Kjøling av laks;
- når og hvordan skal det gjøres ?

Tom Ståle Nordtvedt, Seniorforsker SINTEF Energi AS

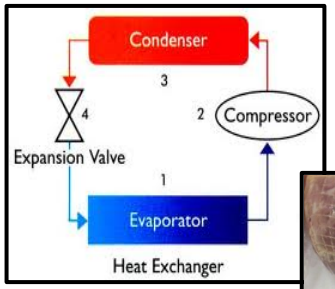
Agenda

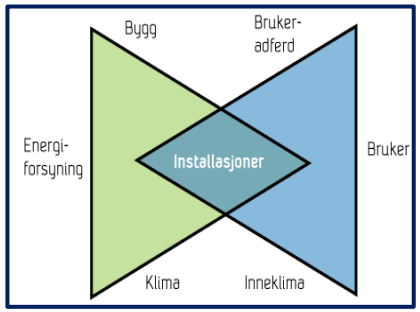
- Kort presentasjon av SINTEF Energi AS
- Kjøling – litt teori
- Kjøling av laks – hvordan kan det gjøres.
- Kjøling av laks – hvor lang tid tar det.
- Eksempler
- Oppsummering og spørsmål.

SINTEF Energi AS, Faglag Effektiv energibruk

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



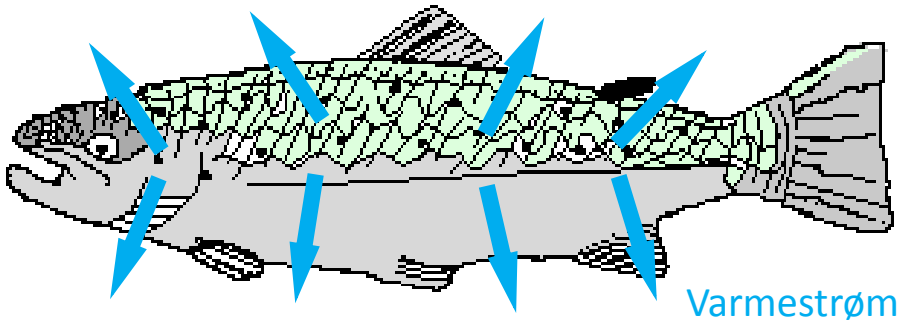


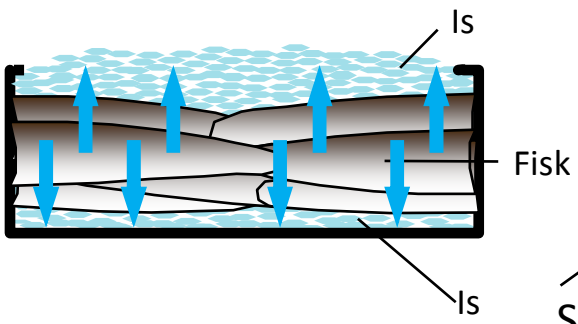
Eksempler på prosjekt

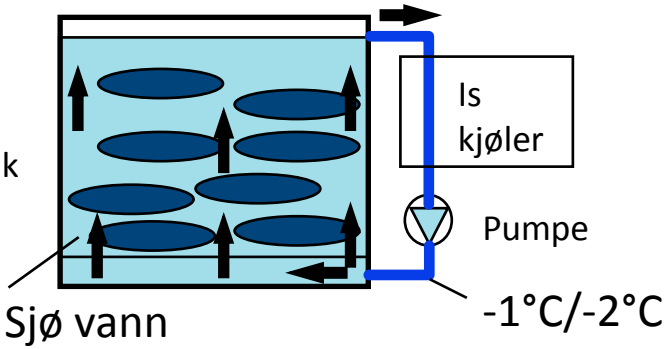
- **Lønnsom Foredling** – Superkjøling av fisk og kjøtt og online kvalitetsmåling
- **Temperaturstyring fra fangst til marked**
- **CREATIV** – Energieffektivisering i industrien
- **Rasjonell Klippfiskproduksjon** – Energieffektivisering i klippfiskindustrien
- **Superfrys** – lavtemperatur frysing 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

Kjøling av laks – litt teori.

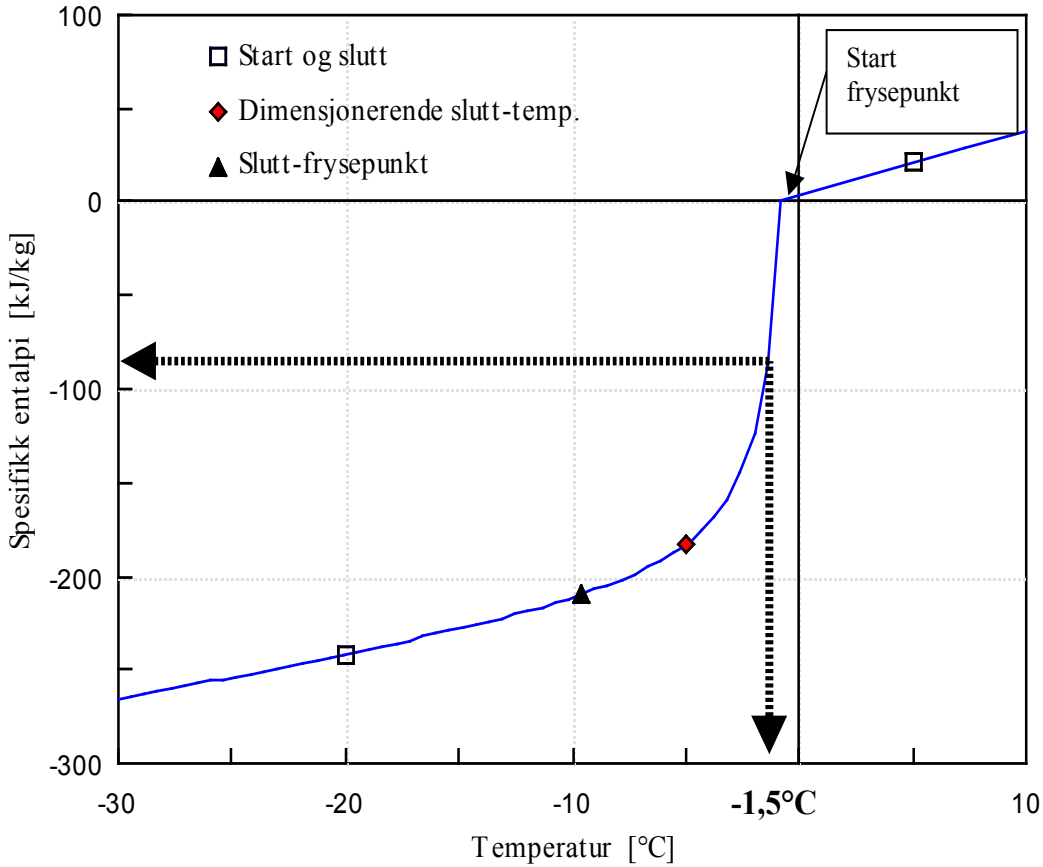
- Kjøling bestemmes av temperaturdiffereanse og varmeovergang
- Varmeledning og tykkelse
- Eksponert areal





