



Mal for rapportering av forskningsprogrammer i Framsenteret (2022-2026)

NAVN PÅ PROGRAM: CLEAN – Cumulative impact of multiple stressors in High North ecosystems

PARTNERE: Lead: UiT; Styringsgruppe med UiT: Akvaplan-niva, NILU, Nofima; Øvrige partnere: HI, Meteorologisk Institutt, NIBIO, NIKU, NINA, NIVA, NPI, Sintef Ocean, UNIS

1. Oversikt over programmålene og aktiviteter

Forskningsprogram CLEAN har som mål å forstå, vurdere og forutsi den samlede påvirkningen og risikoen forårsaket av klimaendring, forurensning og menneskelige aktiviteter for økosystemer i nordområdene og deres tjenester. De planlagte undersøkelser av samlet påvirkning vil fokusere på arter og økosystemer av viktig sosioøkonomisk og naturlig verdi. De fem casestudiene som er inkludert i CLEAN programmet gir noen av de beste tilgjengelige økologiske bevisene for samlet påvirkning som kan relateres til konkrete forvaltnings- og samfunnsutfordringer. Case-studiene er 'Pasvik vassdrag', 'Kyst & Fjord', 'Svalbard', 'Barentshavet', og 'Terrestriske systemer' i Finnmark. For hver casestudie vil CLEAN undersøke: menneskelige aktiviteter og miljøstressorer som påvirker økosystemet ved hjelp av dataanalyser og modellering (WP1); eksponering for flere stressfaktorer av arter og økosystem via koblete analyser av stressorer og artsfordelingsdata (WP2); sårbarhet av arter for flere stressfaktorer gjennom analyse av artsegenskaper og eksperimenter (WP3); samlet påvirkning på arter og økosystem ved hjelp av statistisk modellering (WP4); prediksjoner av fremtidig samlet påvirkning på økosystem og tjenester gjennom modellering (WP5); samlet sårbarhet og risiko for økosystemer og tjenester via helhetlige vurderinger (WP6); utfordringer og muligheter for bærekraftig håndtering av flere stressfaktorer i nordlige økosystemer gjennom analyse av forvaltningsregimer og evaluering av risikovurderinger (WP7).



Bilder: Fra CLEAN 2024 årsmøte (14.-15. mars)



I løpet av 2024 har CLEAN gjennomført følgende aktiviteter: samle og kartlegge data for de relevante miljøstressorene (WP1); vurdere eksponering basert på artens egenskaper (bruk av habitat og ressurser - i samarbeid med WP3) og på data fra WP1 lagdelt med artsfordelingsdata (WP2); gjennomføre eksperimentelle eksponeringsforsøk med relevante organismer og compilere en database over artsegenskaper som påvirker sårbarheten for ulike stressorer (WP3); spesifisere statistiske modeller som er best egnet for analyser av kumulativ effekt, og arbeide med dataanalyser (WP4); definere scenarier for fremtidige endringer i klima, forurensning og menneskelige aktiviteter (f.eks. fiskeri, akvakultur) og utvikle modeller for å forutsi samlet påvirkning (WP5); utvikle sårbarhets- og risikoanalyser i en helhetlig påvirkningskontekst og skrive en artikkel om begrensninger ved eksisterende tilnærminger (WP6); analysere relevante forvaltningsregimer for de ulike casestudiene for krav og føringer om håndtering av multistress og samlede virkninger på miljø (WP7).

2. Viktige resultater og høydepunkter

Under CLEAN-årsmøtet, 14.–15. mars, gjennomgikk deltakerne fremdriften i løpet av den første dagen og aktivitetsplanlegging for 2024, med fokus på integrering av kunnskap om samlet påvirkning på tvers av arbeidspakkene og på risiko vurdering, i løpet av den andre dagen. I de påfølgende månedene har forskningsaktiviteter bidratt til å gjøre fremskritt med leveransene og milepælene på tvers av arbeidspakkene og Case studiene i henhold til 2024-planene. WP1-dataene om eksogene stressfaktorer (klima og forurensning) og menneskelige aktiviteter på tvers av cases ble samlet inn. Eksponeringen for flere stressorer ble adressert av WP2 ved hjelp av metoder som baserer seg på organismenes egenskaper (i samarbeid med WP3) og av kvantitative analyser av artsfordelinger og forurensningsbelastninger (inkludert nye feltdata for bl.a. Pasvik og Svalbard). Kartlegging av artenes følsomhet for flere stressfaktorer ble videre utviklet av WP3 med en teoretisk, kunnskapsbasert tilnærming for de tre marine casene Kyst, Barentshavet og Svalbard og de stressorene (fra WP1) som blir ansett som relevant for disse. I tillegg ble eksperimentelle studier gjennomført for casene Kyst og Svalbard. Effekten av flere stressorer ble adressert av WP4 via konseptuelle og statistiske modeller utviklet for Barentshavet, og via pågående kvantitative analyser i de andre Casene. Scenariobaserte modeller for prediksjon tas opp av WP5, med etablerte scenarier for klima og forurensning og pågående scenarioutvikling for menneskelige aktiviteter. Integriert risikovurderingspraksis brukt i forvaltning har blitt evaluert av WP6 som fremhevet styrker og begrensninger i en artikkel under utarbeidelse. Styringsregimer på tvers av CLEAN Cases er gjennomgått av WP7 og eksisterende rammeverk for håndtering av flere stressfaktorer blir evaluert.

CLEAN begynte sine aktiviteter i 2024 med flere bidrag til Arctic Frontiers konferansen i Tromsø (29. Januar – 1. Februar). Bidragene inkluderte presentasjoner i en sesjon om økosystem basert forvaltning, en CLEAN side event dedikert til forvaltning av risiko for samlet påvirkning, med en paneldebatt mellom brukere og forskere, og flere foredrag ved ulike



sesjoner og side events. Videre har CLEAN-deltakere bidratt på flere konferanser, har formidlet CLEAN aktiviteter og resultater til deltagere i relevante internasjonale prosjekter, bl. a. Horizon Europe prosjekter ACTNOW og B-USEFUL, og på Framdagen 2024. CLEAN-deltagere har også søkt flere prosjekter nasjonalt og internasjonalt som er koblet til CLEAN, og har fått finansiering fra bl. a. Biodiversa+ Nature Based Solutions for prosjekt RESOLVE (2025-2027) som videre utvikler CLEAN arbeidspakker 4, 5, 6 og 7 for Barentshavet. I 2024, CLEAN bidro til UiT Master program Ocean Leadership (OCLE), og til flere kurs og seminarer ved UiT og UNIS.

Aktiviteter og funn for 2024 for de ulike CLEAN arbeidspakker og cases er oppsummert nedenfor.

