

Sustainable Development of the Arctic Ocean (SUDARCO): Arsrappport for 2024

Partnere

Norsk Polarinstitutt

Akvaplan-niva

Havforskningsinstituttet

Meteorologisk institutt

NILU

NIVA (Norsk institutt for vannforskning)

Norwegian Research Centre (NORCE)

UiT, Fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi (BFE-fak,)

UiT, Fakultet for naturvitenskap og teknologi (NT-fak)

UiT, Norwegian Centre for Law of the Sea (NCLOS)

University Centre in Svalbard, Svalbard (UNIS)

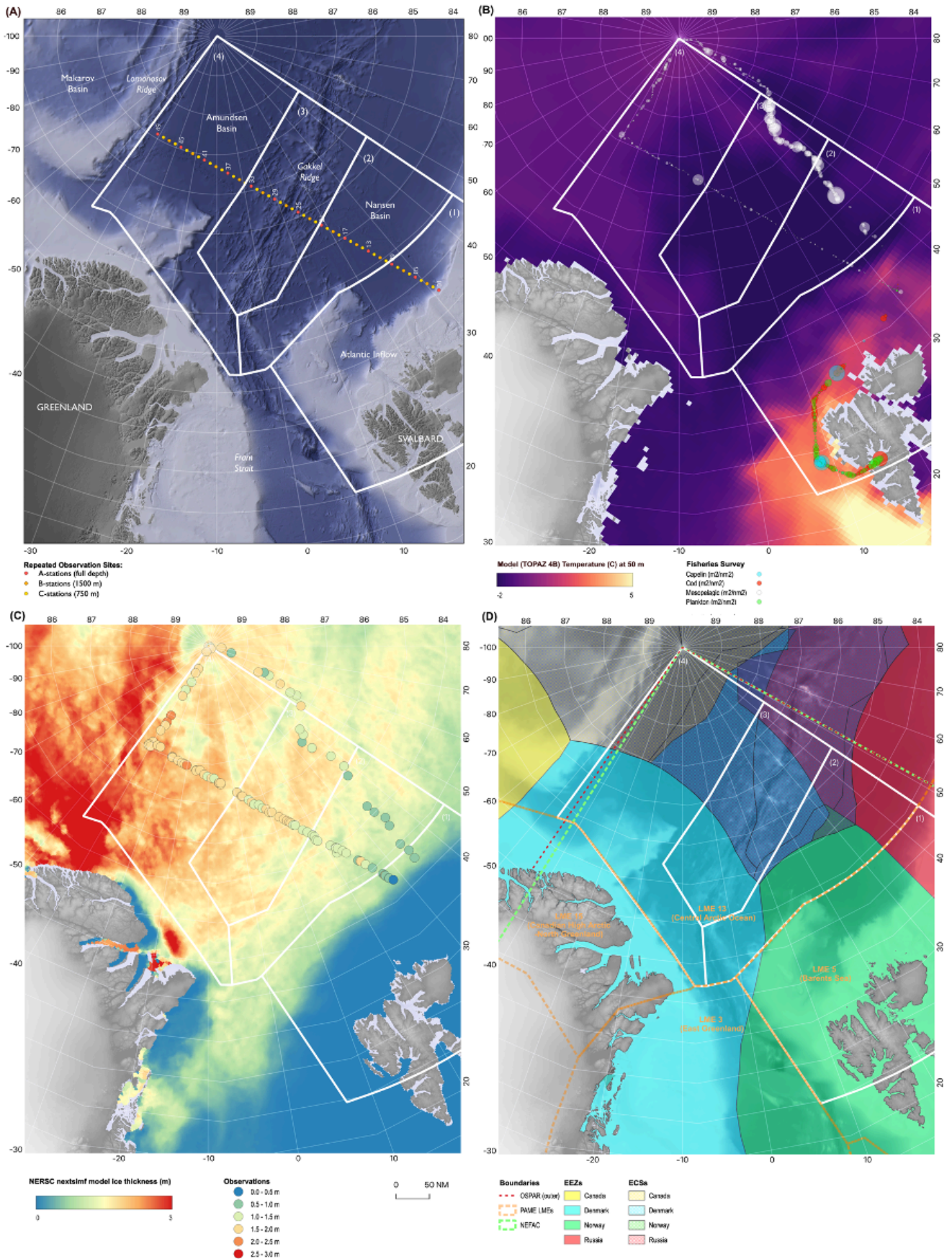
Oversikt over programmålene og aktiviteter (Inneværende år)

En stor ekspedisjon til det sentrale Polhavet sommeren 2024 og vellykket gjenvinning av instrumenttriggene utplassert under den første ekspedisjonen i 2022 er en viktig milepæl for SUDARCO. Med dette i ryggen er de fleste nye observasjonene som er nødvendige for å oppfylle prosjektmålene sikret. Ved utgangen av 2024, omtrent to tredeler av veien gjennom prosjektperioden, går de fem naturvitenskapelige arbeidspakkene over fra en datainnsamlingsfase til en analyse- og publiseringsfase i henhold til prosjektplanen. De første resultatene fra nye in-situ observasjoner går gjennom fagfelleverderingsprosessen og blir dermed tilgjengelige for AP-ene som skal videre utforske de juridiske og sosiale implikasjonene. For 2025 vil SUDARCO prioritere å publisere resten av disse forskningsfunnene slik at de kan gi det best mulige faglige grunnlag for de økosystemvurderingene og rådgivningsdokumentene som planlegges for det siste projektåret.

En sentral utfordring ved å implementere adaptiv styring basert på helhetlige prinsipper er effektiv overføring av kunnskap på tvers av ulike forskningsfelt. Sammendragsstatistikk og generaliserte trender er lettere å kommunisere mellom fagområder enn detaljert informasjon. Å definere regioner med fellestrekk som kan evalueres og beskrives fra ulike perspektiver, kan derfor hjelpe med tverrfaglig kommunikasjon.

Arktisk råds arbeidsgruppe for beskyttelse av det arktiske marine miljø (PAME) har definert grenser for et stort marine økosystem i det sentrale Polhavet og tilstøtende havområder. Den sentralarktiske økosystemet er imidlertid svært mangfoldig, både i sitt fysiske miljø og sin geopolitiske situasjon. SUDARCO har som mål å bygge videre på eksisterende arbeid ved å dele den europeiske sektoren av økosystemet inn i regioner med lignende fysiske egenskaper og å gi en omfattende forståelse av forholdene innenfor hver av dem. Et betydelig skritt frem ble tatt med et forslag til fire underregioner, knyttet til eksisterende regulatoriske grenser, nye in-situ observasjoner og modellresultater ved årsmøtet i 2024.

Disse delregionene (Figur 1) presenteres i 2025-utgaven av Framforumet med sikte på å stimulere til diskusjoner om det mest effektive geografiske rammeverket for en integrert økosystemvurdering av det sentrale Polhavet som er planlagt for 2026. Det økosystemvurdering planlegges levert til norske myndigheter som et rådgivende produkt fra SUDARCO; den vil syntetisere informasjon om miljø, biologi og påvirkning fra menneskelige aktiviteter innenfor den europeiske sektoren av Polhavet.



Figur 1: (A) IBCAO-batymetri og SUDARCO tverrfaglige, in-situ observasjonspunkter (B) Modellert vanntemperatur på 50 m og fordeling av artsklasser bestemt fra fiskeriekolodddata validert med garn og tråling under toktet i 2022 (C) Modellert sjøistykkelse for 15 august 2022 og havistykkelsesobservasjoner fra toktet 19 juli – 23 august 2022 (D) Grenser for OSPAR-konvensjonen, PAME store marine økosystemer og NEFAC-avtale, eksklusive økonomiske soner (EEZ) og utvidet kontinentalsokkel (ECS)

AP1: Fjernmåling av tidligere og nåværende variasjoner i sjøisegenskaper

I år har AP1 gjort fremskritt med å fylle oppgaver med fokus på å sette opp rutiner for å understøtte oppgavene; 1) Altimetry-SAR-validering med optiske bilder, IPS og in situ havisdata, og 2) Automatisert altimetry-SAR-behandlingskjede.

Det er satt opp en rutine ved MET for å utlede kart over isflak fra Sentinel-2 Multispectral Instrument (MSI) bilder. Flakkartene kan brukes til å vurdere tidsmessige endringer i flakstørrelsesfordelingen (FSD) som respons på vind og bølger, og dette kan hjelpe til med parametrisering av kontinuumprognosemodeller, validering av havis konsentrasjons estimer og klassifikasjoner fra andre sensorer. Foreløpig er rutinen semi-automatisert, med full automatisering forventet etter å ha løst mindre IT-plattform problemer. Flak-kart kan utledes fra Sentinel-2-bilder over hele arkivperioden for Sentinel-2-data fra 2015 til i dag, og har dermed potensial til å vurdere nyere klimatologiske forhold. Data er tilgjengelig via Thredds-serveren hos MET Norge.

Flakkartdataene lagres som CF-kompatible NetCDF-filer som tillater videre etterbehandling ved bruk av vanlige programvareverktøy. Det er planlagt å integrere havisens type klassifikasjoner fra Sentinel-1 SAR, og tykkelse data fra radar høydemåling ved CryoSat-2, og laser høydemåling fra ICESat-2. Behandlingskjeden for disse vil bli satt opp i løpet av 2024. Flakpolygonene kan brukes til å beregne ytterligere flakformmetrikker, og kan tillate sporing av distinkte flak mellom påfølgende bilder, og dermed gi data om drifhastigheter og flakrotasjoner.

