftblank 20250611



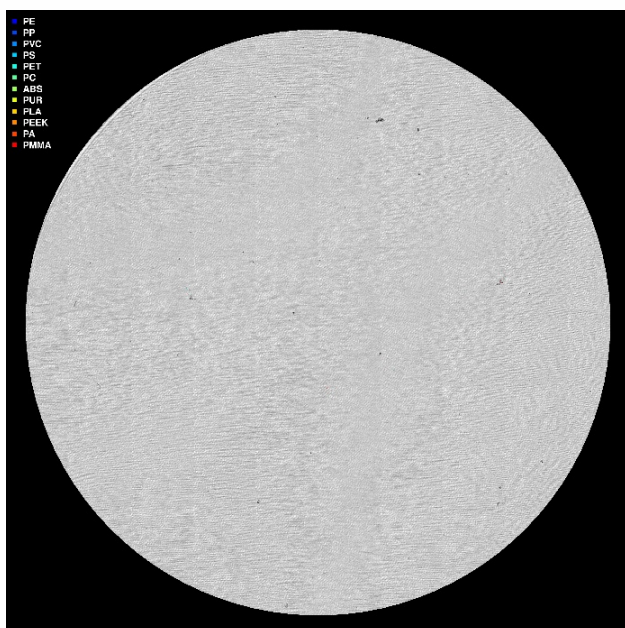
Figur 128 : Luftblank 20250612



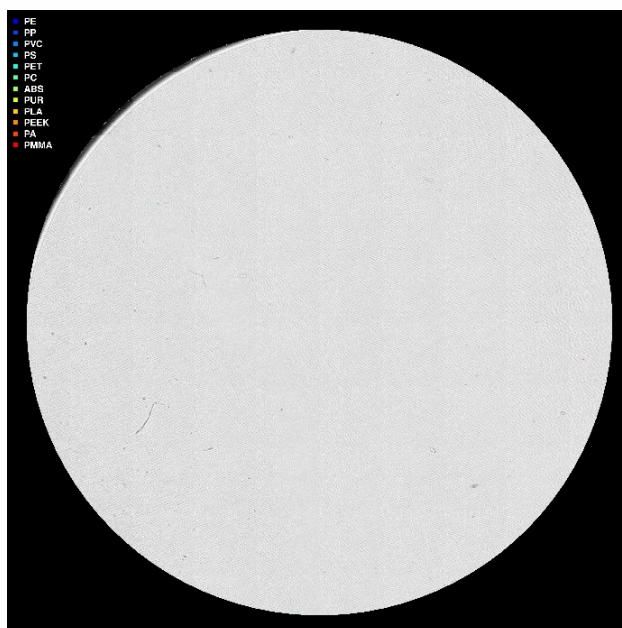
Figur 129 : Luftblank 20250613



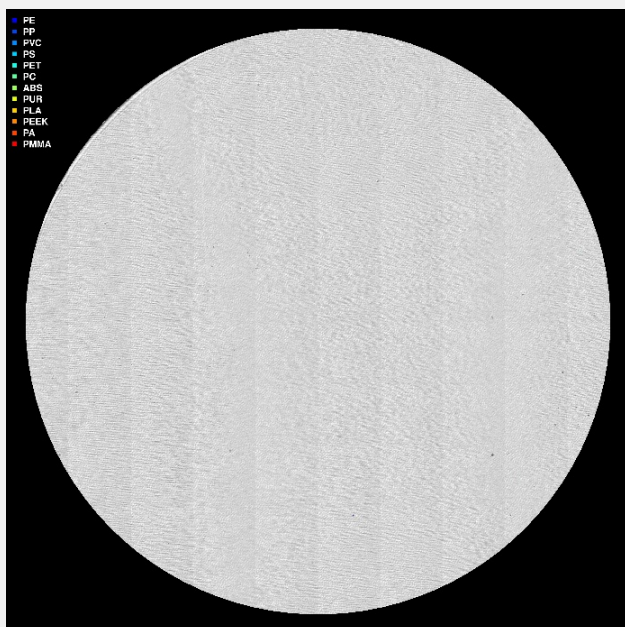
Figur 130 : Luftblank 20250616



