

Kjøling av laks;

- når og hvordan skal det gjøres ?

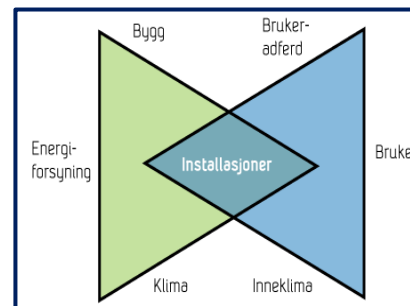
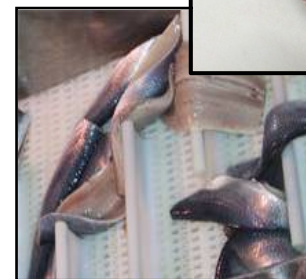
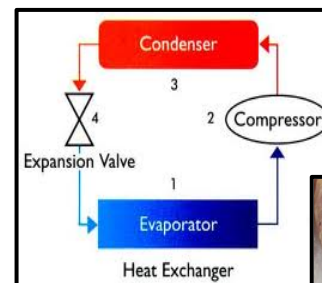
Tom Ståle Nordtvedt, Seniorforsker SINTEF Energi AS

Agenda

- Kort presentasjon av SINTEF Energi AS
- Kjøling – litt teori
- Kjøling av laks – hvordan kan det gjøres.
- Kjøling av laks – hvor lang tid tar det.
- Eksempler
- Oppsummering og spørsmål.

Skal være et ledende teknologisk forskningsmiljø og premiss-leverandør i effektiv energiutnyttelse for industri og bygninger

- Industrielle produksjonsprosesser og komponenter for varmepumpende systemer
- Varmeintegrasjon
- Energiforsyning til bygninger
- Tekniske installasjoner i bygg
- Inneklima og ventilasjon
- Kuldeteknikk
- Effektiv produksjon – kjøling, tørking



Eksempler på prosjekt

- **Lønnsom Foredling** – Superkjøling av fisk og kjøtt og online kvalitetsmåling
- **Temperaturstyring fra fangst til marked**
- **CREATIV** – Energieffektivisering i industrien
- **Rasjonell Klippfiskproduksjon** – Energieffektivisering i klippfiskindustrien
- **Superfrys** – lavtemperatur frysing og lagring av fet fisk
- **FRISBEE** – kuldekjeden for matvarer i Europa
- **ZEB** – Zero Emission Buildings
- **Supermarked** – energieffektive løsninger for kjøling, ventilasjon, HVAC
- **Pelagisk innfrysing** – raskere, bedre, større

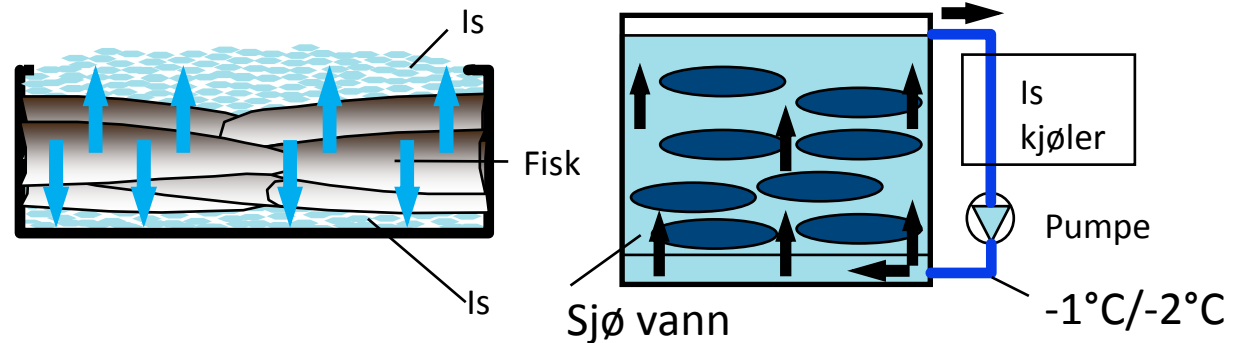
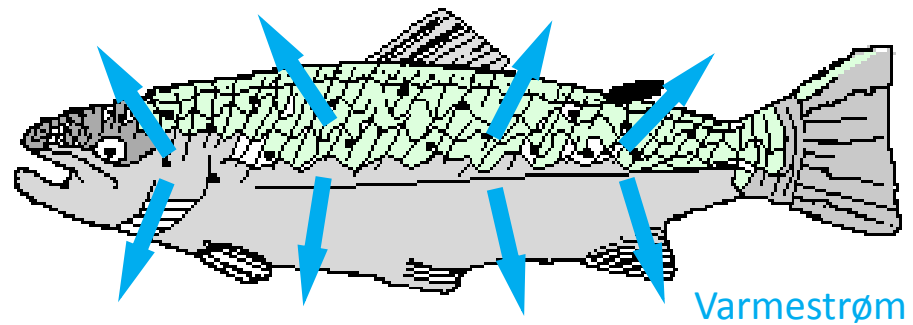


CREATIV

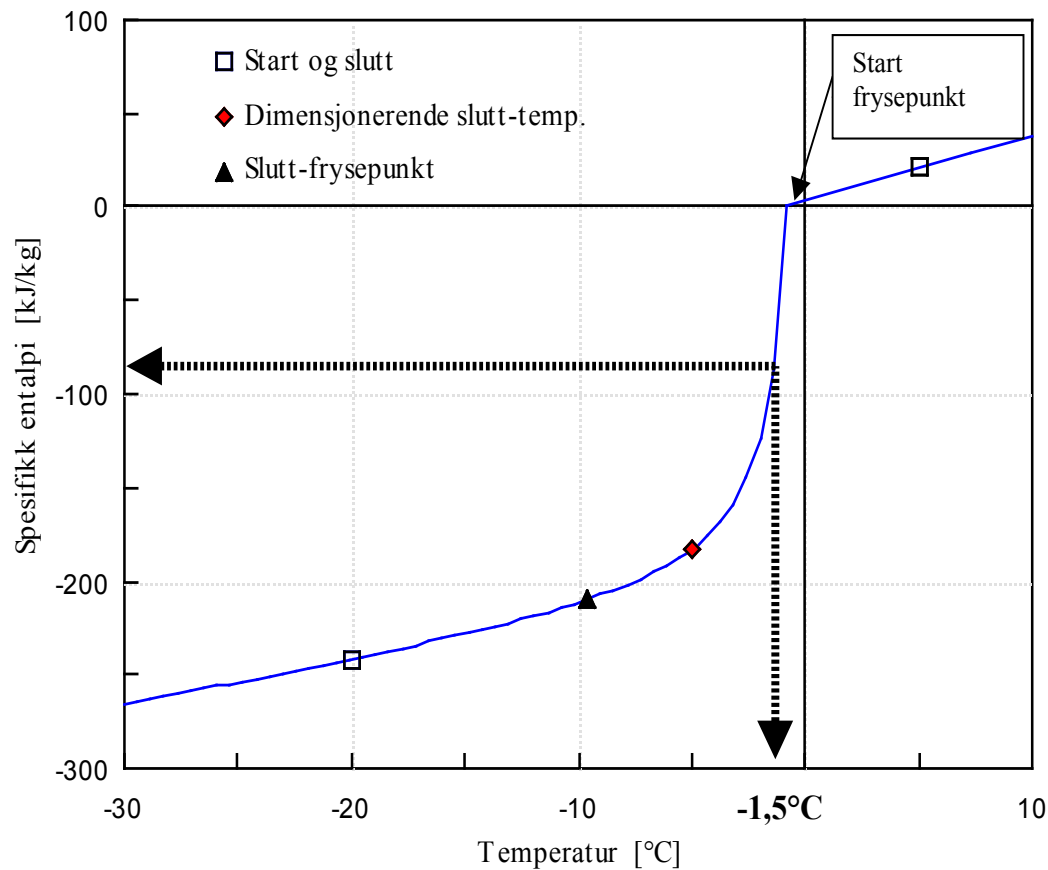


Kjøling av laks – litt teori.

