

Å0604

## Muligheten for bruk av RSW i sjarkflåten med fokus på krabbefisket



Astrid K. Woll<sup>1</sup> og Arne Jakobsen<sup>2</sup>

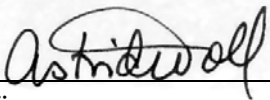

<sup>1</sup>Møreforskning Ålesund, Gangstøvika, Postboks 5075, 6021 Ålesund

<sup>2</sup>SINTEF Energiforskning AS, 7465 Trondheim





# RAPPORT

Tittel:  Muligheten for bruk av RSW i sjarkflåten med fokus på krabbefisket	ISSN 0804-5380
	Rapport nr.: Å0604
	Prosjekt nr.: 54448
Oppdragsgiver:  1. Norske Sjømatbedrifters Servicekontor på vegne av Fisker- og havbruksnæringens Forskningsfond (FHF) og Krabbetvalget. Boks 639, Sentrum. 7406 N-Trondheim  2. Kompetansemegling Trøndelag, SINTEF Teknologi og samfunn, 7465 Trondheim / Tore Vågø, Drag, 7900 Rørvik.	Dato: 1.06.2006
	Antall sider: 23 s
	Referanse oppdragsgiver:  1. Leif Harald Hanssen 2. Terje Bakken / Tore Vågø
Tlf./Fax.: 1. Tlf: 73 84 14 00, faks:73 84 14 01 2. Telefon 73 59 03 00, faks 73 59 03 30/Tlf: 74 39 22 74	
Forfattere:  Astrid K. Woll, Møreforskning Ålesund og Arne Jacobsen, SINTEF Energiforskning AS, Trondheim	Signatur:  
Rapport godkjent av:  Iren Stoknes	Signatur:  

**Sammendrag:** Rapporten beskriver potensial for å nytte RSW-anlegg til nedkjøling av fangsten om bord i deler av sjarkflåten, i første omgang med fokus på fartøy som driver fiske etter taskekrabbe. Undersøkelser, beregninger og møter med de to deltakende fiskerne i prosjektet avdekket at installeringen av et RSW-anlegg for en krabbebåt er teknisk gjennomførbar. RSW-anlegget vil redusere dødeligheten og krabben vil kunne lagres lenger om bord. Dette muliggjør høsting på felt lenger bort fra mottaksstasjonene enn i dag. Utfordringen med RSW-systemet er at prisen er relativt høy for et anlegg levert av norske kvalitetsleverandører. Alternative og billigere systemløsninger er identifisert. Kvaliteten av disse må eventuelt verifiseres før en kan ta det i bruk i større skala. Inntjeningen for fiskerne er diskutabel hvis systemet kun kan benyttes mot krabbefisket. Krabbebåtene driver annet fiske utenom krabbesongen. Flakis og sjøvann brukes til å kjøle fiskefangsten. Håndteringen av flakis er relativt tungvint og plasskrevende. Hvis et RSW-anlegg kan fjerne dette ekstra arbeidet, vil investering i et RSW anlegg være mer interessant. Erfaring fra tidligere forsøk viser at RSW systemer kan benyttes til kjøling av hvit fisk med godt resultat. RSW kan med fordel også brukes under fiske etter sjøkreps.

Emneord: Taskekrabbe, sjarkflåten, nedkjøling, RSW.

Distribusjon/Tilgang: Åpen



## Forord

Rapporten beskriver potensial for å nytte RSW-anlegg til nedkjøling av fangsten om bord i deler av sjarkflåten, i første omgang med fokus på fartøy som driver krabbefisket. Rapporten er utarbeidet av forskerne Astrid K. Woll, Møreforskning Ålesund og Arne Jakobsen, SINTEF Energiforskning AS. Prosjektet har i tillegg hatt enn prosjektgruppe som har bestått av fisker Tore Vågø, Rørvik, og fisker Snorre Lyngsnes, Levanger. Fra Krabbeutvalget har Leif Harald Hanssen deltatt i prosjektgruppen og fra Norges Råfisklag ved Einar Sande. Den nybygde Vågøybuen, eid av Tore Vågø, ble nyttet som eksempel på hvorvidt det var teknisk mulig å innstallere et RSW anlegg i en sjark av denne størrelsen.