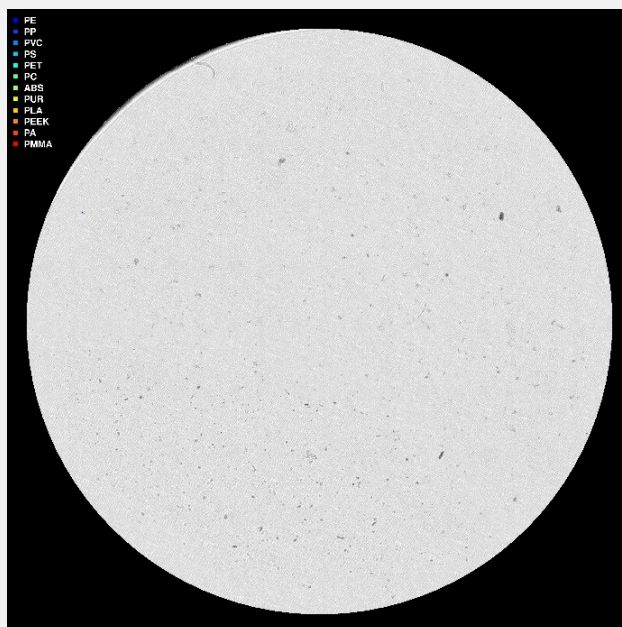
Figur 131 : Luftblank 20250617



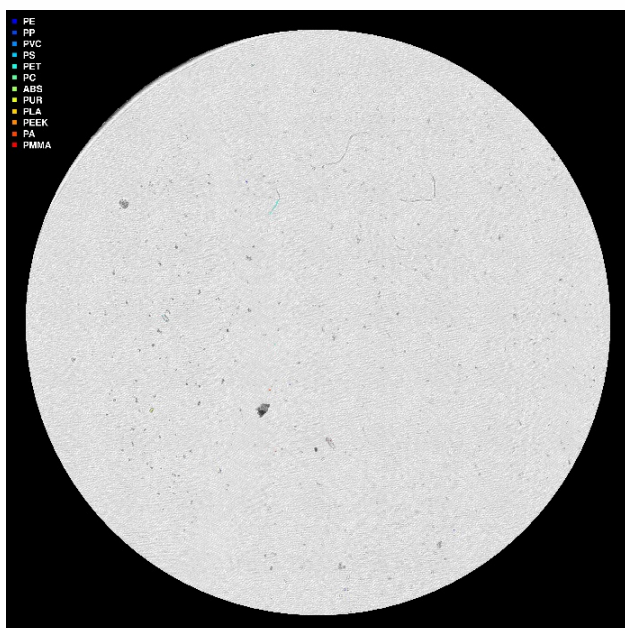
Figur 132 : Luftblank 20250618



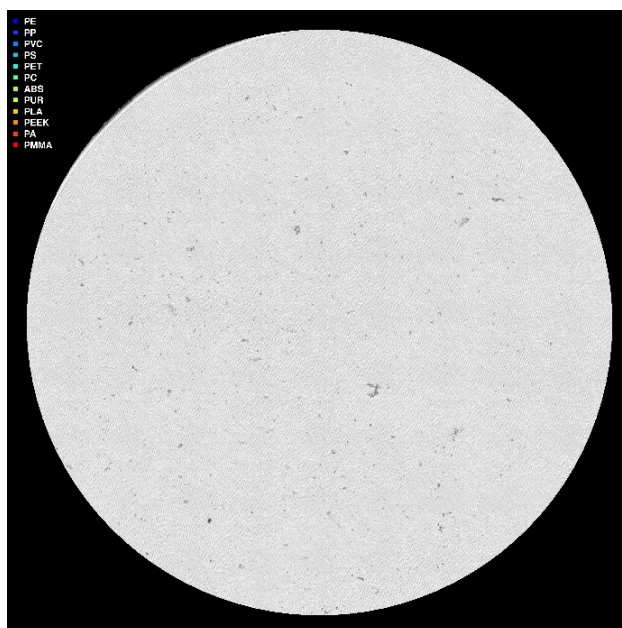
Figur 133 : Luftblank 20250619



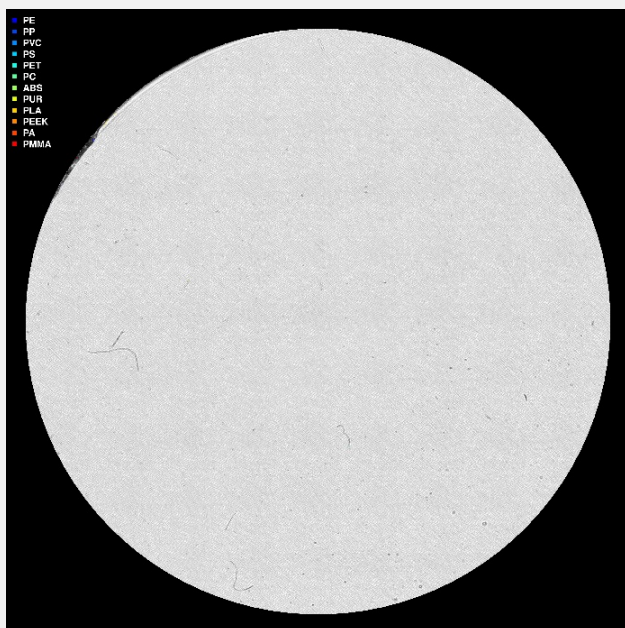