- Kjøling bestemmes av temperaturdiffereanse og varmeovergang
- Varmeledning og tykkelse
- Eksponert areal

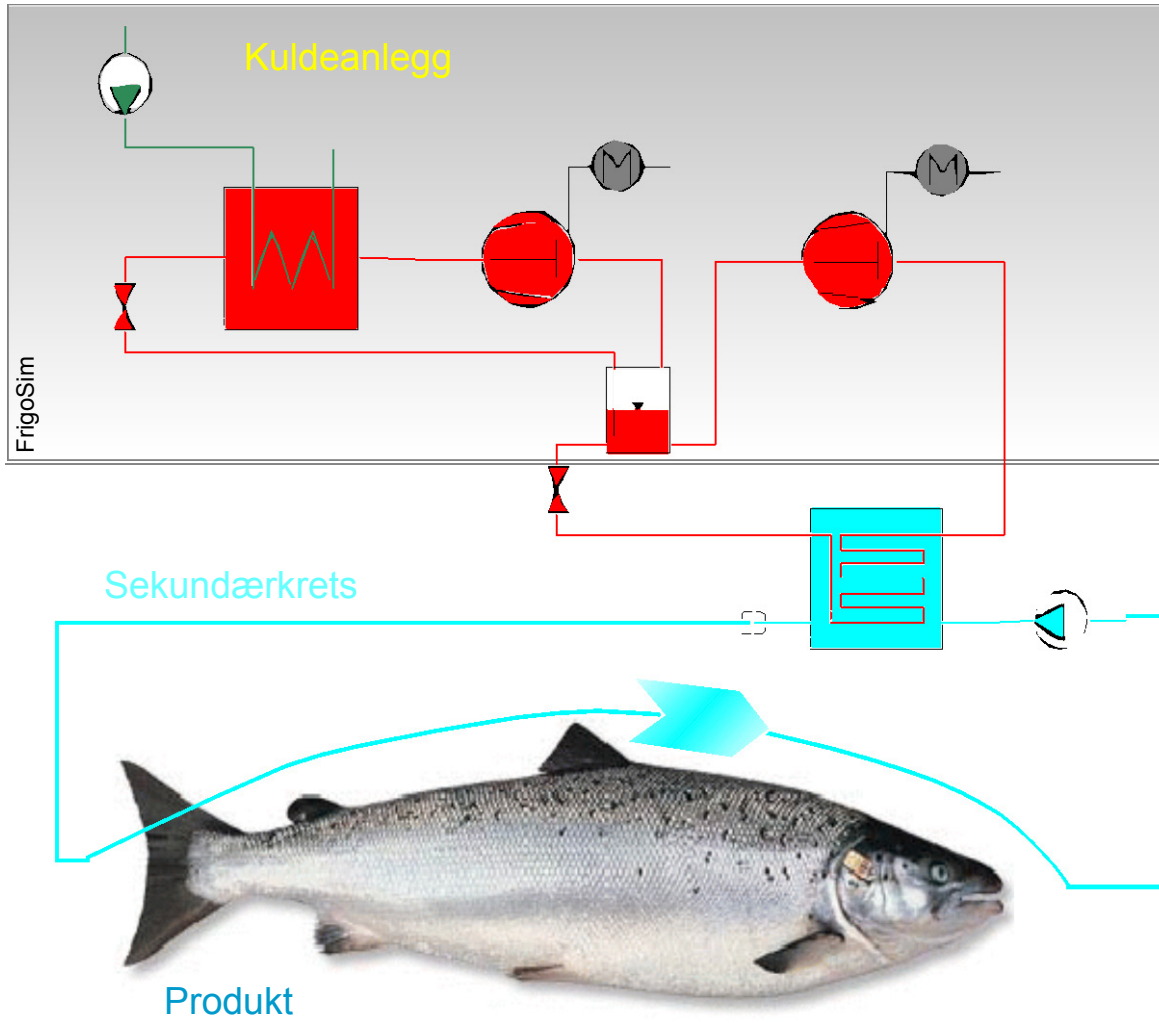


Entalpi for laks



Ved $-1,5^{\circ}\text{C}$ er ca 30% av laksen frosset vann

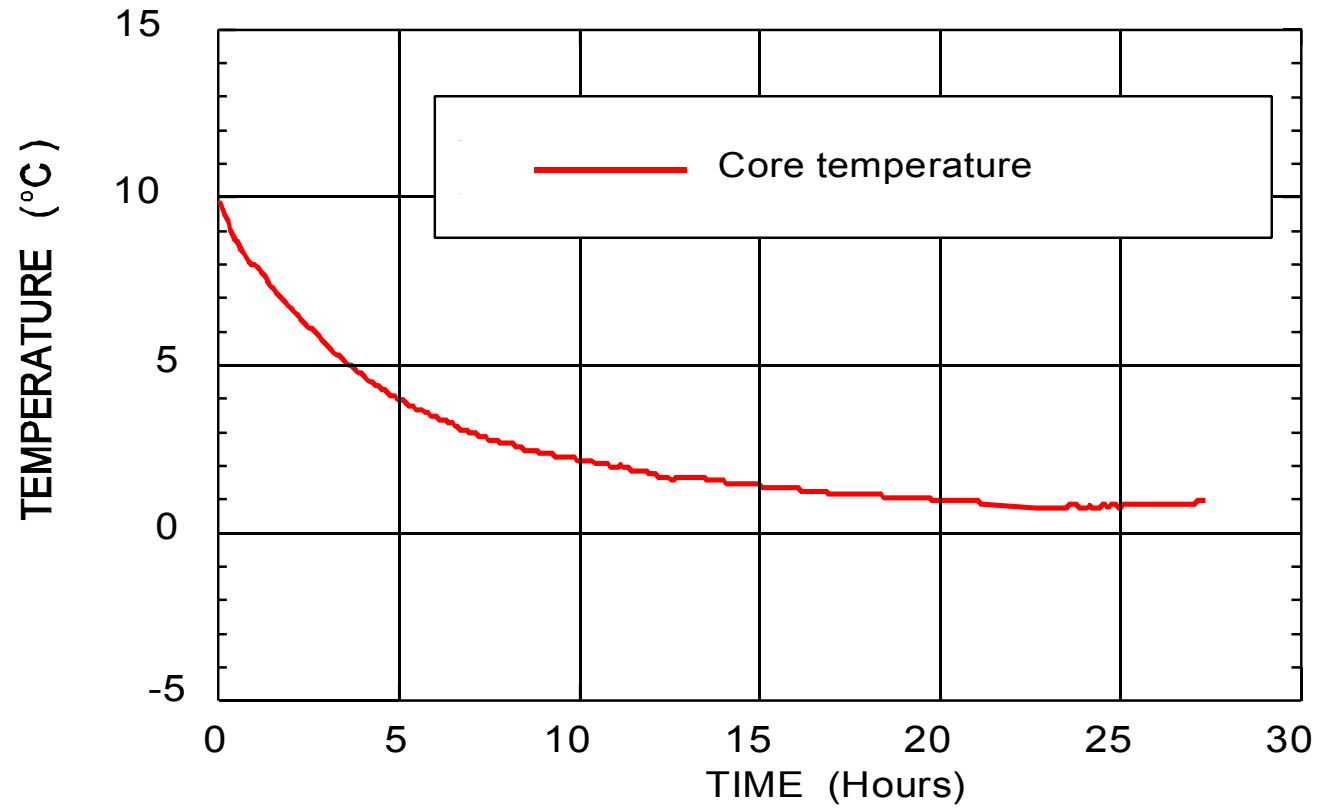
Dynamisk samspill mellom utstyr og produkt