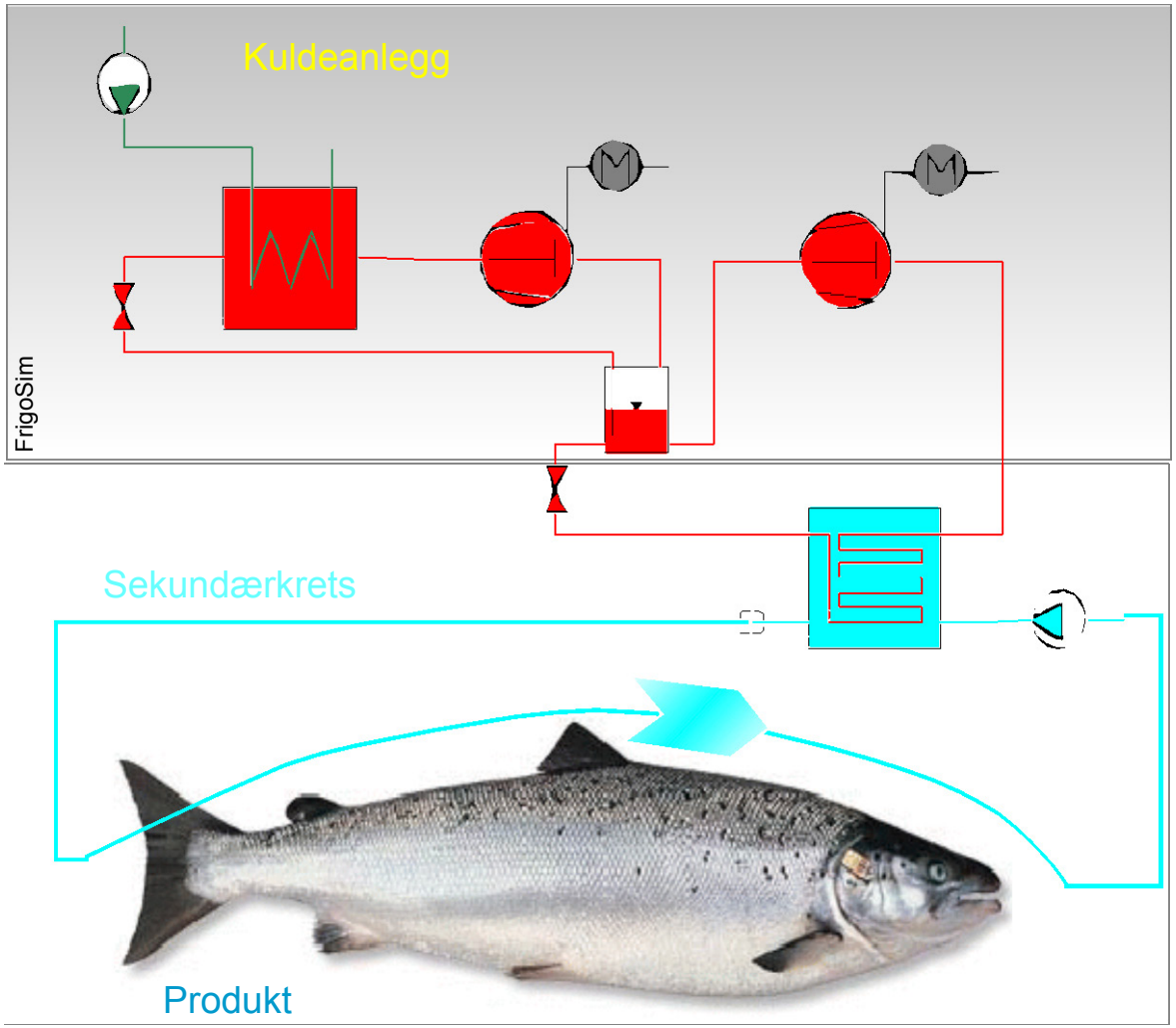


Entalpi for laks



Ved -1,5°C er ca 30% av laksen frosset vann

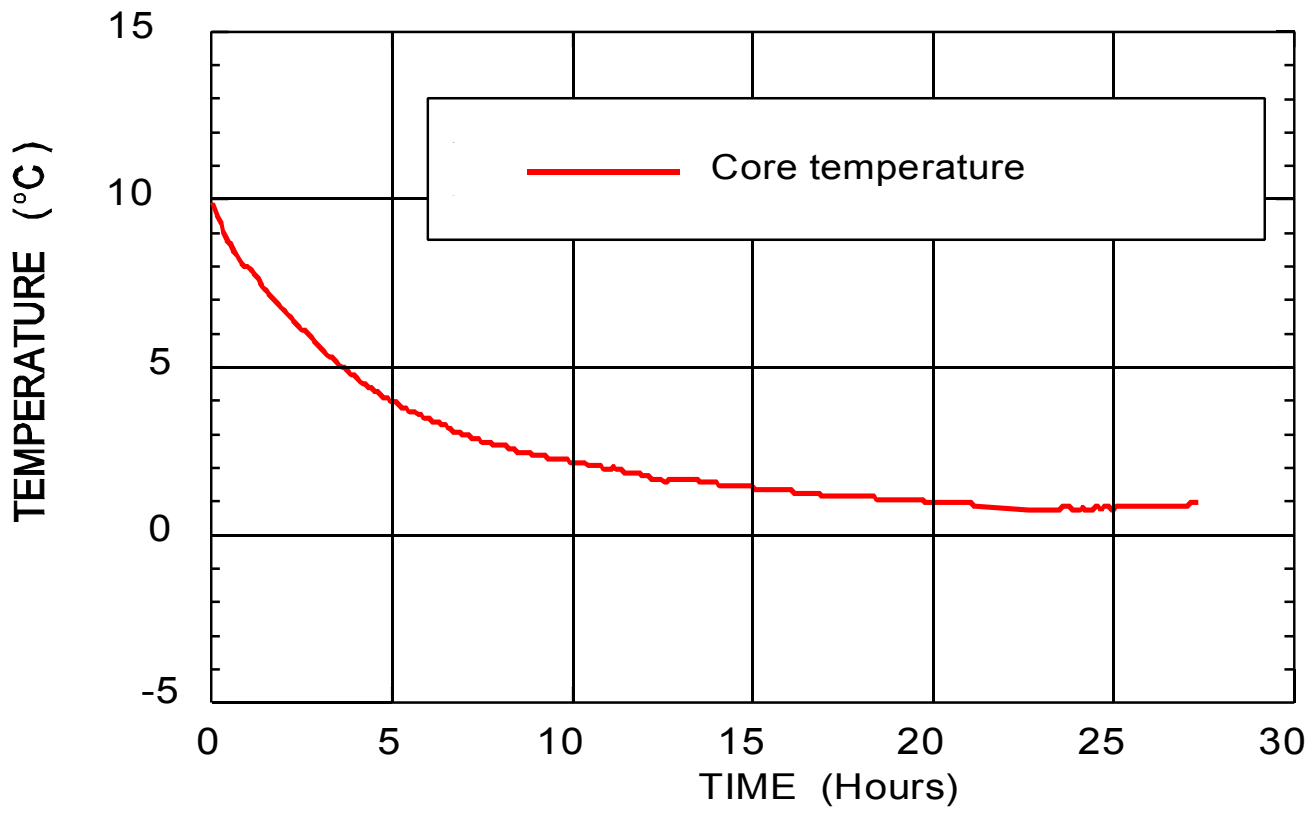
Dynamisk samspill mellom utstyr og produkt