Figur 134 : Luftblank 20250620



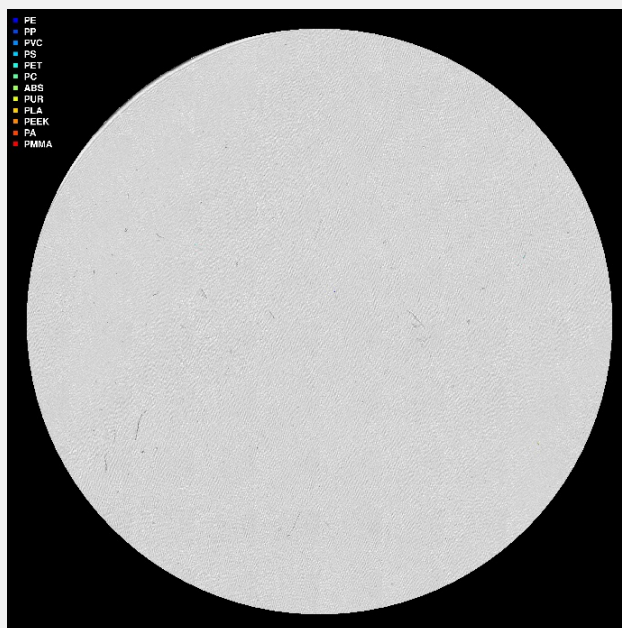
Figur 135 : Luftblank 20250623



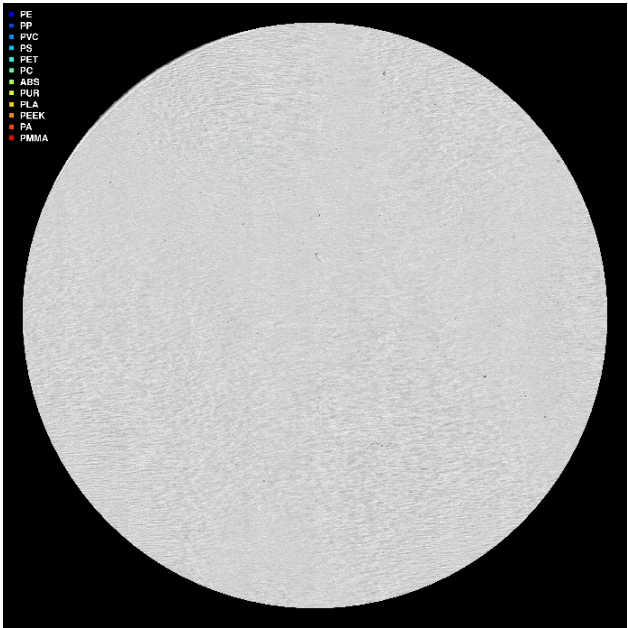
Figur 136 : Luftblank 20250624



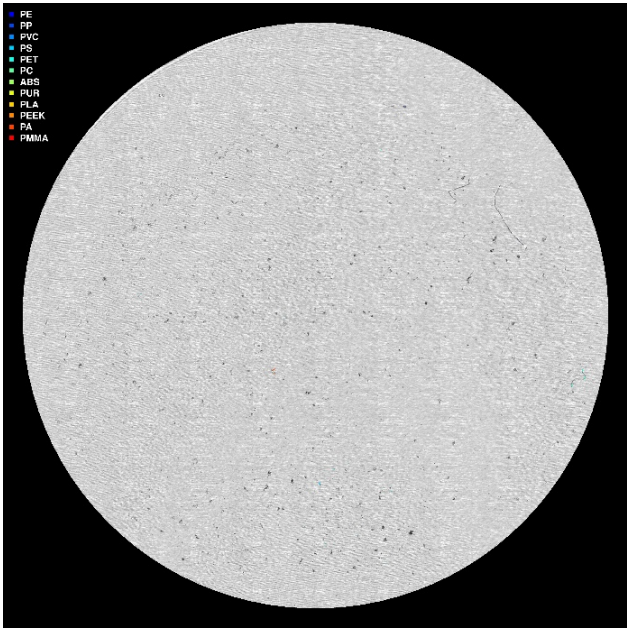
Figur 137 : Luftblank 20250625



