Verdensledende i havet og nordområdene

GRUNNLAGS- og STRATEGIRAPPORT

7. mai 2017

Asgeir Sørensen

NTNU/IV RAPPORT

NTNU

Fakultetet for ingeniørvitenskap

Adresse: Høgskoleringen 6, NTNU
NO-7491 Trondheim
NORWAY
Telephone: +47 73 59 45 01
Fax: +47 73 59 37 90

Enterprise No.: NO 974 767880 MVA

TITEL:

IV Forskningsstrategi for Havrom 2017- 2022
Grunnlagsrapport

FORFATTERE:

Arbeidsgruppe Havrom v/Asgeir J. Sørensen

PROSJEKTEIER:

Styringsgruppen v/dekanus Ingvald Strømmen

ABSTRAKT:

Dette er grunnlagsrapport for IV forskningsstrategi for havrom. Forskningsstrategien er en revisjon av IVT Fagplan fra 2012. Forskningsstrategien tar utgangspunkt i globale utfordringer og bærekrafts mål definert av FN, oppdaterte OECD analyser, EU og nasjonale strategier slik som Regjeringens havstrategi, NTNU og IV strategier. Havrom er en av fire tematiske satsningsområder ved NTNU med bred tilslutning der IV bidrar i en fremtredende rolle. Arbeidet med IV forskningsstrategi tar utgangspunkt i visjon for Norge 2025 med *bærekraftig, konkurransedyktig, godt å leve i og bidrar med kunnskap for en bedre verden* som underliggende føringer. Deretter defineres fem strategiske samfunnsmål derav *Havrom* legger premissene for ett av disse. Samfunnsmålet danner så grunnlag for prioriterte forskningsområder. Felles kompetanseområder, og muliggjørende teknologier og grunnlagsfag der IV har et spesielt ansvar blir også omtalt i hovedrapporten. For Havrom er følgende overordnet samfunnsmål definert:

Verdensledende i havet og nordområdene.

Regjeringens havstrategi (02/2017) oppsummerer betydningen av samfunnsmålet:
Norge er i dag en av verdens ledende havnasjoner. Vår kystlinje er en av verdens lengste, og vi råder over havareal som er mer enn seks ganger større enn vårt landareal. Hver eneste dag går hundretusenvis av nordmenn til en arbeidsplass i de havbaserte næringene, som til sammen står for om lag 70 prosent av våre eksportinntekter.
Havrommet med de tre store blå næringene – *maritime transport, offshore olje og gass virksomhet, fiskerier og havbruk* bidrar til en vesentlig del av verdiskapning i Norge og vil gjøre det fremtiden også. I tillegg er nye blåe næringer i rask utvikling og vekst – *offshore fornybar energi, marin forvaltning og forskning inkludert marin prospektering, marine mineraler, og turisme*. Som et ledd i klimatilpasning med antatt økende havvann og mer ekstrem vær (nedbør, vind) og innovative løsninger for fjordkryssing, vil *kystinfrastruktur* få en stadig viktigere betydning. For å oppfylle samfunnsmål for havrommet: Verdensledende i havet og nordområdene er følgende strategiske forskningsområder prioriterte:

- *Digitalt havrom* inkludert kartlegging, overvåking og drift.
- *Sikrere, smartere og grønnere sjøtransport og operasjoner* inkludert energiøkonomisering, design og marine operasjoner.
- *Innovative havkonstruksjoner, systemer og operasjoner* for olje og gass, fornybar energi, havbruk, marine mineraler.
- *Levende og produktive kystsamfunn* inkludert klimatilpasning og nye konsepter.

Innhold

1. Innledning 1
2. Bakgrunn for strategisk satsning 2
3. Trender/status/mål 3
   3.1. Samfunnsmessige og teknologiske trender 3
   3.2. Status for forskning ved IV fakultetet 5
   3.3. Overordnende mål 7
4. Strategiske forskningsområder 9
5. Innovasjon og nyskaping 10
6. Laboratoriebehov 11
7. Finansieringskilder 12
Vedlegg 1 14
Vedlegg 2 18
Vedlegg 3 23
Vedlegg 4 28

1. Innledning

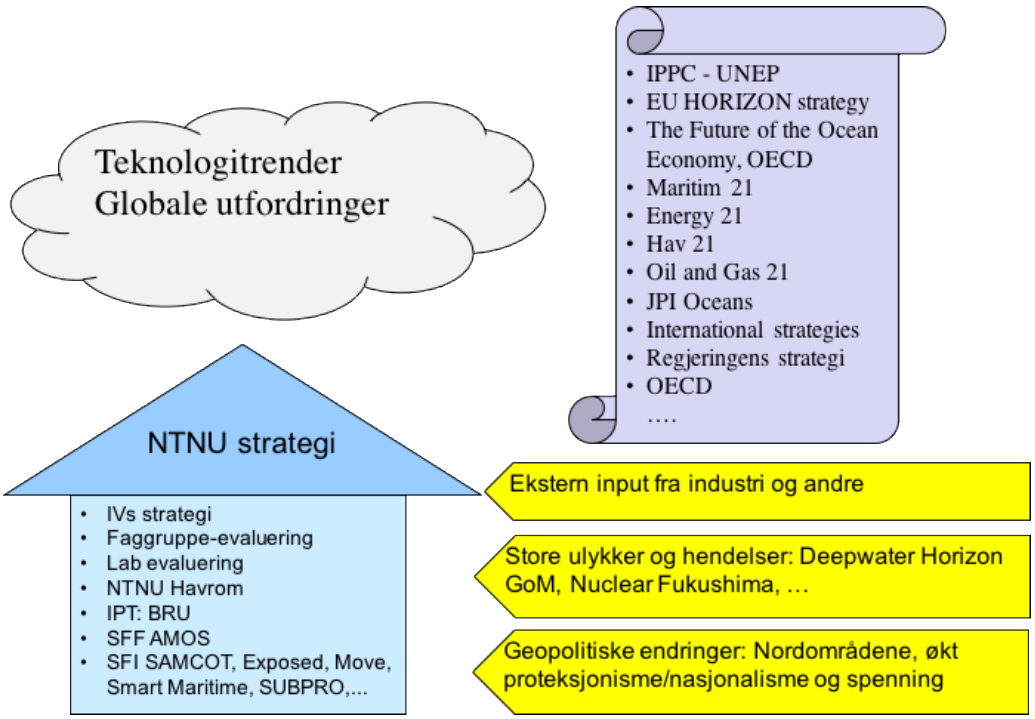
Dette er grunnlagsrapport for IV forskningsstrategi for havrom. Forskningsstrategien er en revisjon av IVT (nå IV) Fagplan fra 2012. Forskningsstrategien tar utgangspunkt i globale utfordringer og bærekrafts mål definert av FN, oppdaterte OECD analyser, EU og nasjonale strategier slik som Regjeringens havstrategi, NTNU og IV strategier. Havrom er en av fire tematiske satsningsområder ved NTNU med bred tilslutning der IV bidrar i en fremtredende rolle.

Arbeidet med IV forskningsstrategi tar utgangspunkt i visjon for Norge 2025 med bærekraftig, konkurransedyktig, godt å leve i og bidrar med kunnskap for en bedre verden som underliggende føringer. Deretter defineres fem strategiske samfunnsmål derav Havrom legger premissene for ett av disse. Samfunnsmålet danner så grunnlag for prioriterte forskningsområder. Felles kompetanseområder, og muliggjørende teknologier og grunnlagsfag der IV har et spesielt ansvar blir også omtalt i hovedrapporten. Noen av disse omtales også her.

For Havrom er følgende overordnet samfunnsmål definert:

Verdensledende i havet og nordområdene.

I utforming av forskningsstrategi tar vi et større overblikk med påfølgende tilnærming som angitt i Fig. 1. Det finnes allerede god dokumentasjon av trender, utfordringer og planer. I tillegg er det viktig å forstå betydningen av uforutsette hendelser slik som storulykker og naturkatastrofer. Vi skal ikke se bort i fra at vi er inne i en tid der geopolitiske endringer og ustabiliteter vil få enda større betydning enn hva vi har hatt de siste 10-20 årene.



Figur 1. Premisser for strategiarbeider.

2. Bakgrunn for strategisk satsning

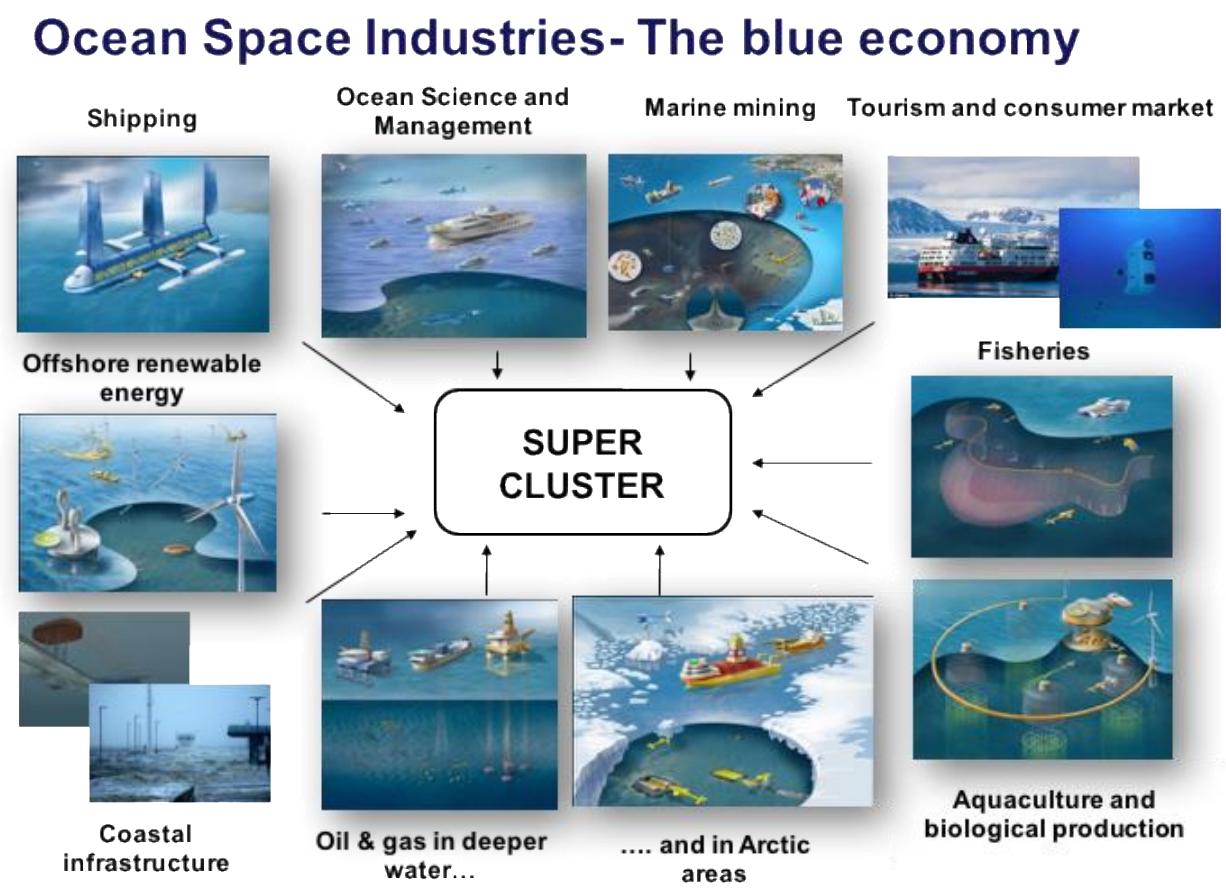
Havrommet med de tre store blå næringene – maritime transport, offshore olje og gass virksomhet, fiskerier og havbruk bidrar til en vesentlig del av verdiskapning i Norge og vil gjøre det fremtiden også. I tillegg er nye blåe næringer i rask utvikling og vekst – offshore fornybar energi, marin forvaltning og forskning inkludert marin prospektering, marine mineraler, og turisme. Som et ledd i klimatilpasning med antatt økende havvann og mer ekstrem vær (nedbør, vind) og innovative løsninger for fjordkryssing, vil kystinfrastrutur få en stadig viktigere betydning. En framtid med levende og produktive kystsamfunn i Norge forutsetter økt satsning på forskning og utvikling av kystinfrastruktur. Vi omtaler de blå næringene som et "super cluster" (Fig. 2) der vi har komplette og kompetente verdikjeder som samhandler på kryss og tvers med deltagende myndigheter, forsknings- & undervisningsinstitusjoner, industri, finans og forvaltning. Dette har også vært et varemerke og suksess oppskrift som bidrar til gode strategier og ikke minst gjennomføringsevne i både vekst- og omstillingstider.