WPO Coordination and communication

Gjennom WPO foretas den overordrede koordinering av aktiviteter i CLEAN og kommunikasjon fra programmet. CLEAN aktivitetene for 2024, planlagte på høsten 2023 og diskutert med CLEAN deltakere under 2024 årsmøte, ble koordinert av ledergruppe i lag med de ansvarlige for casestudiene. Månedlige ledergruppe møter og CLEAN Teams kanalen, der informasjon og dokumentasjon gjøres tilgjengelig til deltagere, dannet grunnlaget for intern kommunikasjon, koordinering og planlegging av aktiviteter. Ledergruppen representanter koordinerte møter for arbeidspakker og casestudiene (blant 2024 milepæl) og sikret informasjonsflyt mellom arbeidspakker og casestudiene gjennom arbeidsnotater tilgjengelig i CLEAN Teams kanalen. Ledergruppe har også bidratt til formidling av CLEAN programmet, aktiviteter og funn, i forbindelsen med Fram møter, Framdagen, og i andre sammenheng listet nedenfor (seksjon 3). Aktiv deltagelse i slike møter og i møter organisert av de andre Fram forskningsprogrammer (bl.a. årsmøter) bidrar til økt kommunikasjon og muliggjøre nødvendig samarbeid på tvers av programmene. Kommunikasjonsansvarlig for CLEAN ved UiT er i dialog med ledergruppe for å koordinere formidling i forskningsprogrammet.

WP1 Stressors and human activities

WP1 fokuserer på menneskelige aktiviteter, i dialog med brukere, og på miljøstressorer.

I 2024 har WP1 videre analysert statistisk nedskalerte klimamodelldata for å evaluere nylige historiske og nåværende endringer i endringshastigheten for flere eksogene stressfaktorer. I tillegg er variasjon og trender i sesongmessig amplitude og fenologi blitt utforsket. Klimaendringer og de assosierte miljøpåvirkninger (for eksempel luft og vann temperatur, is, nedbør) ble undersøkt for de ulike cases, og tidsserier og modellerte data ble brukt i flere artikler om klima effekter og i presentasjoner for internasjonale konferanser (se seksjon 3-Tellekanter). *Temperaturøkninger for de ulike cases ble påvist i alle relevante tidsserier over de siste 20-30 årene, f.eks. for luft- og vanntemperatur i Pasvik (Smalås et al. 2023), og overflate- og bunntemperatur langs kysten (Siwertsson et al. 2024).* Nye empiriske data om karbonatsystemet og organisk alkalinitet er innhentet fra målrettede studier av case-studieområder i kyst- og fjordsystemer i Nord-Norge og Svalbard, samt åpningen mot Barentshavet. Tidlige resultater har vist at ny forståelse av terrestrisk avledede organiske syrer nå krever en ny evaluering av følsomheten til disse systemene for havforsuring, og at



metodene for beregning av karbonatsystemet er utsatt for store feil ved bruk av konvensjonelle programmer som CO2SYS. De dokumenterte klimaendringer (trender og ekstreme klimahendelser) kan også påvirke konsentrasjon av miljøgifter, og CLEAN undersøker slike interaksjoner i ulike cases. Prøvene for utvalgte miljøgifter (PFAS, PCBs, kvikksølv) ble samlet inn i forbindelsen med planlagte tokt og feltarbeid. På Zeppelin har det for hver måned i 2024 blitt samlet inn nedbør/deponeringsprøver for analyse av mikroplast og andre viktige parametre slik som PFAS. Atmosfærisk nedbrytning/omdanning av perfluoreerte forbindelser som følge av UV eksponering vil bli rapportert i 2025. I tillegg måles også de små PFAS forbindelsene, der karbonkjeden er 4 eller lavere. For Pasvik-vassdraget ble en probabilistisk grafmodell (Bayesiansk nettverk) utviklet for vurdering av miljømessig risiko fra kvikksølvforurensning. BN-modellens variabler og kausale sammenhenger ble vurdert og selektert, og relevante data som kan brukes for å kvantifisere modellens komponenter ble samlet inn.

Data om utvalgte menneskelige aktiviteter for ulike cases samles i en metadatabase som henviser til de opprinnelige data kilder, og som beskriver data tilgjengelighet. Kartlegging av menneskelige aktiviteter foregår i dialog med andre Fram programmer (f.eks SUDARCO for Svalbard case), og i samarbeid med internasjonale prosjekter (Horizon Europe prosjekter B-USEFUL og ACTNOW), og andre initiativer rettet mot helhetlig sårbarhets vurderinger (f.eks aktivitet koordinert av HI for Barentshavet). For hver case, effekter på miljøet av de utvalgte menneskelige aktiviteter ble identifisert, kartlagt og dokumentert. For Svalbard case har arbeidspakken kartlagt og vurdert nivåene av båt- og skipstrafikk i Kongsfjorden mellom 2013 og 2023, og undersøkt tidligere (2014–2015) og nåværende (2022–2023) nivåer av undervannsstøy i Kongsfjorden basert på AIS-data og data fra en passiv akustisk målestasjon i Kongsfjorden. Resultater hjelper å forstå nåværende status og trender i båt- og skipstrafikk og undervannsstøy.

Informasjon og data om miljøstressorer generert i arbeidspakke 1 er brukt videre i WP2 for å undersøke artenes eksponering og i WP4 for å studere økologiske effekter på populasjoner og økosystem.

WP2 Exposure

Arbeidspakke 2 vil karakterisere og kvantifisere eksponeringen til flere miljøstressorer ved å utnytte de omfattende dataene som er tilgjengelige i konsortiet og Framsenteret, og nye data som kreves for å fylle kunnskapshull. For kjemisk forurensning kan overføring i næringskjeden også bestemme eksponering, slik at en arts posisjon i næringskjeden og diett/byttedyrene blir viktige determinanter for eksponering.

I 2024 startet arbeidspakken 2 en studie, basert på fangststatistikk, om endringer i fordelingen av fiskearter langs Norges kysten i relasjon med klimaendringer og effekter på eksponering til fiskeri. Studiet vil se på detaljerte sesongeffekter, i tillegg til flerårige trender, og vil kartlegge endringer i fiskefangst.