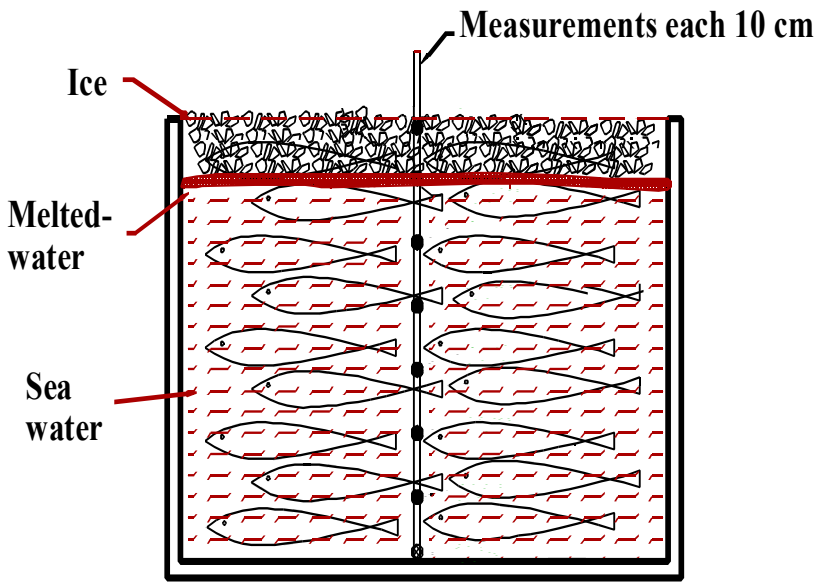
Prosess-modellering og -simulering

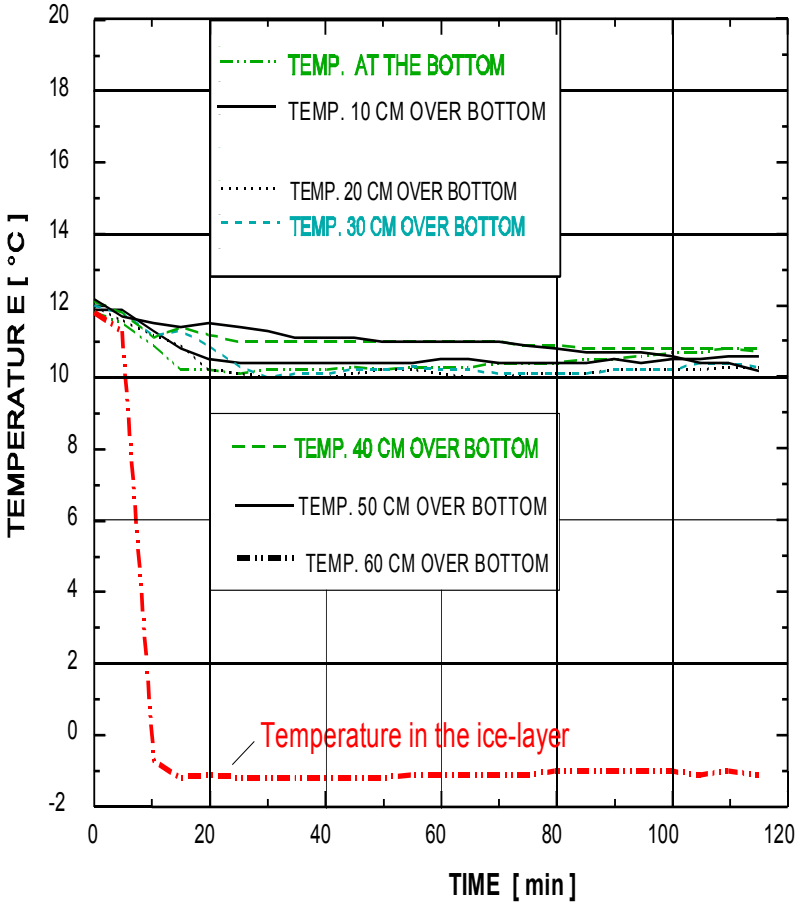
- Hvor skal man kjøle? Effekt på;
  - produksjonsprosesser
  - logistikk
- Hvor lav temperatur skal man tilstrebe? Effekt på;
  - Kvalitet, kapasitet og utbytte

