

Nyhetsbrev juni 2023

Kjære deltaker i CoolFish

Prosjektet går mot slutten og aktivitetene dreier seg om å oppsummere det vi har gjort i prosjektet og hvilke muligheter som finnes for videre prosjekt.

Prosjektmøter, workshops og konferanser

Artikler fra konferanser, rapporter og presentasjoner fra workshops er tilgjengelige her:

www.sintef.no/en/projects/coolfish

International Cold Chain Conference (April 2022)

ICCC er en konferanse som arrangeres annethvert år for å dele global ekspertise om kjølekjeden, med foredrag som tar for seg utvikling av kjøleteknologi, og innovasjon og bærekraft i kjølekjeden. Les mer på <https://ior.org.uk/ICCC2022>

Her er en kort oppsummering av artiklene som ble presentert:

- **Modelling Of Crystallization During Freeze-Concentration of Hydrolysates** (*Khan, M.U., Tolstorebrov, I., Widell, K.N, Hafner, A., Nordtvedt, T.S.*)
 - Dewatering of fish protein hydrolysates is energy intensive process
 - Freeze concentration is an energy efficient solution which provides high quality of concentrate
 - Crystallization of water in fish protein hydrolysates and separation of ice from concentrate were modelled in Modelica and MATLAB, and validated against experimental campaigns and literature review
- **Application Of Refrigeration Technologies For Energy Efficient Production Of Fish Protein Hydrolysates** (*Sherman, P.K., Tolstorebrov, I., Widell, K.N, Hafner, A., Nordtvedt, T.S.*)
 - Fish protein hydrolysate (FPH) is an efficient and sustainable way to recover valuable nutrients from fish remaining materials and has a widespread application.
 - However, the production of FPH demands intensive heating and cooling loads in the temperature range between 0 and 90 °C, and stabilization using conventional moisture removal techniques like spray drying and evaporators is energy intensive due to low solid content.
 - This study investigates the use of refrigeration technologies and heat pumps to determine sustainable and energy efficient methods for processing and stabilization of FPH. Techniques such as freeze concentration, vacuum-concentration and freeze-drying were investigated in combination with energy recovery at high temperatures to compare energy savings of different production lines.
- **Industry practices for sharing sustainability information in the Norwegian seafood supply chains** (*Strand, A.V., Thakur, M., Widell, K.N, Gabrielli, C.*)
 - Sustainability and traceability of food products have received increased attention due to food safety, consumer demand on knowledge of the origin of their food and reducing food fraud.
 - Most Norwegian fishing vessels capture detailed data on the catch and quality of fish electronically. This information is automatically reported to the authorities while most information regarding the quality and sustainability is not communicated further down the supply chain.
 - Significant data gaps include information on fuel and energy consumption, as well as detailed data on the transport routes and modes used.



Gustav Lorentzen-konferansen (Juni 2022)

GL er en konferanse som fokuserer på bruk av naturlige kjølemedier i kjølesystemer, og ble i 2022 arrangert for andre gang i Lorentzens fødeby Trondheim. Konferansen trekker til seg et internasjonalt publikum med eksperter på klimavennlige kjølesystemer. Les mer på https://www.sintef.no/projectweb/gustavlorentzen_2022/

Her er en kort oppsummering av artiklene som ble presentert:

- **Evaluation of cold thermal energy storage in fishing vessels** (*Vingelsgård, E., Svendsen, E.S., Widell, K.N., Nordtvedt, T.S.*)
 - Fishing vessels and fish transporting well-boats have varying cooling demands depending on the operational mode
 - Cold thermal energy storage (CTES) can potentially be used for peak shaving and energy saving in these vessels, with a focus on compact and efficient systems
 - In this study, theoretical calculations were conducted to find the requirements of an ice slurry system according to the reference conditions of the studied case, utilizing thermodynamic properties of ice and fish
- **Experimental investigation on integrated two-stage evaporators for CO₂ heat-pump chillers** (*Hafner, A., Hazarika, M.M., Lechi, F., Zorzin, A., Pardiās, A.A., Banasiak, K.*)
 - A novel compact two-stage evaporator, i.e. evaporator with one gravity-fed loop and one ejector-assisted circulation loop, is explored in this experimental study
 - Compared to previous heat exchanger models this design allows for less connection work and required space due to the internal connection of loops
 - The experimental campaign proofed that en ejector integration enables the two-stage evaporation configuration, which significantly elevates compressor suction and overall system performance
- **Integration of gravity-fed evaporators in CO₂ based refrigeration systems** (*Hazarika, M.M., Bengsch, J., Hafsås, J., Hafner, A., Svendsen, E.S., Ye, Z.*)
 - A model of a gravity-fed evaporator for CO₂ based heat-pump chillers is studied in this paper
 - Appropriate equations are used and implemented in Modelica to develop a simulation model for this novel heat exchanger design
 - Loop dimensions are critical to the performance; simulations are carried out to predict the optimum dimensions to achieve the optimum circulation rate in the loop