En helårsprøvetaking av plante- og dyreplankton i Kongsfjorden, Svalbard, ble startet innenfor rammen av det International Kongsfjord Year, for å studere sesongvariasjon i biotilgjengelighet og overføring av forurensningsstoffer (metaller, POPs og PFAS) til høyere trofiske nivåer, støttet av ulike biogeokjemiske proxyer (stabile isotoper av Hg, CNS og fettsyrer). Denne innsatsen er støttet av to nye post-doc prosjekter som startet i år om kilder og trofisk dynamikk til metaller i Kongsfjorden (METALLICA) med spesiell fokus på Hg (SEASOL). Stabile Hg-isotoper ble brukt for å studere miljømessige og biotiske kilder til Hg i en viktig Atlantifiseringsvakt i Kongsfjorden. Polartorsk fra Billefjorden, Svalbard case, er samlet inn og analysert for flere POPer. Resultatene skal sammenlignes med polartorsk resultater fra prosjektet *Arven etter Nansen* for å undersøke implikasjoner av ulike eksponeringer for en nøkkel art i Arktis. Videre skal polartorsk fra Rippfjorden og fra Widjefjorden analyseres for PFAS, kvikksølv og POPer. Årets innsamling og analyse av sjøfuglprøver for tidsserier av POPs og PFAS i Svalbard, sikrer mer enn 15 års med kontinuerlige data, en viktig milepæl for langtidsstudier. For Barentshavet case ble data sammenstilt for nivå og sammensetning av miljøgifter (POPs) for over 200 prøver fra sjøpattedyr i forhold til artenes økologi, og simulering arbeid med NEM modell ble videre utviklet. For Pasvik case ble fisk prøver samlet inn for kvikksølv analyser.

WP3 Sensitivity

WP3 kartlegger artenes følsomhet for de viktigste stressfaktorene som påvirker de ulike CLEAN-casene, og sammen med WP1 og WP2 danner dette kunnskapsgrunnlaget for samlet risikovurdering i casestudiene. I 2024 organiserte WP3 tre større workshops, i mars, juni og august, alle i hybrid format. Arbeidet fokuserte på de tre marine casene: Kyst og fjord, Barentshavet og Svalbard, med særlig vekt på følsomhetsanalyser.

Workshop i mars la grunnlaget for videre arbeid med fokus på fremdrift og strategi. Fisk og zooplankton gruppene hadde lagt ned betydelig arbeid med å definere arter og rapportere egenskapsverdier for alle arter og egenskaper. Det ble utviklet en samlet egenskapsliste for alle taksonomiske grupper og stressfaktorer, og definisjonene for stressfaktorene ble diskutert for å avgjøre detaljnivået for analysene. Dette førte til sammenslåing av enkelte stressfaktorer, som seismisk støy med generell støy (fra shipping og turisme). Generelt ble det enighet om at stressfaktorer i slike analyser må defineres bredt. I tillegg bidro WP3 medlemmer til en internasjonal workshop på plankton egenskaper og hvordan den type informasjon kan samles og tilgjengeliggjøres etter FAIR prinsippene (under revisjon ved *ICES J Mar Sci*). Workshopene i juni og august fokuserte på å identifisere hvilke egenskaper som skal inkluderes i analysen, ved å fjerne redundante eller lite relevante egenskaper og vurdere datatilgjengeligheten. Dette arbeidet er pågående, og klassifikasjonen av egenskapene i modellen er foreløpig ikke påbegynt. Et siste møte er planlagt i Desember.

En masterstudent ble rekruttert for å arbeide med kvantitative, egenskapsbaserte analyser knyttet til bentiske arter av forskjellige stressfaktorer. To MSc-studenter undersøker effektene av miljøgifter på immun- og hormonsystemet hos polarmåker fra to kolonier som skiller seg



både i nivåene av miljøgifter og graden av arktiske forhold. En MSc-student undersøker hormonrelaterte effekter av tilsetningsstoffer i plast i havhestunger fra Svalbard.

I 2023 gjennomførte WP3 et vinterekspirement under Svalbard case, der kombinerte effektene av oppvarming og havforsuring på nøkkelarten *Calanus glacialis* ble undersøkt. I år har arbeidspakken fokusert på videre analyser av enzymprøver og vannkjemi fra fjorårets eksperimenter, og manuskriptarbeidet basert på disse dataene er påbegynt med forventet ferdigstilling i første halvdel av 2025. WP3 belyste også kunnskapsstatus av metalltoksisitet i arktisk dyreplankton, og hvilke kunnskapshull gjenstår, særlig i kombinasjon med andre stressorer, publisert i en mini-review i 2024. I en tilhørende eksperimentell studie gjennomført i 2023 ble individuelle og interaktive effekter av termisk stress og kobbereksponering undersøkt i to arktiske hoppekreps: *Calanus finmarchicus* og *Acartia longiremis* (Kyst case). Biologisk respons ble målt på flere nivåer, inkludert akutt dødelighet, genotoksisitet og genaktivitet, og responsene på disse to stressorene sammenlignet mellom de to artene, for å belyse potensielle forskjeller innen arktisk dyreplankton. Resultatene viser at *Acartia* var mer følsom for kobber med høyere dødelighet enn *Calanus* i single-stressor-testen, mens forhøyet temperatur forårsaket betydelig DNA-skade i *Calanus*, men ikke i *Acartia*, noe som indikerer lavere følsomhet av *A. longiremis* for oppvarming. Betydelig nedregulering av DNA-reparasjonsgener i *Calanus* utsatt for kobber antydte at redusert DNA-integritet er en mekanisme for metalltoksisitet (publikasjon blir sendt til fagjournal i slutten av 2024). I tillegg er flere publikasjoner under arbeid som utforsker følsomhetsanalyser, karbonforbindelser i arktiske kystsystemer og økosystemtilpasninger i glasiære fjorder. Nye eksperimenter som undersøker temperatur respons hos tareskog og kråkeboller ble også startet i år.

Et nytt NFR-prosjekt, CLIMEMINE, har også blitt initiert i 2024. Dette prosjektet bygger på tidligere CLEAN WP3 eksperimenter og undersøker hvordan klimaendringer og havforsuring kan forsterke langtidseffektene av tungmetaller fra gruvedrift på marine økosystemer. 2024 har således vært et år preget av videreføring og utvidelse av innsatsen fra 2023, med fokus på både datainnsamling og nye prosjektinitiativer. Et annet NFR-prosjekt, SLICE, ble startet i 2023, og er basert på tidligere FRAM aktiviteter og støttet i mindre grad av CLEAN finansiering. Prosjektet undersøker kombinerte effekter av miljøgifter og stress i forskjellige hvalarter og isbjørn ved bruk av avanserte in vitro metoder samt med korrelativ tilnærming; eksperimenter og laboratorieanalyser er i gang.

WP4 Impact

WP4 studerer samlet påvirkning av miljøstressorer på populasjoner, samfunn og økosystemer gjennom statistiske modeller som analyserer sammenhenger mellom målte miljøstressorer og biologiske variabler for de ulike casestudiene. I november 2024 organisert WP4 en workshop på Framsenteret (fysisk og Teams) for alle deltakere i WP4 og ledere/sentrale deltakere fra casene Barentshavet, Svalbard, Kyst og Fjord, Pasvik, og Terrestrisk.