Figur 138 : Luftblank 20250805

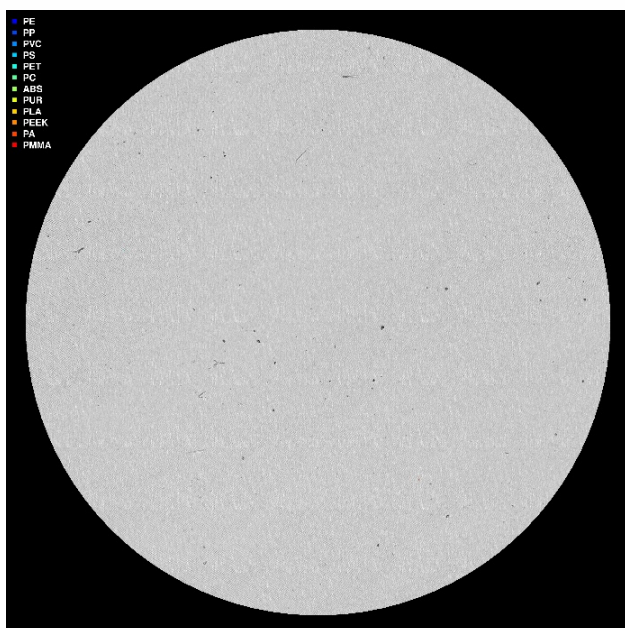


Figur 139 : Luftblank 20250806

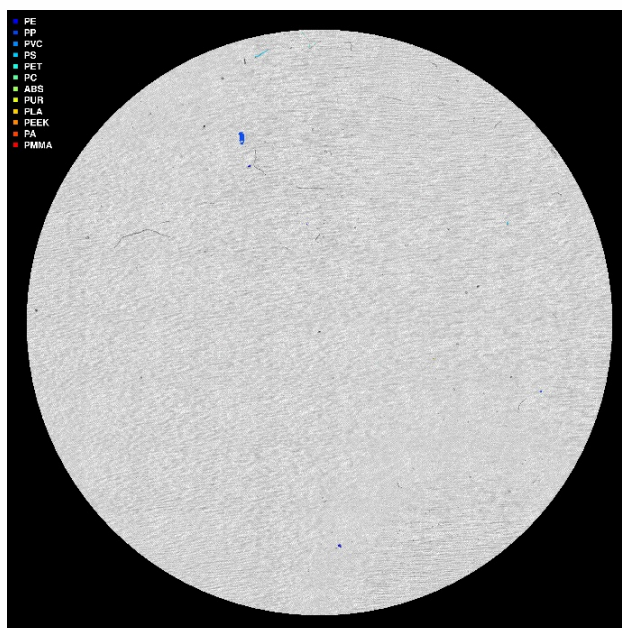


Figur 140 : Luftblank 20250528

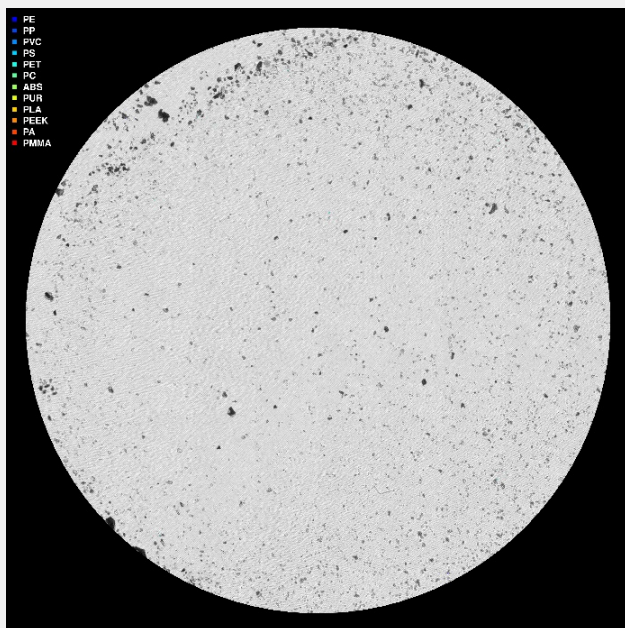
Blanker (NGU)