Regjeringens havstrategi (02/2017) oppsummerer betydningen av samfunnsmålet:

Norge er i dag en av verdens ledende havnasjoner. Vår kystlinje er en av verdens lengste, og vi råder over havareal som er mer enn seks ganger større enn vårt landareal. Hver eneste dag går hundretusenvis av nordmenn til en arbeidsplass i de havbaserte næringene, som til sammen står for om lag 70 prosent av våre eksportinntekter. Norge er en av verdens største produsenter av olje og gass. Vi er en av verdens største og mest avanserte skipsfartsnasjoner. Vi er verdens nest største eksportør av fisk og sjømat. Dessuten har vi en leverandørindustri helt i verdensklasse. Norge er også helt i front når det gjelder havforskning og ansvarlig forvaltning av havets ressurser.

Samlet sett har de tradisjonelle havnæringene stått for teknologibølgene som la mye av grunnlaget for det moderne, høyteknologiske Norge. Nå er det vår generasjons tur til å føre stafettpinnen videre. Målet er at Norge skal bli best på hav. For å nå dette målet, må vi utnytte våre fortrinn og bygge videre på kunnskapen og erfaringene.

De norske havnæringene skal utvikles med basis i eksisterende næringer, og i samspillet og skjæringspunktet mellom disse. Vi skal satse videre på de havnæringene hvor vi allerede er sterke, og samtidig stimulere til forskning, innovasjon og teknologiutvikling for å utvikle nye. Slik sikrer vi Norges posisjon som en av verdens ledende havnasjoner. Satsingen på havnæringene er avgjørende for å opprettholde og videreutvikle sterke lokalsamfunn. Utgangspunktet er godt. Vi har svært kompetente arbeidstakere, bedrifter, klynger og kunnskaps- og forskningsmiljøer i havnæringene langs hele kysten.



Figur 2. De blå næringene bidrar til mer enn 70% av eksportinntektene til Norge og er viktige for vår velstand.

3. Trender/status/mål

3.1. Samfunnsmessige og teknologiske trender

Globale utfordringer i relasjon til FN´s bærekraftsmål (Fig. 3) som spesielt adresseres innen Havrom er: Mat, Energi, Klima, Miljø og Råvaremangel. I tillegg er maritime transport avgjørende for lokal og global logistikk mellom lands- og verdensdeler. Sjøtransport er den mest effektive måten å frakte gods og folk, og marine operasjoner med avanserte skip benyttes i omfattende grad knyttet til verdiskapning i og fra havet. Sjøtransport slik den er i dag er den mest effektive og grønneste logistikk løsningen sammenlignet med biltransport og fly. Det er likevel et stort potensial for energioptimalisering for mange skipsoperasjoner ved å bedre design kriterier, flåteoptimalisering og ikke minst ta i bruk hybride energisystemer med energilagring (f. eks. batterier), samt alternative renere energikilder.

Figur 3. FN bærekraftsmål i relasjon til Havrom.

En viktig premiss for forskningsstrategien er grunnleggende kompetanseområder og muliggjørende teknologier. Begrepet muliggjørende teknologier brukes ofte i sammenhenger der vi vil definere *fundamentale* og *gjennomgripende teknologier* som i stor grad påvirker de etablerte teknologiområdene og tilhørende anvendelser. Muliggjørende teknologier av betydning for Havrom er:

- *Informasjons- og kommunikasjonsteknologi* (IKT) inkludert digitalisering, dataoverføring og virtual reality
- *Automatiserte og autonome systemer* inkludert sensorteknologi
- *Robotteknologi og produksjon*
- *Materialteknologi*
- *Bioteknologi*
- *Mikro- og nanoteknologi*

3.2. Status for forskning ved IV fakultetet

Havrom er et av NTNU´s viktigste tematiske områder der vi speiler den nasjonale betydningen og Norges rolle som internasjonal stormakt i forvaltning og næringsutvikling. Flere store og langsiktige forskningsprogrammer er pågående. Langsiktige og større forskningsprogrammer bidrar effektivt til utvikling av ny kunnskap og kompetanse (BSc, MSc, PhD og Postdoc) i tillegg til innovasjon.

Programmene gjennomføres i tett samarbeid med nasjonale og internasjonale partnere. Spesielt vil vi trekke frem SINTEF som strategisk utførende partner. I tillegg er DNV GL, Statoil, Kongsberg Gruppen, Rolls-Royce Marine, Ulstein, Vard og FFI aktive partnere i flere av disse i tillegg til en rekke andre.

Av større sentre der IV er deltagende vil vi trekke frem følgende:

- SFF: NTNU AMOS, ca NOK 800+ Mill inkludert assosierte prosjekter.
- SFI: SAMCoT, ca NOK 200 Mill.
- SFI: Exposed ca NOK 200 Mill.
- SFI: Move, ca NOK 200 Mill.
- SFI: Smart Martime, ca NOK 200 Mill.
- SFI: SUBPRO, ca NOK 200 Mill.

*Senter for fremragende forskning (SFF) , Senter for forskningsbasert innovasjon (SFI)

Tar vi med andre NFR og EU prosjekter gir en samlet forskningsinnsats over NOK 2 milliarder i programperioden frem til 2022. Med en slik innsatsfaktor er det legitimt å ha store ambisjoner og ditto forventninger til leveransene fra NTNU med partnere.

Det er 15 sentrale marine kunnskapsområder med ulike tilhørigheter ved NTNU. Av disse er 10 tilhørende IV, se Fig. 4. Det legges vekt på at NTNU fokuserer på grunnleggende forskning med solid vitenskapelig kvalitet og verdiskapningspotensiale på de overnevnte kunnskaps- og anvendelsesområdene, og problemstillinger forankret til de globale utfordringene. Det er viktig at NTNU bidrar til overføring av grunnleggende kunnskap og teknologi mellom ulike anvendelser og industrier. Vi har en spesielt viktig rolle i akkumulering av kunnskap og bidra og overføring av ”beste praksis”. Ytterligere detaljering i forskningsplaner for kunnskapsområdene håndteres videre i forskningsstrategiene til faggruppene ved IV.

Figur 4. Grunnleggende kunnskapsområder ved NTNU.

IV-fakultetet har størst fokus på anvendelser av kunnskap og ny teknologi. I den forbindelse er det også nødvendig og formålstjenlig å gjøre grunnleggende forskning innen fag som anses som særlig viktige for fakultetet. Vi har valgt å fokusere på 5 områder for grunnleggende forskning ved IV-fakultetet:

- Mekanikk/materialteknologi
- Termodynamikk
- Fluidmekanikk
- Geofysikk og geofag
- Sjøisfysikk

Vi mener at disse fagområdene dekker områder der IV-fakultetet også kan gjøre seg gjeldende innen grunnforskning. I tillegg til at forskere som arbeider innen disse tema bidrar direkte inn mot anvendt forskning, bør disse fagmiljøene oppfordres og stimuleres til også å bidra innen grunnforskning.

Mekanikk/materialteknologi:

Vi vil fokusere på hvordan vi kan karakterisere mekaniske egenskaper på alle nivå fra nano- til makroskala, slik at vi kan designe materialer med forbedrede mekaniske egenskaper ved bruk av multi-skala modellering. Fokus vil være knyttet til hvordan plastiske deformasjoner og brudd skal

modelleres. I dette inngår et nært tverrfaglig samarbeid mellom Institutt for konstruksjonsteknikk ved IV og Instituttene fysikk og materialteknologi ved NT.

Termodynamikk:
Framskaffe nøyaktige termodynamiske data for ulike blandinger der CO_2 inngår. Studere turbulente fenomener relatert til forbrenning og strømning. Utforske komplekse isingsfenomener, særlig faseoverganger som involverer saltvann.

Fluidmekanikk:

Vi vil fokusere på 3D avbildning og karakterisering av turbulent strømningsfelt ved bruk av optiske målemetoder og direkte numerisk simulering. Vi vil dermed ekstrahere generisk informasjon og økt forståelse av turbulensstrukturer og turbulensdynamikk som er essensielt i viskøs marin hydrodynamikk.

Geofysikk og geofag:

Vi vil fokusere på 3D geofysisk avbildning og karakterisering av midthavsrygger og dyphavsgrøfter. Karakterisering av de fysiske egenskapene til mineraler er et annet sentralt tema. Begge disse forskningsområdene kan bidra til økt forståelse av hydrotermale systemer.