Fra slutten av 2024 utviklet UiT en arbeidsflyt for å klassifisere havistyper konsekvent, ved å bruke fire C-bånds SAR-sensorer i Atlanterhavsområdet fra 1991 til i dag, med 150m oppløsning. Denne tilnærmingen integrerte Sentinel-1-, RADARSAT-2-, Envisat ASAR- og ERS-1/2-data, og kategoriserte sjøis i åpent vann, ungis, jevn og deformert førsteårsis og flerårsis. Istypeklassifiseringsprosessen tar hensyn til sensorforskjeller gjennom per-klasse innfallsvinkelkorleksjon, tekstur og tilbakespredningsanalyse, og Kalman-filtreringsbasert støyreduksjon, etterfulgt av Markov Random Field-utjevning for konsistens. Den SAR-baserte istypeklassifiseringen utvides for tiden over fortøyningsregionen som vil integrere RADARSAT-2- og RCM-data, levert av MET, fra 2022-2024- Den ekstra deknningen vil adressere Sentinel-1-dekningshullene og utvide tidsserieanalyser. De neste trinnene fokuserer på å bruke klassifiseringsalgoritmen på de tilgjengelige bildene og integrere resultatene i MET havis operativ service produksjonslinje.

Riggene sett ut i sentral polhavet har samlet opp et 2-årlige tidsserie av havisens tykkelse og deformasjonsskaleringssegenskaper fra 2022-2024 og data er under behandling i dag. Data fra IPS, selv om de kun dekker lokaliserte områder, er verdifull for å kvantifisere forventet resultatene fra SAR-klassifisering og høydemåling. I tillegg, er bøyedataene publisert på NRT på: <https://www.meerisportal.de/> og QC-versjonen vil bli publisert på: <https://data.npolar.no/dataset>.

AP2: Fysisk oseanografi av Nansen- og Amundsen bassenget

AP2 organiserte og ledet en 26-dagers tokt til det sentrale Polhavet fra 19.juli – 12.august 2024 med forskningsisbryteren Kronprins Haakon og toktrapporten er publisert (se tallekanter). 15 av de 28 deltakerne var SUDARCO-partnere, eller ingeniører om bord for å støtte SUDARCO-aktiviteter. Toktet var i stand til å oppfylle hovedmålene om å gjenta den tverrfaglige seksjonen over Nansen- og Amundsen bassengene som først ble gjort i 2022, samt å nå oseanografiske riggene som ble utplassert i 2022 og har samlet et viktig nytt datasett med tverrfaglige in-situ observasjoner over to år (august 2022 – august 2024).

Under toktet i Polhavet ble de to oseanografiske rigger tatt opp. Med det har vi sikret et svart verdiful 2-årig tidsserie av havistykkelse, næringssalter, vann- og sedimentprøver, karbonsystemparametere og passive akustiske opptak (finansiert av SUDARCO) samt vanntemperatur-, saltholdighets- og strømmålinger (finansiert av andre prosjekter). Dataene fra riggen i det sentrale Amundsen bassenget er spesielt verdifull siden at disse vil tillate SUDARCO å forstå miljøet i denne lite studerte regionen.

Å gjenopprette disse to instrumenttrigger og finn at instrumentene for det meste registrerte data som planlagt var langt fra garantert. At denne operasjonen har lyktes og har gitt SUDARCO en toårsserie med målinger er en stor suksess. Nå som vi har disse helårsmålingene samt to transekter på tvers av fokusområdet i august 2022 og 2024 kan prosjektet begynne å gå over fra en datainnsamlingsfase til en dataanalysefase som planlagt i prosjektbeskrivelsen. Dette er et betydelig vendepunkt for prosjektet, og det er vanskelig å undervurdere hvor mye lenger foran SUDARCO er som følge av denne suksessen sammenlignet med hvis riggoperasjonen ikke hadde gått som planlagt.

De to riggene ble satt ut igjen for å samle inn et lignende datasett for perioden 2024-2026. En ekstra profileringsrigg (i sin helhet finansiert av SUDARCO) ble satt ut i Amundsenbassenget for å gi informasjon om vertikal blanding for perioden 2024-2026. Dette var opprinnelig planlagt å bli sett ut i 2022, men ble forsinket på grunn av mangel på komponenter. Et forsøk på å sette den ut i 2023 ble avbrutt da isforholdene hindret ekspedisjonen i å nå utplasseringsstedet.

Isforankrede drivbøyer ble utplassert for å gi data om isdrift og -tykkelse i nær sanntid under 2024 toktet. Disse var planlagt for også å måle de øvre havegenskapene, men komponentforsyningsproblemer forhindret utplassering av de oseanografiske sensorene. Vi håper å sette ut disse under et tokt i 2025 i stedet.

Analyser av hydrografiske og kjemiske målinger (primært gjort av SUDARCO postdoc, på tvers av AP2 og AP3), har avslørt bidraget fra den transpolare drivstrømmen og innstrømmende Atlanterhavsvann til vannsøylen i Nansen- og Amundsen bassengene. Et fagfellevurdert manuskript er innlevert (se tallekanter) som beskriver de fysiske og kjemiske egenskaper av vannsøyle i dette området. Med dette skal vi etablere en grunnleggende forståelse som videre studier i AP 3-6 som undersøker forholdet mellom det fysiske miljøet og det biotiske økosystemet vi kan bygge på.

Nye sommermålinger fra 2024 toktet er publisert og er offentlig tilgjengelig via Norsk Polardatasenter (se tallekanter). Den 2-årig tidsserien av flere parametre året rundt fra riggene blir for tiden behandlet og kvalitetssikret. Det er planlagt at de fleste parametre blir offentlig tilgjengelig via det samme datasenter innen utgangen av 2024.

AP3: Implikasjoner av redusert sjøisdekke i Arktis for distribusjon, opptak og skjebne av næringsstoffer, karbon, miljøgifter og plast

AP3 deltok i 2024 toktet til Polhavet (se AP2) der vannprøver og iskjerner til næringsstoffer og karbonkjemi ble samlet inn i Nansen- og Amundsen bassengene. Kjemiske analyser er planlagt i 2024 og 2025. Artikkel om biogeokjemi i 2022 og 2024 er planlagt i 2025 med sammenligning mellom de to årene og estimat av transport av karbon og næringsstoffer. Analyser av uorganisk karbon og næringsstoffer i havvann fra et SUDARCO tokt i 2023 til Framstredet ble utført og satt sammen i 2024 for publikasjon i 2025 og bidrar til studien av primærproduksjon (inkluderer uorganisk karbon og næringsstoffer fra 2023). Data fra 2022 er publisert og bidrar til felles publikasjon om fysisk og kjemisk oseanografi sammen med AP2 i Nansen- og Amundsen bassengene, se Tellekanten. Der har vi funnet ut at de to havbassengene viser veldig stor forskjell i de fysiske og biogeokjemiske forhold.

Under toktet ble det også tatt prøver for en rekke biologiske parametere, som blant annet klorofyll a, partikulært organisk karbon og nitrogen (POC/PON), artssammensetning av protistsamfunnet, samt karakterisering av størrelsesfordeling av partikler ved hjelp av flow cytometry. Disse prøvene ble tatt fra både vannprøver fra forskjellige dyp, og iskjerner. Innsamling av prøver for zooplankton, isfauna og fisk er beskrevet i AP4.

I tillegg til å samle inn data langs transektet ble det også gjennomført målinger av fotosyntese og primærproduksjon, samt opptak av nitrogen og silikat gjennom planteplankton og isalger. Disse prøvene analyseres ved University of Manitoba i Canada og ved University of Technology Sydney, Australia, og resultatene skal etter planen publiseres sammen med tilsvarende data fra fjorårets tokt hvor de samme

målingene ble gjennomført i et annet område og litt tidligere i sesongen. Videre ble det også utført Formålet er å karakterisere de forskjellige typer algesamfunn som finnes i Polhavet og forstå bedre hvordan disse sannsynligvis vil endres som et resultat av de pågående klimaendringene vi ser.

Analyser av mikroplast i sjøvann fra SUDARCO sitt tokt til polhavet i 2022 og 2023 og analyser av forurensninger (PFAS) i dyreplankton er ferdige i 2024. Vi planlegger å sammenstille data og skrive en artikkel i 2025/2026 for å se på spredning og transport av plast og forurensning. Prøver for miljøgiftanalyse i luft, snøvann, og is er samlet inn og vil bli analysert i 2025. Vi ser etter en mulig mastergradsstudent for å styrke arbeidet på miljøgifter i 2025.

Biogeokjemiske resultater fra Polhavet ble presentert på konferansen Arctic Frontiers 2024 av Melissa Chierici: Chierici et al. Rapid ocean acidification in Arctic outflow waters in the last decade, se Tellekanter. Agneta Fransson (AP3) deltok i Arctic Frontiers 2024 med paneldebatt om Arctic ecosystem-based management, ledet av Lis Sørensen (AP8). Eva Leu holdt et foredrag om de første resultatene fra 2023 toktet under FRAM-dagene i november 2023. Agneta Fransson var convener ved Observing Ice-Ocean-Atmosphere Interactions: Changes and Effects on Interannual to Centennial Timescales, Arctic Frontiers 2024. Fransson og Chierici er co-chairs i GOA-ON Arctic Hub og organiserte webinar i GOA-ON science week som ble gjennomført i november 2023 og 2024. Fransson og Chierici presenterte resultater både i DFO workshop og ved IOCCP møte i 2024. AMAP Climate Change Status report, chapter 7: Ocean acidification, ble presentert av forfatter A. Fransson ved AMAP side event på Arctic Frontiers 2025, Tromsø, 27th January, 2025.