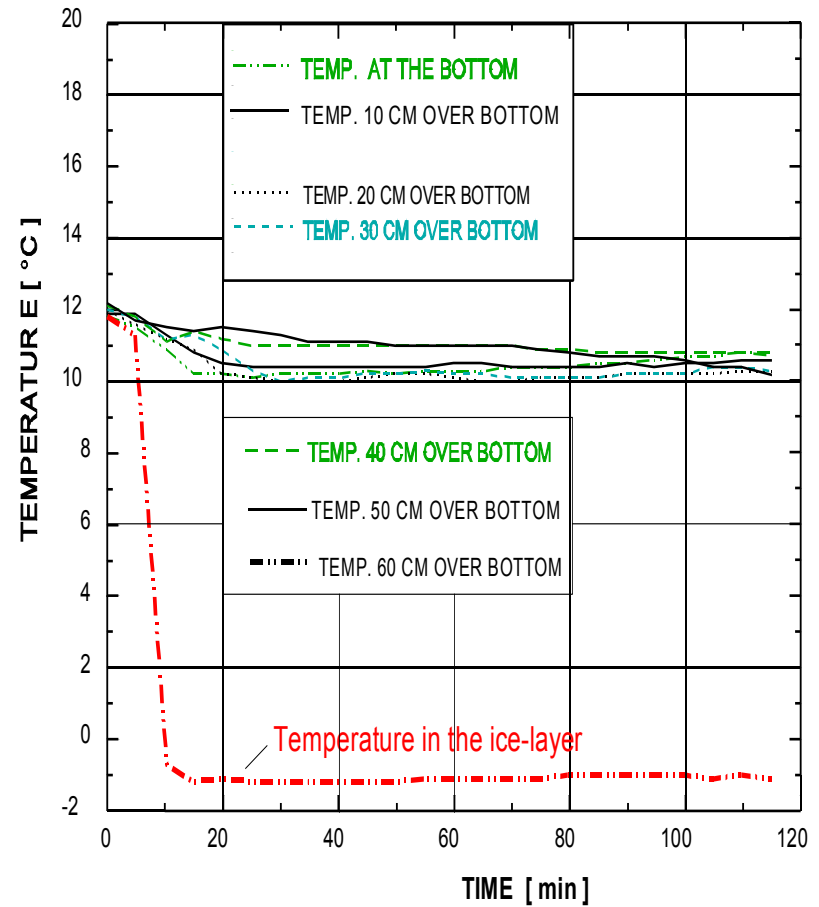
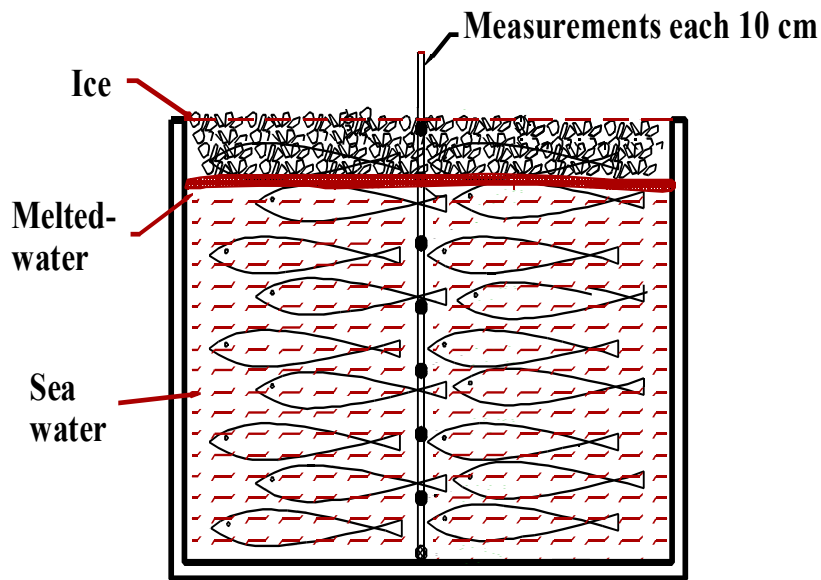
Prosess- modellering og -simulering

- Hvor skal man kjøle? Effekt på;
 - produksjonsprosesser
 - logistikk
- Hvor lav temperatur skal man tilstrebe? Effekt på;
 - Kvalitet, kapasitet og utbytte

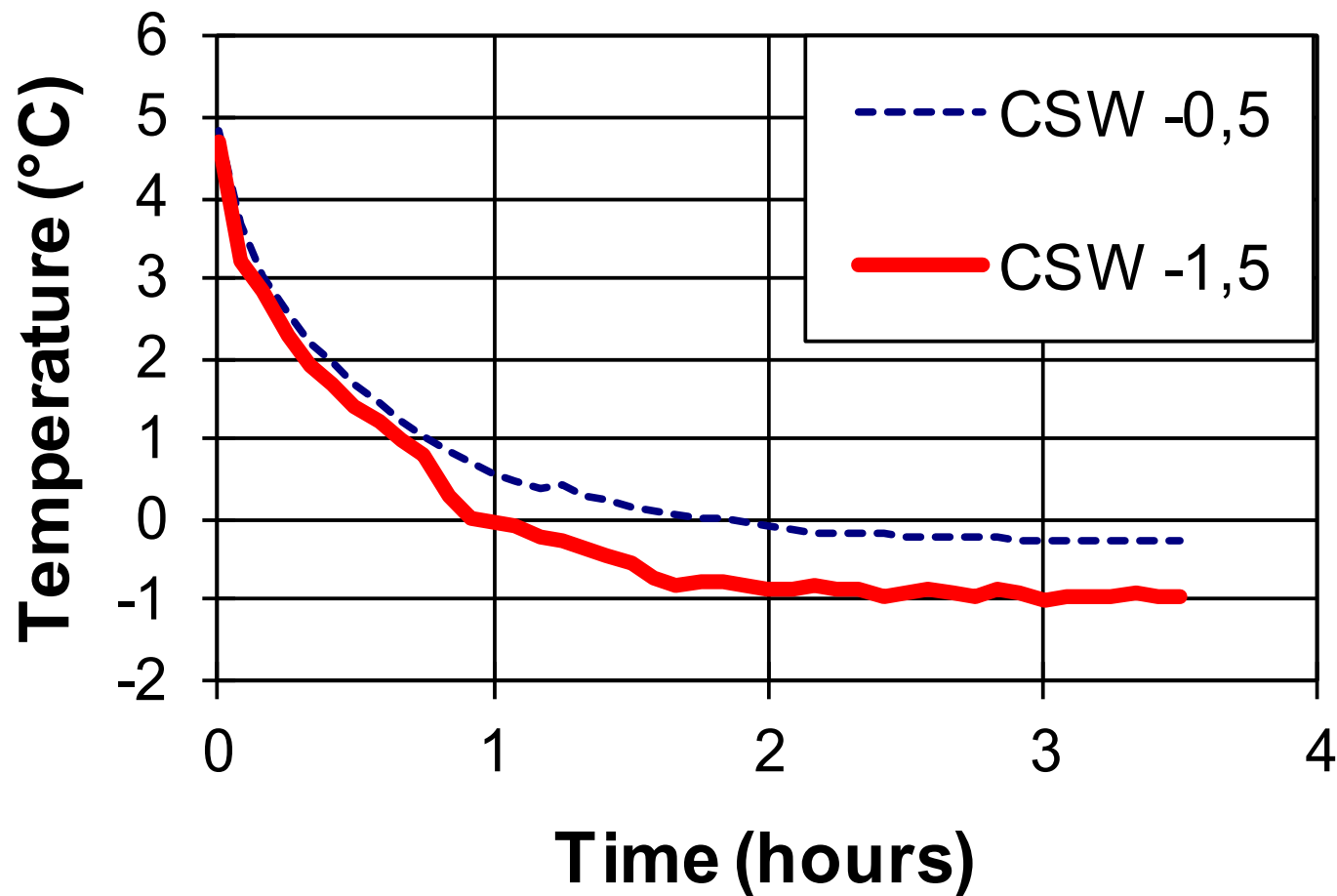
Kjøling av 4 kilos sløyd laks i kasse med is