Sjøisfysikk:

Vi fokuserer på fysisk og statistisk karakterisering av sjøis og særlig skruis. Det teoretiske grunnlaget er ikke-lineære klassiske termo-mekaniske ligninger, og med teorien som grunnlag jobber vi med en nødvendig kombinasjon av a) full-skala/in-situ målinger, b) laboratorieforsøk og c) utvikling av numeriske modeller. Is, og spesielt skruis er et komplisert termo-mekanisk geofysisk materiale, og særlig konsolidering og termo-mekaniske egenskaper til skruis er fokus på NTNU.

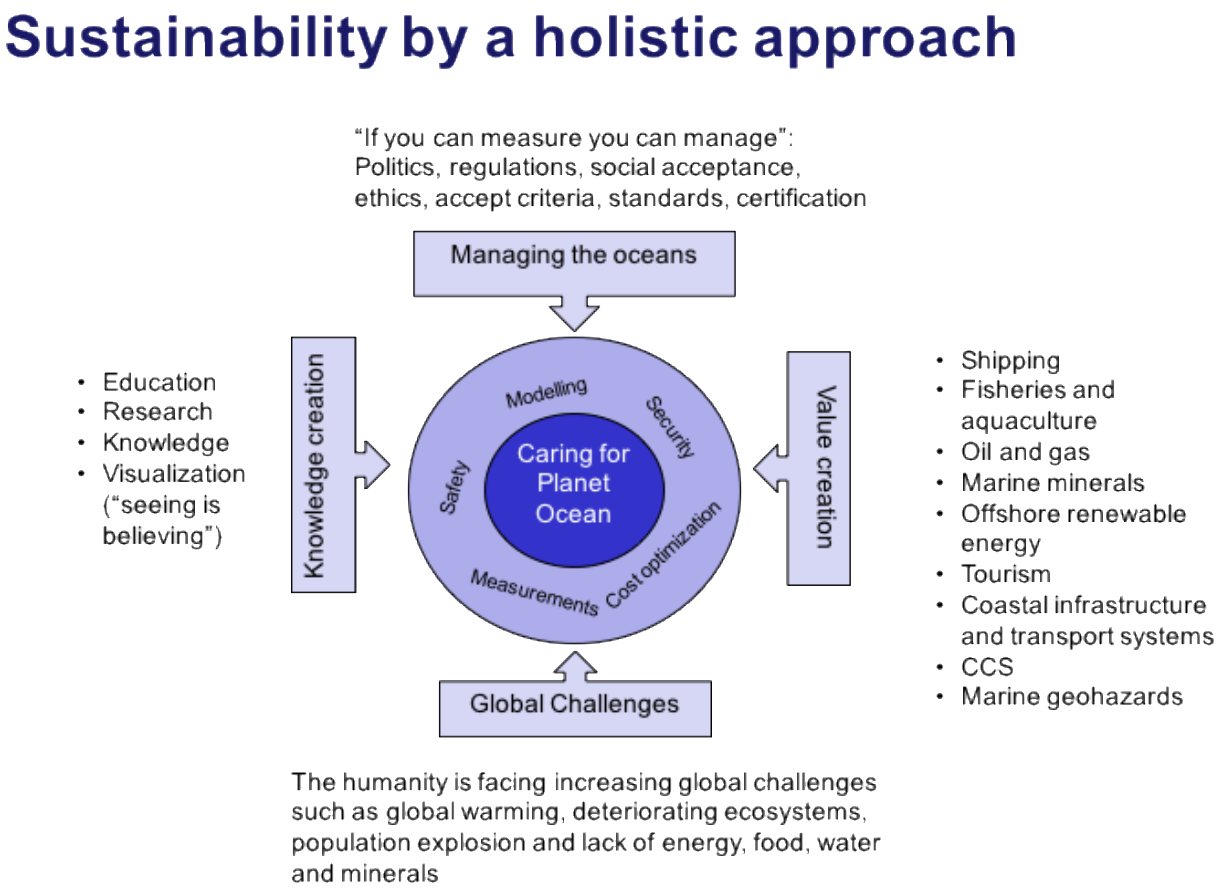
3.3. Overordnende mål

Globale utfordringer representerer også store muligheter og ikke minst ansvar for hver av oss som institusjoner og individer til å gjøre en forskjell. Vi inviterer derfor kommende generasjoner av studenter, forskere, næringslivsaktører og myndigheter til å utforme en helhetlig tilnærming som adresserer globale utfordringer og balanserer verdiskapning og forvaltning basert på kunnskap og ikke minst prinsipper om bærekraft og grønnere tilnærming (Fig 5). I Norge har vi hatt gleden av høste fra og i havrommet gjennom generasjoner. Samtidig ser vi at havrommet er truet med klimaendringer, forsuring, forsøpling (fremmede arter, kjemikalier, plastikk, mm.). Kunnskapen og forståelse av havet og dets virkning på lokale og globale prosesser er fortsatt mangelfull.

Overordnet er det viktig at NTNU fokuserer på grunnleggende forskningen som *bidrar til kunnskap for en bedre verden*. I tillegg til grunnleggende forskning blir det også stadig viktigere å bygge og

styrke tverrfaglig forskning, der ulike teknologier blir stadig tettere integrert. Gjennom dette skal NTNU spesielt bidra til å sikre verdiskapning og industriell konkurransedyktighet for norske næringsinteresser og forvaltning. I tillegg forventes det at man i større grad også tar opp ikke-teknologiske aspekter som:

- Styrker omdømme der etikk og verdier blir viktigere.
- Åpenhet og integritet der allmenn oppfatning - «public opinion and license to operate» og politiske strømninger som gir sterke føringer for prioriteringer og målsettinger.
- Teknologioverføring og bidrag til u-land som svar på globale utfordringer.
- Forståelse for andre kulturer.



Figur 5. Helhetlig og verdibasert tilnærming basert på prinsipper om bærkraft.

4. Strategiske forskningsområder

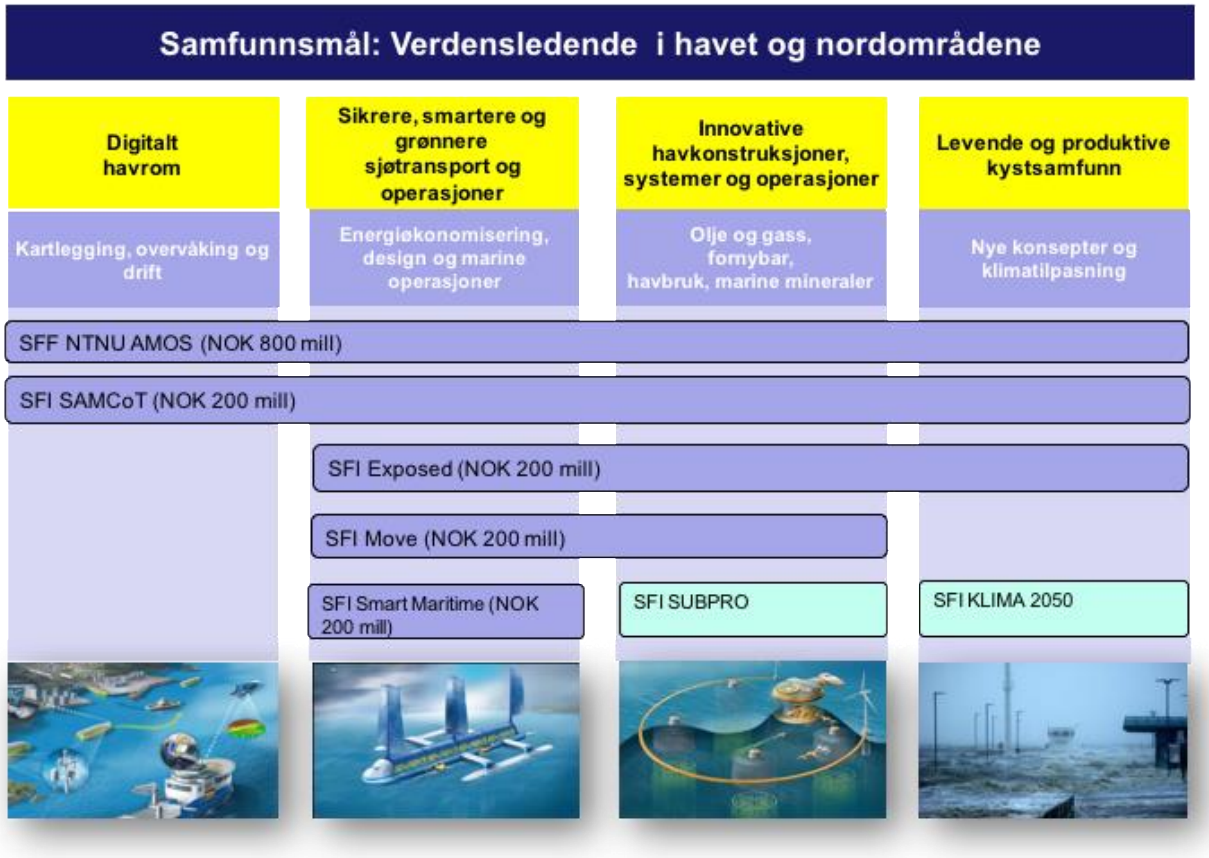
For å oppfylle samfunnsmål for havrommet: Verdensledende i havet og nordområdene er følgende strategiske forskningsområder prioriterte:

- *Digitalt havrom* inkludert kartlegging, overåking og drift.
- *Sikrere, smartere og grønnere sjøtransport og operasjoner* inkludert energiøkonomisering, design og marine operasjoner.
- *Innovative havkonstruksjoner, systemer og operasjoner* for olje og gass, fornybar energi, havbruk, marine mineraler.
- *Levende og produktive kystsamfunn* inkludert klimatilpasning og nye konsepter.

I Fig 6 er disse fire strategiske forskningsområdene illustrerte. For ytterligere detaljering vises til vedlegg.

Figur 6. IV Havrom: Strategiske forsknningsområder.

I Fig. 7 er det illustrert hvordan pågående store satsninger bidrar til de strategiske forskningsområdene. Her er også SFI Klima under ledelse av SINTEF også inkludert. Det forventes god koordinering mellom de ulike sentrene og påfølgende nye satsninger.