AP4: Utbredelse og fortrenkning av marine organismer

I 2024 har det vært mye analyse- og feltaktivitet i AP4. Polhavstoktet i 2024 ble et viktig bidrag inn mot SUDARCO prosjektet, og planen nå er å få alt ferdig analysert innen utgangen av 2025 med fokus på å skrive i den gjenværende perioden av prosjektet. Vi vil slå sammen sommerdata fra 2022 og 2024 for å sikre et større datagrunnlag når vi studerer likheter og forskjeller i Amundsen og Nansen bassengene. Tung is på vårtoktet i 2023, forhindret forskningsfartøyet i å komme inn i kjerneområdet til SUDARCO prosjektet, men biologiske data tidlig i sesongen, spesielt tilknyttet sjøisen, er uansett relevant og viktige data. Prøver fra Polhavstokt i 2022 og 2023 er ferdig analysert, og 2024 Polhavdata er delvis analysert. Biologiske vannprøver i overflaten og prøver av organisk materiale som synker ut nær bunnen (mat til bunnlevende dyr) har blitt samlet inn regelmessig gjennom 2022-2023 ved hjelp av en automatisk vannprøvehenter på 60 m dyp og en sedimentfelle plassert på 3750 m dyp på riggene i Amundsen og Nansen bassengene. Fra vannprøvene vil vi få informasjon om næringssaltkonsentrasjoner (AP3), og molekylære miljø-DNA analyser vil gi svar på om det fins spor etter fisk og pattedyr i disse vannprøvene, samt gi informasjon om bakterie og plankton-samfunnet gjennom året. På riggene var det også plassert lyttebøyer (AURAL; undervanns akustiske opptakere) for å registrere tilstedeværelse av blant annet marine pattedyr, for mer detaljert info se AP6.

Det var et stort AP4 team på Polhavstoktet i 2024, inkludert pattedyrforskere utstyrt med helikopter ved hjelp av annen finansiering. En rekke planteplankton, dyreplankton, fisk og pattedyr data fra transektet som strekker seg fra Amundsen bassenget, over Gakkelryggen og inn i Nansen bassenget ble samlet inn. Miljø-DNA prøver ble hentet fra overflate, mesopelagiske lag og dypvann. I tillegg ble det på to lokaliteter samlet inn en mengde sjøiskjerner for å studere biodiversiteten av isalger og små dyr som lever inne i isen. Foreløpige analyser av disse viser at det fortsatt var en rekke planter og dyr inne i isen, til tross for at isen var i en aktiv smeltefase. Data er nå under analyse og blir viktige data for en masteroppgave som skal leveres inn innen utgangen av mars 2025.

En kortfattet rapport på biodiversitet i Amundsen og Nansen bassengene, basert på litteratur og foreløpige resultater, er under skriving og er i stor grad basert på den store læreboken om Polhavet, hvor en rekke forskere involvert i AP4 har bidratt, som ble publisert i sommer "Elements of a pan-Arctic Ocean ecology", editert av Prof. Paul Wassmann. Denne boken vil bli viktig i det videre arbeidet til også AP8. Videre har AP4 bidratt til en stor internasjonal sammenfatning av det biologiske mangfoldet av bunnlevende organismer i dyphavs bassengene i Arktis (se Tellekanter under). Av 75 404 registreringer ble totalt 2 637 ulike bunndyr taxa funnet. Dyreplankton

data hittil fra Nansen og Amundsen bassengene viser størst forskjell i samfunnsstruktur og artsmangfold vertikalt tilknyttet vannmasse og dyp enn på tvers mellom bassengene. Molekylære resultater er underveis og vil kunne gi enda mer og utdypende informasjon om artsmangfoldet. Geleplankton er en gruppe som er utfordrende å kartlegge med eksisterende molekylære metoder så her har AP4 søkt ekstra finansiering fra Framsenteret i år (intensivmidler) for å videreutvikle en ny metode for denne lite kjente gruppen.

AP5: Modellering av havis, havsirkulasjon, biogeokjemi, forurensninger og plast

Evaluering av NORWECOM og NEMO, og fremtidige simuleringer. Det er nå 2 nye nedskaleringssimuleringer av Nemo-NAA10km basert på EC-Earth-modellen, i tillegg til de 4 nedskaleringssimuleringene basert på NorESM som allerede er oppnådd. Enda en simulering, basert på EC-Earth, kjører fortsatt. Resultatene blir analysert, men ser konsistente ut så langt. Mange skjevhetsskorreksjoner måtte utformes for å gi realistiske resultater, spesielt når det gjelder EC-Earth-modellen. Norwecom's simuleringer er fortsatt i beredskap, ettersom forskeren som har ansvaret for designet har forlatt Havforskningsinstituttet i april.

Basert på Nemo-NAA10km har IMR laget en artikkel som viser at lineære trender ikke kan forklare strømningstrenden ved Barentshavets åpning. Et andre manuskript er i ferd med å bli sendt inn som bokstavelig talt knekker dette puslespillet, ved å bruke kunstig intelligens for å analysere modellutdata.

I år har vi jobbet videre med NEM-modellen for å kunne bruke den til å modellere hvordan klimaendringer påvirker forurensningsdynamikken i Arktishavet. NEM-modellen har i år blitt presentert i Fram Forum og i en 'Fram Talk' i sentret.

Analyser av de ulike modellenes resultater og kvantifisering av virkningen av de ulike transportmekanismene. Arbeid pågår med en regional modell som inkluderer planteplankton- og isalgeproduksjon. Den ble presentert i de siste Nansen Legacy-workshopene, to artikler er under utarbeidelse. En artikkel som beskriver et nytt biogeokjemisk programvarebibliotek og gjør det offentlig tilgjengelig og en annen artikkel som analyserer modellresultater.

Operasjonelle konsekvensutredninger av havistykkelse. På grunn av utsettelsen av havistykkelsesdata fra AP1, vil den operasjonelle effekten av havistykkelsesassimilering bli utsatt til 2025. I dette året har vårt fokus vært å utvikle smeltede sjøistykkelsesdata (Wang et al., 2024), med relativt lav romlig oppløsning. Hensikten med denne utviklingen er å utarbeide et alternativt datasett for dataassimilering av havistykkelse, i tilfelle den planlagte SIT i WP1 blir ytterligere forsinket og å gi en referanse for sammenligning.

Utviklingen av modellen "Vest-Svalbard ustrukturert nett" (WS) er fullført ved Akvaplan-Niva, med offentlig tilgjengelige data og en 1-dimensjonal modellkonfigurasjon. Denne integrerte tilnærmingen bruker inndata fra to eksisterende modeller (WS og NorESM) for nøyaktig simulering av sokkelbiogeokjemi. Det er utformet og simulert et målrettet scenario som representerer ulike lagringsfluksforhold og deres effekter på næringstransport. Arbeidet har også begynt med å strukturere en artikkel som fokuserer på transportdynamikk langs og på tvers av hyller og deres implikasjoner for nærings- og forurensningsfordelinger.

Evaluering av S4K-modellen for Svalbard-området og simuleringer av scenarioer med klorofil-lys tilbakeeffekter, med og uten sjøis "form drag", med og uten turbulent utvekslinger av næringsstoffer mellom sjøen og sjøisen. Simuleringene kjøres til 2014-2015 med full købling mellom havet og sjøisen og mellom fysiske og biogeokjemiske prosesser i havet og i sjøisen. Målet er å evaluere relevans av flere prosesser og deretter justere modell detaljene.

AP6: Endrede verdikjeder og implikasjoner i Polhavet

Den økende maritime aktiviteten i Arktis som følge av mindre isdekke kommer med store utfordringer. Risikoen i disse områdene er høy på grunn av krevende vær- og isforhold, mørketid deler av året, lange avstander og manglende infrastruktur og beredskap. Risikoen er imidlertid svært variabel mellom ulike arktiske områder og sesonger. Ulykkene med Northguider og Viking Sky har økt behovet for å forbedre risikostyringen av maritime aktiviteter. Gjennom en blandet metodetilnærming, som inkluderer intervjuer, workshops (Trubbach et al. 2024) og dokumentanalyse, utforsker vi hvordan rammeverket for sikkerhet til sjøs utvikles i takt med endringer i operasjonelle forhold og aktivitet i Arktis. Dette gir et grunnlag for videre diskusjoner om hvordan risikostyring bør utformes i et stadig mer dynamisk Arktis. Vi er i ferd med å ferdigstille en artikkel til Marine Policy med tittel "Navigating change through distributed sensemaking: Rethinking maritime risks in Svalbard Waters" som skal etter planen sendes inn vår 2025. Denne artikkelen vil være viktig for forvaltningen da den gir innsikt i forbedring av risikostyring av maritime aktiviteter i Arktis, noe som er essensielt for å sikre sikkerheten og bærekraften i økende maritime aktiviteter i regionen. Artikkelen bygger videre på en vitenskapelig og en populærvitenskapelig artikkel om maritime aktiviteter under ekstreme forhold (Müller et al. 2023 og Müller & Knol-Kauffman 2024).