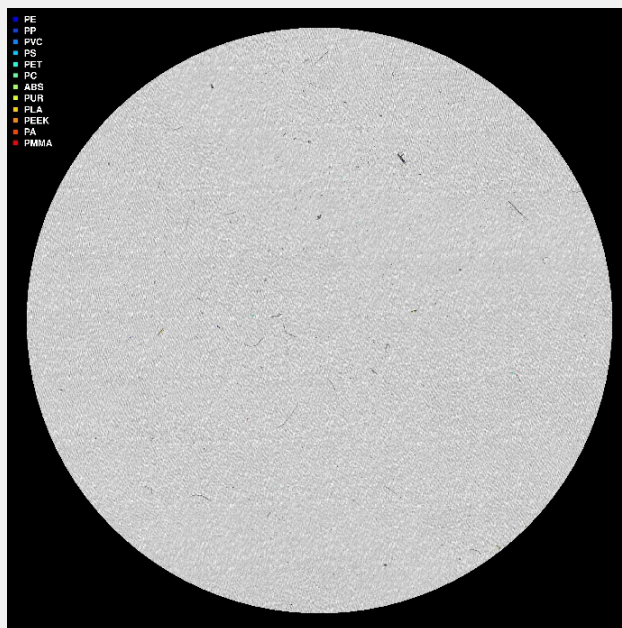
Figur 141 : NGU_blank_R3496



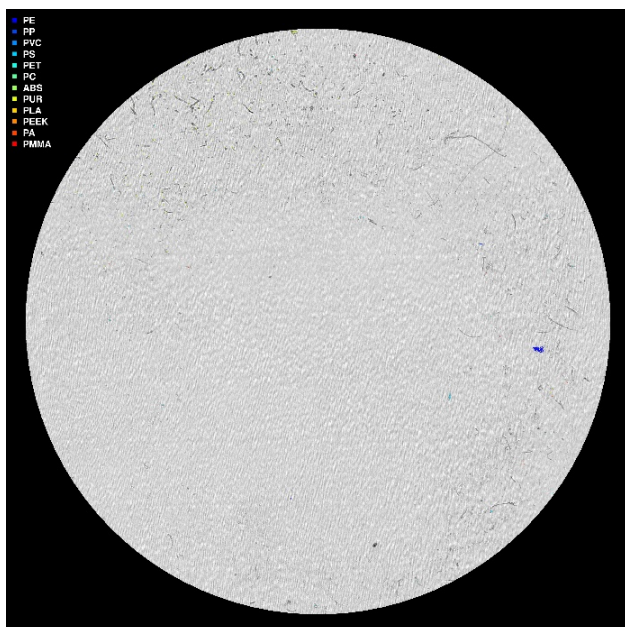
Figur 142 : NGU_blank_R3435



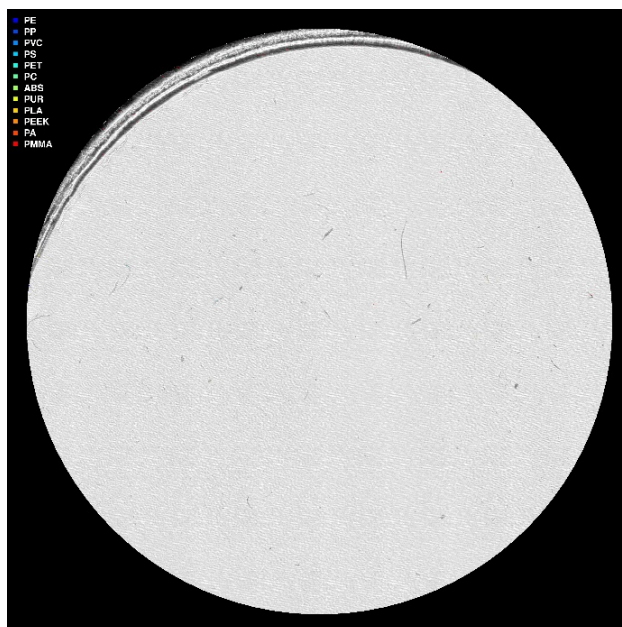
Figur 143 : NGU_blank_uliketider



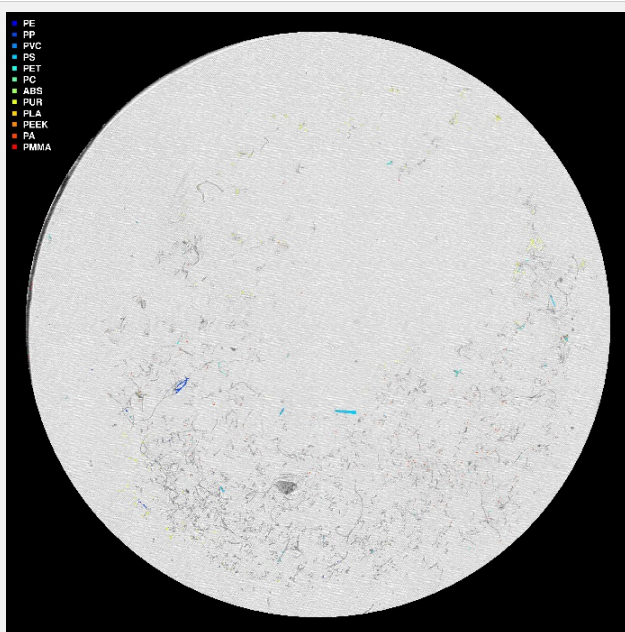
Figur 144 : NGU_blank1_250409



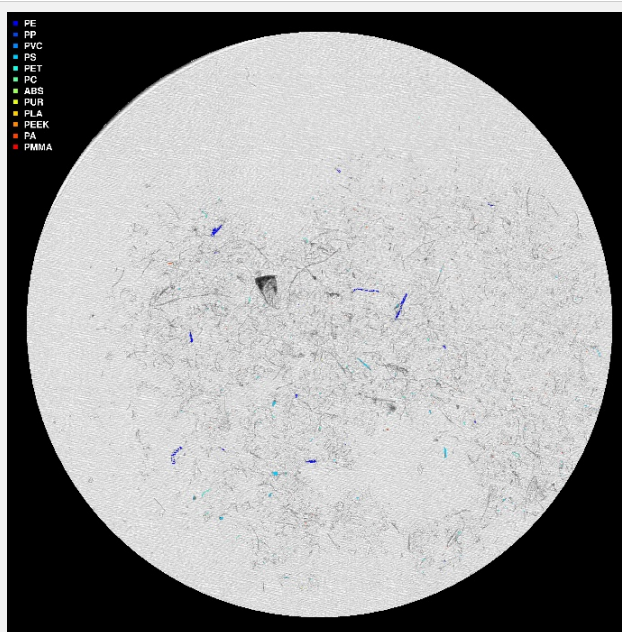
Figur 145 : NGU_blank2_250409



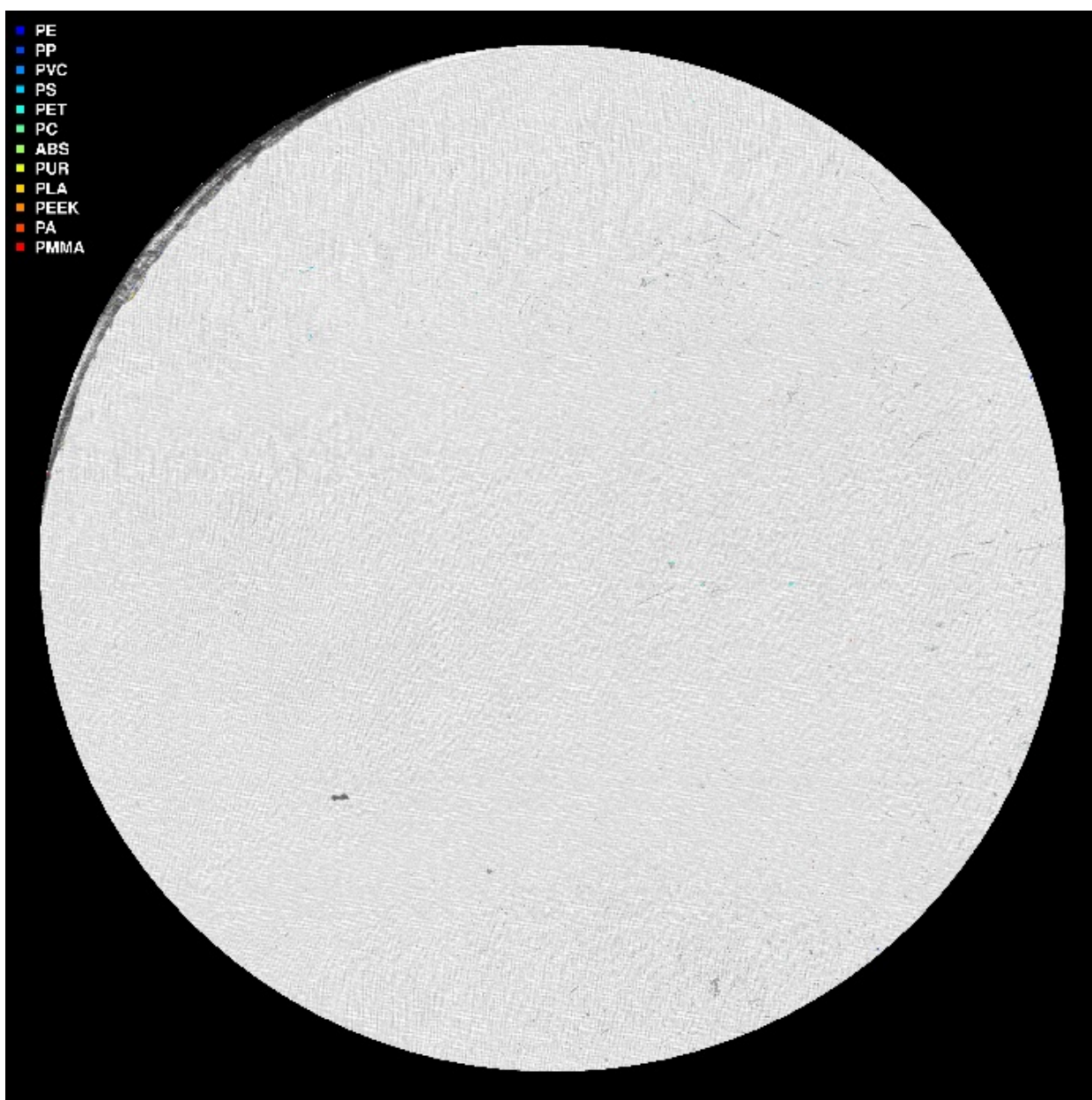
Figur 146 : NGU_blank3_250409



Figur 147 : NGU_blank4_250409



Figur 148 : NGU_blank5_250409



Figur 149 : NGU_blindpr6-vann_250409

Vedlegg 3 Analyser av blankprøver med μ IR-spektroskopi og py-GC-MS.

Luftblankene for prøveuttak fra hos NGU viste for det meste rimelig lave nivåer av mikroplast, både i μ IR-spektroskopi (figur 1) og py-GC-MS (figur 2). Unntaket er to korttidsprøver som ble kontaminert av en ukjent årsak. Bildene generert av μ IR-spektroskopet tyder på at disse luftblankene ble forusenset med sediment, siden det fantes et stort antall sediment-partikler på analysefilteret. Disse korttidsprøver blir ansett som uteliggere.

Også luftblankene fra opparbeiding/analyse hos HI viser lave til veldig lave nivåer av mikroplast i begge analysemetodene.

I metodeblankene (en metodeblank gjennomgår hele prosedyren for prøveoppbehandling) finner vi med μ IR-spektroskopi som forventet gjennomsnittlig litt flere mikroplast partikler, men nivået er fortsatt lavt. Py-GC-MS analysen av disse metodeblankene viser for det meste veldig lave masser, med unntak for prøven fra august 2025 som viser en høy totalmasse (33 μ g) bestående av 6 forskjellige plasttyper. Denne prøven var ifølge μ IR-spektroskopi bare litt over gjennomsnittlig belastet med mikroplastkontaminering (6 partikler). Dette gjør en kontaminering i overføring fra PTFE-analysefilter (μ IR-spektroskopi) til glassfiberfilter (py-GC-MS) sannsynlig; dermed ansees denne prøven også som uteligger.