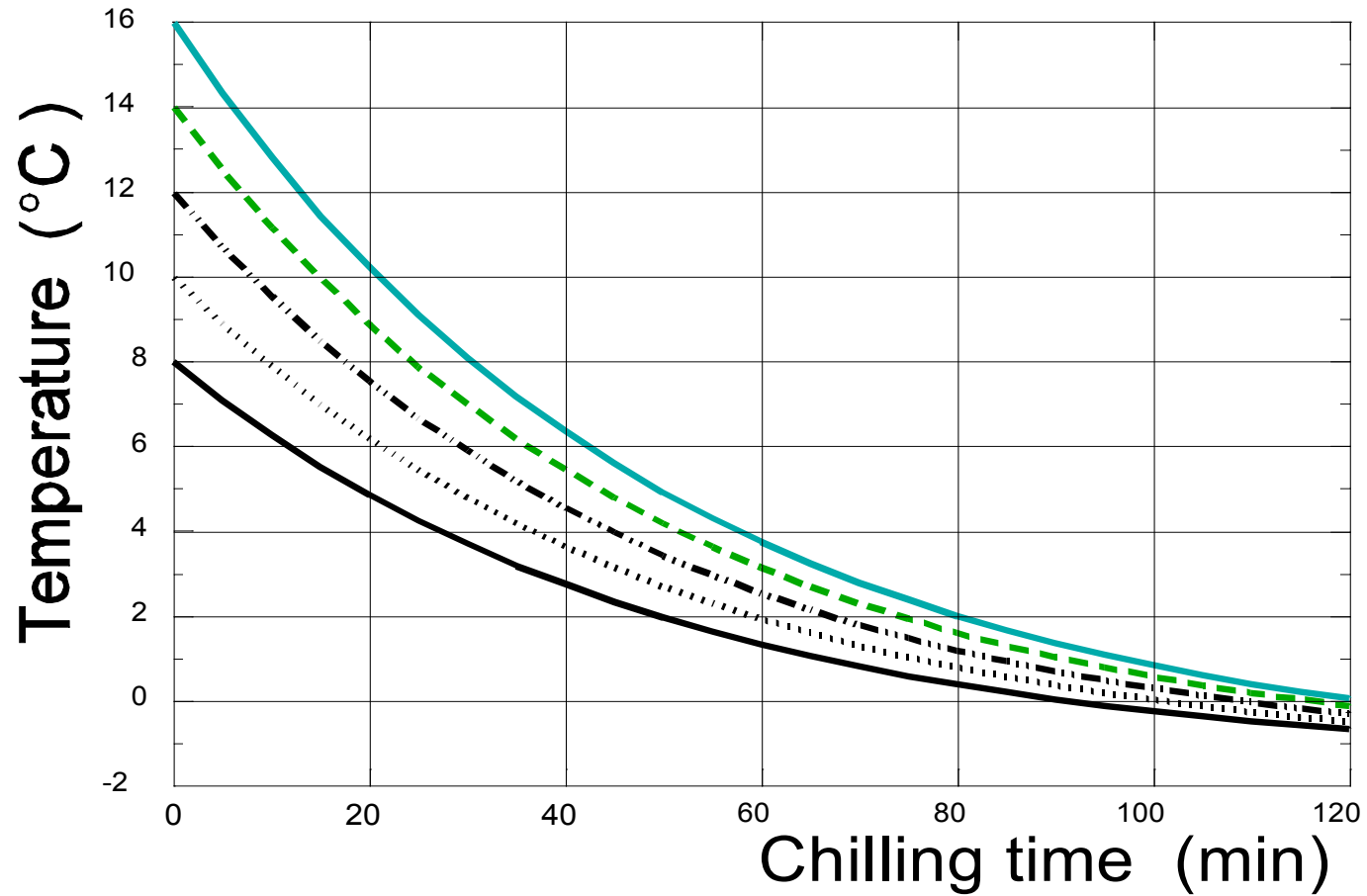
Kjøling av laks i 1000 liters kar med sjøvann is uten omrøring