Forprosjekt er finansiert ved midler via Kompetansemegling Trøndelag og Norske Sjømatbedrifters Servicekontor på vegne av Fisker- og havbruksnæringens Forskningsfond (FHF) og Krabbeutvalget.

Takk til alle som har bidratt til rapporten!

Ålesund, 1. juni 2006

Astrid K. Woll  
Møreforskning Ålesund

Arne Jakobsen  
SINTEF Energiforskning AS



# INNHold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>4</b>
<b>1 Innledning.....</b>	<b>5</b>
<b>2 Oversikt over aktuelle brukere.....</b>	<b>6</b>
2.1 Fartøy.....	6
<b>3 Håndteringssystemet .....</b>	<b>7</b>
3.1 Lagring ombord i fartøyene .....	7
3.2 Hvilken lagringsmetode egner seg dersom man har et RSW – system.....	9
<b>4 Vannkvalitet sett i forhold til krabbens fysiologi.....</b>	<b>9</b>
4.1 Krabbens metabolisme i forhold til temperaturendringer i vannet.....	9
4.2 Tilsetning av oksygen i en lukket tank (resirkuleringsanlegg).....	10
4.3 Total ammoniakk – begrensende faktor i en lukket tank.....	11
4.4 Kriterier for vannkvaliteten i et sirkuleringsanlegg med nedkjøling i krabbesesongen.....	12
<b>5 Refrigerated Sea Water (RSW) - systemet.....</b>	<b>12</b>
5.1 Ønsket nedkjølingsforløp for taskekrabben.....	12
5.2 Beregning av nødvendig kuldeytelse .....	12
5.3 Prinsippet for RSW – systemet .....	14
5.4 Design av RSW-systemet.....	15
5.5 Plassering av RSW-systemet om bord.....	16
5.6 Kobling mellom RSW systemet og vannkretsen.....	16
5.7 Optimaliseringsalternativer .....	17
5.8 Materialkvalitet.....	19
5.9 Forskrifter for å installere et RSW-system om bord i en mindre båt .....	19
<b>6 Nytteverdi under krabbefisket .....</b>	<b>20</b>
<b>7 Alternativ bruksområder for et RSW anlegg.....</b>	<b>20</b>
<b>8 Konklusjoner .....</b>	<b>21</b>
<b>9 Referanser .....</b>	<b>22</b>

## Sammendrag

Rapporten beskriver potensial for å nytte RSW-anlegg til nedkjøling av fangsten om bord i deler av sjarkflåten, i første omgang med fokus på fartøy som driver fiske etter taskekrabbe. Forprosjekt er finansiert ved midler via Kompetansemegling Trøndelag og Norske Sjømatbedrifters Servicekontor på vegne av Fisker- og havbruksnæringens Forskningsfond (FHF) og Krabbeutvalget.

Undersøkelser, beregninger og møter med de to deltakende fiskerne i prosjektet avdekket at installeringen av et RSW-anlegg for en krabbebåt er teknisk gjennomførbar. Utfordringen med RSW-systemet er at prisen er relativt høy for et anlegg levert av norske kvalitetsleverandører. Alternative og billigere systemløsninger er identifisert. Kvaliteten av disse må eventuelt verifiseres før en kan ta det i bruk i større skala.

RSW-anlegget vil øke kvaliteten (kondisjonen) på krabbene og redusere dødeligheten. Ved bruk av et RSW-anlegg vil krabben kunne lagres lenger om bord, noe som muliggjør høsting på felter lenger bort fra mottaksstasjonene enn i dag. Begge momentene representerer en økt verdi for krabbenæringen. Inntjeningen ved installering og bruk av RSW er imidlertid diskutabel hvis systemet kun kan benyttes mot krabbefisket slik dette drives per i dag.

Flere av krabbebåtene driver annet fiske utenom krabbesesongen. Flakis og sjøvann brukes til å kjøle fiskefangsten. Erfaring fra tidligere forsøk viser at RSW systemer kan benyttes til kjøling av hvit fisk med godt resultat. Kvaliteten ble noenlunde den samme eller bedre. Håndteringen av flakis er relativt tungvint og plasskrevende. Hvis et RSW-anlegg kan fjerne dette ekstra arbeidet, med like godt resultat eller bedre, vil investering i et slikt anlegg være interessant.