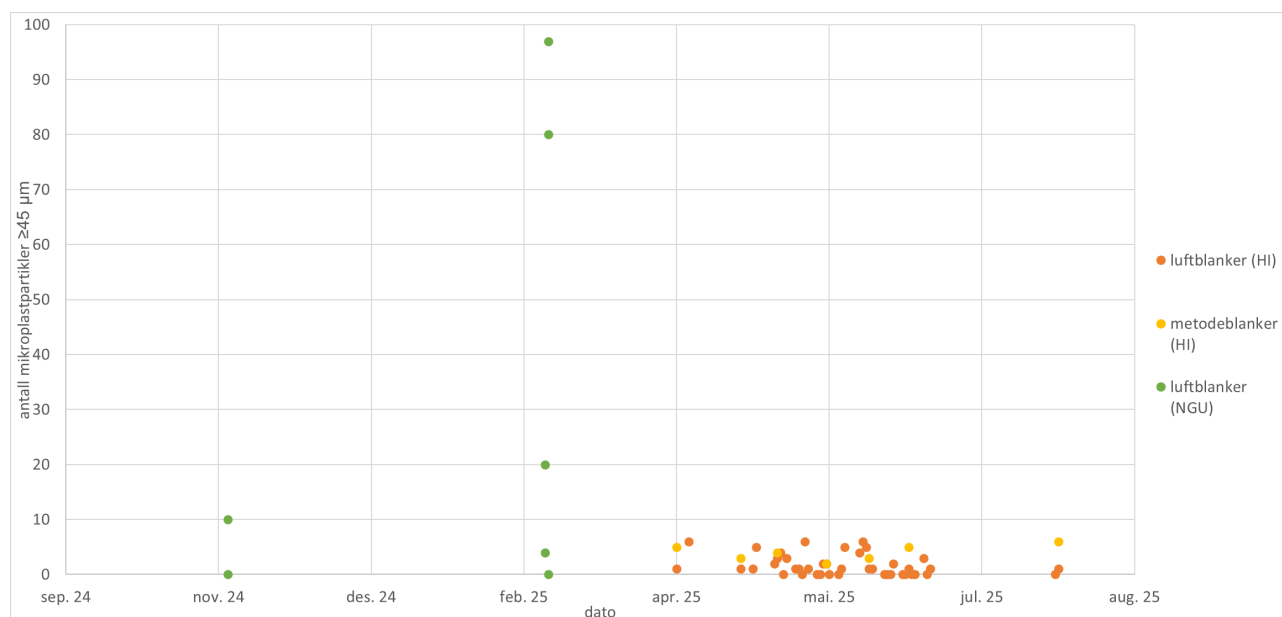


Figure 1 Analyse av luftblanker og metodeblanker fra opparbeiding/analyse på HI og luftblanker fra prøveuttak hos NGU utført med μ IR-spektroskopi ($\geq 45 \mu\text{m}$).

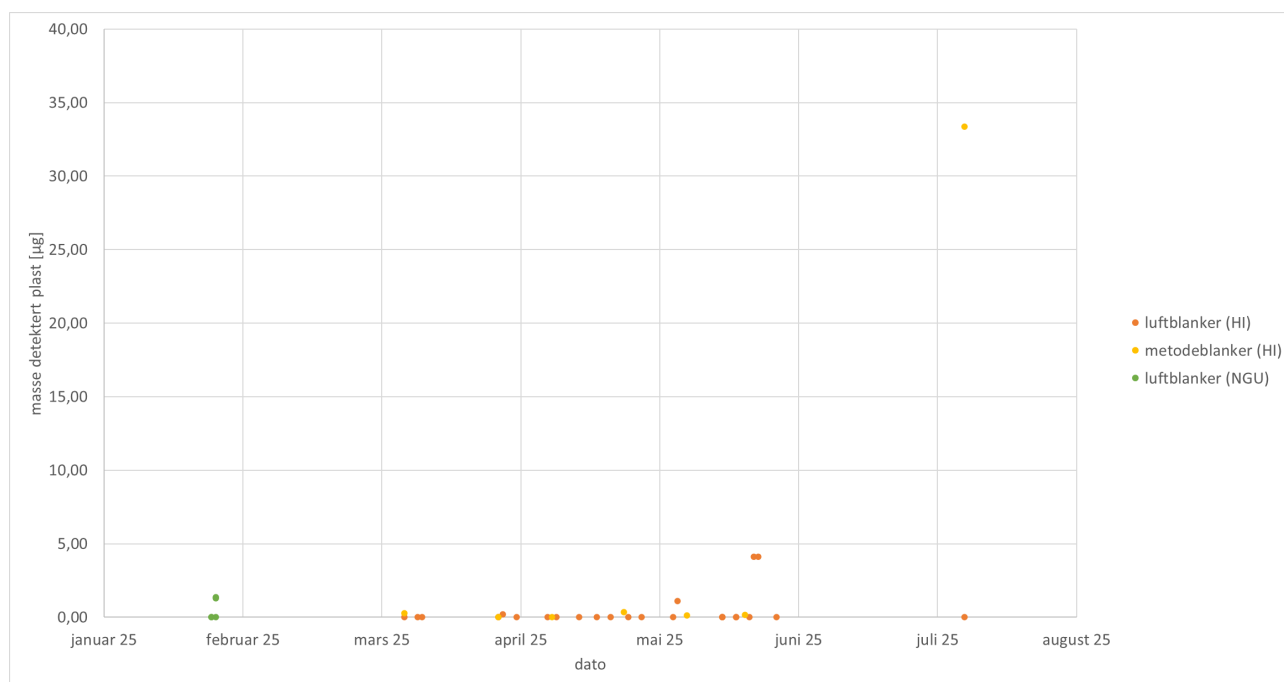


Figure 2 Analyse av luftblanker og metodeblanker fra opparbeiding/analyse på HI og luftblanker fra prøveuttak hos NGU utført med py-GC-MS.