Kjøling av 4 kilos sløyd laks i kasse med is

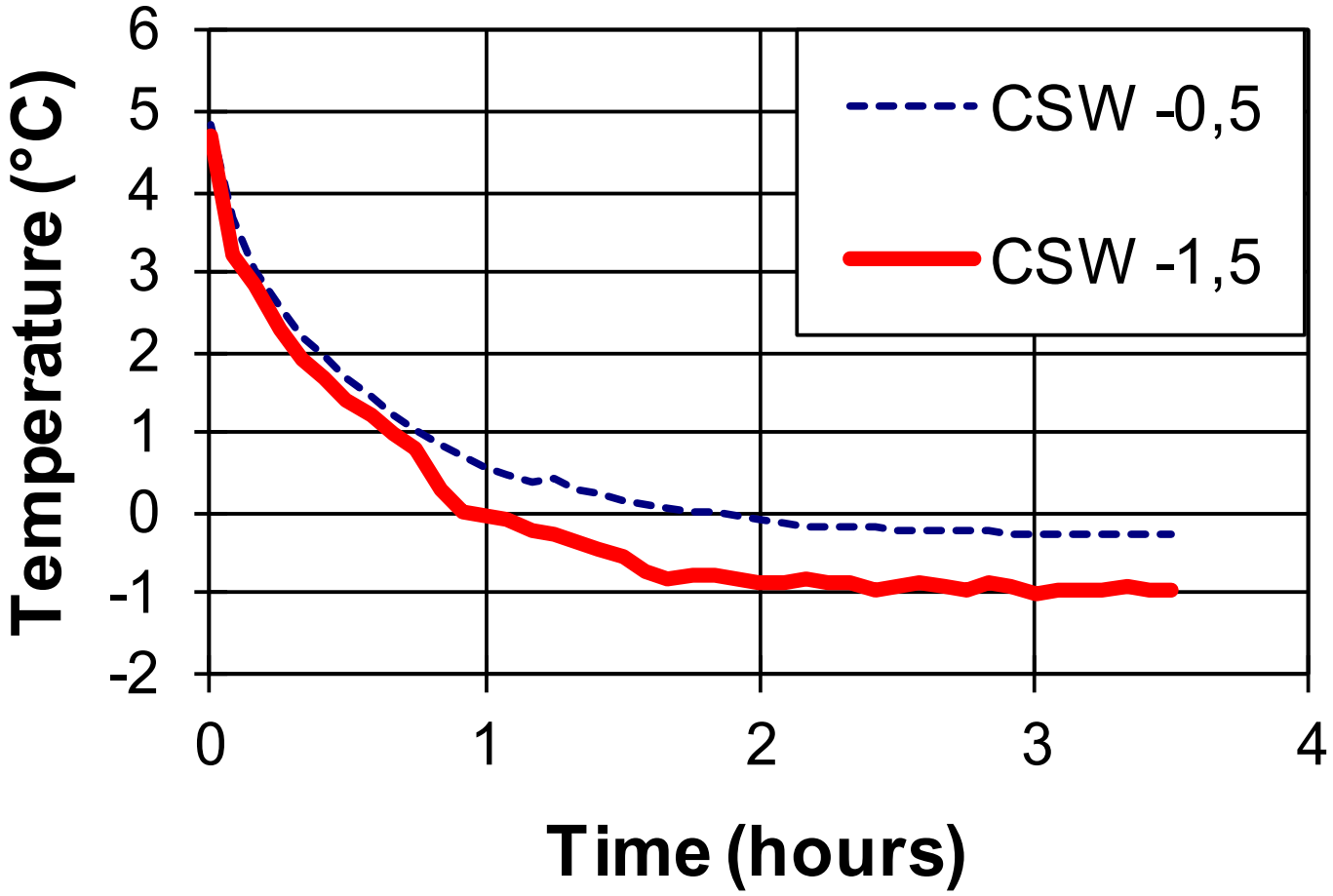


Kjøling av laks i 1000 liters kar med sjøvann is uten omrøring

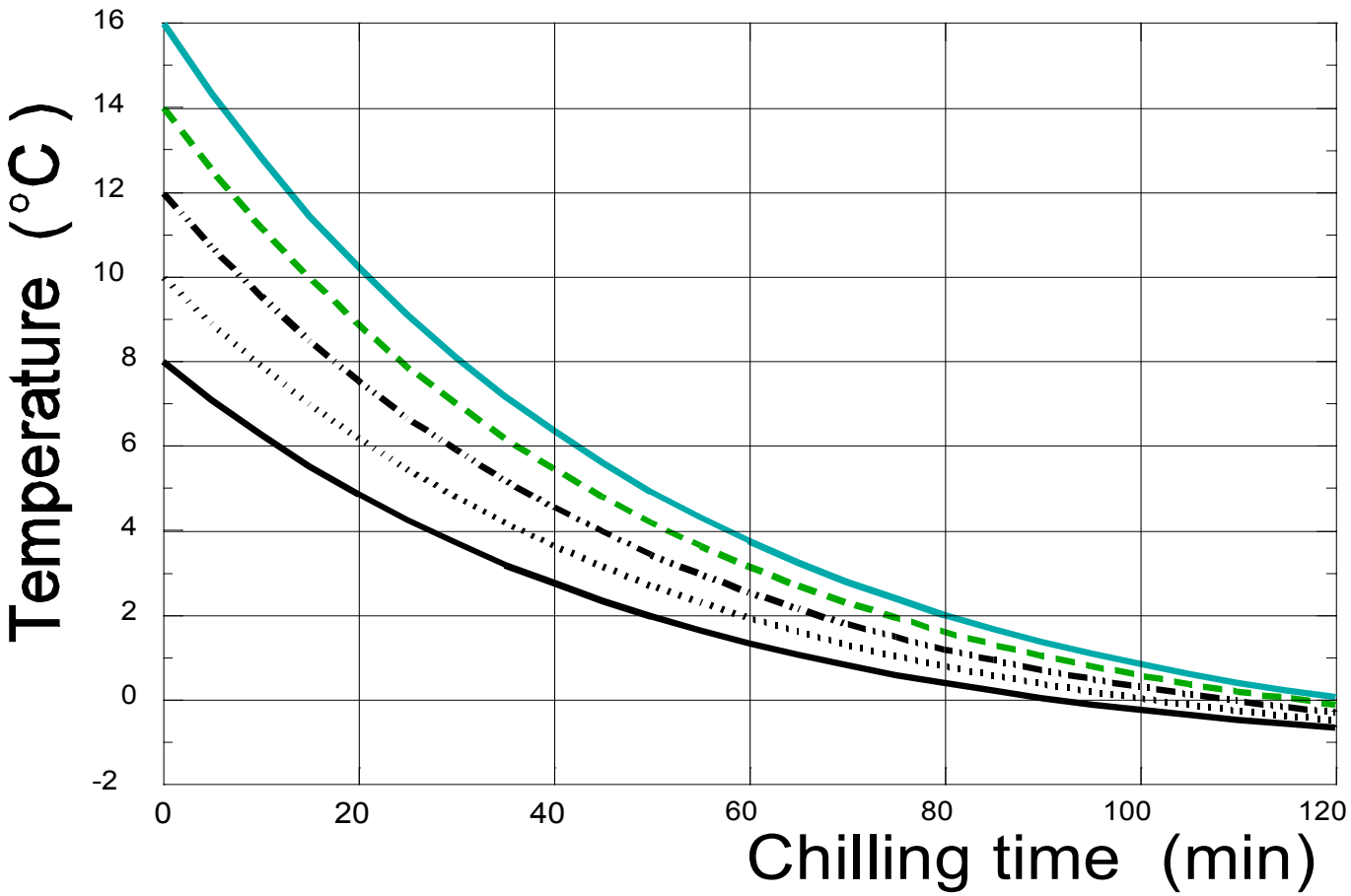




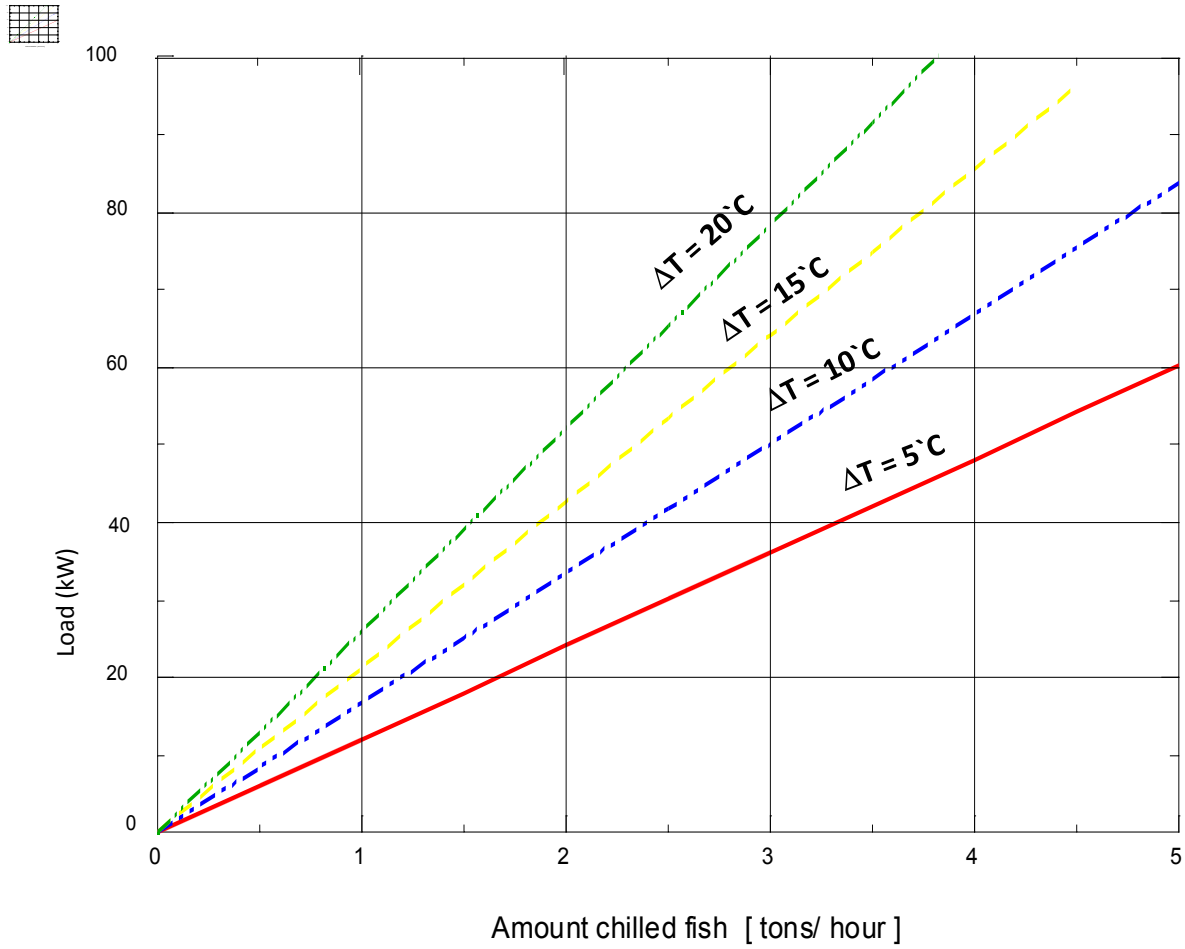
Kjøling i is vann med omrøring



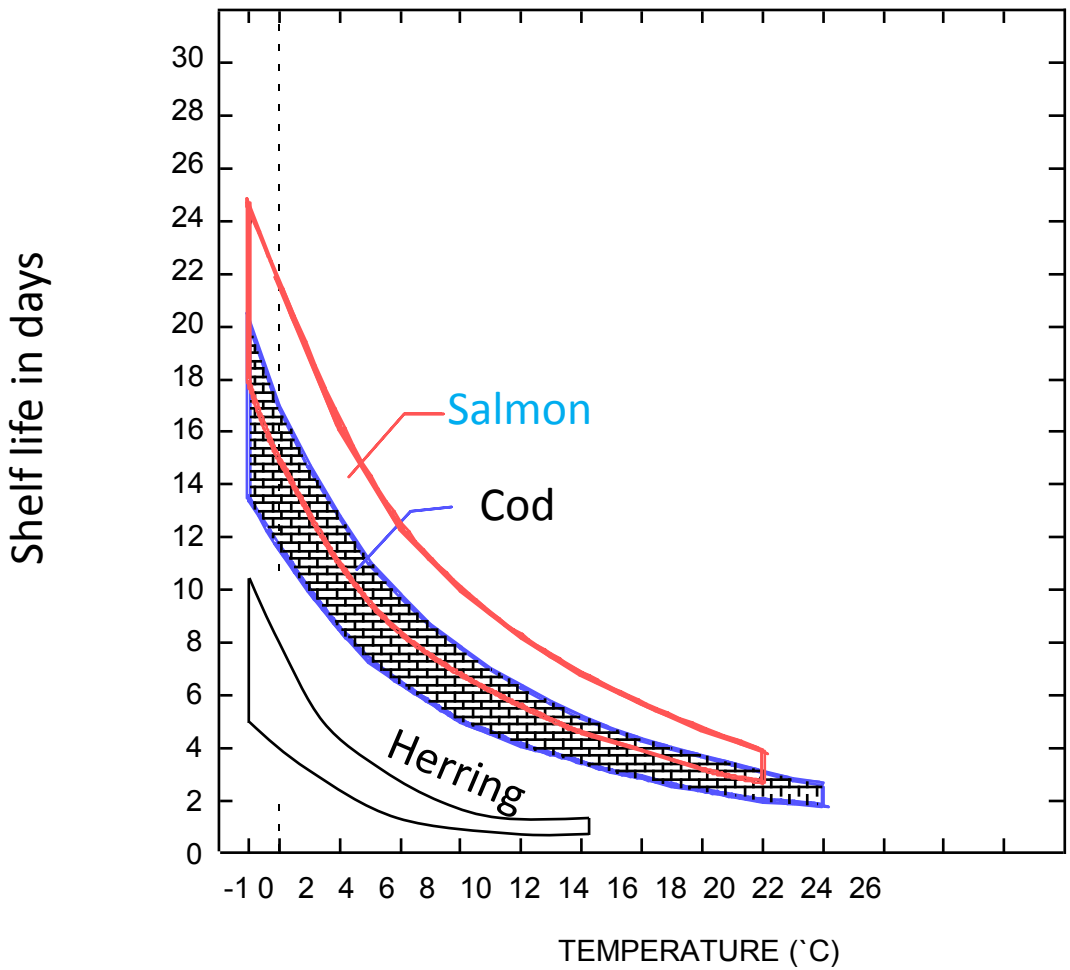
Kjøletid for 4 kilos laks i RSW



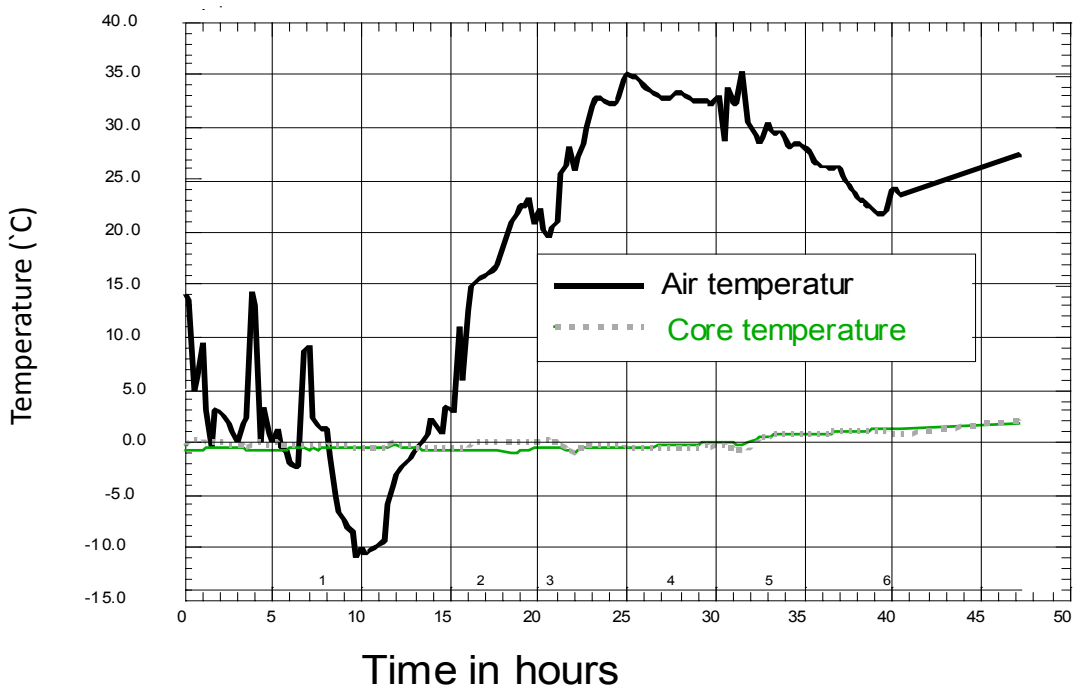