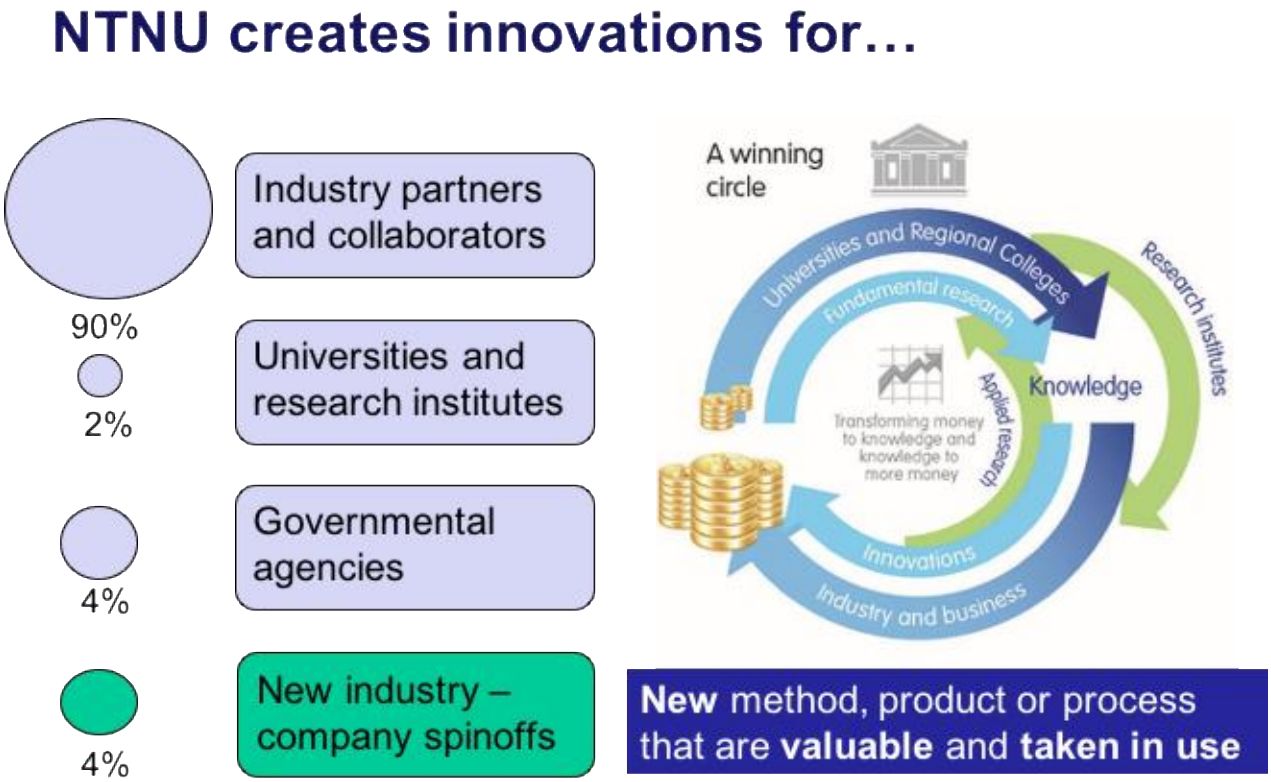


Figur 7. Store pågående SFF og SFI satsninger med relevans for Havrom.

5. Innovasjon og nyskaping

Forskning bidrar til ny kunnskap for forskningsbasert utdanning. Tilsvarende bidrar forskning til innovasjon og nyskaping (Fig. 8). Vi definerer i denne sammenheng *innovasjon som ny metode, produkt eller prosess som er verdifull og tatt i bruk.*

Forskningsprosjektene utføres ofte i samarbeid med industri og forvaltning. Den dominerende innovasjonsarena for forskning ved IV er derfor etablert industri. I økende grad bidrar vi til innovasjon hos myndigheter og forvaltning. En annen trend de siste 10 årene er økende grad av kommersialisering av teknologi gjennom selskapsetableringer med utspring fra NTNU. Det er all grunn til at denne trenden vil fortsette. Spesielt i krevende tider der omstilling er nødvendig og ønskelig, er nyskaping og entreprenørvirksomhet gode virkemidler. Dette gjør at kunnskapsbehovet om kommersialisering og innovasjon er økende, og ikke minst tilgang til kompetent kapital i tidlig fase (såkorn, tålmodig kapital). Dette gjelder IP rettigheter, finans, marked og organisasjonsbygging i tillegg til teknologikunnskap.



Figur 8. Innovasjonsarene for NTNU.

6. Laboratoriebehov

Forskningsmetodikk er tredelt:

- Teoretiske studier
- Numeriske simuleringer
- Eksperimentelt arbeid i laboratorier og felt

For opprettholde høy kvalitet i forskning tilgang til laboratorier helt avgjørende. En klar trend er økende bruk av feltstudier der NTNU gjennom Gunnerus og AUR-Lab har utviklet seg til en slagkraftig infrastruktur. Simulatorteknologi, digitalisering og effektiv dataoverføring åpner også for å utvide bruk av eksempelvis seilende skip som forskningslaboratorium. Samarbeid med SINTEF, UiT,UNIS og næringsliv om utvikling av laboratoriene er viktig.

Viktige laboratorier for Havrom er:

- Hydrodynamiske laboratorier ved MTS
- Maskinerilaboratorium ved MTS
- Styrkelaboratorier ved MTS og Bygg

- Applied Underwater Robotics Laboratory (AUR-Lab) ved Trolla
- RV Gunnerus
- Trondheimsfjorden som testarena for marin forskning og autonome farkoster og skip
- Havbruk - ACE i samarbeid med SINTEF Ocean
- Simulatorlaboratorium ved NTNU Ålesund og OSC Ålesund
- RV Helmer Hansen (opereres av UiT)
- Laboratorier og feltstasjoner ved UNIS/Svalbard (Longyearbyen, Ny-Ålesund og Svea)

Ocean Space Centre (OSC)

SINTEF Ocean og NTNU har utviklet et forslag til framtidens marintekniske forskningssenter, kalt Ocean Space Centre, som innebærer en storstilt satsning på fornyelse og utbygging av de marintekniske laboratorier, og en mulig organisering av fullskala infrastruktur, innbefattet bruk av sjøen som laboratorium samt virtuelle laboratorium i form av simulatorer Ocean Space Centre har et utvidet arbeidsområde relativt til dagens Marinteknisk Senter, da det i sterkere grad innbefatter fiskeri og havbruk og marin vitenskap. Slik sett er virkeområdet til det planlagte Ocean Space Centre i stor grad sammenfallende med fagområdene som dekkes i fokusområde Havrom. Det er av stor strategisk betydning for undervisning, forskning, innovasjon, testing og verifikasjon at man lykkes i etablering av OSCog «fjernbruk» av laboratorier.

Havrom slutter derfor opp om de strategiske prosessene i samarbeid med SINTEF Ocean i realisering av OSC.

7. Finansieringskilder

Forskningsgruppene skal strategisk posisjonere seg mot større sentre for fremragende forskning og innovasjon ved interne SO midler, forskerprosjekter, kompetanseprosjekter (tidl KMB):

- Sentre for fremragende forskning (SFF).
- Sentre for forskningsdrevet innovasjon (SFI).
- Forskningssentre for miljøvennlig energi (FME) eller lignende tiltak.

Internasjonale prosjekter

EU prosjekter blir stadig viktigere. Det forventes at Forskningsrådet vil kanalisere mer av FoU midlene via EU systemet gjennom nye programmer som for eksempel JPI Oceans. Teknologisamarbeid gjennom arenaer som IEA vil også bli prioritert for å internasjonalisere og synligjøre forskningsaktiviteten. I tillegg vil forskningsgruppene jobbe aktivt for styrking av transatlantiske

prosjekter med US og Canada. Gitt Norge sin sterke internasjonale posisjon innen marin teknologi ser vi også muligheter for å etablere nye virkemidler for strategiske internasjonalt samarbeid viktig for norsk industri og utenrikspolitikk for land som Brasil, Singapore, Russland, Kina, India, Japan, Korea, og Australia. I tillegg bør man ta opp muligheter for teknologi- og kompetanseoverføring med utvalgte u-land.

I nasjonens interesse
Det offentlige sitt ansvar er å legge til rette for:

- Grunnforskning og forskningsinfrastruktur i verdensklasse.
- Grunnleggende strategisk forskning i samarbeid med industripartnere og offentlig virksomhet som er rettet mot utvalgte næringsområder og forvaltning med stor nasjonal betydning.

Forsknings som også understøtter:

- Norges internasjonale ansvar, interesser og politikk mht. klima- og miljøkartlegging, overvåkning og forvaltning av marine, energi, og mineral ressurser i nordområdene.
- Sikker og fremtidsrettet utvikling og forvaltning av kystsone, havområder og infrastruktur (nasjonalt og internasjonalt).

Vedlegg 1

Strategisk forskningsområde HAVROM:
Digitalt havrom

Overordnet samfunnsmål: Verdensledende i havet og nordområdene

Sammendrag

Norge har havområder som er 6-7 ganger større enn landarealene. Havområdene omfatter kystsonen rundt Norge og Svalbard og havområdene fra Nordsjøen i syd, Norskehavet, Barentshavet, Nord-Atlanteren og polhavet som følger nye sokkelgrenser – Yermak platået inn i pol bassenget. Kartlegging og overvåking av havområdene inkludert nordområdene er viktig for kunnskapsbasert forvaltning av marine økosystemer, miljø, klima, ferdsel, fiskerier, havbruk, olje og gass, og annen verdiskapning i havet. I tillegg er inspeksjon og vedlikehold av havkonstruksjoner og utstyr for olje og gass, havbruk, offshore vind og marine mineraler ved bruk av robotiserte systemer med avanserte sensorer viktig for sikker og kostnadseffektiv drift. For olje og gass virksomhet er integrert marin kartlegging og overvåkning ved bruk av avanserte sensorer på ulike teknologiplattformer helt avgjørende for sikker og miljørobust kartlegging, utvinning og produksjon av hydrokarboner. En holistisk tilnærming der bærekraft står i sentrum er helt avgjørende for nasjonale og internasjonale interesser. Norge som havnasjon har et spesielt ansvar for å lede an i dette arbeidet. Forskningsområdet digitalt havrom på IV omfatter utvikling av metoder og teknologi for integrert marin kartlegging, overvåking og drift av havkonstruksjoner og systemer ved bruk av autonome og robotiserte systemer med avansert sensorteknologi for:

- integrert marin kartlegging og overvåking i kystnærestrøk, store havdyp og i arktiske områder,
- innhenting av data og materiale for marin prospektering som kan gi ny kunnskap til f.eks. fremskaffe nye medisiner, mat og energi fra havet, eller informasjon for å forstå det marine miljøet bedre,
- økt operasjonell effektivitet og sikkerhet i kartlegging, inspeksjon, forvaltning og vedlikehold for olje og gass virksomhet, marin mineraler og havbruk,
- inspeksjon og rengjøring av skip, havner og marine konstruksjoner,
- klassifisering og modellering av marine geohazards.