CoolFish workshop i Ålesund (September 2022)

Vi hadde et fint møte i Ålesund i fjor høst, hvor vi hadde flere presentasjoner innenfor de forskjellige temaer vi har vært igjennom i prosjektet. Workshopen var delt opp i fire sesjoner: CO₂ systemer på fiskefartøy, prosessering av restråstoff, bærekraftige fiskefartøy og datainnsamling på fiskefartøy. Her er presentasjonene:

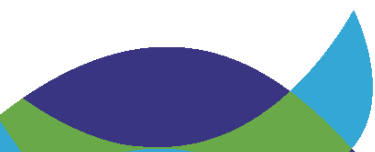
<https://www.sintef.no/en/events/archive/2022/coolfish-meeting-september-2022/>

Workshop om termisk energilagring (November 2022)

I et samarbeid med flere andre prosjekter organiserte vi en workshop om termisk energilagring i høst. Her finner dere en oversikt over de presentasjonene som ble holdt der:

<https://www.sintef.no/en/events/archive/2022/workshop-on-thermal-energy-storage-for-industry-buildings-and-marine-applications/>

Vi planlegger en lignende workshop i november i år, så gi beskjed hvis du er interessert i å ha en presentasjon der eller ønsker å delta.



Ammonia and CO₂ Refrigeration Technologies Conference (Ohrid) (April 2023)

“Ohrid”-konferansen arrangeres i byen med samme navn i Nord-Makedonia annethvert år, og fokuserer på kjøleteknologi som anvender kjølemediene ammoniakk og CO₂. Les mer på https://www.mf.ukim.edu.mk/web_ohrid2023/ohrid-2023.html

Her er en kort oppsummering av artiklene som ble presentert:

- **Possibilities of ice slurry systems onboard fishing vessels** (*Widell, K. N., Svendsen, E. S., Nordtvedt, T.S.*)
 - Several different methods onboard fishing vessels to keep the temperature of the catch low, including no chilling, ice storage, refrigerated sea water (RSW) and ice slurry chilling.
 - The main working fluid in fishing vessels globally is still R22, but there are efforts for providing systems with natural refrigerants, even if this should be done at a much faster rate.
 - It can be concluded that storing seafood with ice slurry gives longer shelf life, but is not used widely in the industry, mainly because of limited capacities and high costs. Not many of the ice slurry systems are operated with natural refrigerants either. There is clearly a potential for development.
- **A comparative study to investigate two configurations of a two-stage evaporator in a CO₂ heat pump chiller** (*Hazarika, M. M., Hafner, A., Bengsch, J.*)
 - Two configurations are proposed to implement a two-stage evaporator in a CO₂ heat pump. The first configuration is GFES in which the first stage of the evaporator is fed by gravity and the second stage is fed by ejector suction. The second configuration is EDES in which the first stage is fed by ejector discharge and the second stage is fed by ejector suction.
 - Simulation models are developed for these two configurations in Modelica.
 - Simulation results show that the coefficient of performance (COP) of GFES configurations is marginally higher compared to EDES configuration. Results also show how the cooling capacities varies in the two stages of the evaporator with a change in compressor frequency.