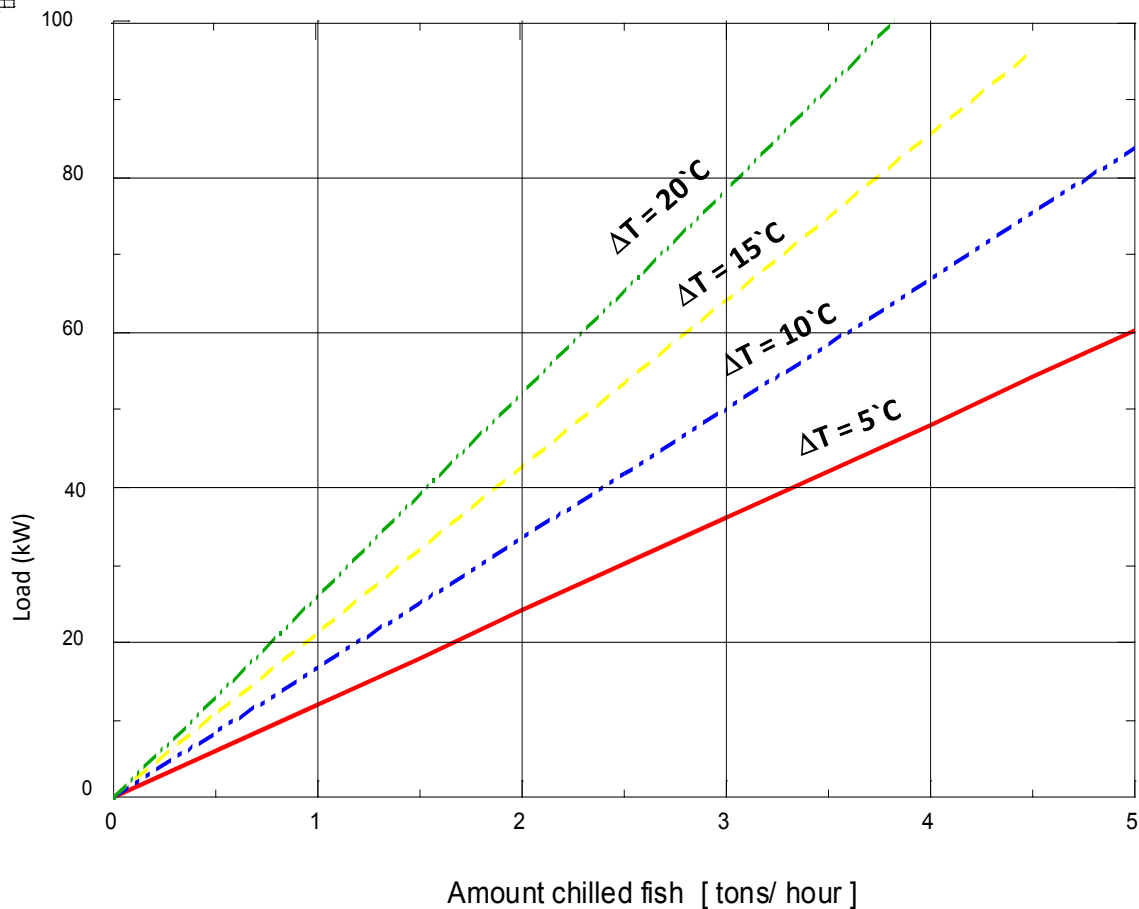
Kjøling i is vann med omrøring



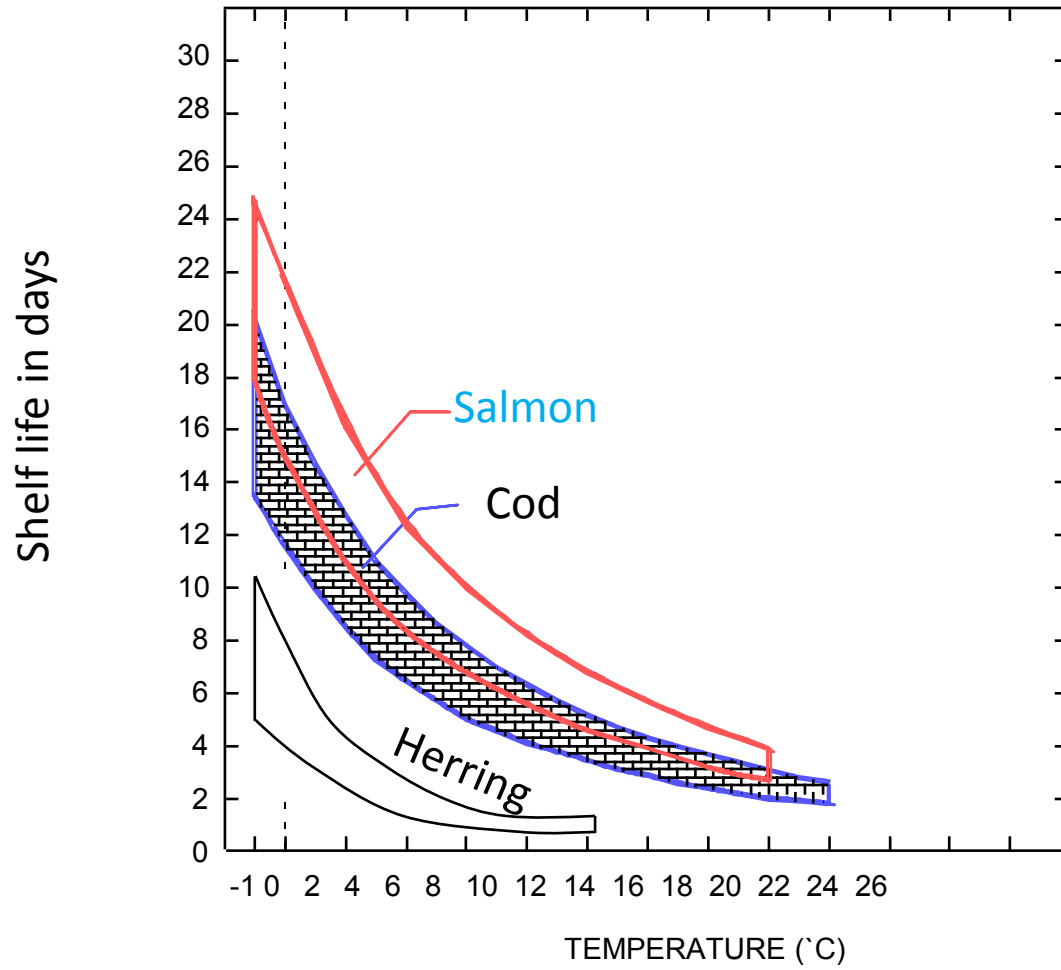
Kjøletid for 4 kilos laks i RSW



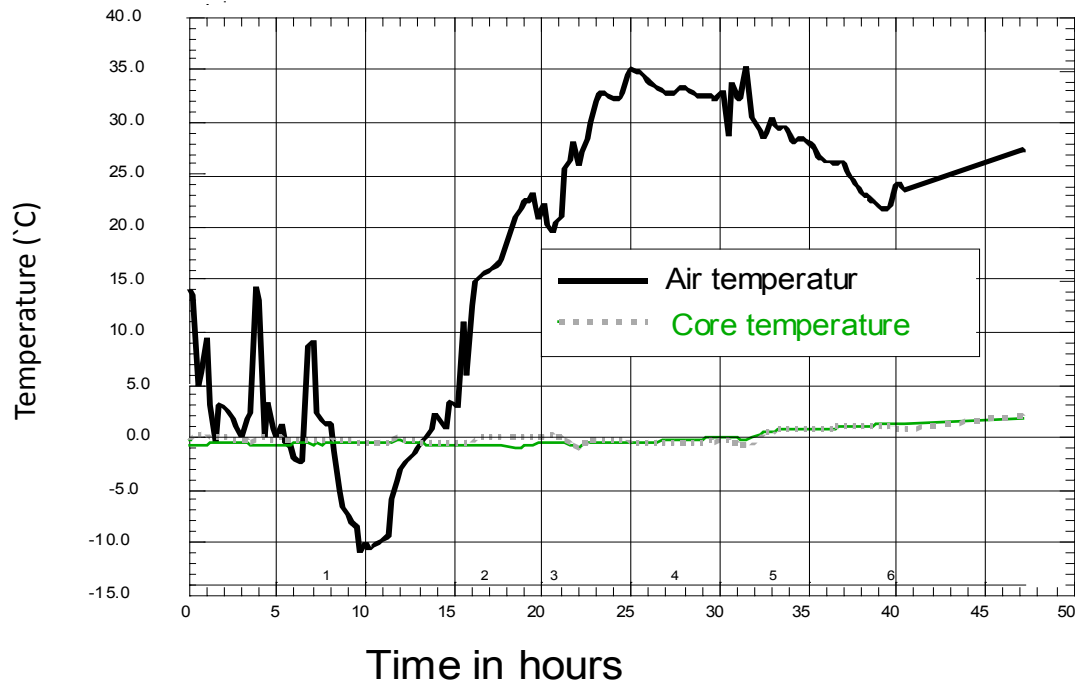
Kjølekapasitet som funksjon av mengde fisk (tonn) per time.



Praktisk holdbarhet for noen fiskeslag.



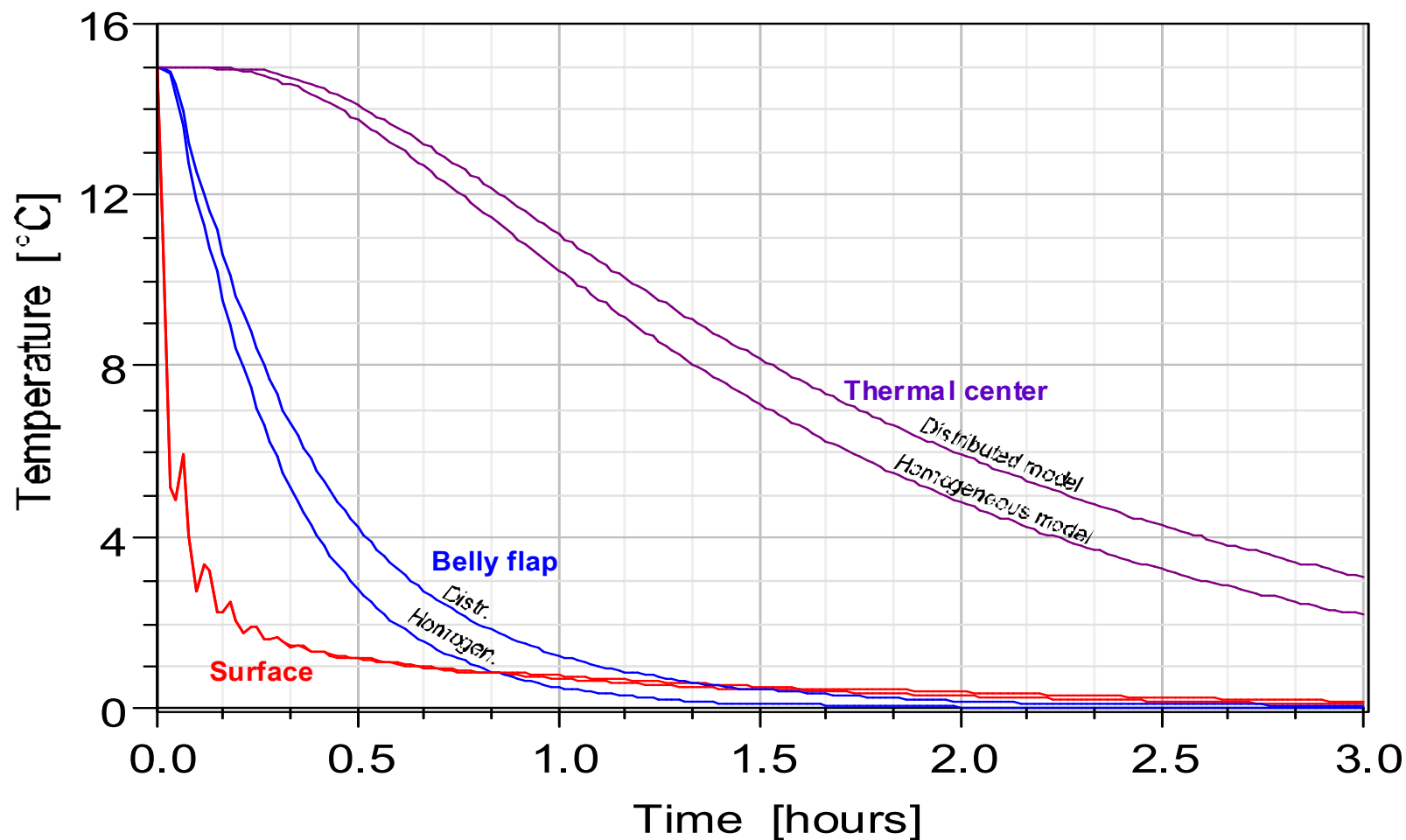
Temperature from transport of salmon from Norway to Boston (USA)