1. Beskrivelse av forskningsområdet

Det er pågående store nasjonale kartleggingsprogrammer som MAREANO i tillegg til rene forvaltningsoppgaver utført av Havforskningsinstituttet, NGU, Kartverket, Kystverket, Norges Polarinstituttet, Kystvakten, FFI, mfl. I tillegg er forskningsmiljøer fra UiT, UNIS, UiB, UiN, UiO og NTNU tungt representert.

Forskningsområdet digitalt havrom på IV omfatter utvikling av metoder og teknologi for integrert marin kartlegging, overvåking og drift av havkonstruksjoner og systemer ved bruk av autonome og

robotiserte systemer med avansert sensorteknologi. Kunnskapsområder og anvendelser som marin geohazards, marine mineraler, og marin prospektering må forsterkes. Frem for alt må kunnskap om bærekraft bevisstgjøres og videreutvikles i konkrete handlinger.

Førende krav som må adresseres:

- Sikkerhet: Operasjon i krevende og sensitive områder med strenge miljøkrav, ivareta bærekraft i risikobegrepet, miljøutfordringer knyttet til større endringer i klima og menneskelige aktiviteter, nye produksjonsprosesser til havs
- Regularitet: Utløse potensialet i å få reduserte kostnader ved økt digitalisering, håndtere høyere kompleksitet i anlegg (e.g. «subsea factory»), økt bruk av robotisering i kartlegging, inspeksjon og vedlikehold (e.g. akvakulturanlegg, subsea), økt behov for forutsigbarhet for planlegging og kostnader
- Utfordringer knyttet til å hensynta systemperspektivet: Ivareta ulike interessenter i design og drift, livssyklusperspektiv, utforming av organisasjon og produksjonsformer utfra rammebetingelser/rammer gitt for kostnader, sikkerhet, tilgjengelighet, miljø osv.

2. Mål

- Nye metoder og teknologi for autonome og robotiserte systemer og sensorteknologi som gir et kvantesprang i kvalitet og reduserte kostnader for:
    - integrert marin kartlegging og overvåking i kystnærestrøk, store havdyp og i arktiske områder,
    - innhenting av data og materiale for marin prospektering som kan gi ny kunnskap til f.eks. fremskaffe nye medisiner, mat og energi fra havet, eller informasjon for å forstå det marine miljøet bedre,
    - økt operasjonell effektivitet og sikkerhet i kartlegging, inspeksjon, forvaltning og vedlikehold for olje og gass virksomhet, marin mineraler og havbruk,
    - inspeksjon og rengjøring av skip, havner og marine konstruksjoner,
    - klassifisering og modellering av marine geohazards.
- Bedre oppnåelse av globale (eller nasjonale) bærekrafts mål i forvaltning og verdiskapning tilknyttet havet og nordområdene gjennom utvikling av kunnskap, metoder og teknologi.
- Gjennom utvikling av forskningsresultat, kunnskap, kompetanse, legge til rette for at norske havindustrier og forvaltning er verdensledende.

3. Prioriterte forskningsutfordringer

Sentrale forskningsutfordringer ved IV:

- Autonomi: metoder for bedre situasjonsforståelse, sensor fusion, undervannsnavigasjon, risikomodeller, optimalisering, hybrid regulering, feil-tolerant regulering, kunstig intelligens, matematisk modellering og modellreduksjon, simulering.
- Koordinert styring av et nettverk av plattformer: kommunikasjon, oppgave og mission styring, formasjonsstyring, mm.
- Romlig og temporal kartlegging av område og objekter av interesse: modellering av marine prosesser og oseanografi, adaptiv måling og sampling, optiske og akustiske sensorer.
- Big Data: lagring, analyse og prosessering av store datamengder, klassifiseringsmetoder, statistiske metoder, og multi-variate analyse. Utvikling av modeller for beslutningstaking, eksempelvis for vedlikeholdsplanlegging og optimalisering, og risikostyring og miljøpåvirkninger.
- Utvikling av metoder for klassifisering, risikohåndtering og testing og verifisering av autonome systemer gitt økt bruk av autonome fartøyer og robotiserte systemer, økt kompleksitet og risiko i forbindelse med operasjoner og økte krav til regularitet og vedlikehold. Bruk av simulatorteknologi er en metodikk som skal videreutvikles.
- Karakterisering (fysisk og statistisk) av det arktiske marine miljøet, særlig is og isforhold.

4. Strategier

Målene for det strategiske forskningsområdet skal nås ved å:

- Vedlikeholde et sterkt kompetansemiljø og legge til rette for at man er ledende på forskningsfronten på marin teknologi og andre viktige kompetanseområder for havrom.
- Sikre god rekruttering på alle nivå i det vitenskapelige miljøet ved NTNU Trondheim og Ålesund.
- Støtte og bidra til videreutvikling av bredere samarbeidskonstellasjoner internt ved NTNU mellom fakultetene IV, IE, NV, og VM innenfor TSO - NTNU Havrom.
- Bygge videre på det nære samarbeidet med utstyrsbedrifter, operatører, kontraktører, forskningsinstitusjoner, FFI, SINTEF, forvaltning og myndigheter.
- Forsterke alliansebygging spesielt med UiT, UNIS, FFI og SINTEF. I tillegg vil vi bidra til å bedre NTNU sine relasjoner til UiN, UiB og UiO innenfor havrom.
- Forsterke internasjonale nettverk gjennom EU, Russland, USA, Canada, Brazil, Colombia, Japan, Australia, Singapore, m.fl.
- Utvikle nytt undervannsenter med TBS i samarbeid med andre miljøer innenfor NTNU Havrom og SINTEF.
- Utvikle større prosjekter, EU Marie Curie, SFI, ol.

- En fremtidig SFF som tar over etter AMOS kan ha utspring i digitalt havrom.
- Tilrettelegge for knoppskyting og gründervirksomhet.

5. Relevante samarbeidspartnere

- Industri: Statoil, Kongsberg Maritime, DNV GL, Aker, Oceaneering, FMC Technip, OSC (Ålesund)
- Forskning: FFI, NGU, SINTEF, NORUT, HI, ..
- Universiteter: UiT, UNIS, UiB, UiO, UiN
- Internasjonalt: UiD, WHOI, NASA, DTU, UiP, SAMS, KTH, NUS, USP, UFRJ, UFSC, ...

6. Organisering

Per i dag er en stor del av aktivitet organisert under SFF NTNU AMOS (IMT, ITK, IBI, VM) med tilknyttede affilierte prosjekter. Feltaktivitet gjennomføres ved AUR-Lab, UAV lab og Gunnerus. NTNU har en unik posisjon vedrørende simulatorteknologi for design, trening og verifikasjon ved sterke fagmiljøer i Trondheim og Ålesund. Bruk av simulator NTNU har havrom som satsningsområdet, og IV skal bidra til å videreutvikle det store potensiale som ligger i å utvikle tverrfaglig kompetanse med å trekke med flere miljøer fra industriell økologi, RAMS, petroleum, geoteknikk, geofysikk, elektronikk og kommunikasjon, data, matematikk, m.fl.

7. Ressurser

Fagområdet er et av de mest sentrale i SFF NTNU AMOS med svært god tilgang til ressurser. SFF posisjon gir unik mulighet til å trekke med flere fagmiljøer og skalere virksomheten ytterligere. Laboratorieressursene ved NTNU AUR-Lab har stort potensiale til å skaleres opp som nytt forretningskonsept i forskning og verifikasjon i samarbeid med SINTEF Ocean som en del av Ocean Space Center. Dette gjelder spesielt å videreutvikle TBS, Gunnerus og AUR-Lab videre der enda større deler av Trondheimsfjorden utvikles som et fullskala laboratorium. Strategisk samarbeid med UiT og UNIS er avgjørende for å lykkes i nordområdene. Dette gjelder spesielt bruk av forskningsfartøyene Helmer Hansen, Kronprins Haakon og infrastruktur på Svalbard. Bruk av andre forskningsfartøy nasjonalt og internasjonalt er ønskelig, og dette vil gi økt operativ kapasitet.

8. Finansieringskilder

Følgende forhold vil være relevant for videre satsing:

- Norges forskningsråd (NFR), NTNU, UiT og UNIS representerer trolig den viktigste finansieringskilden i tillegg til målrettede nasjonale initiativ som SIOS, Go North, Arven etter Nansen, o.l.
- Samarbeid med nasjonale forvaltningsaktører for å styrke teknologiutvikling og kvalifisering/pilotering vil utløse industriell finansiering.
- EU representerer en finansieringskilde som bør utnyttes i større grad enn i dag. Deltagelse i KIC på råmaterialer vil gi tilgang til nye finansieringsmekanismer.

Vedlegg 2

Strategisk forskningsområde HAVROM:
Sikrere, smartere og grønnere sjøtransport og operasjoner

Overordnet samfunnsmål: Verdensledende i havet og nordområdene

Sammendrag

Internasjonal skipsfart er ryggraden i internasjonal handel, men også en betydelig forurensningskilde. Energieffektivisering og innføring av energikilder med lavere utslipp er viktig for å redusere skipsfartens utslipp og gjøre internasjonal skipsfart mindre miljøskadelig. Norge har også en sentral internasjonal rolle i utvikling av spesialiserte fartøyer til ulike operasjoner for utvikling og utvinning av havrommets resurser. Dette er operasjoner som setter store krav til effektivitet, sikkerhet og miljø.

Gevinster og forskningsmuligheter innen sjøtransport og maritime operasjoner ligger i stor grad i tverrfaglighet og utnyttelse av muliggjørende teknologier. Sentrale stikkord er digitalisering, autonomitet, stordata-analyser, virtuell protoyping, alternative brennstoffer, hybride maskinerisystemer, sjøgangsegenskaper, multimodal logistikk, risikostyring og levetidsanalyser.

Norge har et sterkt maritimt cluster med lang historie og stor bredde. NTNU må utnytte dette clusteret, og har et potensiale i økt samarbeid med deep sea rederiene, samtidig som eksisterende tett samarbeid med utstyrsindustri og offshore skipsclusteret må videreutvikles. Det må satses på utvikling av numeriske simuleringer på flere ulike nivåer for ulike anvendelser, samtidig som eksperimentelle undersøkelser både i modellskala i laboratorier og ved å måle på skip i operasjon er viktig. Miljø må være mer enn et honnørord – levetidsanalyser og livssyklusanalyse er gode verktøyer i denne forbindelse.