Vi har også ferdigstilt en artikkel som går nærmere inn på trender i arktisk skipsfart basert på AIS analyser (Sander & Mikkelsen, akseptert for publikasjon i Polar Research). Denne artikkelen analyserer AIS-data fra ASTD-systemet for perioden januar 2013 til desember 2022. Artikkelen anbefaler forbedringer i Arctic Ship Traffic Databasen; å dele opp Polar Code-området i mindre regioner for å få mer konsistent rapportering om utviklingen i Arktis, og å etablere standardiserte definisjoner for transitt-trafikk samt undersøke muligheter for automatisk rapportering.

Arbeidspakken omfatter også et tema rundt undervannsstøy. Under Polhavstokt 2024 ble begge AURAL-ene (undervanns akustiske opptakere) hentet opp. Dessverre hadde begge en firmware-feil som påvirket minnekortene, og kun det første 1 TB minnekortet inneholdt data. Dette betyr at vi har data for 6 måneder (15. august 22 til 15. februar 23) for Nansen og mest sannsynlig også for Amundsen-lokasjonen.

Vi har revidert vår manuskriptplan for (D6.6 AIS/undervannsstøy/marin fauna, med frist medio 2026) og startet analysen. Vi kommer til å inkludere fem lokasjoner (Amundsen, Nansen, Atwain, M2 og Framstredet) og de to siste årene med passive akustiske overvåkingsdata (PAM) fra disse lokasjonene. Analysene vil inkludere 1) fartøytrafikkdata rundt disse lokasjonene (fartøystetthetskart fra Emodnet og mer detaljerte fartøyskategorier fra Kystverket), 2) PAM-data for å undersøke vokal tilstedeværelse/fravær av marine pattedyr for å få en oversikt over artsammensetningen og grunnleggende støynivåanalyser, og 3) lydutbredelse/source levels for ulike fartøystyper på disse lokasjonene. Ved å bruke AIS-data og støynivåmålinger inkludert lydutbredelse fra forskjellige fartøystyper samtidig, kan vi sammenligne aktivitetsnivået for fartøy i disse områdene og overlapp med utbredelsen av marin fauna. Selv om vi ikke kan måle påvirkninger direkte, kan vi knytte denne informasjonen om «hearing/communication range» fra litteraturen og diskutere mulige påvirkninger. Forståelsen av påvirkningen av undervannsstøy på marine fauna er viktig for å utvikle strategier for å redusere støyforurensning og beskytte det marine biologiske mangfoldet i Arktis.

Vi har også hatt fokus på hvordan arktiske havner kan overvåke og fremme støyreducerende løsninger for ekspedisjonsfartøy som seiler til de avsidesliggende områdene i Arktis. Ved å fremme støyreducerende design og operasjoner kan havnene bidra til samarbeid mellom havner, cruiseindustrien og forskningsinstitusjoner. Disse tiltakene kan styrke forståelsen av de negative konsekvensene av støyeksponering for marine pattedyr, fremme stillere navigasjon av arktiske cruiseekspedisjoner og dermed beskytte det marine økosystemet. Dette har vi publisert en populærvitenskapelig artikkel om i WWF The Circle (Mannherz, Knol-Kauffman, Ahonen. 2024). I tillegg har vi fått publisert en vitenskapelig artikkel i npj Ocean Sustainability om støyforurensning fra arktiske ekspedisjonscruiseskip med fokus på årsaker, konsekvenser og muligheter for bedre regulering (Mannherz et al, 2024).

AP7: Juridiske og styringsmessige implikasjoner av redusert havisdekke og økt menneskelig

Rekkefølge av forskningsfokus ble endret allerede i år 2022 pga. endret geopolitisk situasjon som ledet oss til å starte med RQ4 og oppgave 7.4 (Identifisere styringsutfordringer på grunn av økende interesse for deltakelse i beslutningstaking over styring av aktiviteter i Polhavet). Forskningsaktiviteter i 2024 har fokusert primært på RQ 7.1, 7.2 og 7.5. Geopolitikk ble imidlertid en del av forskningsfokus gitt økt geopolitisk spenning i Arktis

Task 7.1 «Identifisere regelverk, tiltak og aktører for å håndtere virkningene av menneskelige aktiviteter» er nesten fullført, og resultat skal være et kartlegging av relevante organisasjoner og hvordan de samarbeide med hverandre, inkludert en formelt nettverk analyser av dette. Dette skal hjelpe også analysere hvilken rolle BBNJ avtale kan ha i praksis, med tanke på dets rolle som “coordination hub” mellom eksisterende rettslige regimer og institusjoner

Task 7.2 «Evaluere mekanismer, tiltak og verktøy for en effektiv implementering av økosystembasert forvaltning», med spesielt fokus på BBNJ Avtale. Selv om den er ikke i kraft enda, det er forventet at det skal tre i kraft om ikke så lenge, og er derfor et sentralt tema.

Vi har også hatt møter med AP8 med formål å samkjøre AP8 (som tar sikte på å identifisere menneskelig press og aktiviteter) og AP7, og kartlegge utfordringer i det. Vi arbeider mot en felles artikkel (blogg eller op ed, ikke vitenskapelig, til å begynne med), hvor vi skal kartlegge utfordringer og gaps i “regime complex” i CAO fra et tverrfaglig perspektiv

AP7 Deltok også på et Arctic Frontiers Side Event: “Can the High Seas Treaty Cure Arctic Governance?”, hvor AP7 leverte to innlegg 1) Gunnar Sander, Environmental impact assessments in the BBNJ treaty and the implications for management of the marine Arctic (task 7.2 & 7.5) of 2) Vito De Lucia, Area Based Management Tools (ABMTs)/Marine Protected Areas (MPAs) in the Arctic (task 7.2 and 7.5)

AP8: Bruk av hav- og menneskelige data for å kommunisere mulige veier for fremtidig utvikling (AP8)

Gjennom 2024 har AP8 brukt resultater fra stakeholder workshopen i 2023 til å identifisere hvilke menneskelige aktiviteter samt påvirkningsfaktorer som er de viktigste for polhavet innenfor NEAFC/OSPAR sitt virkeområde. Dessuten identifiserte stakeholder workshopen de mest sårbare dyregrupper samt de viktigste tiltakene som kan innføres. Ut fra disse tilbakemeldingene har AP8 diskutert muligheter for å utføre en semikvantitativ risikoanalyse for tre scenarier i 2050.

AP8 har utviklet et kart som reflekterer det romlige mangfoldet i studieområdet basert på in-situ målinger av hav- og isegenskaper fra 2022-toktet til det sentrale Arktis. For å komme frem til risikoen som sårbare dyregrupper i Polhavet utsettes for, må all vitenskapelig informasjon om havmiljø, is, produksjon og utbredelse av arter, skipstrafikk og økosystemets sårbarhet for påvirkningsfaktorene benyttes. Ettersom flere av de originale naturvitenskapelige observasjonene samlet under toktene i 2022 og 2024 blir publisert i fagfelleverderte publikasjoner, vil det være mulig å legge til flere lag på dette kartet, som beskriver dagens situasjon i det sentrale Polhavet mer detaljert. Ved slutten av SUDARCO-prosjektet planla en serie med lignende kart som oppsummerer ny kunnskap oppnådd i SUDARCO å danne grunnlaget for et rådsdokument som beskriver de ulike områdene i fokusområdet i dag og mulige fremtidige scenarier for et bredt spekter av parametere.

2. Viktige resultater og høydepunkter (frem til rapportering)

2.1 Forvaltningsrelevans

2.1.1 Innspill til politikk utforming, både regionale, nasjonale og internasjonale prosesser

AP6 har jobbet med anbefalinger til forvaltningen på ulike nivåer. Fokuset på lydforurensning fra skip som seiler i Arktis for økende oppmerksomhet. I ulike artikler som kommer på trykk høst 2024 (en vitenskapelig, og en populærvitenskapelig), argumenteres det for tiltak som fremmer støyreducerende design på skip, overvåkningsprogrammer for støy, samt en endring av reguleringer på internasjonalt nivå. AP6 jobber også med en gjennomgang av fordeler og ulemper med ulike foreslåtte tiltak for å redusere risiko av skipsfarten i farvannene rundt Svalbard (for eks. redusert antall passasjerer om bord eller ruteregulering).

2.1.2 Kunnskap som bidrar til bærekraftig utvikling av virksomheter/næringsliv

Overvåkingsoppgavene for havisen med høy romlig oppløsning er avgjørende for å forstå interårlig variabilitet og nøyaktig sporing av lokale havisparametere som kantplassering, sjøis utviklingsstadium og flakstørrelsesfordeling med nødvendig presisjon. Forbedret overvåking av disse faktorene er nødvendig for maritime operatører for å forutsi isforekomster og forbedre påvirkningsbasert prognose. For modellering samfunnet støtter bedre data om havisens dynamikkforskning på biologiske, geofysiske og biogeokjemiske prosesser i områder med skiftende is og åpent vann, spesielt nær iskanten og marginalissone. Med vinddrevne isbevegelser i områder dominert av førsteårsis og ny isvekst, er det nøkkelen til å forstå denne dynamikken å inkludere detaljerte og representative havisdata og flakstørrelsesfordeling i modeller og prognosering. En høyoppløselig multisensortilnærming har vist forbedret nøyaktighet i kartleggingen av disse dynamiske områdene, og støtter sikrere navigasjon og bedre klimaspådommer.