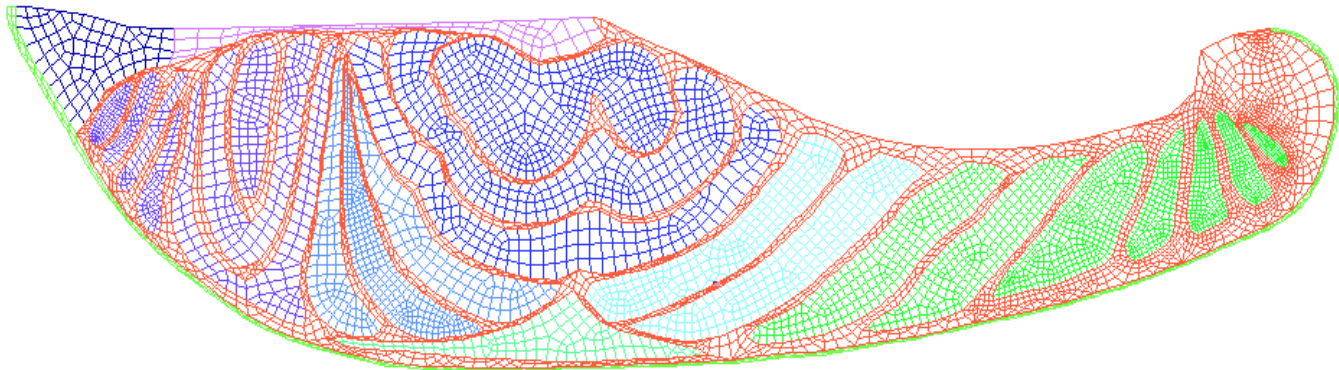
KJØLING – vanskeligere enn frysing !

- * **TEMPERATUR DIFFERANSEN**
 - er begrenset for å unngå frysing.
- * **TERMISK KONDUKTIVITET**
 - er mindre enn for frossent materiale.
- * **ANALYTISKE BEREGNINGER**
 - av temperatur og varmestrøm er mulig kun for enkle geometrier og grensebetingelser
- * **SIMULERINGER**
 - avhenger av gode verktøy og krever mye tid og datakraft.

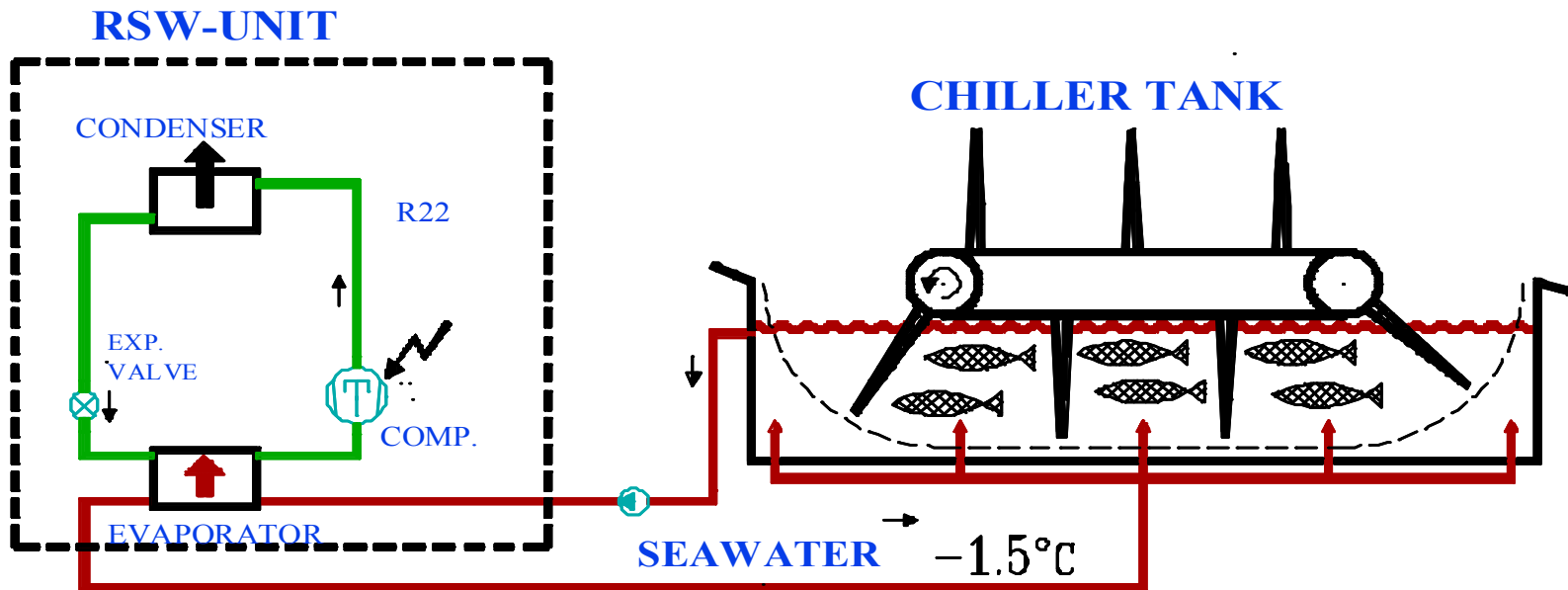
Simulering av temperaturer under kjøling av laks.