1. Beskrivelse av forskningsområdet

90% av transportarbeidet i verden utføres med skip. Selv om skipstransport står for en liten andel av globale CO2-utslipp (ca 3%), så er de regionale og lokale miljøbelastningene fra skip store. Dette har resultert i en omfattende innføring av internasjonalt og regionalt regelverk og reguleringer som krever at radikale tiltak settes i verk – både for å gjøre skipstransport mer energieffektivt og for å erstatte dagens fossile brensler med fornybare og/eller fossile brensler med lavere utslipp, slik som LNG. I tillegg til energirelaterte utslipp er det innført regelverk for ballastvann og overflatebehandling av skipsskrog, som utfordrer nye teknologiske løsninger for skip. Til tross for regelverkene vedvarer miljøbelastninger og det er derfor behov for å kvantifisere påvirkninger på miljø. Dette kan hjelpe for å bedre identifisere hvilken forbedringer gjør sjøtransport og operasjoner grønnere.

Norge er verdensledende innen avanserte marine operasjoner og design og drift av avanserte spesialfartøy for leting, kartlegging og utvinning av marine ressurser på alle områder. Operasjonene blir stadig mer utfordrende ved at de flyttes til mer ekstreme havområder, der klima, store havdyp og lange avstander fører til nye typer utfordringer. Det er et betydelig behov for å gjøre slike operasjoner både sikrere, mer kostnadseffektive, og miljøvennlige.

Forskningsområdet omfatter metoder for design og evaluering av skipsdesign og ulike typer skipsutstyr og skips-systemer, slik som propell- og propulsjonssystemer, energisystemer, logistikk og transportsystemer, maritime operasjoner, autonome skip og digitalisering av skip.

2. Mål

- Vellykket fullføring av SFI Smart Maritime
- Utvikle ny kunnskap og nye metoder for effektiv design og gode designkriterier for fremtidens skip
- Kommersialisering av minst fem forskningsresultater innen området
- Oppstart av ny SFI (Autonome skip, Simuleringsbasert design, Human factors)
- Etablere *Marie Curie training centre,* ledet av NTNU innen området med bruk av fasiliteter i Ålesund og Trondheim

3. Prioriterte forskningsutfordringer

Skrog og struktur

- Beregning og reduksjon av friksjonsmotstand
- Alternative propulsjonsystemer (Biomimeric, utnyttelse av vind, bølge...)
- Bruk av nye materialer - utnytte ny teknologi (teknologioverføring)
- Forbedring av sjøegenskaper og reduksjon av fartstap i sjøgang.

Fremdriftsmaskineri - energi og miljø

- Alternative drivstoffer og renseteknologi
- Hybride energisystemer
- Energieffektivitet
- Livssyklusanalyser for flere miljøpåvirkninger

Maritime operasjoner

- Integrerte kontrollsystemer
- Fjernstyring av maritime operasjoner inkludert autonomi
- Mer effektiv utnyttelse av digitalisering og andre muliggjørende teknologier (sensorer, dataoverføring, kunstig intelligens etc.).
- Utvikling av strategier og metoder for risikostyring og sikkerhet som ivaretar nye risikoforhold, inklusive utvikling av dynamiske/online risikomodeller og risikoindikatorer for økt situasjonsforståelse og beslutningsstøtte.

- Menneskelige faktorer knyttet til innføring av autonome løsninger.
- Cyber security er kristisk faktor tilknyttet økt grad av digitalisering.

Maritim logistikk

- Utnyttelse av stordata til optimalisering av logistikk og reduksjon av miljøbelastninger
- Koblingen mellom optimering og simulering i operasjonsrom og digitale tvillinger.
- Autonome transportsystemer – fartøy, flåte, havn, intermodalitet. Ruting og koordinering mellom enheter, samt laste og losse teknologi.
- Avansert værruting (multi-kriterie)
- Kvantifisering av "grønnere" operasjoner - levetidsanalyser og livssyklusanalyser

Effektivisering av designprosesser (+produksjon og drift)

- System- og operasjons-basert design (systems engineering, "lean" metodikk) og modulbasert design, produktfamilier, produktkonfiguratorer, prosjekteringsledelse
- Simuleringsbasert design - Virtual prototyping
- Modellreduksjon (beregningseffektive modeller basert på komplekse og tidkrevende beregningsmodeller)
- Etterprøvbare, realistiske ytelsesmål og dimensjoneringskriterier (ERN-tall)
- Bruk av systemtekniske analyser for å ivareta rammebetingelser som bærekraftighet, sikkerhet, vedlikehold og kostnadseffektivitet.

Arktiske marine operasjoner og transport

- Måling, varsling og karakterisering (kvantifisering) av isforhold
- Estimering av iskrefter og fartøy respons, ulykkes-laster og utmatting
- For forankrede – og DP fartøy, *Ice management* og kontinuerlig risikovurdering
- For transport – optimering av rute

4. Strategier

Målene for det strategiske forskningsområdet skal nås ved å:

- Vi skal aktivt jobbe for å utvikle samarbeid mellom NTNU forskningsmiljøer i Trondheim, Ålesund og Gjøvik. Spesielt har Ålesund og Trondheim et stort potensial, og så har Gjøvik et sterkt miljø på Cyber Security.
- Det er behov for å styrke akademisk kompetanse (nye professorat og rekrutteringsstilliner - PhD/Postdoc) på flere områder og spesielt rundt laboratorier i Ålesund, Tyholt og TBS/Trolla.

En felles visjon som underbygger Ocean Space Centre utover byggeprosjekt på Tyholt er svært viktig.

- Bygge videre på det nære industrisamarbeidet og på kompetansen, nettverkene og mulighetene som er skapt gjennom pågående SFI Smart Maritime og ulike NFR-prosjekt.
- Utvikle tverrfaglige forskningsgrupper med fokus på system og systemintegrasjon
- Utnytte eksisterende NFR-mekanismer, spesielt MAROFF-programmet.
- Styrke samarbeidet med Norges Rederiforbund og norske «deep sea» rederier.
- Komme med på større forskningsprosjekt i EU-regi

5. Relevante samarbeidspartnere

- SINTEF Ocean
- Maritim utstyrsindustri
- Skipsdesignere og skipsverft
- Rederier og operatører
- DNV-GL og norske myndighetsinstitusjoner
- Akademiske institusjoner, slik som Chalmers og DTU

6. Organisering

Forskningsområdet er basert på kjernekompetanse ved Institutt for Marin Teknikk, SFF AMOS, og Institutt for Havromsoperasjoner og Byggteknikk (Ålesund), men det er mange andre NTNU-miljø som er aktive innen forskningsområdet, slik som Industriell Økologi, Faggruppe for pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikehold og sikkerhet (RAMS) ved MTP, Marin Byggteknikk.

Som det fremgår av forskningsutfordringene er dette et forskningsområde som i stor grad er tverrfaglig og systemorientert. Det ligger derfor et betydelig potensiale i å utvikle gode tverrfaglige forskningsgrupper, samt tett samarbeid mellom kjernemiljøene innenfor de aktuelle fagdisiplinene.

7. Ressurser

Laboratorier for eksperimentell (hovedsakelig modellskala) utprøving relatert til maskineri og hydrodynamikk har stått sentralt lenge, og forventes å være viktig også fremover. For skipsrelatert testing er det spesielt sjøgangsrelaterte problemstillinger der eksperimentell utprøving i modellskala er et uunnværlig verktøy. For maskineri er det maskinerisystemer, spesielt hybride anlegg, som er interessant. Etableringen av Ocean Space Centre er helt sentralt.

Stadig flere problemstillinger knyttet til hydrodynamikk kan adresseres med numeriske strømningsberegninger – CFD. For dette formålet er god tilgang til tungregneanlegg viktig.

Simulatorer er av økende betydning, både for design, planlegging av operasjoner, trening av operatører og forskning på mann-maskin interaksjon. Spesielt for de to sistnevnte er ulike typer simulatorlaboratorier viktige verktøy.

Utviklingen av måle- og overvåkningssystemer gjør at skipsrelaterte data samles inn i raskt økende omfang. Innsamling og bruk av slike overvåkningsdata fra skip i normal drift ventes å bli en ressurs av betydelig viktighet. I tillegg kommer NTNUs forskningsfartøy - R/V Gunnerus, som kan brukes både til å utforske metoder basert på slike overvåkningsdata, samt til dedikerte fullskala målekampanjer. En sterkt ønsket ressurs er derfor et fullinstrumentert R/V Gunnerus.

Den største ressursbegrensningen ligger bemanning, kapasitet og kompetanse. Løsninger på dette ligger i å utvikle tverrfaglig samarbeid på tvers av institutt og fakultet på NTNU, samt rekruttering av fagpersoner i sentrale temaområder - herunder post-doc og stipendiatstillinger.

8. Finansieringskilder

Følgende forhold vil være relevant for videre satsing:

- Norges forskningsråd (NFR) representerer trolig den viktigste finansieringskilden, med MAROFF som det klart viktigste programmet.
- MarTERA representerer en type EU-finansiering som fremstår som spesielt attraktiv.
- Det er gode forutsetninger for å etablere Horizon 2020 prosjekter innenfor området, men de er som kjent krevende å etablere og lede.
- Marie Curie training centre
- Innovasjons- og nyskapingsmidler er viktige.

Vedlegg 3

Strategisk forskningsområde HAVROM:
Levende og produktive kystsamfunn

Overordnet samfunnsmål: Verdensledende i havet og nordområdene

Sammendrag

Norge er en lang og unik kyst og det er viktig at vi har mange produktive og levende samfunn langs kysten. En vesentlig ingrediens er en sikker og pålitelig kystinfrastruktur for næringsvirksomhet, transport og bebyggelse. Tradisjonelt har det vært skipstransport langs kysten og fiske som har vært den vesentlige utfordringen. Men, nye utfordringer har kommet til med fornybar energi i kystsonene, havbruk, utbygging av veier og jernbane langs kysten, større etterspørsel etter boliger på kysten samt Arktisk kystteknikk. Som all annen infrastruktur må den ha tilstrekkelig pålitelighet og ha god nok regularitet. Klimaendringer og kostnader gjør at vedlikeholdsplanlegging og styring og adaptiv design blir stikkord i design og drift av ulike typer infrastruktur. All infrastruktur bygges for å bedre menneskenes liv og miljø slik at bærekraft og direkte påvirkning på menneskenes liv og helse må med. Til slutt kan det nevnes at det nye Copernicus programmet gir nye muligheter for overvåkning og instrumentering. Vi finner det naturlig å dele inn i følgende anvendelser:

1. Havner og farleder
2. Havbruk
3. Fornybar energi
4. Veier, jernbane og fjordkrysninger langs kysten
5. Boliger og annen bebyggelse
6. Arktisk Kystteknikk

1. Beskrivelse av forskningsområdet

En framtid med levende og produktive kystsamfunn i Norge forutsetter økt satsning på forskning og utvikling av kystinfrastruktur. Norge har en lang kyst med et stort og uforløst potensiale for verdiskapning. Dette krever en pålitelig og sikker infrastruktur. Klimaendringer medfører usikkerhet i prediksjon av det fysiske miljøet og skaper utfordringer for eksisterende infrastruktur og dens pålitelighet. Det er behov for innovativ adaptiv design med nye teknologiske løsninger slik at det vil være mulig å modifisere konstruksjoner ut i fra et økonomisk, operasjonelt, miljø- og helsemessig perspektiv.