Målet med workshopen i november var å presentere og diskutere utført arbeid, pågående arbeid og planlagt arbeid i forhold til utvikling av konseptuelle og statistiske modeller i alle de ulike casene og for hver av de tre hoveddelene i WP4, dvs. der vi studerer effekter av klima og



annen menneskelig påvirkning, som for eksempel fangst eller forurensning, på i) populasjon/artsnivå, ii) biologisk samfunn/økosystemnivå, og iii) i forhold til skala i tid og rom og heterogenitet. Det er generelt mye aktivitet i alle casene, og målsetningen er nå at vi skal overføre kunnskap mellom de ulike casene. Vi hadde også en utvidet presentasjon med diskusjon av et arbeid på populasjonsnivå på fisk i case Barentshavet. Ved bruk av lange tidsserier studerer vi både rekrutering og biomasse av torsk og effekter av lodde (som føde), temperatur, og fangst. Dette prosjektet har blitt initiert i WP4, og vi har til sammen hatt 18 mindre arbeidsmøter.

I regi av WP4 har det i tillegg vært flere mindre møter med fokus på begrepsforståelse innen forskning (dvs. at f.eks. «drivers/stressors/pressures» tolkes forskjellig i ulike forskning/vitenskapelige disipliner), samt mellom forskning og forvaltning. I tillegg har det vært mye aktivitet i synergi med andre prosjekter, f.eks. sjøfugl i Barentshavet, Kyst og Fjord og Svalbard, fisk diversitet i Barentshavet, Kyst og Fjord, og Pasvik, og reinsdyr, rype og smågnagere i Terrestrisk, koblet til klimaendringer og andre stressfaktorer.

*Case Kyst og Fjord: Langs kysten har flere fiskearter flyttet seg nordover over de siste 25 årene pga den raske økningen i vanntemperaturen, noe som påvirker artsmangfoldet og sammensetningen i nord (Siwertsson et al. 2024). I løpet av studieperioden 1995-2021, har fiskemangfoldet økt betraktelig og artssammensetningen er blitt mer homogen langs kysten. De observerte endringene i artsfordeling påvirker de direkte og indirekte effektene av miljøstressorer, ved å endre eksponering for miljøstressorer og ved å modifisere næringsnettstrukturen langs kysten. Case Barentshavet: Tilsvarende endringer i artsfordeling av fisk knyttet til klimaoppvarming har blitt observert i det store Barentshavet, der boreale og Arktisk-boreale fiskearter har flyttet seg mot nord-nordøst og dette har medført høyere diversitet i nordlige områder for disse gruppene, mens Arktiske arter har fått redusert geografisk utbredelse i nord-nordøst og lavere diversitet. En kort periode med redusert temperatur mot slutten av studieperioden 2004-2021 har imidlertid vist reversible endringer for Arktis-boreale fisk, men ikke for Arktiske fisk. Dette er bekymringsfullt for de endemiske artene i den Arktiske delen av Barentshavet og viser at den Arktiske komponenten er sårbar i forhold til den kombinerte effekten av klimaendringer og andre miljøstressorer. I motsetning kan trolig den Arktisk-boreale gruppen i større grad tilpasse seg klimaendringer, og dette kan få konsekvenser for økosystemtjenester, inkludert fremtidig utvikling av fiskerier i nord. Case Svalbard: Forurensning, klimaendringer og interaksjon mellom disse stressorene er hovedfokus for denne casen. Tidsserier for både stressorer og responsvariabler i flere fjordsystemer (konsentrasjoner i flere arter, spesielt sjøpattedyr) er samlet og må omstruktureres i tid og rom for å bli analysert. De blir supplert i løpet av 2025 med nye data i forbindelse med KPH tokt rundt Svalbard. Case Pasvik: I Pasvik har en økning i vanntemperaturen påvirket vekst og alder ved kjønnsmodning hos flere fiskearter. Artene tilpasset varmere vann, som abbor (*Perca fluviatilis*) og den invasive lagesild (*Coregonus albula*), opplever større vekstgevinst av økende temperatur sammenlignet med kaldtvannsartene som sik (*Coregonus lavaretus*). Som følge av klimaoppvarming har abbor økt i mengde og har blitt en dominerende art i Pasvik. Raskere vekst utsetter fisk for størrelsesselektivt garnfiske tidligere i livet, og kan påvirke eksponering*



for miljøgifter som er næringsoverført (f.eks. kvikksølv) gjennom tidligere ontogenetiske endringer i diett (f.eks. hos ørret og abbor). Case Terrestrisk: To analyser av reinpopulasjoner viser hvordan flere stressorer påvirker viktige parametere for forvaltning. Den første analysen viser hvordan vær og tetthet påvirker høst- og vårvekt, og hvordan reproduksjon (sannsynlighet å få en kalv) påvirker hvordan disse to stressorene påvirker vekt direkte og indirekte. Hovedresultatet er at den negative effekten av tetthet på vårvekt har deretter en negativ effekt på reproduksjon, og konsekvensen er at den totale effekten på høstvekt er positiv. Dette er viktig fordi det viser at høstvekt ikke kan brukes alene som forvaltningsindikator. Den andre analysen utvikler et metoderammeverk for å forstå effekter av flere infrastrukturer (veier, vindmøller, kraftlinjer) på habitatbruk. Resultatene viser at det er vanskelig å skille effektene siden forskjellige infrastrukturer oftest finnes på samme steder.

WP5 Prediction

WP5 er rettet mot prediksjoner av fremtidige samlet påvirkning på økosystem og økosystemtjenester. Arbeidspakken utvikler scenario-baserte prediksjoner der miljøstressorer og menneskelige aktiviteter driver endringer i miljøet og økosystemer. I 2024 har WP5 videreført aktiviteter startet i 2023. Under Task 5.1 har vi begynt å utarbeide statistikk for sammenhengen mellom fiskepopulasjoner og viktige klimaindikatorer (temperatur og nedbør) for Case Pasvik. Data og script er utvekslet mellom MET og UiT etter møte avholdt i februar 2024, og disse vil være et grunnlag for videre utvikling av metodikk og analyse gjennom en felles online “hackathon” innsats (såkalt “co-production of knowledge”). Nedskalerte sannsynligheter for kraftig regneepisoder i et framtidig nordisk klima er publisert i Benestad et al. (2024). Som en del av Kyst og Fjord case er det gjort beregninger av Lagrangian Coherent Structures (LCS) for perioden 1990-1994 for å identifisere regioner med akkumulasjon i havet basert på NorKyst modellscenarier. Det ble holdt et Kyst og Fjord case møte mellom MET, UiT og HI i juni og foreløpige resultater er presentert på WP4 hybrid workshop i november 2024. Statistisk nedskalert klima modell data ble analysert for fremtidig endringer i flere eksogene stressorer. I tillegg, variabilitet og trender i sesongmessig amplitude og fenologi ble undersøkt.