Kjølekapasitet som funksjon av mengde fisk (tonn) per time.



Praktisk holdbarhet for noen fiskeslag.



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



KJØLING – vanskeligere enn frysing !

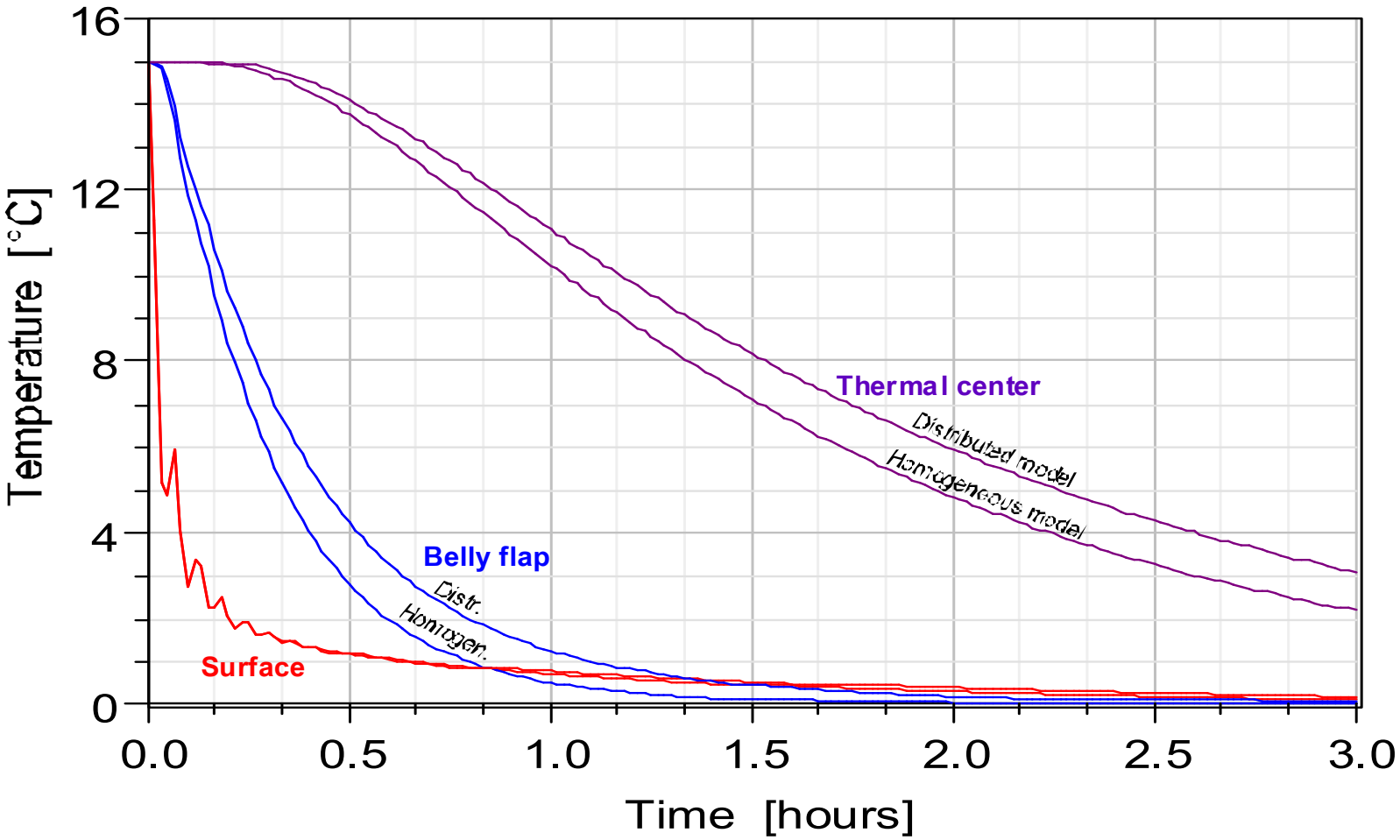
* **TEMPERATUR DIFFERANSEN**
  - er begrenset for å unngå frysing.

* **TERMISK KONDUKTIVITET**
  - er mindre enn for frossent materiale.