Tradisjonelt har kystinfrastruktur vært havner og farleder, men i denne sammenheng har vi valgt å definere all infrastruktur i kystsonen, eller på grunt vann offshore, som kystinfrastruktur. Utfordringer knyttet til havbruk, fjordkrysninger, offshore vind og annen fornybar havenergi, bebyggelse, rekreasjonsfasiliteter, kystbeskyttelse og forurensning blir dermed også med som en del av kystinfrastruktur. De ulike typene av infrastruktur krever til dels samme kompetanse innen særlig

hydrodynamikk og bølger, is og is-laster, konstruksjonsdynamikk, geoteknikk, betong, instrumentering, vedlikeholdsplanlegging, risikostyring, kommunikasjon samt helse og miljøpåvirkning. Denne utvidelsen vurderes formålstjenlig selv om finansieringen har vært lettere å få til for noen av de nye anvendelsene enn for tradisjonell kystteknikk som havner og farleder.

Kystinfrastruktur er grunnleggende sett tverrfaglig, konstruksjonene er utsatt for påkjenninger fra bølger, strøm, vind og i noen tilfeller is, de er forankret på bunn/land. De er ofte utsatt for dynamisk last som gir utmatting, samt mulige ulykkes-laster. De må være sikre, ha tilfredsstillende regularitet og det er ofte behov for omfattende overvåking slik at ulike sensorer og sensornettverk (digitalisering) blir en integrert del av designen. Når det gjelder havner, og annen transportinfrastruktur er også logistikk et nøkkelord.

I Arktisk kystteknikk er det særskilte utfordringer med permafrost og is. Den globale oppvarmingen gjør at permafrosten tiner og at det blir mindre is og dermed mer bølger. Dette akselererende kysterosjon og stabilitets problemer for stasjonær infrastruktur. I andre områder er det isen som gir design belastning og man må kunne predikere hvordan isen påvirker infrastrukturen.

2. Mål/Handlingsplan 2018-2023

- Etablere et tverrfaglig NTNU kystteknisk kompetansesenter (Trondheim og Ålesund) som identifiserer a) samfunnsutfordringer, b) kompetanse (det vi har og det som trengs) og c) nettverk, industripartnere og offentlige instanser og d) næringens nåværende og framtidige behov
- Oppnå politisk forståelse for statlig / offentlig finansiering, for eksempel gjennom a) en kraftig oppjustering av Kystverket budsjett og ansvarsområdet b) en avgift på 10 øre / tonn over havn vil gi ca 20 000 kNOK årlig til forskning. En slik avgift kunne forvaltes av Kystverket og relevante forskningsinstitusjoner (analogt med Havbruk)
- Identifisere og innlede samarbeid med relevant industri og videreutvikle samarbeidet med Kystverket
- Renovering av laboratorier på Valgrinda, eller bygging av tilsvarende
- Etablere en SFI/SFF innen kystinfrastruktur
- Ny Professor innen Kystteknikk
- Videreutvikling av NTNU programvare slik som innen forskning og gjøre den industrirelevant
- Tilslag på innsendte søknader (EU, NFR; annet)

3. Prioriterte forskningsutfordringer

- Klimaendringer, bestandighet og restlevetid, særlig kombinasjon av økt havnivå, ekstremvær og større bølger.
- Økt kompleksitet og autonomi i kysttrafikk, krever bedre modeller for havnelogistikk, risikostyring og forebygging av store ulykker.

- Bølger og bølgekrefter på alle typer norsk kystinfrastruktur.
- Utvikling av modeller og strategier for å sikre høy regularitet og effektiv samhandling og planlegging av vedlikehold for havner og fartøy.
- Effektive transportsystemer på kysten (vei og fjordkrysninger).
- Påvirkninger på helse og miljø, for eksempel forurensing i havner.
- Ras og skred i strandsonen eller på sjøbunnen.
- Beredskap, oljesøl.
- Kystsoneforvaltning (utnytting av kystsone),
- Fornybar energi i kystsone. Det er potensiale for utvidet offshore vind, bølge- og tidevanns kraftverk. Samvirke med annen lokal virksomhet (havbruk eller annet).
- Boliger og annen bebyggelse, turisme nær sjøen: flytende konstruksjoner.
- Havbruk.
- Utvikling av metoder og modeller for tilstandsovervåkning, mer effektiv vedlikeholdsplanlegging og bedre risikostyring for de ulike typer av kystinfrastruktur.
- Satellitt målinger – bruk av Copernicus programmet.
- Arktiske havner og kyster.
- Bruk av systemtekniske analyser for bærekraftig kyst-infrastruktur.

4. Strategier

Øke den politiske bevisstheten om kystens betydning for sosio-økonomisk utvikling av kysten og dermed motivere nasjonal satsning og finansiering.

Identifisere relevant industri og utvikle NTNU kompetanse til å håndtere industriens utfordringer

Bli en ledende / vesentlig internasjonal aktør på norsk-spesifikke og utvalgte internasjonale problemstillinger, for eksempel, bølger mot bratt kyst og Arktisk kystteknikk.

5. Relevante samarbeidspartnere

Kystverket og Statens vegvesen er de viktigeste nasjonale aktører. De ulike havnene i Norges største byer burde kunne trekkes mer aktivt inn. UNIS og Longyearbyen havn er sentrale aktører innafor Arktisk Kystteknikk. NTNU Ålesund har nære relasjoner til Kystdirektoratet og Kystverket som er lokalsiserte i Ålesund. Flere av problemstillingene er tverrfaglige og relevante for Møre og Romsdal og Trøndelag noe som borger for viktigheten av samarbeid mellom NTNU Trondheim og Ålesund.

De mest aktive miljøene ved NTNU er Gruppene for Marin Byggteknikk, Marine Konstruksjoner, Konstruksjonsmekanikk, Geoteknikk, Betong, Veg Transport, Geomatikk, industriell økologi og

Havromsoperasjoner og byggeteknikk, men det er betydelig interesse fra IE fakultetet omkring digitalisering, sensorer og overvåkning, robotikk og autonome fartøy, og fra ØK fakultetet om logistikk. NT er selvfølgelig tungt inne i havbruk, SVT leder et pilot prosjekt inne NTNU Havrom som heter: *NTNU Oceans Pilot - Norway as a sea nation.*

De viktigeste internasjonale samarbeidspartnere er DTU, TU-Delft, IIT Madras, IIT Mombay, University of Hanover, Aalto,

7. Ressurser

Det er vesentlig å kunne kombinere teoretiske, eksperimentelle og numeriske studier. Dagens numeriske modellene for hvordan bølger forplanter seg inn mot kysten og rolighetene i havner er ikke gode nok, slik at modell-skala testing er viktig i forbindelse med praktisk design og som forskning. Det er et sterkt behov for oppgradering av dagens nedslitte infrastruktur ved Valgrinda. Men, fremtidens laboratoriebehov blir litt annerledes enn dagens. Det vil i fremtiden blir mindre behov for kvantitet i laboratorier og mer behov for kvalitativt gode målinger som kan brukes for kalibrering og validering av numeriske modeller. Det pågår en rask utvikling av de avanserte numeriske verktøy (for eksempel REEF3D) og en videre utvikling på denne fronten krever tungregnekapasitet. Den bør være gratis, eller i det minste billig.

Det har vært vanskelig å etablere store prosjekter innen så vi har et behov for stipendiat og Post-doc stillinger samt en Kystteknikk professor med kompetanse innen eksperimentelt arbeid og analyse, slik at renoverte laboratorier blir benyttet i undervisning og forskning.

8. Finansieringskilder

Finansieringssituasjonen er ulik for de ulike anvendelsesområdene. Innen Havbruk og Offshore vind, er det og har vært store sentre som Novitech, SFI-Exposed, SFI-Move. Også E39 prosjektet har gitt betydelig aktivitet ved NTNU. Innenfor tradisjonell kystteknikk har det vært vanskelig å etablere store forskningsprosjekter. En viktig årsak til dette er Norges sosio-økonomiske struktur hvor det mangler en stor offentlig eller privat aktør som har interesse av å støtte forskning.

Vi ser for oss følgende finansieringskilder, NFR (diverse programmer samt SFI/SFF), EU – Horizon 2020, Industri og offentlige instanser som Statens vegvesen (SVV), Kystverket, Departementer, og Havneeiere. Relevant industri er oljeselskap (særlig med hensyn til Arktisk Kystteknikk), entreprenører og konsulenter, industri som jobber med autonome og elektriske skip (for eksempel Rolls Royce og Siemens), kan det være mulig å motivere rederier? Innen havbruk og Offshore vind er relevant industri de store aktørene som leverer utstyr og innretninger, slik som Siemens.

På lengre sikt bør det jobbes for å styrke Kystverket vesentlig, men dagens politikk gjør det motsatte. Hvis vi fikk et «Statens Vegvesen for kysten» med tilsvarende ressurser og ansvar, vil det åpne seg helt andre muligheter for å jobbe med Norges samfunnsutfordringer langs og på kysten. En havneavgift til forskning som beskrevet ovenfor kan medføre betydelig større aktivitet innen tradisjonell kystteknikk slik at NTNU kan være med på å sørge for at vi har levende og produktive kystsamfunn i Norge.

Tabell 1. Anvendelser og kompetanse.