Modelling

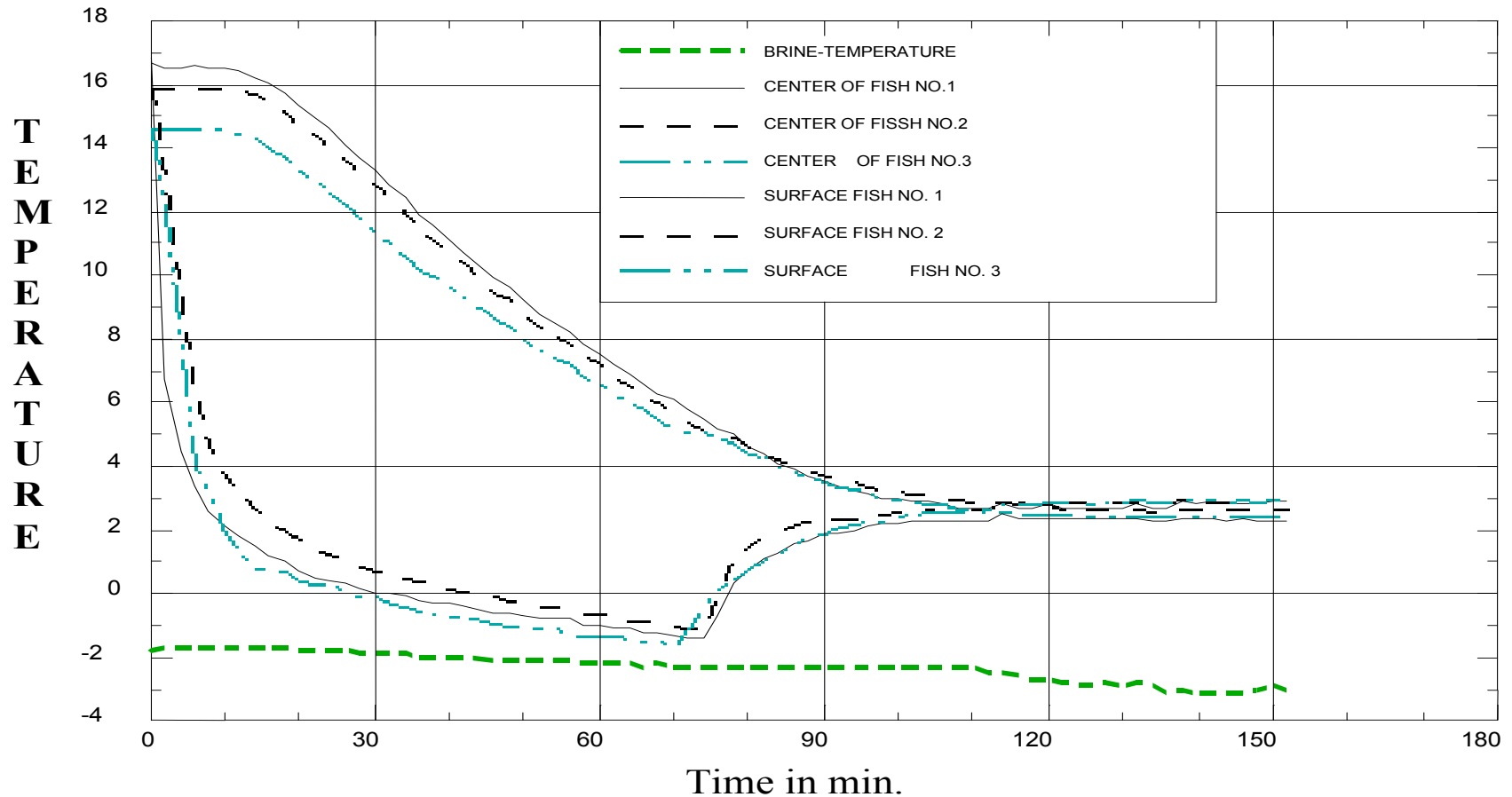


REFRIGERATED SEAWATER (RSW)

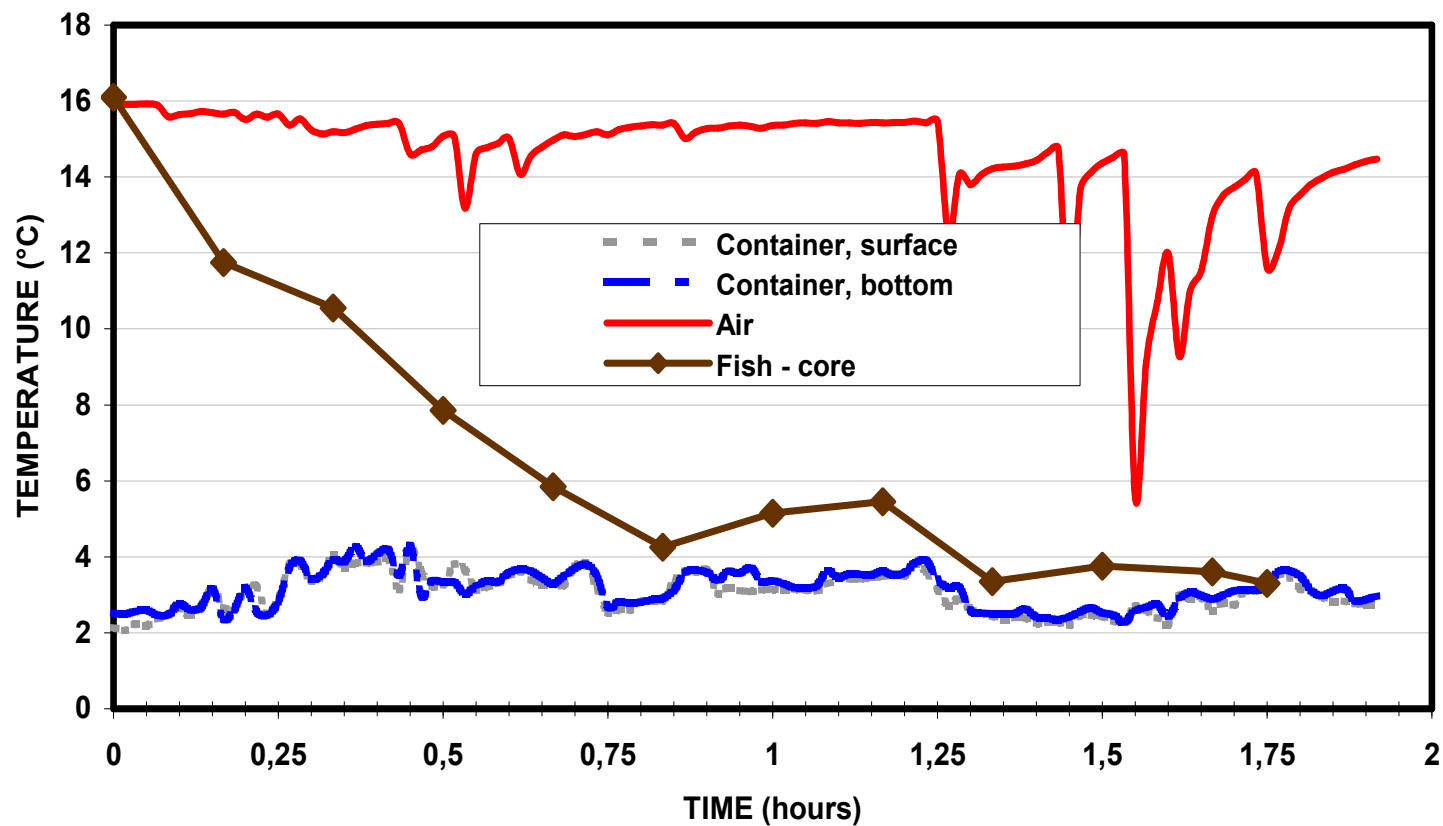


TEMPERATURER UNDER KJØLING AV 3 LAKS

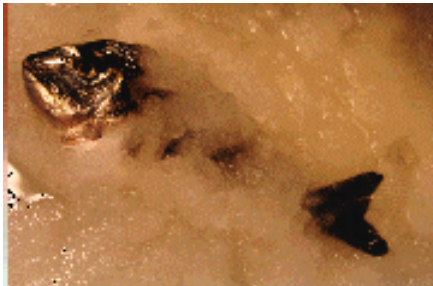
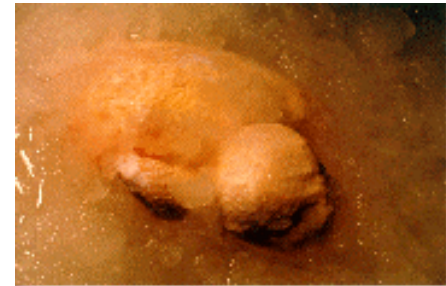
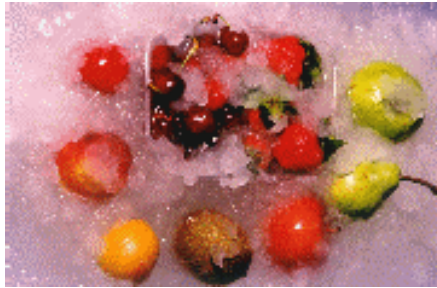
Vekt 4 kg. Vann temperatur -1.5°C til -3.0°C