Fisket etter andre arter som sjøkreps har økt i de siste årene. Sjøkreps er best betalt når den leveres levende. Sjøkreps har større krav til temperaturer enn taskekrabben og det er til tider problemer med å oppbevare den levende om sommeren grunnet de høye sjø- og lufttemperaturene. Et system med RSW kjøling gjør det mulig å regulere til ønsket temperatur og dermed forbedre overlevelse, kvalitet og lagringstid.

Denne rapporten er resultatet av et forprosjekt der konklusjonene er bygget på tilgjengelig kunnskap om biologiske toleransegrenser, tekniske spesifikasjoner og fiskernes praktiske erfaring fra fiskeriet. Et RSW anlegg bør imidlertid installeres i et pilotfartøy og prøves ut under aktuelle fiskeri.



# 1 Innledning

Fisket etter krabbe (*Cancer pagurus*) foregår hovedsakelig med mindre båter (sjarker) de fleste i størrelsen 10 til 15 meters lengde. I de siste årene har det foregått en reduksjon av antall produksjonsanlegg for krabbe. I mange områder har det derfor blitt en logistisk utfordring å få fangsten fra fisker til produksjonsanlegg med minimal dødelighet og uten at kvaliteten forringes. For enkelte områder er fiskernes mulighet for å levere redusert til to ganger i uken. Fangsten samles ofte på mottaksstasjoner og sendes så samlet videre til produksjonsanleggene. Samlet lagrings/transporttid kan bli opptil fire til fem dager (se f. eks. Hanssen, 2004; Dyb og Woll, 2005).

Både ved lagring i luft og i vann er temperaturen den faktor som har størst betydning for dyrets velvære. Metabolismen, og dermed oksygenopptaket, øker med stigende temperatur (Ansell 1973; Uglow *et al.*, 1986). Økt metabolisme øker også produksjonen av metabolske avfallstoffer i dyret. Krabbefisket foregår fra juli/august til oktober/november. Spesielt i den første delen av sesongen er luft- og sjøtemperaturene høye og medfører forringet kvalitet og dårligere overlevelse under lagring og transport. Dette kan til tider medføre store økonomiske tap.

En metode for å holde temperaturen på ønskelig lavt nivå etter fangst vil være å benytte et RSW-anlegg (Refrigerated Sea Water). RSW-systemer er en mye brukt teknologi i større fartøyer. Det vil derfor være interessant å vurdere om denne teknologien kan nedskaleres og anvendes i krabbeflåten.

## Problemstilling

Krabbeflåten i Norge består i første rekke av en mengde små sjarker. En rekke fornyingsprosesser har startet, der man satser på større og mer tilpassede båter. Dette gir rom for å vurdere mer effektive måter å forbedre behandling av den levende krabben om bord, inkludert temperaturkontroll. Ved en slik tilpasning ønsker man å forbedre kvalitet og overlevelse samtidig som man minimaliserer arbeidet ved bl.a. ved utleggingen av krabber i samle-kasser i sjøen. Det er også et alternativ å kjøle ned krabben med RSW på land, da i hovedsak på mottaksanleggene. Muligheten for dette blir ikke diskutert i denne rapporten.

## Mål

Man ønsker å undersøke hvorvidt RSW-anlegg har potensial for nedkjøling av krabbe for å forbedre lagringsforholdene om bord i fiskefartøy for å øke kvaliteten og overlevelsen til krabben. I prosjektet vil praktiske og økonomiske konsekvenser belyses i forhold til å installere RSW-systemer i en krabbebåt.

## 2 Oversikt over aktuelle brukere

### 2.1 Fartøy

En oversikt over fartøy som kan være aktuelle for installering av RSW anlegg i forhold til krabbefisket er gitt i Tabell 1. Kriteriene for fartøyene er satt i forhold til størrelse på fartøy og fangstmengde av krabbe. Oversikten omfatter Råfisklagets distrikt, dvs. fra Nordmøre og nordover til Vesterålen. I dette området leveres vel 75 % av de norske landingene av taskekrabbe. Av de 99 fartøyene mellom 10-17 meter er 71 fartøyer mindre enn 11 m. Hvorvidt det er plass til å installere et RSW anlegg i disse fartøyene avhenger av fartøyenes form og bredde. Sannsynligvis bør fartøyene være større.