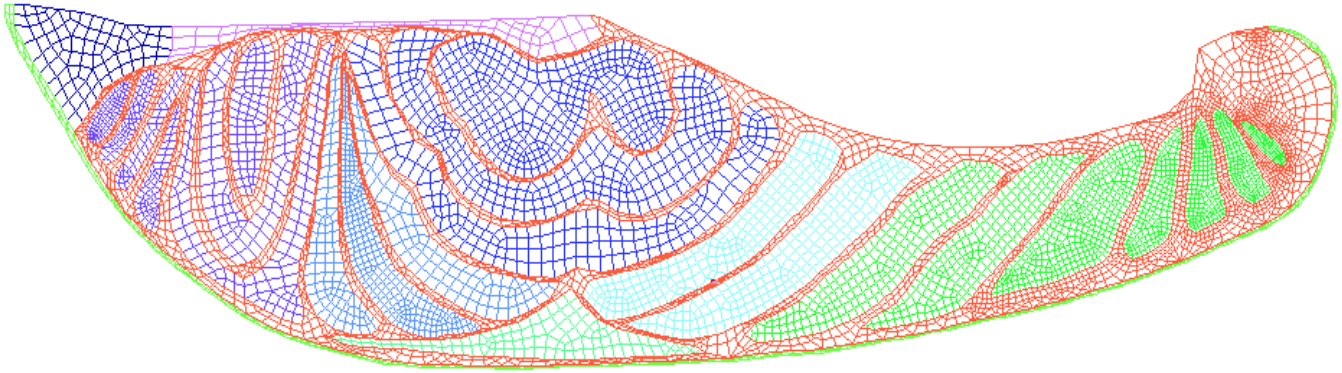
* **ANALYTISKE BEREGNINGER**
  - av temperatur og varmestrøm er mulig kun for enkle geometrier og grensebetingelser

* **SIMULERINGER**
  - avhenger av gode verktøy og krever mye tid og datakreft.

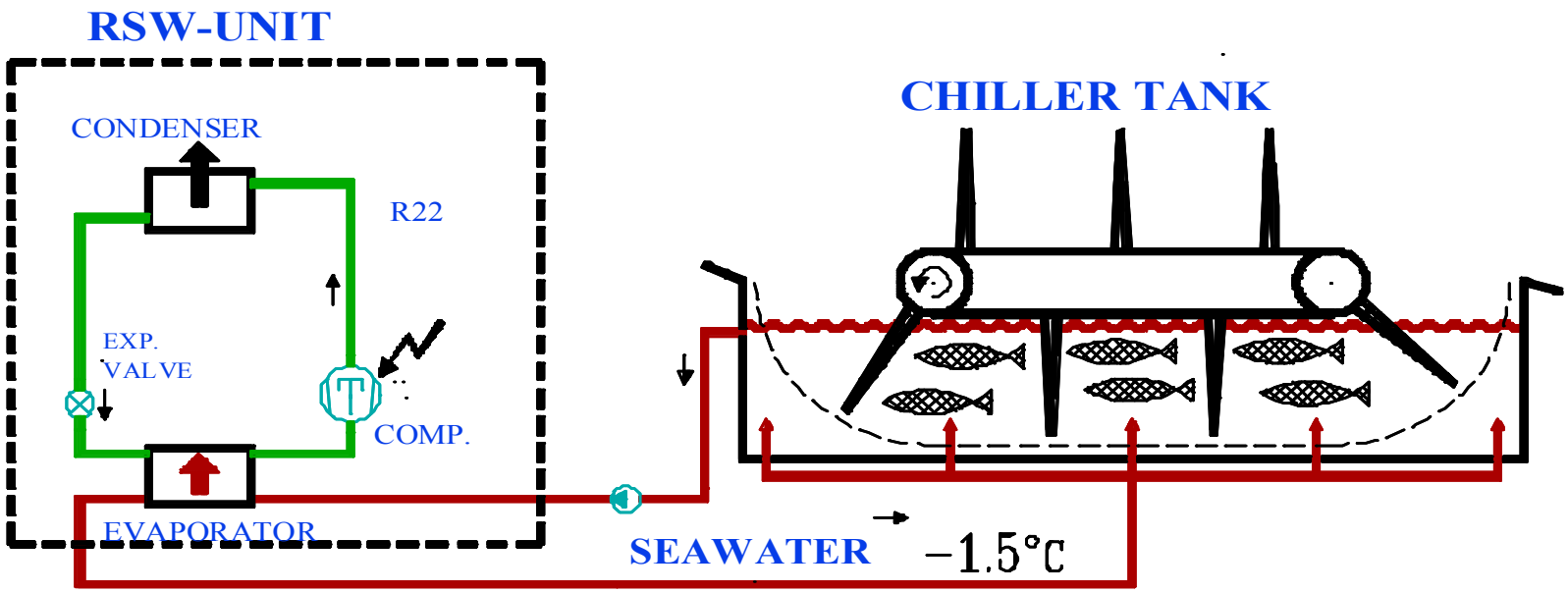
Simulering av temperaturer under kjøling av laks.



Modellering

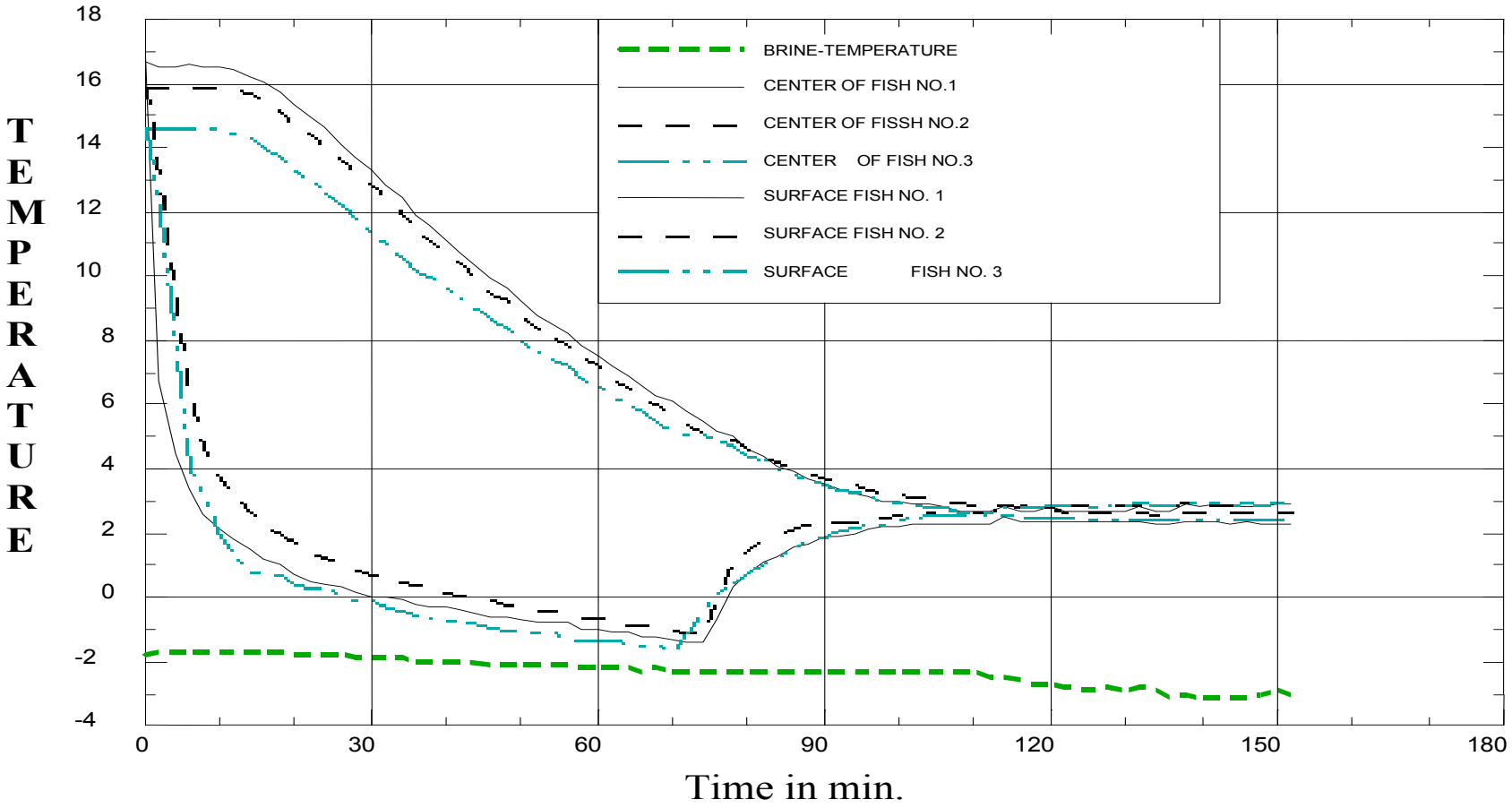


REFRIGERATED SEAWATER (RSW)