Endringer i transportmønstre i et endret klima vil kunne gi store usikkerheter i prediksjoner av forurensningsnivåer i Arktis. Derfor er 20 år med beregnet atmosfærisk transport til Svalbard analysert for å avdekke endringer både i transportmønstre og bidraget fra kildeområder. Beregningene vil bli kombinert med observasjoner for å predikere forventede framtidige forurensningsnivåer. En svak økning i utslippene og transport fra Nord-Amerika og Asia på årsbasis er forventet, mens størst økning i transport fra Europa forventes om sommeren og høsten. Resultatene vil bli anvendt videre i modellering av økosystemer i Arktis.

Innenfor Svalbard case har det nevnte rammeverket for risikovurdering av enkeltarter (se WP4) vært fokusert på å levere kortsiktige spådommer samt gi rom for prognoser av scenarioer av klimaforurensningsinteraksjoner og de resulterende virkningene, ved bruk av både statistiske (lineære og additive) modeller og modelleringsverktøy (NEM-modellen og Bayesian Network Analysis).



I samarbeid med WP4, konseptuelle modeller er under utvikling som danner grunnlaget for statistiske modeller ('causal graph' modeller) som anvendes prediktivt i arbeidspakke. Videre, statistiske modeller som undersøke endringer i romlige fordelinger hos økologiske samfunn (JSDM), og som skal anvendes prediktivt i arbeidspakke 5, er under utvikling for Barentshavet Case og Kyst og Fjord Case. Mekanistiske modeller for populasjoner og økosystemer er også under utvikling, og inkludere Individ Baserte Modeller (IBM for fisk i Pasvik), og økosystem modeller for Barentshavet (Ecospace, NEM) og for Kyst og Fjord (Ecopath).

Endringer i næringsnett struktur påvirker de indirekte effekter av miljøstressorer på økosystemet. I casene Barentshavet og Kyst og Fjord, viser økologisk nettverk modeller raske og omfattende strukturelle endringer forårsaket av artenes forflytning pga klimaoppvarming. I Pasvik viser IBM-modeller parametrisert for ulike fiskearter kraftige klimaeffekter på vekst, kjønnsmodning og fruktbarhet over de siste 30 årene, som er i tråd med de biologiske data. Klimaeffektene vil forsterkes i en varmere fremtid, til fordel for lagesild og abbor, artene tilpasset varmere vann, som kan dermed utkonkurrere kaldtvannsartene som sik. Individ Baserte Modeller viser en klar interaksjon mellom klima- og fiskerieffekter: med varmere temperaturer vokser fisken raskere og fanges dermed tidligere i livet, med en større andel umoden fisk utsatt for garnfiske, noen som fører til redusert rekruttering. Klimaendringer kan dermed øke risikoen for overfiske.

WP6 Risk

WP6 jobber med helhetlig vurdering av sårbarhet og risiko for økosystem og økosystemtjenester av miljøstressorer og menneskelige aktiviteter. Mangel på helhetlig risiko vurderinger som kan støtte en samlet risiko forvaltning er per i dag en av hoved utfordringer for en bærekraftig utvikling. WP6 integrerer informasjon fra de andre CLEAN arbeidspakker for å danne helhetlig risiko vurderinger for de ulike cases.

I løpet av 2024 har CLEAN deltakere jobbet videre med samlet risiko vurderinger for Barentshavet, Svalbard og Kyst og Fjord case. Samlet risiko vurdering tilnærminger ble diskutert på CLEAN årsmøte og case møter og vurderes kritisk i en rapport fra arbeidspakke som danner grunnlaget for en artikkel under bearbeiding. Evaluering av helhetlig risiko vurderingsmodeller foregår i dialog med Horizon Europe prosjekt ACTNOW, der Svalbard, Barentshavet og Kyst og Fjord casene er også representert. I WP6 rapporten, fire begrensninger som rammer de eksisterende tilnærminger til helhetlig risiko vurdering (bl.a. ODEMM og Ecosystem Overviews av ICES) ble identifisert. Disse tilnærminger i. aggregere økosystem komponenter for mye, ii. kun fokusere på additive effekter, iii. ignorere indirekte effekter (mediert av næringsnett), og iv. har kun en implisitt kobling til forvaltningstiltak.

Ambisjon i CLEAN og arbeidspakke 6 er en videre utvikling av helhetlig risiko vurderinger som kan ta høyde for de indirekte effekter av miljøstressorer (bl.a de som oppstår pga interaksjoner i næringsnett) og deres interaksjoner. Slike effekter danne ofte grunnlaget for areal konflikt og trade-offs mellom ulike sektorer (f.eks fiskeri og olje og gass i åpent hav, eller fiskeri og oppdrettsnæring langs kysten), og interaksjoner mellom miljøstressorer kan være en hoved risiko kilde for økosystemer og økosystemtjenester. For Barentshavet case, nye



tilnærminger til sårbarhet og risiko vurdering som hjelper å håndtere de første tre begrensingene listet ovenfor ble publisert i år i tre relaterte artikler (se seksjon 3. Tellekanter). De nye tilnærminger kombinere kunnskap fra nettverk analyser og kvalitativ modellering, og integrere informasjon fra arbeidspakkene 1 til 3. Videre arbeid med utvikling av helhetlig risiko vurdering modeller foregår i samarbeid med Horizon Europe prosjekter B-USEFUL og ACTNOW.

WP7 Management

I arbeidspakken skal det analyseres hvordan multistress og samlet påvirkning håndteres i og på tvers av forvaltningsregimer og i casene i CLEAN, inkludert bruken av vitenskapelig kunnskap for dette. Formålet er å identifisere utfordringer, god praksis og mulige forbedringer, og utvikle anbefalinger for bedre forvaltning.

Tidligere har WP7 gjennomgått og analysert lover, forskrifter og forvaltningsplaner relevant for de fem casene i CLEAN for å kartlegge og analysere krav og føringer om og hvordan multistress og samlet påvirkning på miljøet skal håndteres. Det har skjedd gjennom analyse av dokumenter som så har vært samlet analysert i workshops i WP7. De regulatoriske dokumentene inkluderer i ulik grad føringer som kan knyttes til dette, og det brukes forskjellige typer begrep. De spenner fra eksplisitte krav om å vurdere «samlede virkninger», til krav om «helhetlige vurderinger» eller lignende formuleringer, til «økosystembasert forvaltning». En betydelig del av dokumentene inneholder imidlertid ingen slike begrep. WP7 analyserer også hvordan ulike lover/forskrifter legger føringer for hvordan offentlig utredning og saksbehandling etter annet regelverk skal gjøre vurderinger av «samlede virkninger» eller lignende.