Tabell 1. Antall krabbefartøy i Norges Råfisklag sitt distrikt fordelt på: a) lengde og levert krabbe, potensielle fartøy for installering av RSW i forhold til dette, er skravert; b) fordelt på fylker og fartøylengde; c) fartøylengde, mengde fisk og mengde krabbe levert. Kilde: Norges Råfisklag.

a)

Krabbe (tonn)	Lengde (m)							Totalt
	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	
0-10	33	1	3	2				39
10-20	10	1	3		1			15
20-30	10	1	3	1	1	1		17
30-40	7	1	1					9
40-50	6	1	2				1	10
50-60	3		3	1				7
70-80	2							2
<b>Totalt</b>	<b>71</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>99</b>

b)

Fylke	Lengde (m)							Totalt
	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	
Lofoten / Vesterålen	9	1	4	3	1			18
Nordland	18	2	1	1		1	1	24
Nordmøre	4		2					6
Nord Trøndelag	12	1			1			14
Sør Trøndelag	28	1	8					37
<b>Totalt</b>	<b>71</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>99</b>

c)

Krabbe (tonn)	0-100 tonn fisk			sum	100-200 tonn fisk			sum	200-300 tonn fisk		sum	Totalt
	10-12m	12-14m	14-16m		10-12m	12-14m	14-16m		12-14m	16-18m		
0-10	34	4		38		1		1				39
10-20	10	3		13	1		1	2				15
20-30	10	3	1	14	1	1	1	3				17
30-40	6			6	2	1		3				9
40-50	5			5	2	2		4		1	1	10
50-60	3	1		4		2		2	1		1	7
70-80					2			2				2
<b>Totalt</b>	<b>68</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>80</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>99</b>

## 3 Håndteringssystemet

### 3.1 Lagring ombord i fartøyene

Ulike metoder nyttes for å håndtere den levende krabben om bord. Dette avhenger bl.a. av hvor lang tid det tar fra fangst til levering, og hvor stor del av fangsten man må oppbevare om bord.

Fangstmengden per dag avhenger av antall teiner som hales og fangstmengde per teine. Antall teinehal kan variere fra 100 til 700 per dag avhengig av størrelse på fartøyet og antall mann om bord. Fangstratene varierer i forhold til område og sesong. Gjennomsnittet for Trøndelag og Helgeland i perioden 2001 til 2004 var 3 kg per teinehal (Woll *et al.*, 2005).

Som et gjennomsnitt for en middels stor sjark kan man ut fra dette anta et snitt på 350 teinhal og en fangstrate på 3 kg per teinhal, noe som vil utgjør en fangst på tilnærmet 1000 kg krabbe per dag.

#### Tradisjonelle kasser stablet i rekk

Flere av de norske krabbebåtene i Norges Råfisklag sitt distrikt bruker SE-40 kasser fra SE-packing system. Forsøk foretatt med disse kassene viser at de fungerer godt som et kaskadesystem for krabbe hvor krabben periodisk får tilført vann etter tørlegging (Figur 1). For at kassene skal fylles opp trengs det en vannmengde på 100 l/min (Dyb og Woll, 2005). En vanngjennomstrømming av denne størrelsen er tilstrekkelig til at krabber i en stabel med 5 kasser i høyden får nok oksygen ved en temperatur rundt 12 °C. Tallene er beregnet for gjennomstrømmende vann uten noen form for resirkulering.

En kasse tar ca 38 kg krabber. Fiskerne stabler vanligvis kassene i høyder på 5, dvs. en stabel utgjør rundt 190 kg krabbe. Ved en dagsfangst på 1000 kg utgjør dette 5 stabler.

Hvor hyppig man må tilsette vann ved en periodisk vanngjennomstrømming, bestemmes av lufttemperaturen og til dels sjøtemperaturen. En høyere lufttemperatur medfører behov for hyppigere vanning. Ved 17 °C ble det funnet at krabben bør få vann ikke sjeldnere enn hver sjette time. For at krabben skal revitaliseres i vannet bør den få vann i minimum en halv time.

Vanngjennomstrømming ved bruk av kassestabler medfører en del vannsøl.