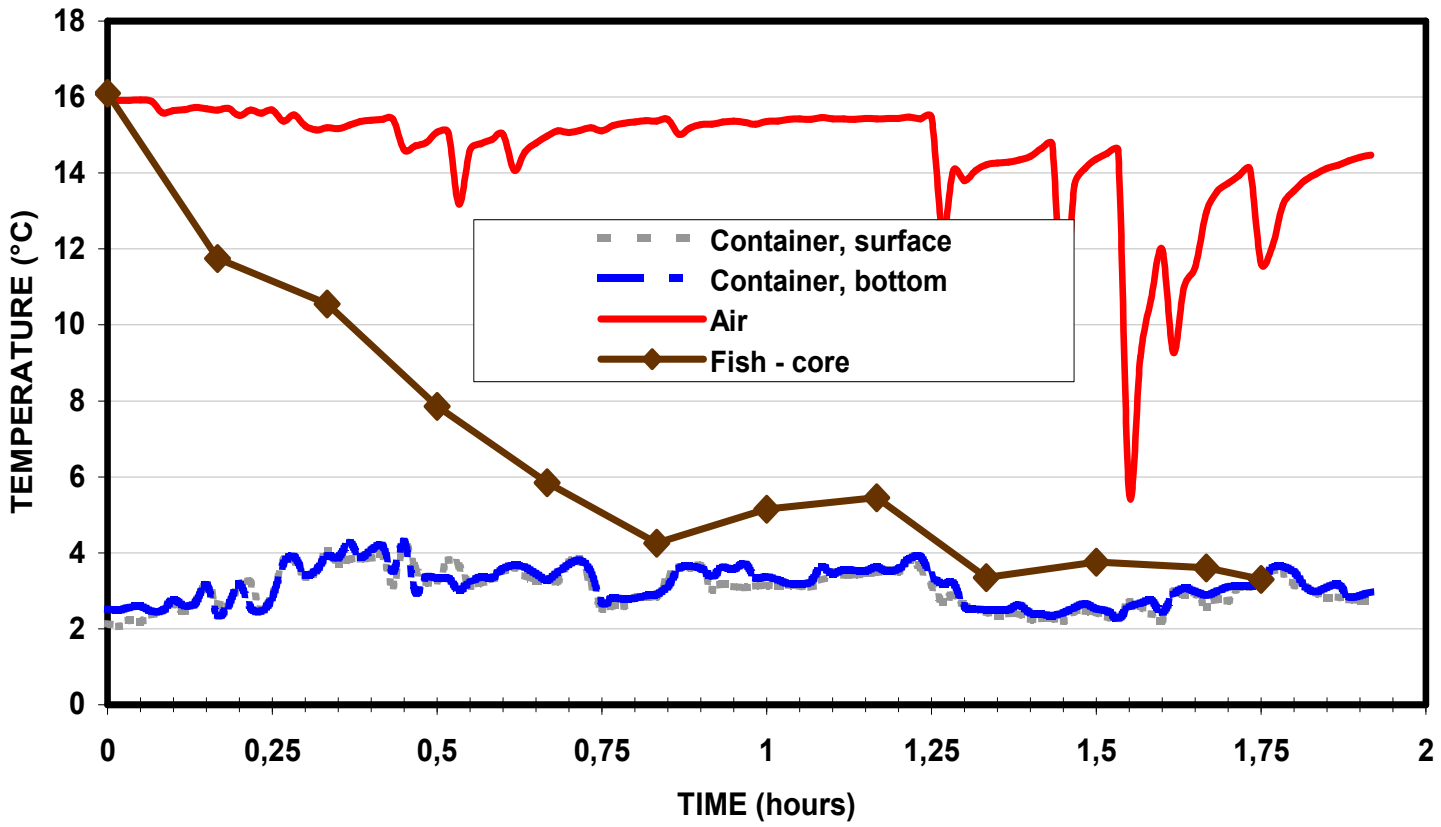


TEMPERATURER UNDER KJØLING AV 3 LAKS

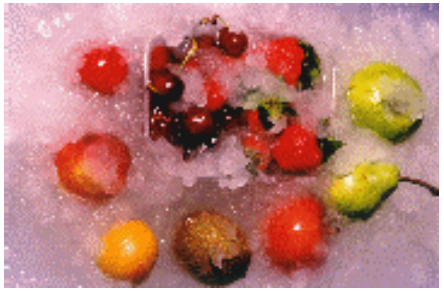
Vekt 4 kg. Vann temperatur -1.5 °C til - 3.0 °C

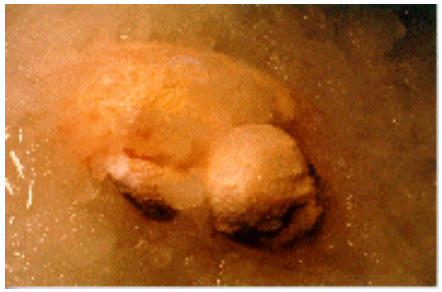


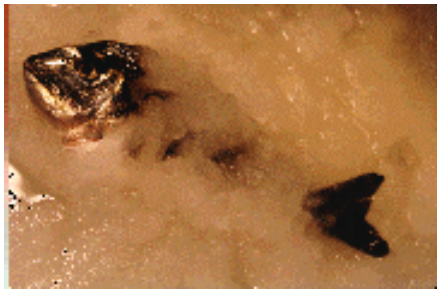
Kjøling av levende laks i sjøvann.



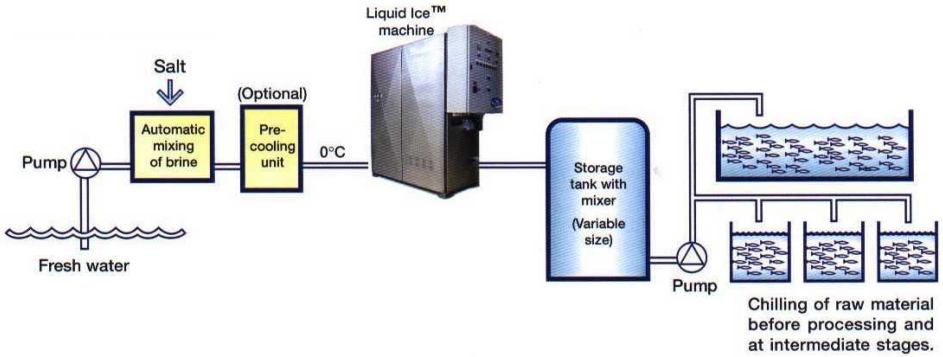
Microcrystalline Ice Slurries as Refrigerating Media