I 2024 har det vært arbeidet med spørreundersøkelse og intervjuguide for å undersøke praksis i håndtering av multistress og vurderinger av samlede virkninger i forvaltningen. Spørreundersøkelsen ble sendt ut i november 2024, og deskriptiv statistikk fra den vil bli sammenstilt med resultater fra det tidligere arbeidet i en rapport. En mer grundig analyse, basert på mer omfattende statistisk analyse av materiale fra spørreundersøkelsen, og også data fra intervjuer som gjennomføres i 2025, vil presenteres i en artikkel.

2a. Forvaltningsrelevans

Arbeidet i CLEAN er eksplisitt rettet mot brukere og forvaltning for en bærekraftig utvikling i nordområdene som tar høyde for samlet påvirkning. I 2024 har CLEAN deltakere bidratt til sårbarhets- og risiko-analyser for samlet påvirkning for Barentshavet og Kyst og Fjord cases, og har begynt analyse av slike helhetlige vurderinger som støtte til forvaltning i WP6. I 2024, WP7 har jobbet videre med kartlegging av forvaltningsregimer på tvers av cases og med analyse av krav og praksis til håndtering av multistress og samlet påvirkning i disse for en vurdering av muligheter og begrensninger for forbedringer i forvaltningen av samlet påvirkning. I 2024 har CLEAN kommunisert med brukere og forvaltning i forbindelsen med Barentshavet case, og med Statsforvalteren for Troms og Finnmark særlig knyttet til Pasvik og



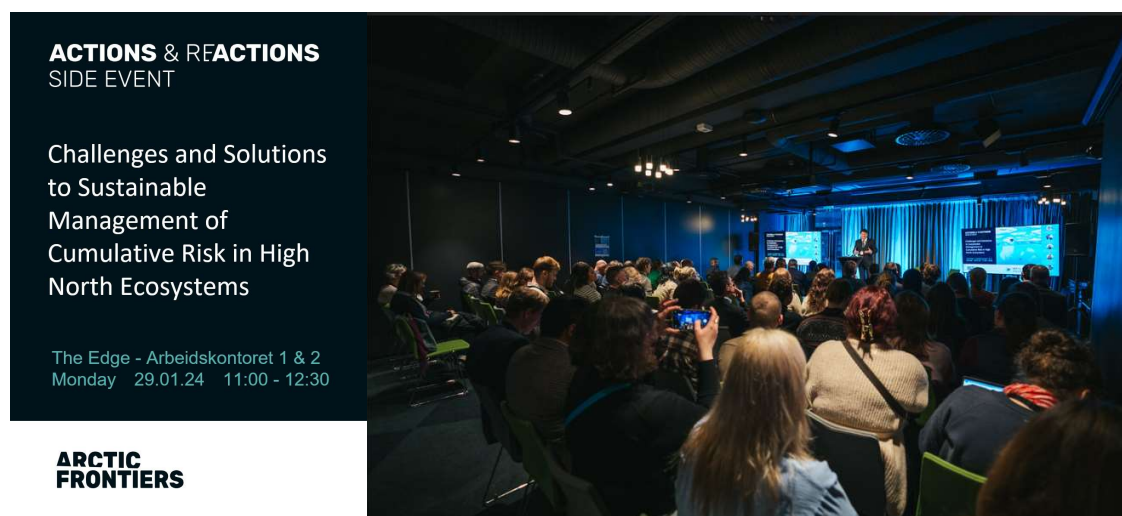
Kyst og Fjord casene. Videre har CLEAN interagert med brukere i forbindelsen med kartlegging av menneskelige aktiviteter i WP1. CLEAN har bidratt med to forvaltnings relevante aktiviteter i forbindelsen med konferanse Arctic Frontiers 2024, en sesjon om 'ecosystem-based management' og en side event om forvaltning av risiko for samlet påvirkning med brukere og forvaltning. I 2024 CLEAN har jobbet med flere workshop med brukere og forvaltning som skal hjelpe å styrke ytterligere koblingen mellom CLEAN forskning og forvaltning.

2b. Tverrfaglighet og merverdi av samarbeidet

Forskningsprogrammet CLEAN har som mål å støtte forvaltning av samlet påvirkning gjennom integrering av flerfaglig kunnskap og etablering av tverrfaglige tilnærminger. I 2024 ble den flerfaglig integrering som danner grunnlag for helhetlig vurdering av samlet påvirkning videreført for alle cases. Mulig fysiske, kjemiske og mekaniske effekter av miljøstressorer og menneskelige aktiviteter ble kartlagt og koblet til økosystem komponenter og deres tjenester. Planlegging av risiko analyser for samfunn og ulike sektorer er i gang og skal ta høyde for bl.a risiko for tap av økosystem tjenester og ressurser, og for helse (f.eks. miljøgift i mat ressurser). Utvikling av konseptuelle sosio-økologiske modeller for bruk i WP5 og WP6 er også startet. Gjennom faglig aktiviteter, arbeidsmøter og intern kommunikasjon har CLEAN allerede bidratt til en økt kontakt og samarbeid på tvers av de 13 deltaker institusjoner. I 2024 har CLEAN hjulpet med planlegging av nye artikler, formidling, søknader og trening og utdanning som baseres på nylig etablert samarbeid blant CLEAN deltakere og Fram medlemmer.

2c. Formidling

CLEAN formidling startet i januar med Arctic Frontiers 2024, der CLEAN hadde en side event om forvaltning av samlet påvirkning, og flere innlegg, bl.a. i forbindelsen med sesjon om 'ecosystem-based management' (se seksjon 2a). Andre relevante arenaer for CLEAN formidling i 2024 er listet i seksjon 3 (Tellekanter).



Bilde: Fra CLEAN Side Event, Arctic Frontiers 2024 (29. januar)



Videre bidro CLEAN til UiT Master program Ocean Leadership (OCLE), der CLEAN casene danner grunnlaget for trening av kurs deltagere i problemløsning for en bærekraftig forvaltning av økosystemer under samlet påvirkning. CLEAN aktiviteter og funn ble presentert i flere kurs og seminarer ved UiT og UNIS.

Mot slutten av 2024 har CLEAN bidratt til Framdagen, gjennom to presentasjoner om forvaltning av samlet påvirkning, og deltagelsen i panel diskusjon.

3. Tellekanter (publikasjoner, formidling, bidrag til forvaltning mm.)

Publikasjoner

Flere artikler ble påbegynt i 2023 og 2024 for ulike cases og arbeidspakker. Noen av disse er nå publisert, eller sendt til tidsskrifter for publisering.