Figur 1. Stablekasser fra SE packing System AS. Til venstre vises en kassestabel med vanntilførsel. Til høyre SE kassen der hullene vises. Fra Dyb og Woll 2005.

## Oppbevaring i bulk

Lagring av krabben i tanker er en metode som nyttes i UK og Irland som er de største fangstnasjonen av taskekrabbe. Rundt 80 % av landingene herfra eksporteres levende til det Europeiske kontinentet. Hele verdikjeden, fra fangst til marked, er derfor tilpasset dette formålet. Fra krabbene fanges, under transport og ved ankomst til bestemmelses sted, oppbevares krabben i vann.

Om bord i fartøyene oppbevares krabbene i bulk. Lasterommet er delt opp i flere tanker. Vannet kommer inn i underkant av en falsk, perforert bunn og går ut i overkant på tanken. Vannforsyningen skjer ved hjelp av to pumper som lager en kontinuerlig vanngjennomstrømming. Tankene er også forsynt med luftinntak som gjør at en kan stenge vannpumpene og holde krabbene levende ved hjelp av lufting av vannet i et kortere tidsrom. Der sjøvannet er av dårlige kvalitet, f.eks. i en del havner, gjøres dette. Tankenes størrelse ligger mellom 15 - 30 m<sup>2</sup>. I praksis regner de med å kunne fylle tankene 50 / 50 med krabbe og sjøvann. Det vil si at de kan ta rundt 7.5 - 10 tonn levende krabbe i en last. I praksis reduseres mengde krabbe for å minimalisere skader og dødelighet. En regner med at krabben kan oppbevares levende i slike tanker opptil en uke. Fartøyene beregner drifta slik at de går til lands etter maksimalt 5 - 6 dagers fangst, eller når tankene er fulle. (Woll, 1995)

Tilnærmet all taskekrabbe som fiskes i Storbritannia og Irland, blir «stukket», dvs. klørne blir inaktivert. Etter at krabben er «stukket», vil den være lettere mottakelig for infeksjoner. Å holde krabben i for store samlekasser for lenge, f.eks. mer enn 10 dager, medfører at kjøttet i klørne der den er stukket blir svart. All «stikking» medfører en forringelse av krabbens kondisjon. Det finnes pr. i dag ingen alternativ metode for rasjonell håndtering av store mengder levende krabbe oppbevart i tanker der de har mulighet for bevegelse.

I det norske fiskeriet er det ikke tradisjon for å ”stikke” krabben. Et tanksystem slik det er beskrevet ovenfor, er derfor på nåværende tidspunkt ikke aktuelt for den norske sjarkflåten.

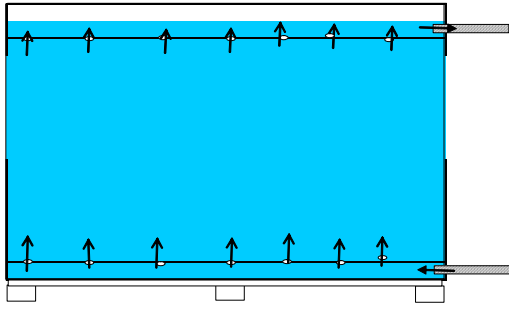
## Containere

Flere av krabbefiskerne i Rørvikområdet nytter Selfa containere på 300 liter til å lagre krabben ombord. Dette er etter avtale med mottaksanlegget i Rørvik som er tilpasset mottak fra disse containerne.

Krabbefisker Tore Vågø leverer krabben i Rørvik. Ved bygging av ny båt fikk han laget spesialtilpassede containere for oppbevaring av krabben. I tillegg monterte han en ekstra vannpumpe for bruk til vanngjennomstrømming av fangsten (Figur 2).

Containerne ble planlagt ut fra de samme prinsipper som de store krabbebåtene i UK og Irland (Supercrabbere) med vanninntaket plassert under en falsk bunn. Med vanninntaket øverst i containeren blir vannet presset gjennom krabbestabelen. Den falske bunnen plasserte Vågø 10 cm over containerens bunn og perforerte den med 48 hull (diameter 20mm). Tilhørende lokk var perforert på samme måte som bunnen, og med ”låsemekanisme” for å holde krabben under press. På den måten reduseres muligheten for krabbene til å bevege seg noe som lett medfører store skader og dødelighet forårsaket av klørne.