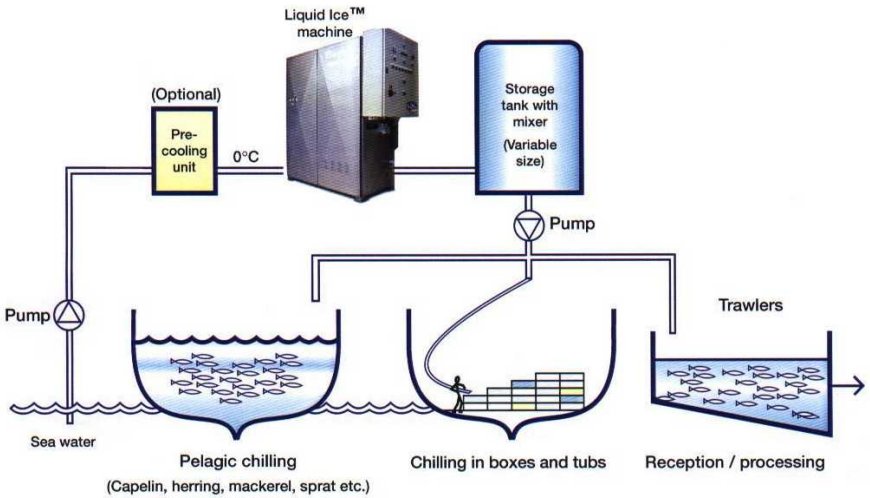


Microcrystalline Ice Slurries as Refrigerating Media

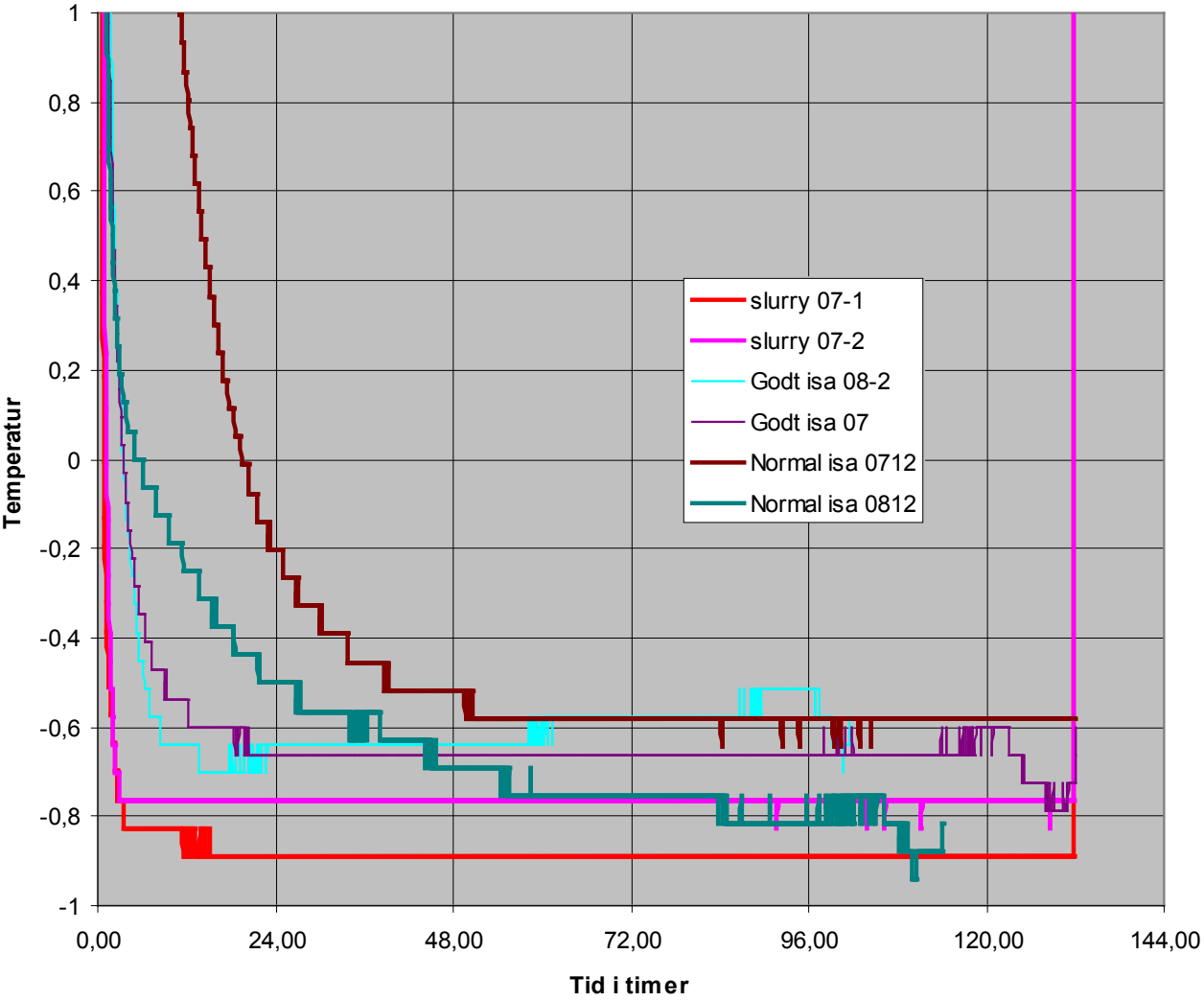


Land-based Systems

On-board Systems



Core temperature in fish.

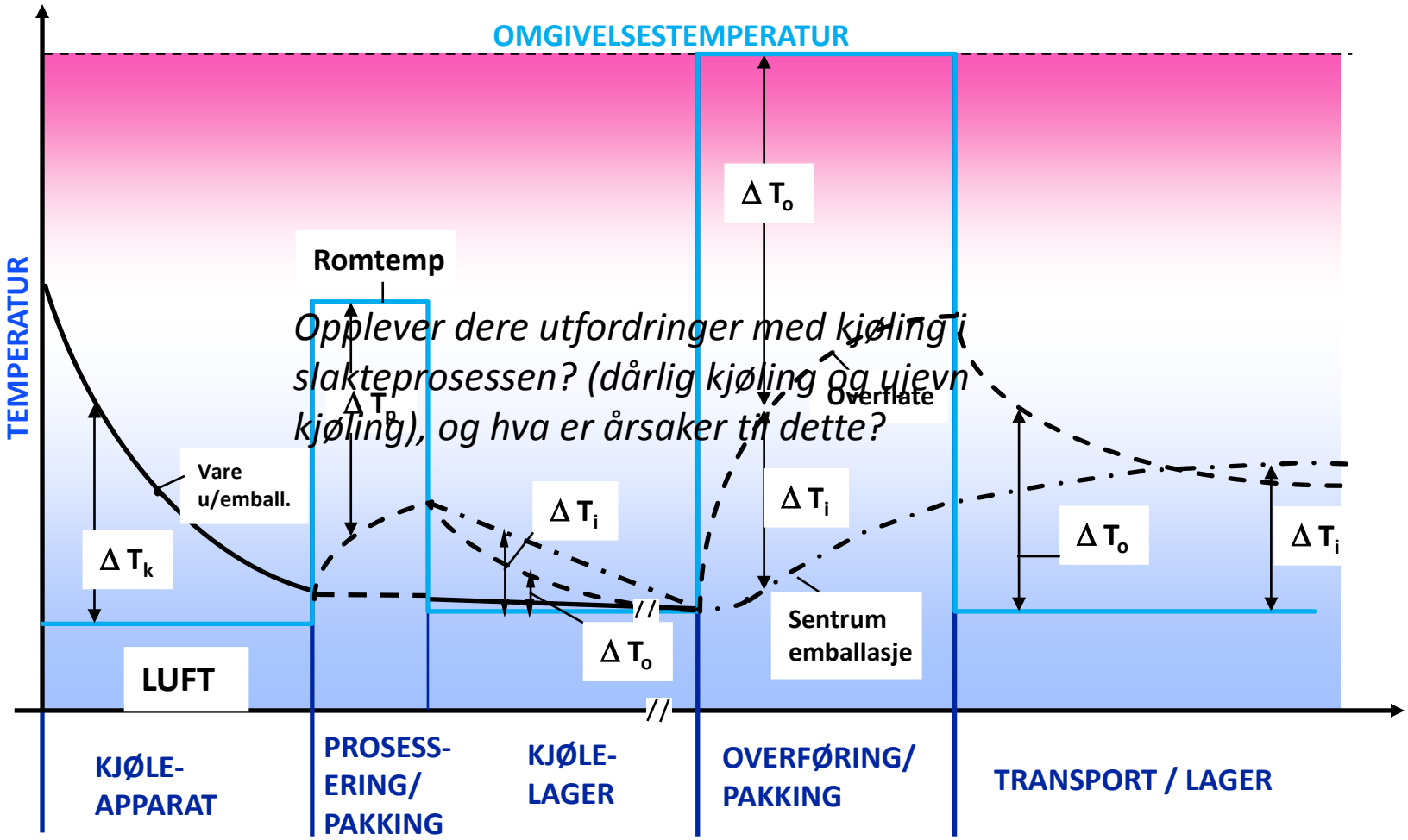


- Sea temperature was 6 'C
- Aprox. 18 hours faster chilling with ice slurry
- Important if a longer shelf life is the objective

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 sluttemballasjen.

Kuldekjeden for ferskvarer



Opplever dere utfordringer med kjøling i slakteprosessen? (dårlig kjøling og ujevn kjøling), og hva er årsaker til dette?