Tabell 1: Resultater av blankprøvene (μ IR-spektroskopi).

	PE	PP	PVC	PS	PET	PC	ABS	PUR	PLA	PEEK	PA	PMMA	Sum MP
NGU-Blank-R3435	3	3	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	10
NGU-Blank-7.11.24 ulike tider	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NGU-Blank-1-250219	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	4
NGU-Blank-2-250219	2	1	0	5	0	0	0	12	0	0	0	0	20
NGU-Blank-3-250220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NGU-Blank-4-250220	1	7	0	10	16	0	0	56	0	0	4	3	97
NGU-Blank-5-250220	27	0	0	31	19	0	0	0	0	0	3	0	80
NGU-Blank-6-250219 Blindprøve	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	4
250403-Luftblank	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
250407-Luftblank	0	1	0	1	2	0	0	0	2	0	0	0	6
250424-Luftblank	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
250428-Luftblank	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
250429-Luftblank	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	5
250505-Luftblank	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
250506-Luftblank	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3
250507-Luftblank	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	4
250508-Luftblank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250509-Luftblank	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	3

250512-Luftblank	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
250513-Luftblank	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
250514-Luftblank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250515-Luftblank	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	3	6
250516-Luftblank	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
250519-Luftblank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250520-Luftblank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250521-Luftblank	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
250522-Luftblank	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
250523-Luftblank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250526-Luftblank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250527-Luftblank	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
250528-Luftblank	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	1	0	5
250602-Luftblank	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
250603-Luftblank	0	1	0	1	1	0	2	0	0	0	0	1	6
250604-Luftblank	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
250605-Luftblank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
250606-Luftblank	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
250610-Luftblank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250611-Luftblank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250612-Luftblank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250613-Luftblank	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
250616-Luftblank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250617-Luftblank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250618-Luftblank	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
250619-Luftblank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250620-Luftblank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250623-Luftblank	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	3
250624-Luftblank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250625-Luftblank	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
250805-Luftblank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250806-Luftblank	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
250403-Metodeblank	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	5
250424-Metodeblank	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	3
250506-Metodeblank	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4
250522-Metodeblank	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
250605-Metodeblank	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3

250618-Metodeblank	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	5
250806-Metodeblank	0	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	6

Tabell 2: Resultater av blankprøvene (py-GC-MS).

	Date	ABS	PA-6	PA-66	PC	PE	PET	PMMA	PP	PS	PU	PVC	SBR	SUM
luftblank (NGU)	19.02.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (NGU)	19.02.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (NGU)	20.02.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (NGU)	20.02.25	0	0	0.34	0	0	0	0	0.67	0	0	0.37	0	1.38
luftblank (NGU)	20.02.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.93	0	0.37	0	1.30
metodeblank (HI)	22.05.25	0	0.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35
metodeblank (HI)	05.06.25	0	0.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.14
metodeblank (HI)	18.06.25	0	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.15
metodeblank (HI)	06.08.25	2.21	0	0.74	0	13.32	0	0	0.83	0	9.39	6.88	0	33.37
metodeblank (HI)	24.04.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
metodeblank (HI)	06.05.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
metodeblank (HI)	03.04.25	0	0	0.28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.28
luftblank (HI)	03.04.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (HI)	07.04.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (HI)	24.04.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (HI)	25.04.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.21	0	0.21
luftblank (HI)	06.04.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (HI)	28.04.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (HI)	05.05.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (HI)	07.05.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (HI)	16.05.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (HI)	19.05.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (HI)	23.05.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (HI)	26.05.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (HI)	03.06.25	0	0	0.42	0	0	0	0	0	0	0	0.67	0	1.09
luftblank (HI)	02.06.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (HI)	16.06.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (HI)	16.06.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (HI)	13.06.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (HI)	13.06.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (HI)	13.06.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (HI)	20.06.25	0	0	0	0	0	0	4.1	0	0	0	0	0	4.10
luftblank (HI)	21.06.25	0	0	0	0	0	0	4.1	0	0	0	0	0	4.10

luftblank (HI)	12.05.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (HI)	19.06.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (HI)	25.06.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
luftblank (HI)	06.08.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00

Luftblank

Luftblank er tatt ved bauta og filtreringsstand. Prøveholder inneholdt om lag to desiliter vann. Beholderen har vært åpen til omgivelsene ved åpen håndtering av bauta og filtrering på 20 µm stålfiler. Ved tillaging og påsetting av mer enn en sedimentprøve ble samme luftblank benyttet og holdt åpen mot omgivelsene ved åpen håndtering av sedimentprøve. Generelt finnes det lite partikler i luftblankene.

Metodeblankprøver

Blankprøver som ble tatt gjennom hele prosedyren for prøveoppbehandling på HI sitt mikroplastlaboratorium. Metodeblank består av ca. 100 ml saltløsning som gjennomgår samme oppbehandling som sedimentprøver, fra overføring til aluminiumstrau og bauta, filtrering på 20 µm filter, kjemisk oppslutning og videre til overføring til analysefilter.

Prøveuttaksblankprøver

Luftblanker tatt av NGU til å kontrollere for kontaminering under prøveuttaket.



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes

5817 Bergen

Tlf: 55 23 85 00

E-post: post@hi.no

www.hi.no