2.2 Tverrfaglighet og merverdi av samarbeidet

2.2.1 Tverrfaglig/flerfaglig kunnskap, spesielt i skjæringspunktet mellom naturvitenskap, samfunnsvitenskap og teknologi.

Tverrfaglig forskning på støyforurensning fra fartøy i Arktis (AP6) er svært viktig fordi det gir en helhetlig forståelse av problematikken. Ved å kombinere akustikk, naturvitenskap og samfunnsvitenskap/politikkanalyse kan man undersøke hvordan støy påvirker det marine økosystemet, samt hvordan støyforurensning kan reguleres og håndteres gjennom politiske tiltak og retningslinjer. Samarbeidet mellom disse fagfeltene gjør det mulig å reflektere på løsninger som ivaretar miljøhensyn og samtidig tar hensyn til samfunns- og næringsinteresser. Dette er avgjørende for å sikre en bærekraftig utvikling i Arktis, hvor det økende antallet fartøy krever balanserte tiltak som reduserer støyens påvirkning på sårbare arter og miljøer.

2.2.2 Styrking av forskningsnettverk (god lagånd for forskning og utdanning)

I 2022 definerte SUDARCO en serie gjentatte tverrfaglige observasjonsstasjoner som ble definert på tvers av de sentrale Nansen- og Amundsen-bassengene, dette var en plan for et nytt vedvarende observasjonssystem for det sentrale Polhavet, der forskere fra forskjellige disipliner kunne jobbe sammen flere ganger på konsistente steder for å takle spørsmål om det skiftende miljøet som ikke kan besvares med observasjoner samlet inn i en enkelt sesong, eller av en enkelt disiplin.

AP1 har gjort betydelige fremskritt gjennom samarbeid mellom forsknings- og operasjonelle institutter, med fokus på å forbedre automatiske og maskinlæringsapplikasjoner for å produsere mer nøyaktige produkter for havisdekning i områder av interesse. Målinger fra SUDARCO blir brukt til satellittsensorvalidering og som treningsdata for multi-sensor havisklassifikasjon, utviklet av UiT og UNIS, noe som forbedrer datanøyaktigheten

og integreringen i modellering og prognoser. Systemet for å integrere disse utviklingene i Meteorologisk Institutt operasjonelle istjeneste er nå på plass, noe som sikrer at SUDARCOs forskning direkte bidrar til forbedret rutinemessig isinformasjon for operasjonelt bruk.

Ved å bringe SUDARCO-deltakere og relevante eksterne partnere til de samme observasjonsstedene i både 2022 og 2024, har SUDARCO bidratt til å skape et viktig tverrfaglig datasett som vil danne grunnlaget for forskningssamarbeid og integrering i de nasjonale operasjonelle tjenestene for rutinemessig informasjonslevering. Videre vil etableringen av gjentatte observasjonssteder, som skal besøkes på nytt i fremtiden, bidra til å fremme samarbeid mellom SUDARCO-partnerne og forskerne som vil bli med på et tokt til de samme observasjonsstedene i 2026.

2.3 Formidling

2.3.1 Formidling med allmenheten, skoler mm.

I 2024 har hovedmålet vært å synliggjøre hvorfor Norge er til stede i Polhavet og betydningen av SUDARCO-programmet. For å få til dette har formidlingen lagt vekt på viktigheten av instrumenttriggene, kartlegging av økosystemer og en forklaring på hvorfor disse er avgjørende for fremtidig forvaltning. Feltaktiviteter har blitt kommunisert gjennom NPs nettsider, intranett og sosiale kanaler, og delt på kanaler til Framsenteret, Akvaplan-niva og UNIS. Vi hadde som mål å gjøre toktet i 2024 synlig for media, og vi leverte aktivt videoer og bilder til pressen. Dette resulterte i omfattende mediedekning, spesielt knyttet til Amundsen-riggen. Vi ble omtalt i NRK web og radio, Svalbardposten, High North News, Barents Observer og Forskning.no. Mer formidling om toktet og SUDARCO er planlagt i framtiden. Videoer og bilder fra toktet er arkivert i Norsk Polarinstitutt sine offisielle arkiver for fremtidig intern, ekstern og mediedekning.

2.3.2 Kommunikasjon/dialog med forvaltning og andre brukere (regionale, nasjonale og internasjonale)

Toktene til det sentrale Polhavet i 2022 og 2024 gjorde kjernemålinger offentlig tilgjengelige samme dag som skipet ankom havn på slutten av ekspedisjonen, slik at disse dataene umiddelbart kunne utnyttes av alle som jobber i Polhavet. Denne åpne atferd står i kontrast til typiske forsknings ekspedisjoner der data oppbevares ved intuisjoner for en embargoperiode på 1-3 år mens de første publikasjonene utarbeides. Ved å gjøre data tilgjengelig umiddelbart håper vi å fremme samarbeid med prosjektpartnere og også tiltrekke andre til forskningssamarbeid på prosjektets gjentatte observasjonssteder.

Et eksempel er samarbeidet med det tyske Alfred Wegener Instituttet som forpliktet ressurser til å overfly SUDARCO sine isprofilerende sonarinstrumenter i 2023 og 2024 med sine forskningsfly. I tillegg til å gjøre in-situ data tilgjengelig, ble det etablert et system for å dele Kronprins Haakons posisjon over internett i sanntid, slik at forskningsfly lettere kunne planlegge overflyvninger av SUDARCO sin andre in-situ målesteder.

I AP8 har aktiviteter i 2024 omfattet en syntese av stakeholder workshop avholdt i 2023.

Stakeholderworkshopen identifiserte sjøopattedyr, sjøfugl, is-tilknyttede arter og benthos til å være utsatt for risiko fra skipstraffikk og turisme, samt mulig fremtidig utvinning av havbunnsmineral. Forurensning, søppel, forstyrrelse og støy ble vurdert til å utgjøre hoved-påvirkningene på økosystemet. Stakeholder workshopen identifiserte også "reguleringer", "kunnskap", og "internasjonalt samarbeid" som de viktigste midler til å demme opp for denne risikoen.

3. Tellekanter

Liste av publikasjoner eller andre aktiviteter og resultater, også dialog og aktiviteter rettet direkte mot forvaltningen **ferdigstilt i 2024**.

AP1: Fjernmåling av tidligere og nåværende variasjoner i sjøisegenskaper

Babb, D.G., Kirillov, S., Howell, S.E., Landy, J.C., Glissenaar, I., Stroeve, J., Brady, M. and Ehn, J.K., 2023. The Complete Annual Record of Sea Ice Volume Export Through Fram Strait as Observed by Satellite from 2010-2022. Authorea Preprints, [essopenarchive](https://essopenarchive.org/).

Guo, W.; Landy, J.C.; Lohse, J.; Doulgeris, A.P.; Johansson, M.; Eltoft, T.; Itkin, P.; Xu, S. (2024). Towards a multi-decadal SAR analysis of sea ice types in the Atlantic sector of the Arctic Ocean. In Review, JSTARS.

Landy, J. C., de Rijke-Thomas, C., Nab, C., Lawrence, I., Glissenaar, I. A., Mallett, R. D. C., Fredensborg Hansen, R. M., Petty, A., Tsamados, M., Macfarlane, A. R., and Braakmann-Folgmann, A. (2024). Anticipating CRISTAL: An exploration of multi-frequency satellite altimeter snow depth estimates over Arctic sea ice, 2018–2023, EGU sphere [preprint], <https://doi.org/10.5194/egusphere-2024-2904>.

Eero Rinne, Penelope Wagner, Anne Braakmann-Folgmann, Jack Landy: Relationship of radar altimeter data and traditional ice charts. Poster presentation at 12th International Workshop On Sea Ice Modelling, Assimilation, Observations, Predictions And Verification 5 - 7 November 2024 | ESA,ESRIN | Frascati, Italy

AP2: Fysisk oseanografi av Nansen- og Amundsen bassenget

Dodd, P. A., Hop, H., Nikolopoulos, A., Granskog, M. A., Divine, D. V., Stürzinger, V., Wold, A., Korneliussen, R. and Misund, O. A. Why is there almost no fish in the Central Arctic Ocean? Sendt til ICES journal of Marine Science February 2025.

Dodd, P. A., De Lucia, V., Fransson, A., Granskog, M. A., Jørgensen, L. L., Koenig, Z., Leu, E., Muilwijk, M., Misund, O. A., Hop, H., Renner, A. H. H., Søreide, J. E. Exploring observation-based management areas for the Central Arctic Ocean. Fram Forum. Digital Edition 2025.