I krabbesesongen 2005 var containerne plassert på dekk. Ved optimale forhold kunne Vågø da oppnå tilnærmet 100 % overlevelse i 4 døgn (Vågø, pers. obs.).



Figur 2. Container for oppbevaring av krabbe.

Containerens spesifikasjoner:

Volum: 640 liter

Mål: 70 x 95 x 100 cm (høyde rundt 85-90 cm på krabbelaget)

Biomasse: 400 kg krabbe

Pumpekapasitet: 36 000 liter per timer, dvs. 600 liter per minutt

Pumpesentral med fordeling av slanger til 6 containere

Vannflow per container: ca 100 liter per minutt

Vanninntak: rør 3 meter under vannflata for å unngå overflatevann til bruk ved havn.

220 volt

### 3.2 Hvilken lagringsmetode egner seg dersom man har et RSW – system

Lagring i kasser stablet i rack gir en del vannsøl. Dette er ikke rasjonelt dersom man skal ha et RSW system med mindre man på en effektiv måte greier å fange opp det avkjølte vannet som søles ut. Containere derimot er et aktuelt håndteringssystem for å kople til et RSW system.

## 4 Vannkvalitet sett i forhold til krabbens fysiologi

### 4.1 Krabbens metabolisme i forhold til temperaturendringer i vannet

Krabber er vekselvarme dyr. Det betyr at den indre kroppstemperaturen er den samme som omgivelsene. Ved temperaturendringer i vann blir krabbens kroppstemperatur raskt den samme som i vannet fordi krabben aktivt pumper vann gjennom gjellehulene. Krabben er derfor sårbar for store og raske temperaturendringer i sjøvann. Det anbefales derfor at endringene ikke bør overstige 5-6 °C når krabben går fra kaldt til varmere vann (Uglow *et al.* 1986).

Vi vet at mellom 10-12°C trives krabben godt. Ved synkende temperatur minker krabbens aktivitet og metabolisme. Under 4-5 °C tar krabben til seg minimalt med føde. Ved slike lave temperaturer synker oksygenbehovet betraktelig. Ved høye temperaturer øker krabbens oksygenbehov.

Ammoniakk er krabbens hovedavfallsstoff og nærmest all utskillelse skjer gjennom gjellene. På samme måte som for oksygen, skjer det en reduksjon i ammoniakk utskillelse ved synkende temperatur og når krabben er sultet. Danford (1991) fant at revitaliserte krabber i gjennomsnitt hadde en ammoniakkkonsentrasjon i blodet på 227 µmol L<sup>-1</sup> (målt over ett døgn ved 12°C). Taskekrabben har en viss evne til aktivt å skille ut ammoniakk dersom

konsentrasjonen i vannet er større enn i krabbens blod (Schmitt, 1995). Denne aktiviteten er energikrevende. Det anbefales derfor at man holder ammoniakkonsentrasjonen i vannet så lav som mulig, helst under ammoniakknivået for revitalisert krabbe.

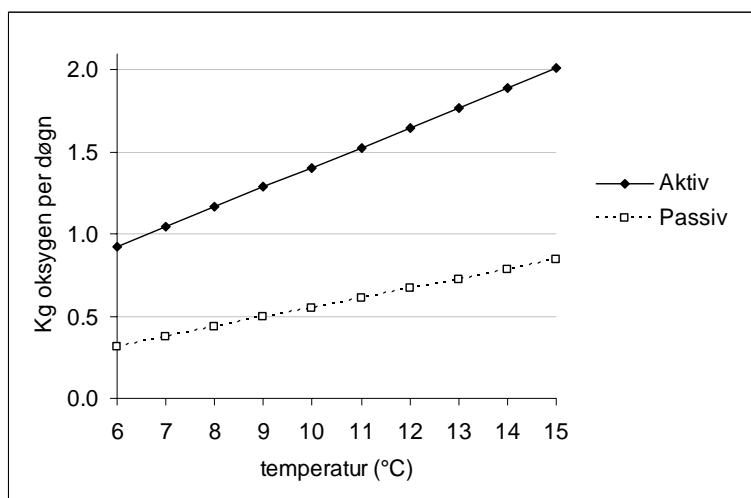
Metabolismen øker også med krabbens aktivitet. Lee (2004) fant at det skjedde en tilnærmet 3-dobling av oksygenopptak og ammoniakk utskillelse når krabben var i aktiv modus i forhold til passiv tilstand.