International congress of refrigeration (August 2023)

Flere av deltakerne i CoolFish har deltatt på kongressen i august i Paris, hvor vi hadde noen presentasjoner av resultater fra prosjektet. Mer informasjon her: <https://www.icr2023.org/>

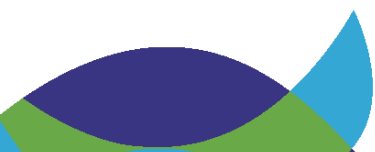
Websider

CoolFish

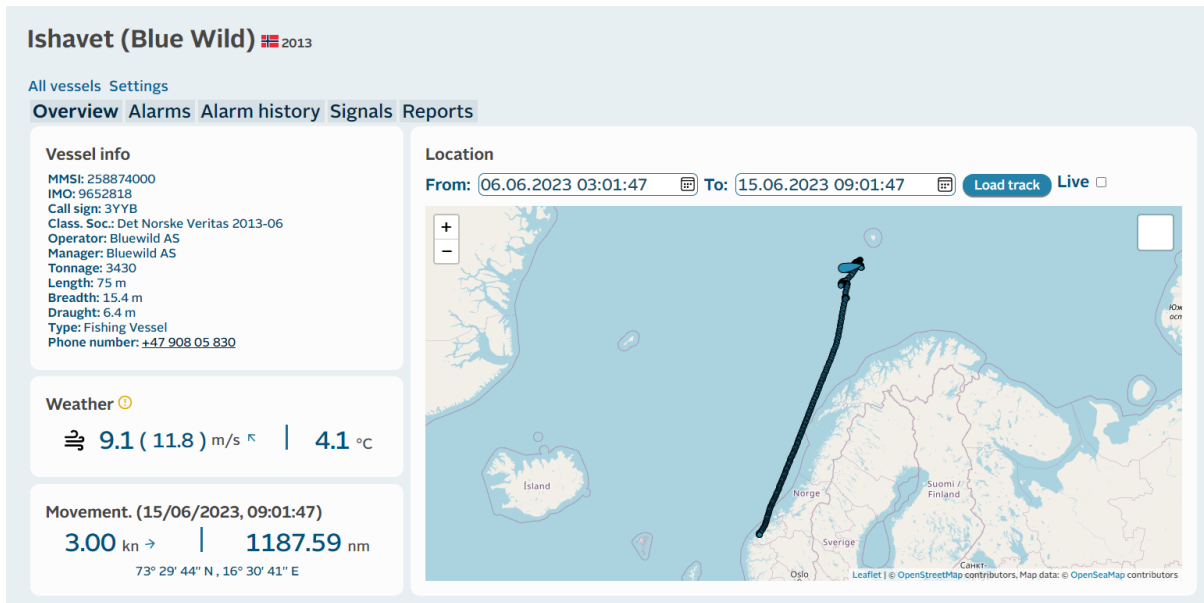
Vi har hele tiden hatt intensjonen om å dele prosjektresultater og annen informasjon på prosjektets webside og har oppdatert den kontinuerlig gjennom prosjektet. Denne siden vil også være tilgjengelig etter at prosjektet er avsluttet. Ta kontakt hvis det er andre ting du tenker kan deles der.

MRTH

MRTH – The Maritime Refrigeration Technology Hub, er et nettsted som ble lansert sommeren 2022 og drevet av SINTEF Ocean, SINTEF Energi og NTNU. Alle nevnte institusjoner har i en årrekke arbeidet med prosjekter innenfor kjøleteknologi i maritime anvendelser og sjømatnæringen spesielt, men det har vært et behov for å samle og synliggjøre den nasjonale kompetansen innenfor dette feltet. MRTH er et forsøk på akkurat det. Per nå ligger det informasjon på noen utvalgte temaer som vi har hatt fokus på gjennom både prosjektet CoolFish og ‘søsterprosjektet’ CRuiZe, samt en rekke publikasjoner (rapporter, konferanseartikler etc.).