Dodd, P. A., Wold, A., Ahmed, F., Darecki, M., Duncan, R., Fossan, K., Goragner, L., Granskog, M., Itkin, P., Kern, Y. and Koenig, Z., 2024. Arctic Ocean 2024 cruise report: 19 July-12 August 2024 (cruise ID: 2024007009). Technical Report. Retrieved from: <https://hdl.handle.net/11250/3145717>

Dodd, P. A., Randelhoff, A., Koenig, Z., Muilwijk, M., Goragner, L., Granskog, M. (2024). Conductivity-Temperature-Depth (CTD) profiles from Norwegian Polar Institute cruise AO-2024 to the Nansen and Amundsen Basins of the Arctic Ocean and core parameters measured from niskin bottle samples [Data set]. Norwegian Polar Institute. <https://doi.org/10.21334/npolar.2024.60e6f94c>

Koenig, Z., Granskog, M. A., Muilwijk, M., Randelhoff, A., Renner, A. H. H., Chierici, M., Fransson, A., Goncalves-Araujo, R. and Dodd, P. A. The oceanic Transpolar Drift and its influence on the water column characteristics in the western Eurasian Arctic. Sendt til Journal of Geophysical Research: Oceans. 28 november 2024.

Muilwijk, M. Bridging the gap: gathering observational data for model evaluation and improvement (Vitenskapelig foredrag). Consortium for the Advancement of Marine Arctic Sciences. 13-16 februar 2024 Santa Fe, USA.

AP3: Implikasjoner av redusert sjøisdekke i Arktis for distribusjon, opptak og skjebne av næringsstoffer, karbon, miljøgifter og plast

Chierici, M., A. Fransson, L. Lunde Fønnes., H. Hodal Lødemel., P. Dodd., K. Gundersen (2023). Water column data on dissolved inorganic nutrients (nitrite, nitrate, phosphate and silicic acid) from the Nansen and Amundsen Basins in the Arctic Ocean 2022 (AO2022) cruise, 2022710, with R.V. Kronprins Haakon, 24 July - 19 August 2022 <https://doi.org/10.21335/NMDC-953806605>

Koenig, Z., Granskog, M. A., Muilwijk, M., Randelhoff, A., Renner, A. H. H., Chierici, M., Fransson, A., Goncalves-Araujo, R. and Dodd, P. A. The oceanic Transpolar Drift and its influence on the water column characteristics in the western Eurasian Arctic. Sendt til Journal of Geophysical Research: Oceans. 28 november 2024.

AMAP Climate Change Status report, chapter 7: Ocean acidification, Bellerby...Fransson et al. in press.

Fransson, A., presentasjon av AMAP Climate Change Status report, chapter 7: Ocean acidification, ved AMAP side event, Arctic Frontiers 2025, Tromsø, 27th januar, 2025.

Chierici, M., presentasjon av Chierici et al. Rapid ocean acidification in Arctic outflow waters in the last decade. Biogeokjemiske resultater ble presentert fra Polhavet på konferansen Arctic Frontiers 2024

Agneta Fransson (AP3) deltok i Arctic Frontiers 2024 med paneldebatt om Arctic ecosystem-based management, ledet av AP8 (Lis Sørensen).

Eva Leu holdt et foredrag om de første resultatene fra 2023 toktet under FRAM-dagene i november 2023.

Agneta Fransson var convener ved session Observing Ice-Ocean-Atmosphere Interactions: Changes and Effects on Interannual to Centennial Timescales, Arctic Frontiers 2024.

Fransson og Chierici er co-chairs i GOA-ON Arctic Hub og organiserte webinar i GOA-ON science week som ble gjennomført i november 2023 og 2024 der internasjonal forskning om Polhavet og havforsuring presenteres.

AP4: Utbredelse og fortregning av marine organismer

Ramirez-Llodra, E., Meyer, H. K., Bluhm, B. A., Brix, S., Brandt, A., Dannheim, J. et. al. The emerging picture of a diverse deep Arctic Ocean seafloor: From habitats to ecosystems. Elem Sci Anth, 12: 1. DOI:<https://doi.org/10.1525/elementa.2023.00140>

Hop, H., V. Stürzinger, J. Bjørneset, and O.A. Misund. 2024. Boreal fishes and jellies moving into the Central Arctic Ocean. Arctic Frontiers, Tromsø, Norway, 29 January-1 February (Abstract/poster).

Wold, A., Hop, H., Svensen, C., Søreide, J.E., Majaneva, S., Ormanczyk, M., Kwasniewski, S. 2024. Unique zooplankton diversity in the deep Nansen and Amundsen basins of the Arctic Ocean. 7th International Zooplankton Production Symposium, Hobart, Tasmania. 17-22 March (Abstract/presentation)

Hop, H., Nikolopoulos, A. Wold, A., Stürzinger, V., Dodd, P., Misund, O.A. 2024. Research cruises in the Central Arctic Ocean from Svalbard shelf to the North Pole. Havforskermøtet. Tromsø. 25-27 November (Abstract/presentation).

AP5: Modellering av havis, havsirkulasjon, biogeokjemi, forurensninger og plast

Vahidreza Jahanmard, Ulrike Löptien, Anne Britt Sandø, Andrea M. U. Gierisch, Heiner Dietze, Vidar Lien Nicole Delpeche-Ellmann and Robinson Hordoir - *Barotropic Trends through the Barents Sea Opening for the Period 1975-2021 - 2024JC021663* - J. of Geophysical Research Oceans - Manuscript in Revision

Krogseth IS, Breivik K, Eckhardt S, Solbakken CF. Where do contaminants in the Arctic come from? Meet the Nested Exposure Model. Fram Forum 2024.

Krogseth IS, Breivik K, Eckhardt S, Skogeng LP. NEM - et verktøy for å granske endringsdrivere for miljøgifter i Arktis. Framdagen 2024.

Wang, K., C. Wang C., F. Dinessen, G. Spreen, R. Ricker and X. Tian-Kunze (2024), Multisensor data fusion of operational sea ice observations. *Front. Mar. Sci.* 11:1366002. [doi: 10.3389/fmars.2024.1366002](https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1366002)

Wang, K., C. Wang C., F. Dinessen, G. Spreen, R. Ricker and X. Tian-Kunze, Multisensor data fusion of operational sea ice observations. Poster presented in IICWG-DA-12 Workshop, ESA, Italy, 4-8 Nov. 2024.

Wang K., A. Ali, C. Wang, Local analytical optimal nudging for sea ice data assimilation. Poster presented in OceanPrediction24 Symposium, Paris, France, 18-21 Nov. 2024.

AP6: Endrede verdikjeder og implikasjoner i Polhavet

Mannherz, F, M. Knol-Kauffman, H. Ahonen. Noise pollution from cruise ships: Could Arctic ports be part of the solution? *WWF The Circle*, October 2024

Mannherz, F., Knol-Kauffman, M., Rafaly, V. Kruke, B.I., Ahonen, H.. Noise pollution from Arctic expedition cruise vessels: understanding causes, consequences and governance options. *npj Ocean Sustain* 3, 51 (2024). <https://doi.org/10.1038/s44183-024-00089-z>

Trubbach, S, M. Knol-Kauffman, J. Jeuring, M. Müller, G. Sander (2024) Navigating the waves of maritime safety regulations in the Arctic. Fram Forum 2024

Sander and Mikkelsen (2025) Arctic Shipping Data 2013- 2022 analysed: The traffic grows, but very unequally (accepted, Polar Research)

AP7: Juridiske og styringsmessige implikasjoner av redusert havisdekke og økt menneskelig

Abballe, E. *International Cooperation in the Arctic. Navigating the Synergy between Regional and International Organizations in the BBNJ Framework*, Internal SUDARCO Report (Task 7.1)

De Lucia, V. *The Integration of the Ecosystem Approach in the BBNJ Agreement. An Initial Assessment of Limits and Opportunities*, 33:3 *Review of European, Comparative & International Environmental Law (RECIEL)*, 2024, 554-564 <https://doi.org/10.1111/reel.12576>

De Lucia, V. *After the Dust Settles: Selected Considerations about the New Treaty on Marine Biodiversity in Areas beyond National Jurisdiction with Respect to ABMTs and MPAs*, 55:1/2 *Ocean Development an International Law (ODIL)*, 2024, 115-136, <https://doi.org/10.1080/00908320.2024.2333893>

De Lucia, V. *The Arctic as a Sanctuary. Anamnensis of a Concept*, Presentation at Critical Legal Geography Workshop, forthcoming February 2024 (task 7.2)

Hoel, A.H., 2024: *Pêches et aquaculture dans la région arctique*. In: Roussel, Stéphane, Frédéric Lasserre, Pauline Pic and Mathieu Landriault (eds.). *L'Arctique et le système international*. Les Presses de l'Université du Québec, 2024

Hoel, A.H. 2024: *Fisheries management contributes to conservation of biodiversity*. Fram Forum 2024. The Fram Center, Tromsø (Task 7.1)

Hoel, A.H., *Klimaforskning - et viktig bidrag til arktisk samarbeid*, High North News, OpEd (task 7.2)

Lijalem, E. *Can the high seas treaty cure Arctic governance?*, 2024, The Polar Journal. UITVitenskapelig oversiktsartikkel/review (task 7.5)

Lijalem, E., *USA utfordrer grensene til havrettskonvensjonen: Vil Russland trekke seg?*2024, FRAM - Nordområdesenter for klima- og miljøforskning. UITKronikk (task 7.4)

Lijalem, E., *The US Arctic Gambit: Testing the Limits of UNCLOS*. 2024, The Arctic Institute. UITPopulærvitenskapelig artikkel (task 7.4)