#### 4.2 Tilsetning av oksygen i en lukket tank (resirkuleringsanlegg)

Ut fra krabbens oksygenbehov ved ulike temperaturer (Lee, 2004) kan man beregne behovet for tilsetning av oksygen i et resirkuleringsanlegg (uten tilsetning av nytt vann).

Figur 3 viser behovet for tilsetning av oksygen over ett døgn i en lukket tank på 2000 liter der 1000 kg er krabbe og 1000 liter er vann. Ved 6 °C er behovet 0,32 kg oksygen per døgn for passive krabber og 0,62 kg for aktive krabber. Ved 12 °C øker behovet og man må tilsette henholdsvis 0,67 og 1,65 kg oksygen per døgn ved passiv og aktiv tilstand.

I en tank som beskrevet ovenfor (1000 kg krabbe og 1000 liter vann) vil det være behov for tilsetning av noe nytt vann, for eksempel 3 liter nytt vann per minutt. Dette medfører at nytt oksygen kommer inn i systemet. Mengde nytt oksygen i forhold til forbruk er imidlertid så liten at man kan se bort fra dette i det ovenfor nevnte eksempel.



Figur 3. Oksygenbehov i løpet av ett døgn for 1000 kg krabbe i en tank med 1000 liter vann ved forskjellige temperaturer.

Ved tilsetning av oksygen i form av komprimert luft, bør dette gjøres i containerne der krabben oppbevares. Luften tilsettes i bunnen av tanken i form av bobling. Trykket i håndteringssystemet er lavt, og man unngår derfor overmetning av nitrogen, noe som kan være skadelig for krabben.

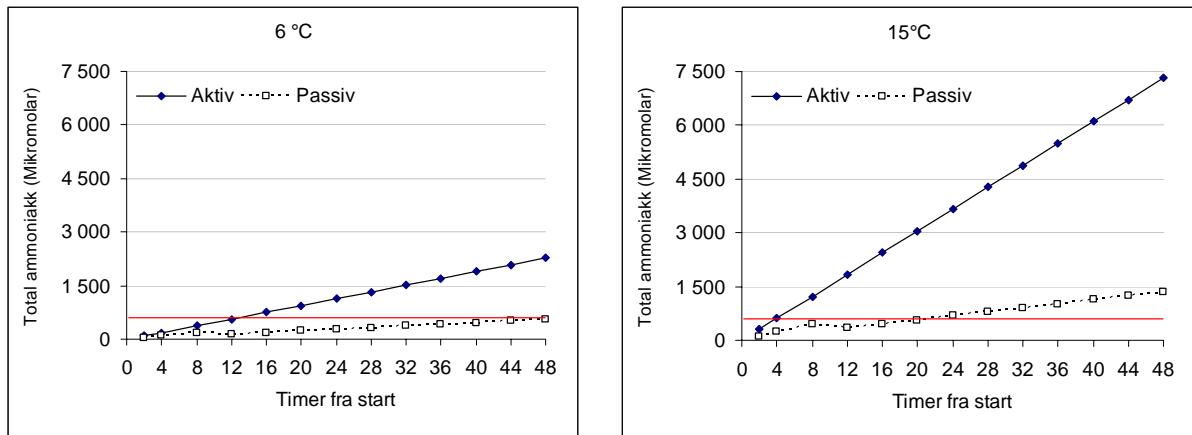
Tilsettes det rent oksygen bør dette skje rett før inntaksledningen til containerne. Når rent oksygen tilsettes, er det ikke noen fare for nitrogenovermetning.

Skjer tilsetningen av oksygen i form av ejetorprinsippet, er der heller ikke fare for overmetning av nitrogen.