Energimåling om bord i Ishavet

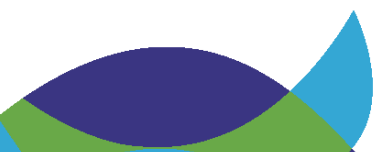


'If you can't measure it, you can't improve it' er et sitat tilskrevet Lord Kelvin, og sier noe om betydningen av å ha målbar data for å kunne identifisere forbedringsområder og deretter tiltak for å oppnå forbedring. I dette prosjektet har det vært en aktivitet på å kartlegge energibruk om bord fiskebåter gjennom målinger, for å nettopp være å bedre stand til å identifisere potensialet for energieffektivisering. Tidligere har det vært gjennomført tokt på ringnoten Selvåg Senior som var instrumentert med bl.a. en rekke temperaturloggere i en modifisert RSW-tank, og resulterte i en bedre forståelse av hvor effektivt kjøleanlegget ble kjørt under fiskets ulike faser (les rapport [her](#)). Den samme oppgaven gjennomføres på tråleren Ishavet (BlueWild), hvor det i samarbeid med fryserileverandør Teknotherm og Ulstein/Bluectrl har blitt installert utstyr for å logge og skylagre energidata fra fartøyet. Systemet har vært aktiv og samlet data fra fartøyets fremdriftssystem siden høsten 2022 (se bilde over), mens det har vært tekniske utfordringer med logging av signaler fra fryseri. Arbeidet med feilsøking og problemløsning pågår enda, med god hjelp av teknikere/serviceingeniører fra Teknotherm og Ulstein, og ikke minst mannskapet om bord Ishavet! Neste steg i aktiviteten er å gjennomføre en energianalyse med fokus på fryseriet og driften av dette sett opp mot fiskets faser. Dette arbeidet har også vært delfinansiert av Fiskeridirektoratet.

Masteroppgaver (2023)

Utvikling av en konsentrasjonsprosess for å spare restråstoff og prosessvann for sirkulær økonomi (Faraz Neakakhtar)

Begrensede fiskeressurser og forbedret utnyttelse av fiskeslam har reist bekymringer om bærekraftig forbruk og produksjon av ressurser. Verdens fiskerier produserer 20 millioner tonn restmateriale hvert år. Konvertering av disse råmaterialene til produkter med høyere verdi har blitt et globalt mål, også for land som Norge. Innen oppdrettsindustrien utgjør blodvannet opptil 9% av det totale restmaterialet. Utslipp av dette blodvannet fra slakterier er ikke tillatt i henhold til norsk lov, og det kreves derfor implementering av passende renseteknologi. Forskjellige konsentrasjonsprosesser, som mekanisk dampkompresjon, termisk dampkompresjonssystem og frysekonsentrasjon, kan benyttes som renseteknologi for å konsentrere proteinet som er oppnådd fra blodvannet og resirkulere det rene vannet tilbake i prosessen. Det ble gjennomført en energi- og kostnadsanalyse av disse konsentrasjonsprosessene. I tillegg ble det gjennomført eksperimenter for å undersøke de reologiske egenskapene til fiskeproteiner. En frysekonsentrasjonsprosess i labbskala ble deretter designet, konstruert og testet for å forbedre utnyttelsen av fiskeslam, og sikre høy renhet av krystaller (opptil 99,7%) og proteinutbytte. Separate eksperimenter ble utført på to sentrale



prosesser for frysekonsentrasjon: krystallisering og separasjon av iskrystaller. Teknikker som vakuumfiltrering, sentrifugering og vaskesøyler ble brukt for separasjon av is. Til slutt blir et teoretisk energisystem med bruk av en CO₂-Boostersystem foreslått for å imøtekomme de respektive oppvarmings- og kjølebehovene.

Bruk av en ny totrinns fordamper i vekselstrømsapplikasjoner, inkludert TES (Lukas Köster)

Den tidligere undersøkte konfigurasjonen av totrinnsfordamperen ble i denne omgangen brukt sammen med en isvannkrets til mulig AC / klimakjøling i for eksempel fiskeproduksjonsanlegg. Det vannbårne systemet inkluderer lagring av kulde ved hjelp av en kaldtvannstank og en is-tank. Systemoppsettet gjør det mulig for det vannbaserte systemet å operere i 15 ulike driftsmoduser, noe som gir stor driftsfleksibilitet. For analysen av det vannbårne systemet, inkludert den nye totrinnsfordamperen, ble det laget en modell i Modelica, som kan brukes til å simulere forskjellige behov for klimakjølingsdelen og resten av anlegget. Resultatene viser at implementeringen av kuldelaagret i kombinasjon med den totrinns fordamperkonfigurasjonen gjør det mulig å flyttebelastningen av kuldeanlegget pga. behovet til klimakjøling fra topplastperioden til lavlastperioden. Dermed oppnår systemet mindre topplast (eller har mer kapasitet til kjøling av fisken) og lastforskyvning ved å bruke den nye totrinnsfordamperen i kombinasjon med termisk energilagring.