- Bjørneset et al. 2023. Establishment of killer whale (*Orcinus orca*) primary fibroblast cell cultures and their transcriptomic responses to pollutant exposure. *Environment International* 174, 107915. (WP3 – Svalbard, Barentshavet, Kyst og Fjord cases)
- Nahrgang et al. 2023. No observed developmental effects in early life stages of capelin (*Mallotus villosus*) exposed to a water-soluble fraction of crude oil during embryonic development. *J. Toxicol. Environ. Heal. Part A* 86, 404–419. (WP3)
- Strople et al. 2023. Spawning time in adult polar cod (*Boreogadus saida*) altered by crude oil exposure, independent of food availability. *J. Toxicol. Environ. Heal., Part A* ahead-of-print, 1–24. (WP3)
- Smalås et al. 2023. Increased importance of cool-water fish at high latitudes emerges from individual level responses to warming. *Ecology and Evolution* 13: e10185 (WP4 - Pasvik case)
- Siwertsson et al. 2024. Rapid climate change increases diversity and homogenizes composition of coastal fish at high latitudes. *Global Change Biology* 30 e17273 (WP4 - Kyst og Fjord case)
- Bøhn et al. 2024. Interactions between salmon farming and wild cod populations. *Reviews in Aquaculture* (WP4 - Kyst og Fjord case)
- Mayer, L. et al. 2024. Widespread pesticide distribution in the European atmosphere questions their degradability in air. *Environmental Science and Technology* 58 (7) (WP1-WP5 Sabine Eckhardt)
- Bernardo CP et al. 2024. Warming changes the life history composition of marine fish communities at high latitudes. *Marine Ecology Progress Series* 732: 119-133. (WP4 – Barentshavet case)
- Jordan F et al. 2024. Spatial food webs in the Barents Sea: atlantification and the reorganization of the trophic structure. *Philosophical Transactions Royal Society B* 379 (1909), 20230164 (WP4-5 – Barentshavet case)



- Jordan F et al. 2024. Strongly asymmetric interactions and control regimes in the Barents Sea: a topological food web analysis. *Frontiers in Marine Science* (WP4-5 – Barentshavet case)
- Klerk B et al. 2024. Beyond equilibrium thinking: dynamic area-based management tools in a changing ocean. *Frontiers in Marine Science* (WP7)
- Husson B et al. 2024. Borealization impacts shelf ecosystems across the Arctic. Review. *Frontiers in Environmental Science* 12, 1481420 (WP4)
- Kristiansen T. et al. 2024. Statistically downscaled CMIP6 ocean variables for European waters. *Scientific Reports* 14.1 (WP1 and WP5)
- Humann-Guillemot et al. 2024. PFAS exposure is associated with a lower spermatid quality in an Arctic seabird. *Environ. Sci. Technol.* 58, 19617–19626. (WP3 – Barentshavet case)
- Benestad et al. 2024. Downscaling the probability of heavy rainfall over the Nordic countries. *EGU sphere* (WP1, WP5)
- Andvik et al. 2024. Phthalate contamination in marine mammals off the Norwegian coast. *Mar. Pollut. Bull.* 199, 115936 (WP3 – Barents case)
- Halsband, C. et al. (subm). Climate change increases the risk for metal toxicity in Arctic coastal systems. In: Kohlbach, D. et al. (eds) Current and Future Threats to Marine Zooplankton in Changing Polar Oceans and Their Potential for Adaptation and Coping. *Frontiers in Marine Science* (WP3 - Kyst og Fjord/Svalbard case)
- Refseth G.H. et al. (subm). Environmental risk assessment of hydrogen peroxide used as a delousing agent in aquaculture. *Marine Environmental Research* (WP6 – Kyst og Fjord case)
- Bories, P. et al. (subm). Phthalate contamination in marine mammals off the Norwegian coast. *Mar. Poll. Bull.* (WP2 - Kyst og Fjord case)
- Aguilar-Vega et al. (subm) Water and sea-ice carbon linkages in an Arctic coastal glaciated system. (WP3 - Svalbard case)
- Duarte et al. (subm) Ecosystem metabolism and nitrogen budget of a glacial fjord in the Arctic. *Scientific Reports* (WP3 - Svalbard case)
- Lindstrøm et al. (in prep). The potential role of harbour porpoise in a coastal ecosystem. (WP5 - Kyst og Fjord case)
- Smalås et al. (in prep). Cumulative impact of climate change and fisheries on lake salmonids. (WP4-5 Pasvik case)
- Blévin, P. et al. (in prep). Getting the full picture: wide range of POPs contamination on marine mammals from the Norwegian Arctic. (WP3 - Barentshavet case)
- Blévin, P. et al. (in prep). Sperm quality is associated with exposure to perfluoroalkyl substances in an Arctic seabird. (WP3 - Kyst og Fjord case)
- Thomsen, N. et al. (in prep). Acute genetic stress responses of key Arctic zooplankton species to metal pollution and elevated temperature. (WP3 - Kyst og Fjord case)
- Graham et al. (in prep) Marine mining waste in a future ocean and the implications to economically important marine bivalves. (WP3)



- Titocci et al. (in prep) Converting zooplankton traits to ecological insight: challenges, strategies, and the road ahead for FAIR (findable, accessible, interoperable, reusable) trait-based science. *ICES Journal of Marine Science* (WP3 – Barents case)
- Song et al. (in prep) Underestimating Arctic Ocean acidification: The overlooked role of organic alkalinity contributions. (WP1, WP5)
- Liu et al. (in prep) Climate vulnerability of the green sea urchin along the Norwegian coast. (WP2, WP3 – Fjord and Coast case)

Thesis

- Marc Rams I Rios. 2024. Lost and found: Reassessing ringed seal abundance in a key fjord system in Svalbard after a 20-year hiatus. MSc Thesis, UiT, Tromsø (WP4 - Svalbard case)
- Asgeir Westby. 2024. Impact of climate change and invasion on high latitude populations of freshwater fish. MSc Thesis, UiT, Tromsø (WP4 – Pasvik case)
- Sanne L’Abee Lund. 2024. Climate-driven redistribution of fish and reconfiguration of coastal food webs in Northern Norway. MSc Thesis, UiT, Tromsø (WP4-5 - Kyst og Fjord case)

Rapporter

- Ahonen H. Blanchet MA, Mannherz F, Johansen MK. 2024 Trender i båt- og skipstrafikk og undervannsstøy i Kongsfjorden. Norsk Polarinstitutt. Rapport til KLD
- Mikkelsen, E., Patrick Berg Sørdaahl, Ingrid Kvalvik, Cornelya F.C. Klutsch, Gunnar Sander, Charlotte Weber, Marius Varg Næss, Vito de Lucia, Camilla Carlsten Mittenzwei, Elise Oline Pedersen and S. Engen (2025). Forvaltning av samlet påvirkning på natur i nord: Krav, føringer, praksis og utfordringer. Nofima rapport 11/2025. Tromsø, Nofima, Framsenteret.