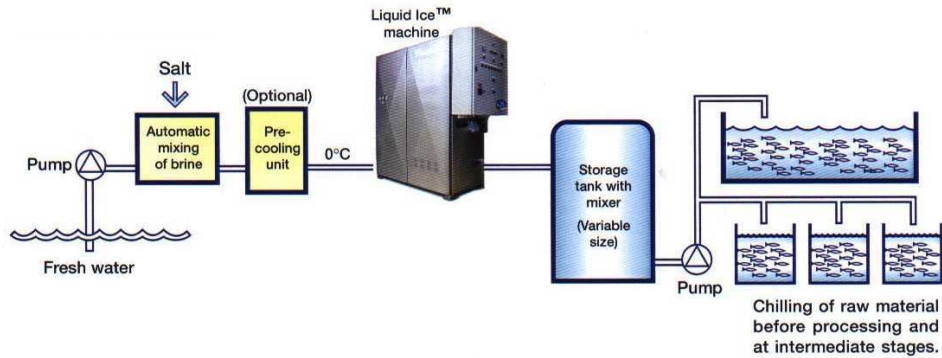
Kjøling av levende laks i sjøvann.



Microcrystalline Ice Slurries as Refrigerating Media

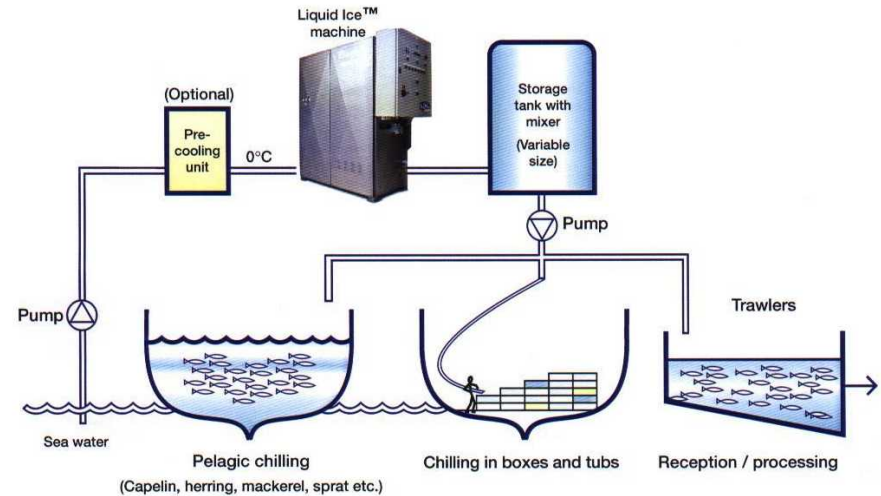


Microcrystalline Ice Slurries as Refrigerating Media

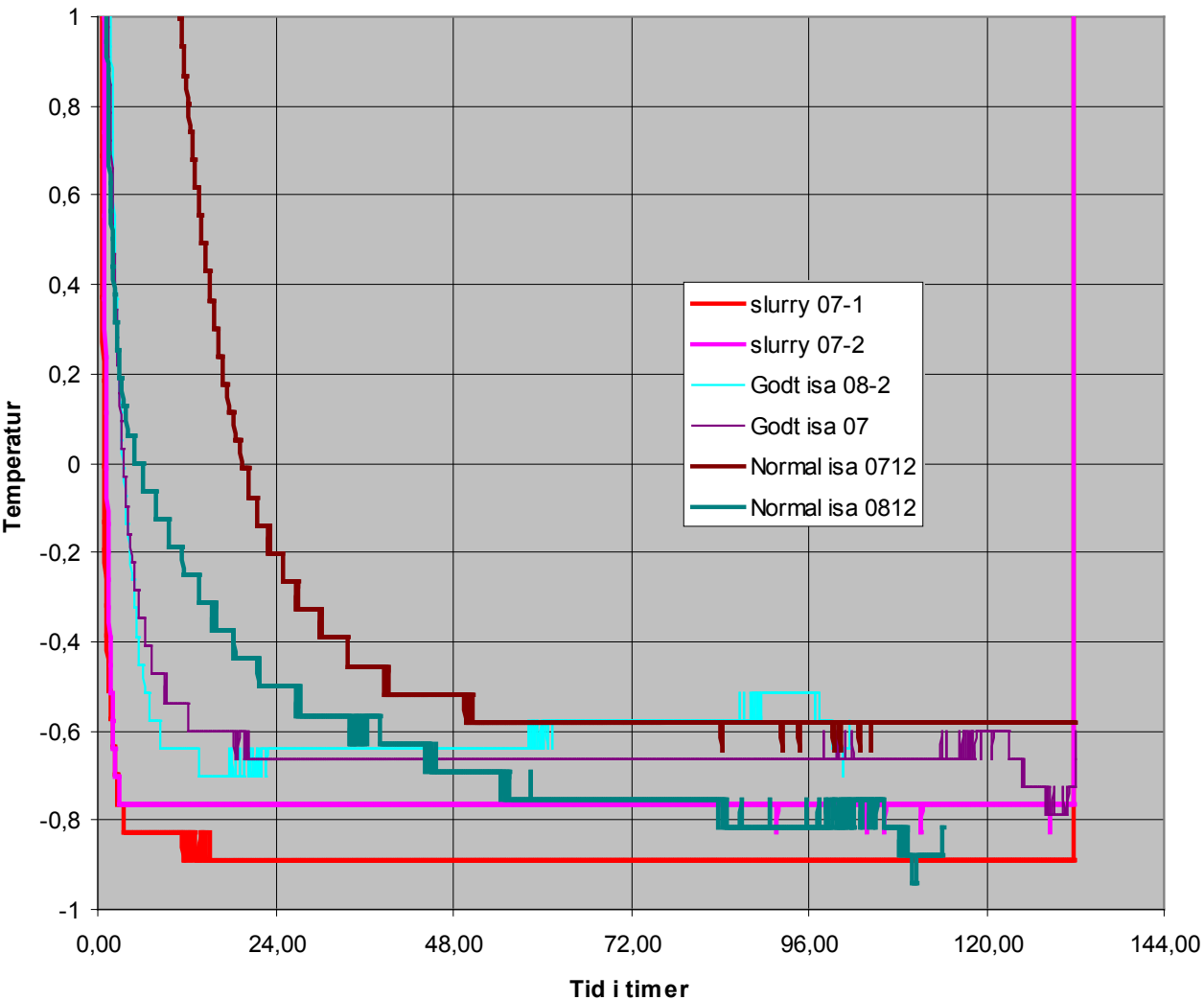


Land-based Systems

On-board Systems



Core temperature in fish.



- Sea temperature was 6 'C
- Aprox. 18 hours faster chilling with ice slurry
- Important if a longer shelf life is the objective

Oppsummering

- Høy kvalitet krever lave temperaturer
- Utfordringen er utvikle et kjølesystem som kjøler raskt og kjøler all fisken.
- Levende kjøling er raskere enn død fisk kjøling.
- Størrelse betyr noe: Mindre fisk og fileter kjøler raskere enn hel stor fisk.
- Viktig å kjøle fisken til ønsket temperatur før den havner i slutteballasjen.

Kuldekjeden for ferskvarer