Ideer til nye prosjekter

Low-temp TES

Tidligere i år sendte vi inn en KSP-søknad til forskningsrådet om utvikling av termisk energilagringssystemer vi lave temperaturer (-50°C). Vi fikk dessverre ikke prosjektet, men skal sende inn den igjen ved neste mulighet i Norge. Vi har også sendt en tilsvarende søknad til EU.

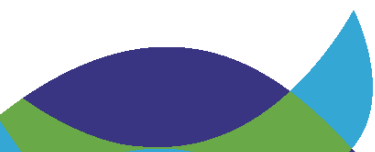
Slurry/RSW om bord i små fiskebåter

Vi har gjort undersøkelser om muligheter for slurry- eller RSW-anlegg i små fiskebåter. Det er ikke så mange av de aller minste fiskebåtene som har kjølesystemer om bord, men hvis de har det kan holdbarheten på produktene forlenges med flere dager. Dette har man bl.a vist i det FHF-finansierte prosjektet ([Utvikling og implementering av et system for optimal utblødning og kjøling av råstoff om bord i kystfiskefartøy](#)), hvor bl.a. PTG deltar. SINTEF Ocean har også sendt inn et forslag til neste års handlingsplan for [FHF](#), for å sette mer søkelys på denne tematikken.

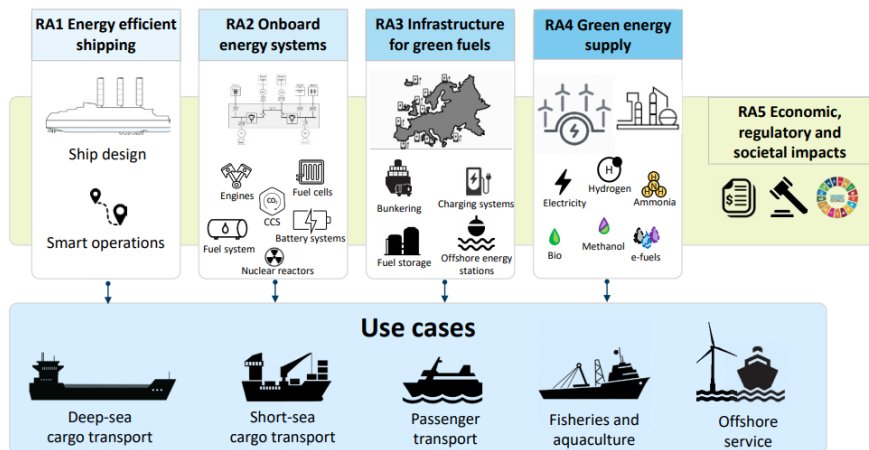
Forskningscenter for Miljøvennlig Energi

SINTEF er med på med flere søknader om å få nye FME-er, Forskningscenter for miljøvennlig energi ([FME](#)). Søknadsfrist til Forskningsrådet er i november og vi samler innspill knyttet til hva industrien anser å være viktige problemstillinger. To av initiativene er relevante for aktører innenfor fiskeri- eller havbruks industrien:

- *Energiomstilling i maritime sektor.* Som vises i figuren nedenfor, er fiskefartøy tenkt å bli et "user case". For mer info, kontakte Cecilia: cecilia.gabrielii@sintef.no eller 40623710.



FME Maritime Energy Transition



- cEFF - Norwegian research centre for industrial energy efficiency. Dette er en fortsettelse av [FME HighEff](#). Det ser på energieffektivisering av landbasert industri, men vil ha mange synergier for maritim næring. For mer info, kontakt Tom Ståle: Tom.S.Nordtvedt@sintef.no eller Kristina: Kristina.Widell@sintef.no.

Prosjektdeltakere

Ledergruppa (Management group)

- SINTEF Ocean
- NTNU
- SINTEF Energy

Referansegruppa industri (Industrial reference group)

- MMC First Process
- Selvåg Senior/Sørheim Holding
- Danfoss
- Perfect temperature group (PTG)
- Gasnor
- Bluewild
- Isotherm (fra USA)

Referansegruppa internasjonalt/vitenskapelig (Scientific reference group)

- International Institute of Refrigeration
- London South Bank University
- Johnson Controls Denmark

Finansiering

- Norges forskningsråd ENERGIX (80% av totalt budsjett)
- Industripartners (20% av totalt budsjett)

Kristina N. Widell

918 93 026

kristina.widell@sintef.no