Sander, G. *European Approaches Support an Essential Definition of Ecosystem-Based Management and Demonstrate Its Implementation for the Oceans*. *Ocean Development & International Law*, 54(4),2024, 421–447. <https://doi.org/10.1080/00908320.2023.2301105>

Solski, J., *Russia and the Law of the Sea in the Arctic*. 2024, *Geopolitikk i det nye Arktis Studietur med FF Helmer Hanssen* . UITFaglig foredrag (task 7.4)

Solski, J., *The Law of the Sea Convention (UNCLOS) in the Arctic: Status and contemporary challenges*. 2024, *Geopolitikk i det nye Arktis Studietur med FF Helmer Hanssen* . UITFaglig foredrag (task 7.4)

Solski, J., *Russia and the Law of the Sea in the Arctic*. 2024, Seminar om geopolitikk i Arktis. UITFaglig foredrag (task 7.4)

Solski, J., and Virvos, D. *Rethinking Arctic Governance: Focusing on Regulating Black Carbon Emissions in the Context of Geopolitical Tensions*. with, Konstantinos. 2024, InterAct Conference. UITVitenskapelig foredrag (task 7.1)

Solski, J., *New Actors and Agencies in the Arctic*. 2024, Future of Arctic Law and Governance Workshop. UITVitenskapelig foredrag (task 7.4)

AP8: Bruk av hav- og menneskelige data for å kommunisere mulige veier for fremtidig utvikling (AP8)

Jørgensen LL, Sei-Ichi Saitoh, and Martine van den Heuvel-Greve: Central Arctic Ocean: Results from the Integrated Assessment of the Ecosystem. Adaptive management of ecosystems using interdisciplinary and system-science approaches (Management Strategies). Arctic Frontiers January 2024.

Jørgensen LL: Ecosystem Based Management in a Rapidly Warming Ocean: Sharing experiences and challenges. Ocean Leadership program Januar 2025.

Jørgensen LL. (2024) *The Third International Conference on the Ecosystem Approach to Management (EA) in the Arctic Large Marine Ecosystems*. PAME conference report. PAME EA Conference.

Jørgensen, LL. (Ed.). (in review) *Ecosystem assessment of the Central Arctic Ocean: Description of Human activities, its pressures and vulnerability of the ecosystem*. ICES Cooperative Research Reports Vol. TBC. TBC pp.

Ramirez-Llodra, E., Meyer, H.K., Bluhm, B.A., Brix, S., Brandt, A., Dannheim, J., Downey, R.V., Egilsdóttir, H., Eilertsen, M.H., Gaudron, S.M. and Gebruk, A., 2024. *The emerging picture of a diverse deep Arctic Ocean seafloor: From habitats to ecosystems*. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 12(1).

4. Budsjett og aktiviteter (Inneværende år)

Fremdriften i SUDARCO i 2024 har for det meste fulgt prosjektplanen og fortsatte i henhold til budsjettet for 2023-2026 satt opp våren 2023. Det ble gjort små justeringer for å imøtekomme bevegelsen av nøkkelpersonell mellom deltakende institusjoner.

Ved utgangen av 2024 var det et små underbruk av ressurser tilknyttet til en workshop for å forbedre prosjektintegrasjonen (den siste post på budsjettetabellen under). I stedet for å organisere en ny workshop valgte SUDARCO deltakere om å delta i et workshop for å identifisere effektive måter å fremme internasjonalt samarbeid for å gi, få tilgang til, syntetisere og dele informasjon som er relevant for økosystembasert forvaltning i Arktis, arrangert av Havforskningsinstituttet på senhøsten 2024. Som følge av endringen var det 171 KNOK ikke benyttet ved utgangen av 2024.

Vi ser frem til å gjennomføre videre aktivitet i 2025 og fremover ifølge den budsjettplanen utviklet i 2023. Planen er vedlagt på slutten av rapporten i tabellform. Eventuelle tilleggsbevilgninger utover det planlagte kan brukes til å øke antall persontimer tilgjengelig for dataanalyse slik at flest mulig nye resultater publiseres i tide for inkludering i den integrerte økosystemrapporten i 2026.

Med vennlig hilsen



Paul A. Dodd
SUDARCO Prosjektleder Norsk Polarinstitut

WP	Institute	Budget Item	2024	2025	2026
1	NPI	Cruise participation (1 person, in situ sea ice physics)	85	55	0
1	UNIS	Analyse upward looking sonar data from Yermack/ATWAIN	90	80	80
1	UiT-NT	Contribution to integrate altimetry into sea ice classification labelling algorithm	0	0	0
1	NORCE	Contribution to integrate altimetry into sea ice classification labelling algorithm	0	0	0
1	UNIS	Contribution to integrate altimetry into sea ice classification labelling algorithm	0	0	0
1	MET	Contribution to sea ice trajectories for cruise stations	60	0	0
1	UiT-NT	Contribution to sea ice trajectories for cruise stations	60	0	0
1	NPI	Contribution to sea ice trajectories for cruise stations	50	0	0
1	NORCE	Contribution to sea ice trajectories for cruise stations	0	0	0
1	MET	Prepare 5 km SIC CDR over study region	0	0	0
1	UiT-NT	Contribution to altimetry-SAR validation with optical imagery, IPR data and in situ sea ice data	90	35	0
1	MET	Contribution to altimetry-SAR validation with optical imagery, IPR data and in situ sea ice data	90	40	0
1	NORCE	Contribution to altimetry-SAR validation with optical imagery, IPR data and in situ sea ice data	130	40	0
1	NPI	Contribution to sea ice thickness/deformation scale properties from IPR	65	120	100
1	UNIS	Contribution to sea ice thickness/deformation scale properties from IPR	210	280	100
1	UiT-NT	Contribution to sea ice thickness/deformation scale properties from IPR	140	180	100
1	MET	Automate altimetry-SAR processing chain	130	220	190
1	MET	Lead evaluation of AIS shipping data dependencies on sub-km sea ice products with WP6	0	200	340
1	NORCE	Contribute to evaluate AIS shipping data dependencies on sub-km sea ice products with WP7	0	90	120
1	UiT-NT	Contribute to evaluate AIS shipping data dependencies on sub-km sea ice products with WP8	0	60	120
1	UNIS	Contribution to manuscript preparation on integrated altimetry-SAR sea ice mapping	50	0	0
1	NORCE	Contribution to manuscript preparation on integrated altimetry-SAR sea ice mapping	50	0	0
1	UiT-NT	Contribution to manuscript preparation on integrated altimetry-SAR sea ice mapping	50	0	0
1	MET	Contribution to manuscript preparation on integrated altimetry-SAR sea ice mapping	50	0	0
2	APN	Achim Randelhoff analysis hours	57	160	300
2	IMR	Angelika Renner analysis hours	57	160	300
2	NPI	Paul Dodd project mangament & analysis hours	57	157	300
2	NPI	Postdoctoral Assistant	328	333	250
2	IMR	Angelika Renner cruise participation (100 %)	0	0	0
2	APN	Achim Randelhoff cruise participation (50%)	226	0	0
2	NPI	Postdoctoral Assistant cruise participation (100%)	75	50	0
2	NPI	IPS processing (Exteranally at ASL Environmental)	500	500	0
2	NPI	MMP battery	0	40	0
2	NPI	Mooring components	0	0	0
2	NPI	Sea ice Bouys	0	0	0
2	NPI	d18o analysis	100	0	0
3	APN	Eva Leu cruise participation	523	0	0
3	APN	Achim Randelhoff cruise participation (50%)	227	0	0
3	APN	Eva Leu analysis hours	50	92	330
3	APN	Consumables and travel costs	70	0	0
3	APN	Analyses (from rate measurements, enriched isotopes)	0	100	0
3	NPI	Ingeborg Hallanger Cruise Participation	0	0	0
3	NPI	Field/lab Assitant (plastic & contaminants) cruise participation	0	0	0
3	NPI	Field/lab Assitant (plastic & contaminants)	98	0	0
3	NPI	Postdoctoral Assistant	328	333	177
3	NPI	Microplastic measurements	0	150	0
3	NPI	Contaminant measurements	0	180	270
3	IMR	Melissa Chierici analysis hours	75	75	343
3	IMR	Nutrient analyses	30	100	30
3	IMR	Inorganic carbon analyses	0	370	0
4	UiT-BFE	Sediment traps (preparing, calibration) D. vogedes/J Berge	40	0	0
4	UiT-BFE	Metabarcoding (sediment) 12S, 18S, COI	0	0	0
4	UiT-BFE	eDNA/metabarcoding (sediment traps/autowater sampler) 12S, 18S, COI	80	65	70
4	UiT-BFE	eDNA (water) 12S, 18S, COI	150	120	100
4	UNIS	eDNA/metabarcoding (sea ice) 18S, COI	40	0	0
4	UiT-BFE	Metabarcoding (zooplankton) COI	100	100	30
4	UNIS	Barcoding/individuals	30	35	35
4	UiT-BFE	Sample analyses (ind), morphology/diet UiT	95	95	90
4	UNIS	Stable isotope food web analyses NPI/UNIS/UiT/IMR	65	70	80
4	UiT-BFE	Community (Morphology) analyses sediment trap UiT	30	20	25
4	NPI	Community (Morphology) analyses water/sea ice NPII/UNIS	30	40	45
4	UNIS	Community (Morphology) analyses zooplankton UNIS	50	55	60
4	APN	Community (Morphology) analyses benthos APN	20	20	15
4	UNIS	Anna Vader (DNA/microbes), Janne Søreide (zooplankton), Arunima Sen (benthos), NN Techn.	120	120	130
4	UiT-BFE	Kim Præbel/Owen Wangstein(DNA/Fish), NN Techn (DNA++), Bodil Bluhm (benthos), Camilla Svensen	140	140	120
4	NPI	Anette Wold, Phillip Assmy (microbes) and Haakon Hop (zooplankton)	90	100	130
4	NPI	Acoustic data analysis (Heidi Ahonen)	150	150	50
4	IMR	Torild Johansen/Jon Ivar Westgaard (DNA),Torild Johansen/Martin Biuw (mammal); Harald Gjøsæte	90	100	90