Datasett

- Fransson A, Chierici M. 2024a. Marine dissolved inorganic carbon (DIC) in Kongsfjorden and shelf, Svalbard, in summer 2015-2017 [Data set]. Norwegian Polar Institute. [doi: 10.21334/npolar.2024.87ca4acd](https://doi.org/10.21334/npolar.2024.87ca4acd) (WP1 – Svalbard Case)
- Fransson A, Chierici M. 2024b. Marine dissolved inorganic carbon (DIC) in Kongsfjorden and shelf, Svalbard, in summer 2018-2020 [Data set]. Norwegian Polar Institute. Fransson A, Chierici M. 2025. Kongsfjorden CO2 system and nutrients data in April 2023

Formidling

- CLEAN Side Event “Challenges and Solutions to Sustainable Management of Cumulative Risk in High North Ecosystems”, *Arctic Frontiers 2024*, Tromsø (koordinert av UiT og HI – Primicerio m.fl.)
- Framdagen 2024: Halsband C og Mikkelsen E. Økosystem basert forvaltning og samlet påvirkning
- Framdagen 2024: Krogseth IS, Breivik K, Eckhardt S, Skogeng LP. NEM - et verktøy for å granske endringsdrivere for miljøgifter i Arktis.



- Chierici M., A Fransson., A Bailey, A Wold, P Assmy. Variability of inorganic carbon and acidification state at Kb3, oral presentation, Kongsfjorden Flagship annual meeting, 6-7 November 2024, Tromsø, Norway
- Rastrick H et al., 2024. Ocean acidification will increase the biological impact of metal pollution. China- Norway collaboration workshop, Austevoll, Norway.
- Rastrick S et al. 2024. Ocean acidification will increase the biological impact of metal pollution; Case study from mine waste deposits in Arctic Norway ESSAS annual meeting, St. Johns, Canada.
- Krogseth IS, Breivik K, Eckhardt S, Solbakken CF. Where do contaminants in the Arctic come from? Meet the Nested Exposure Model. Fram Forum 2024. Student utveksling program *Ekologos* - deltagere fra India og Brasil kommer til Tromsø for læring om klimatilpasning, samlet påvirkning og implikasjoner for urfolk, koordineres av Bøhn (HI)
- Internasjonal Master program *Ocean Leadership OCLE* (UiT) - Pecuchet og Primicerio underviser og bruker CLEAN casene som grunnlaget for å trene kurs deltagere i problemløsning for en bærekraftig forvaltning av økosystemer under samlet påvirkning.

Bidrag til forvaltning

CLEAN jobber tett mot forvaltning, med aktiviteter relevant for helhetlig vurdering i forbindelsen med bl.a. vanndirektivet og forvaltningsplan for Barentshavet. Relevansen av CLEAN for vanndirektivet, bl.a. gjennom aktivitet i casene Pasvik og Kyst og Fjord, er diskutert av Gunnar Sander (WP7) i NIVA rapport fra 2023 "Innføring i vannforvaltningen i Norge etter EU sitt vanndirektiv", som danner grunnlaget for en vannforvaltningsmøte med brukere planlagt for Januar 2025 i samarbeid med Framsenteret program C2C. I 2024 har CLEAN bidratt til den helhetlig vurdering av Barentshavet via deltakelse i ICES WGIBAR ekspert gruppe, gjennom ekspert bidrag til PAEC, og gjennom direkt samarbeid med Horizon Europe prosjekter B-USEFUL (2022-2026) og ACTNOW (2023-2026). Videre har CLEAN samarbeidet med Statsforvalter for Finnmark og Troms for casene Pasvik og Kyst og Fjord. For case 'Terrestriske systemer' i Finnmark, har COAT programmet, i samarbeid med CLEAN, en tett dialog med relevante brukere og forvaltning.

4. Budsjett og aktiviteter

a. Inneværende år

Forskningsprogrammet CLEAN har ingen avvik fra opprinnelig budsjett å rapportere, og UiT slutt fakturerer for hele 2024 beløpet (etter mottagelse av slutt faktura fra alle 13 institusjoner i CLEAN). CLEAN budsjett for 2024 består av 9.8 M NOK bevilget av KLD i mars 2024, pluss en ekstra bevilgning på 172.713 NOK. Fordeling av opprinnelige budsjett på 9.8 M NOK blant CLEAN deltakere er oppsummert i tabellen nedenfor.



Project partner	Year 2024
APN	1130
HI	1000
MET	560
NIBIO	350
NIKU	280
NILU	1080
NINA	1020
NIVA	900
NOFIMA	615
NP	945
SINTEF	340
UiT	1160
UNIS	420
Total	9800

Den ekstra bevilgning på 172.713 NOK ble brukt som støtte til aktiviteter i Pasvik (felt og laboratoriet, 20.000 NOK), formidling (publikasjoner og konferanse Arctic Frontiers 2025, 62.713 NOK), og til interaksjoner med brukere (i forbindelsen med *Pasvik seminar*, *Vannforvaltningsmøte*, og møte om *Samlet påvirkning av Barentshavet* - til sammen 90.000 NOK).

4b. Budsjett og aktiviteter endringer til neste år

CLEAN budsjett for 2025 er oppsummert i tabellene nedenfor. Budsjett skal finansiere aktiviteter spesifisert i annex (Excel fil 'CLEAN Deliverables Milestones 2025.xlsx').

Cost per project partner (NOK 1000)

Project partner	Year 2022	Year 2023	Year 2024	Year 2025*	Year 2026*	Total
APN	1130	1130	1130	1130		
HI	1000	1000	1000	1000		
MET	560	560	560	560		
NIBIO	350	350	350	350		
NIKU	280	280	280	280		
NILU	1100	1100	1080	1090		
NINA	1020	1020	1020	1020		
NIVA	820	820	900	880		
NOFIMA	615	615	615	615		
NP	955	955	945	945		
SINTEF	340	340	340	340		
UiT	1200	1200	1160	1170		
UNIS	430	430	420	420		
Total	9800	9800	9800	9800	9800	49000



Cost plan (NOK 1000)

Cost type	Year 2022	Year 2023	Year 2024	Year 2025*	Year 2026*	Totals
Payroll and indirect expenses	8100	8100	8100	8100		
Procurement of R&D services						
Equipment	600	600	600	600		
Other	1100	1100	1100	1100		
Totals	9800	9800	9800	9800	9800	49000