	Havner	Farleder	Fornybar energi	Veier, jernbane fjordkrysninger	Havbruk	Bebyggelse	Autonome og elektriske skip	Arktis	
Hydrodynamikk og bølger	MB	MB	MB, IMT	MB, IMT	MB, IMT	MB	IMT	MB	
Konstruksjonsdynamikk			IMT	KM	IMT	KM	IMT		
Ras og skred	GT, MB	GT, MB	GT, MB	GT, MB		GT, MB		GT, MB	
Sensorer og elektro									
Satellitter	VTG	VTG	VTG	VTG	VTG	VTG	VTG	VTG	
Forurensning og oljesøl								MB	
Logistikk									
Risiko, pålitelighet, regularitet og levetid	MB,		IMT, RAMS	IMT, RAMS	IMT, RAMS		IMT, RAMS	IMT, RAMS MB	
Is og permafrost	MB		MB					MB, GT	
Miljøpåvirkninger/påvirkning klimaendringer			Industriell Økologi	Industriell Økologi	Industriell Økologi		Industriell Økologi		

Vedlegg 4

Strategisk forskningsområde HAVROM:
Innovative havkonstruksjoner, systemer og operasjoner

Overordnet samfunnsmål: Verdensledende i havet og nordområdene

Sammendrag

Økt bruk av havet til høsting av mat og fornybar energi er en forutsetning for å kunne nå et bærekraftig samfunn. I fremtiden må havet kunne høstes som en åker og bidra mer i den globale matforsyningen. Vind og solenergi må bidra signifikant til en fremtidig karbonnøytral energikjede. I tillegg er videre utvinning av olje og gass på en mest mulig sikker og miljøvennlig måte meget viktig for Norge som nasjon, og for stabil energileveranse internasjonalt i årene fremover. Dette krever kompetanse og kunnskap om innovative havkonstruksjoner, systemer og operasjoner. Samtidig krever det kunnskap om miljøpåvirkninger for å sikre at utvinning og utnytting av havet skjer på en bærekraftig måte. Vi må utvikle ny grunnleggende og anvendt kunnskap som kan komme til nytte i alle hav-relaterte næringer i Norge. Samtidig må vi utnytte og overføre kunnskap og erfaringer som er bygget opp gjennom mange tiår i olje- og gassindustrien til nye anvendelsesområder.

Sentralt i dette er havkonstruksjoner, systemer og operasjoner tilknyttet disse.

IV skal levere kunnskap for teknologi i forskningsfronten innen disse temaene. Vi må fokusere på å utnytte tangeringspunktene mellom anvendt forskning og grunnforskning, og mellom ulike fagområder, som hydrodynamikk, konstruksjoner, optimalisering, prosjektering, pålitelighet, bærekraft, biologi, materialteknologi, autonomi, driftssikkerhet og vedlikehold, til å åpne nye, ukjente muligheter. Det er viktig å tenke «utenfor boksen».

1. Beskrivelse av forskningsområdet

Utvikling i havbruk vil være et stort og viktig tema det neste tiåret (ref. DKVNS rapport 2050). Ikke bare for laks, men multitrofisk akvakultur, tang og tare - mat, medisiner og drivstoff. Det er et enormt potensiale for bærekraftig verdiskapning og resirkulering av næringsstoffer. *Høsting av havet som en åker!*

NTNU er godt etablert innen offshore vindkraft. Innen temaet er det en rekke faglig interessante problemstillinger, og et stort industrielt behov. I tillegg til vindenergi, har solenergi til havs et stort potensial til å bidra signifikant til bærekraftighet.

Effektiv og mest mulig sikker utvinning av olje & gass er viktig fremover. Dette gjelder fartøy, subsea, operasjoner, m.m. Her kreves innovasjon også innen forskningsmetodikk (hybrid testing, simulator, kobling av raske numeriske løsere, m.m.). Teknologioverføring til havbruk har begynt, og er fortsatt viktig.

Renovasjon av havet vil bli en viktig aktivitet fremover: Søppeloppsamling, plastoppsamling, tråling av havet. Teknologiutvikling, men også beregning av miljøpåvirkninger og potensialet for reduksjon som motivasjon for renovasjon behøves. Det er viktig med et tverrfagligsamarbeid internt/eksternt. Det må foreligge et "business case" i bunn for å få satt i gang massiv opprensing, dvs. at bruk av det man samler opp er en industriell og kommersiell verdi (industrialisering av et råstoff som per i dag er et avfall, men i morgen kan bli en ressurs).

Til alle disse områdene trengs anvendt og også nokså grunnleggende forskning på nye typer havkonstruksjoner, operasjoner og systemer.

Pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikehold og sikkerhet er viktige ytelsesaspekter som må integreres i teknologiutvikling og drift av havkonstruksjoner, systemer, og operasjoner. Pålitelighet og vedlikeholdsvennlighet avgjøres i stor grad i designfasen, mens systemers tilgjengelighet og sikkerhet er et resultat av designaspekter, samt av operasjon og vedlikehold i driftsfasen. Viktige forskningstemaer i denne sammenheng er strategier og metoder for forebygging av storulykker, inkludert for nordområdene, modellering og analyse av risiko. I driftsfasen av havkonstruksjoner vil bruk av mer fjernstyring, samt autonome systemer for overvåking, inspeksjon og intervensjon åpne nye muligheter og utfordringer. Mennesket kan flyttes fra sjø til land, noe som både kan øke og redusere risikoen for uønskede hendelser. Helhetlig og integrert risikostyring for beskyttelse av mennesker og miljø, samt analyse og monitorering av barrierer er spesielt viktig for å sikre akseptabel risiko. Drift av systemer og konstruksjoner under utfordrende miljøbetingelser og med strenge sikkerhets – og miljøkrav, blant annet til fiskevelferd, vil bli enda viktigere i årene fremover.

2. Mål

- Etablere et eller flere større forskningsprosjekter (SFI, SFF e.l.) innen havbruk i samarbeid med andre relevante miljøer innenfor NTNU Havrom.
- Gjennomføring av SFI Move som ledes av NTNU Ålesund.
- Etablere større forskningsprosjekter innen fornybar energi.
- Etablere større prosjekter med nasjonal og internasjonal deltagelse knyttet til utvikling av sikre og miljømessige løsninger for olje - og gass næringen.
- Utvikle prosjekter innenfor renovasjon av havet.
- Revitalisere formelt og uformelt samarbeid med SINTEF Ocean.
- Etablere en ny SFI eller SFF innen ett av de ovenstående tema, eller annet slik som for eksempel arktisk teknologi

3. Prioriterte forskningsutfordringer

Følgende forskningsutfordringer som dekker målene over, skal prioriteres:

- Utvikling og innovativ bruk av teori, numeriske metoder og eksperimentalteknikk for å gjøre beregninger av innovative havkonstruksjoner og marine operasjoner som skal sikre en økt og

bærekraftig utnyttelse av havet innen olje & gass, fornybar energi, havbruk, kystinfrastruktur og arktisk teknologi.

- Utvikling av metoder som kobler teori, numeriske metoder og eksperimenter
- Pålitelighet i design og drift av komplekse tekniske/sosio-tekniske systemer, risikomodellering, risikokontroll og risikoreduserende tiltak.
- Dynamisk (online) risikoanalyse, og utvikling av indikatorer for risiko, vedlikehold og pålitelighet
- Modellering og analyse for vedlikeholds styring, planlegging og optimalisering, samt tilrettelegging for tilstandsovervåking og analyse av digitaliserte systemer.
- Utvikling av havbunnskonstruksjoner innen olje & gass basert på lettvekts materialer (Al) for å redusere installasjonsvekter, tid og operasjonelt fotavtrykk ved installasjon. Tidligere analyser indikerer også et potensial for vesentlige kostnadsbesparelser ved selve fabrikasjonen.
- Utvikling og bruk av metoder for å kvantifisere miljøpåvirkninger fra havkonstruksjoner og prosesser innenfor havrom.
- Arktisk teknologi, faste og flytende konstruksjoner (forankrede og DP fartøy), ice management and operations.

4. Strategier

Målene for det strategiske forskningsområdet skal nås ved å:

- Sette inn ressurser på større løp. Ta mindre prosjekter «som de kommer» (ikke bruke tid på å hanke inn masse små prosjekter)
- Stort fokus på samarbeid med SINTEF Ocean om både de store løp og «de mindre prosjektene som kommer»
- Aktiv rekrutteringsprosess med fokus på marin teknikk, som sikrer den beste og mest relevante kompetansen nasjonalt og internasjonalt. Gjelder både fast og midlertidig ansatte.
- Finne flest mulig tangeringspunkter med andre miljø; innen IV og andre fakulteter for å danne «nye forskningsområder» innenfor NTNU havrom
- Fortsatt sterkt applikasjonsrettet. Grunnleggende, detaljerte studier av generisk karakter, med gode journal-paper som resultat, men med et klart fokus på applikasjon.
- Samarbeide med eksellente miljøer internt og eksternt ved NTNU som driver ren grunnforskning
- Fortsatt økning i bruk av laboratorier og fullskala målinger, både i forskning og undervisning. Fokus på stadig oppgradering av lab. Fokus på automatisering av lab for å øke kvalitet, kvantitet og tilgjengelighet. Innovative metoder som kobler modellforsøk, fullskala målinger

og teori/numerikk, både sanntid (hybrid-testing), optimalisering. Utnytte ny forskningsmetodikk for å kunne utnytte fullskala data på en effektiv måte.

- Beholde posisjon som verdensledende innen Arktisk marine teknologi
- Videreutvikle et sterkere samarbeid med UNIS

5. Relevante samarbeidspartnere

- NTNU: IV,
- SINTEF: Ocean, Teknologi og Samfunn, Materialer og Kjemi, Digital og Samfunnsforskning
- Norsk industri: Statoil, DNV GL, m.fl.
- Universiteter: DTU, UCLA, MIT, N5T, Aalto, m.fl.

6. Organisering

Forskningsområdet hører hjemme på IMT, både på faggruppene marine konstruksjoner og marine systemer og IHB (Ålesund). Temaets spennvidde krever også forskningsinnsats utenfor IMT, blant annet fra RAMS-gruppa ved IMP og industriell økologi ved EPT. Den arktiske forskningen har tyngdepunkt ved MB (Marin Byggteknikk ved IBM), men også IMT er tungt involvert her. Innenfor lettvektsmaterialer er det allerede etablert et samarbeid mellom IMP og IGP. Forskningsområdet er også knyttet til de andre fire områdene som er definert under havrom.

7. Ressurser

- Laboratorier er, og skal være helt sentralt i vårt virke: bruk og utvikling av eksisterende laber, utvikling av Ocean Space Center
- Bruk av fjorden som hydrodynamisk lab, (Gunnerus, AUR lab, TBS m.fl.).
- Simulator skal utvikles – kombinert med laboratorier
- Et mindre regne-cluster skal etablereres
- Nytt professorat innen havbruksteknologi (under behandling)

8. Finansieringskilder

Følgende muligheter vil være relevant for videre satsing:

- SFF innen innovative havkonstruksjoner, systemer og operasjoner?
- SFI innen innovative havkonstruksjoner, systemer og operasjoner?
- FME innen fornybar energi
- KPN
- EU (særlig forenklede programmer som for eksempel MarTera)