4	APN	Katie Dunning (mammals); Marianne Frantzen (benthos)	80	90	80
4	UNIS	Cruise participation	0	0	0
4	UNIS	WP4 Workshop (travel costs + coffee, tea etc) Smaller group can apply for support to cme together t	0	80	0
5	APN	Setting unstructured grid and coupling different modules PG	0	0	0
5	APN	Setting scenarios and simulating with different modules (PG)	0	0	0
5	APN	Analyses of baseline seasonal biogeochemistry changes (PG)	183	0	0
5	APN	Analyses of distributions of microplastics and Hg (PG)	0	175	0
5	APN	Publication about baseline seasonal biogeochemistry and distributions of microplastics and Hg (PG)	0	0	212
5	IMR	Extension of NORWECOM.e2e with a module on sea ice algae (JMA)	0	0	0
5	IMR	Run NORWECOM and NEMO hindcasts (JMA, ABS)	0	0	0
5	IMR	Evaluate NORWECOM and NEMO and run future simulations (JMA, ABS))	310	0	0
5	IMR	Analyses of NEMO and NORWECOM hindcast and future simulations (ABS, JMA)	0	301	0
5	IMR	Publication: Future effects of reduced sea-ice cover on Arctic pelagic primary production (JMA, ABS)	0	0	332
5	MET	DA testing of SIT using UNIS prototype data (KHC)	0	0	0
5	MET	DA of SIT using data from WP1 processing algorithms (KHC)	0	0	0
5	MET	Operational impact assessments SIT (KHC)	122	0	0
5	MET	Reanalysis for physics evaluation and use with BGC (KHC)	0	183	0
5	MET	Analysis of METROMS with BGC dynamics (KHC)	0	0	221
5	NILU	Further improve the description of contaminant transport, fate and bioaccumulation in NEM for th	0	0	0
5	NILU	Evaluate NEM for the Arctic ocean (ISK)	183	0	0
5	NILU	Run future scenarios with NEM (ISK)	0	175	0
5	NILU	Publication about the role of reduced sea ice cover on contaminant dynamics in the Arctic ocean (IS	0	0	212
5	NPI	Test and run METROMS with biogeochemistry and lower trophic level ecosystem components (PD)	150	0	0
5	NPI	Analyse METROMS with biogeochemistry and lower trophic level ecosystem components (PD)	0	116	0
5	NPI	Publication on temporal and geographical variability of ice algal and pelagic PP based on regional hi	0	0	172
6	UiT-BFE	Contribution to Collect/analyze/report data on commercial perceptions and strategies*	27	0	0
6	NIVA	Contribution to Collect/analyze/report data on commercial perceptions and strategies*	13	0	0
6	UiT-BFE	Contribution to collect/analyze/report data on public strategies*	60	0	0
6	NIVA	Contribution to collect/analyze/report data on public strategies*	155	65	0
7	NIVA	Contribution to analyze impact of regulations on activity trends*	0	78	223
6	UiT-NT	Contribution to analyze impact of regulations on activity trends	0	65	0
6	MET	AIS data analysis	34	0	0
6	MET	Combination /analysis of AIS and metocean/sea-ice	61	74	39
6	ApN	Contribution to analysis of AIS and underwater noise	60	81	95
6	NPI	Contribution to analysis of AIS and underwater noise	70	102	145
6	MET	Assessment of services and AIS information	80	147	182
6	UiT-BFE	Contribution to mapping/analyzing SAR and OSR in the Arctic*	23	0	0
6	NIVA	Contribution to mapping/analyzing SAR and OSR in the Arctic*	12	0	0
6	UiT-NT	Contribution to mapping/analyzing SAR and OSR in the Arctic	25	0	0
6	UiT-BFE	Contribution to mapping of coordination gaps*	20	0	0
6	NIVA	Contribution to mapping of coordination gaps*	10	0	0
6	UiT-NT	Contribution to mapping of coordination gaps	72	0	0
6	MET	Contribution to mapping of coordination gaps	84	0	0
6	MET	Contribution to collect/analyze data on operational decision making	44	110	130
6	UiT-NT	Contribution to collect/analyze data on operational decision making	75	66	0
6	UiT-BFE	Contribution to collect/analyze data on operational decision making*	0	0	0
6	NIVA	Contribution to collect/analyze data on operational decision making*	0	65	93
6	UiT-NT	Analzys of Polar Code implementation (SAREX)	0	66	206
6	UiT-BFE	Workshops /fieldwork WP 6	25	31	37
7	UiT-NCLOS	Contribution to maping Legal Frameworks and Actors	0	0	0
7	UiT-BFE	Contribution to maping Legal Frameworks and Actors	0	0	0
7	NIVA	Contribution to maping Legal Frameworks and Actors	0	0	0
7	NPI	Contribution to maping Legal Frameworks and Actors	0	0	0
7	IMR	Contribution to maping Legal Frameworks and Actors	0	0	0
7	UiT-NCLOS	Contribution to mapping and assessing existing...	234	0	0
7	UiT-BFE	Contribution to mapping and assessing existing...	62	0	0
7	NIVA	Contribution to mapping and assessing existing...	112	0	0
7	NPI	Contribution to mapping and assessing existing...	0	0	0
7	IMR	Contribution to mapping and assessing existing...	0	0	0
7	UiT-NCLOS	Contribution to science-based decision making study	234	232	0
7	UiT-BFE	Contribution to science-based decision making study	62	62	0
7	NIVA	Contribution to science-based decision making study	112	114	0
7	NPI	Contribution to science-based decision making study	4	0	0
7	IMR	Contribution to science-based decision making study	7	0	0
7	UiT-NCLOS	Contribution to assessing geopolitical drivers of change	0	232	285
7	UiT-BFE	Contribution to assessing geopolitical drivers of change	0	62	76
7	NIVA	Contribution to assessing geopolitical drivers of change	0	114	131
7	NPI	Contribution to assessing geopolitical drivers of change	0	5	0
7	IMR	Contribution to assessing geopolitical drivers of change	0	7	0

7	UiT-NCLOS	Contribution to imagining new trajectories	0	0	285
7	UiT-BFE	Contribution to imagining new trajectories	0	0	76
7	NIVA	Contribution to imagining new trajectories	0	0	131
7	NPI	Contribution to imagining new trajectories	0	0	7
7	IMR	Contribution to imagining new trajectories	0	0	7
7	UiT-NCLOS	Shard costs for WP7	124	124	152
8	IMR	Leading WP8 and workshops, Building Risk Assessment model (RQ1) and policy brief (RQ2)	280	280	350
8	APN	Running workshops and writing policy brief (RQ2)	250	250	300
8	MET	Climate scenarios, Policy brief, participation in meetings and workshop	250	250	300
8	NPI	Meetings and defining Sectors and Pressures and Vulnerable species	70	70	100
8	UiT-BFE	Meetings and defining Sectors and Pressures and Vulnerable species	100	100	100
X	TBC	Preparation, organisation and participation in SUDARCO integration workshop*	267	0	0
N/A	N/A	Subtotal for WP1	1400	1400	1150
N/A	N/A	Subtotal for WP2	1400	1400	1150
N/A	N/A	Subtotal for WP3	1400	1400	1150
N/A	N/A	Subtotal for WP4	1400	1400	1150
N/A	N/A	Subtotal for WP5	950	950	1150
N/A	N/A	Subtotal for WP6	950	872	927
N/A	N/A	Subtotal for WP7	950	1028	1373
N/A	N/A	Subtotal for WP8	950	950	1150
N/A	N/A	Subtotal for SUDARCO integration workshop	237	0	0
N/A	N/A	Allocation to UiT-BFE	1014	795	724
N/A	N/A	Allocation to UiT-NCLOS	592	587	722
N/A	N/A	Allocation to UiT-NT	512	472	426
N/A	N/A	Allocation to IMR	849	1393	1452
N/A	N/A	Allocation to NPI	2250	2500	1746
N/A	N/A	Allocation to UNIS	655	720	485
N/A	N/A	Allocation to APN	1746	968	1332
N/A	N/A	Allocation to NIVA	413	435	579
N/A	N/A	Allocation to NORCE	180	130	120
N/A	N/A	Allocation to MET	1005	1224	1402
N/A	N/A	Allocation to NILU	183	175	212
N/A	N/A	Reservation for SUDARCO integration workshop	267	0	0
N/A	N/A	Grand Totals	9667	9400	9200

The budget plan is unchanged since 2023, except for posts marked *, which have been changed to allow for a project integration workshop and to transfer some tasks from UiT-BFE to NIVA