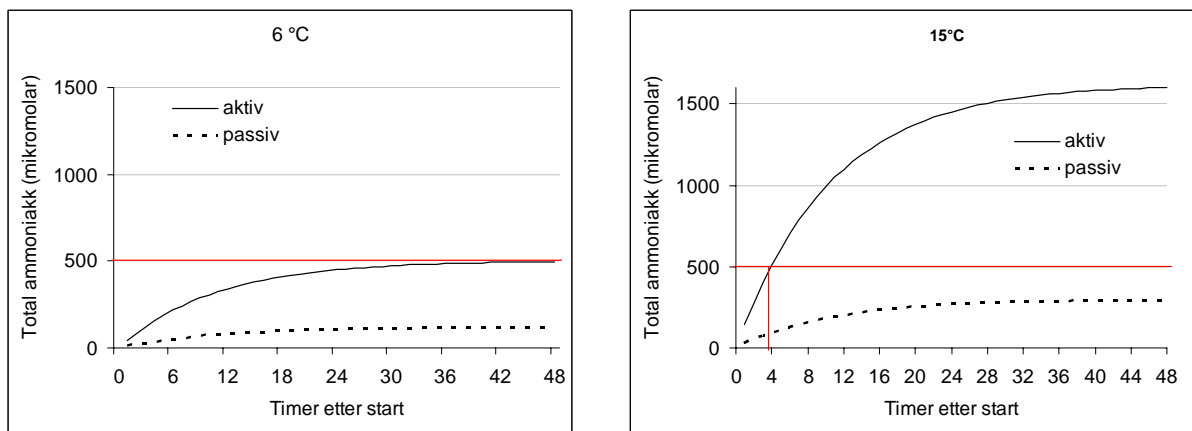
### 4.3 Total ammoniakk – begrensende faktor i en lukket tank

En regresjonskurve for ammoniakkutskillelse i forhold til temperatur er beregnet av Lee (2004, upubliserte data). Denne kurven har vi brukt for å beregne total utskillelse av ammoniakk i et lukket system med volum 2000 liter hvorav 1000 kg er krabbe og 1000 liter er vann. Figur 4 viser konsentrasjonen i vannet i forhold til antall timer lagret ved temperaturer på 6 °C og 12 °C.

Figur 5 viser de samme kurvene dersom man blander inn 1 liter friskt vann per minutt i systemet. Konsentrasjonene er beregnet for passiv og aktiv krabbe. Sannsynligvis vil verdiene ligge nærmere aktiv tilstand den første tiden for så å gå over til en passiv tilstand.



Figur 4. Konsentrasjonsøkning av ammoniakk over tid i en 2000 liter lukket tank med 1000 kg krabbe og 1000 liter sirkulerende vann.



Figur 5. Konsentrasjonsøkning av ammoniakk over tid i en 2000 liter tank med 1000 kg krabbe og 1000 liter sirkulerende vann der man har en innblanding av 3 liter friskt vann per minutt.

#### 4.4 Kriterier for vannkvaliteten i et sirkuleringsanlegg med nedkjøling i krabbesesongen

- Sjøtemperaturene kan variere fra 8 til 15 °C i krabbesesongen
- Nedkjølingsintervallet (forskjell mellom sjøtemperatur og det nedkjølte vannet) i ett sprang bør ikke overstige 5 °C for å unngå termisk stress
- For å spare energi til nedkjøling, må vannet sirkuleres med minimal tilsetning av nytt vann. Dette medfører mangel på oksygen og opphopning av avfallsstoffer (ammoniakk)
- Oksygenbehovet kan dekkes ved tilsetning av komprimert luft eller ren oksygen, for eksempel ved bobling eller ejetorprinsippet. Ved tilsetning av komprimert luft må man ved plassering av inntaket ta hensyn til faren for nitrogenovermetning.
- Biofilter er av praktiske grunner uaktuelt og nytt vann må derfor tilsettes for å unngå for høye verdier av ammoniakk.
- Man er usikker på hvilke ammoniakkverdier krabben over tid tolererer, over to døgn lagring har man satt grenseverdien til 500 mikromolar, dvs. det dobbelte av verdien i blodet til revitalisert krabbe.
- Trommelfilter eller lignende må settes inn for uttak av ekskrementer og andre partikler
- Krabbene må være revitalisert før de kobles inn på resirkulering og RSW (de må ikke ha akkumulerte avfallstoffer og oksygen gjeld).

## 5 Refrigerated Sea Water (RSW) - systemet

### 5.1 Ønsket nedkjølingsforløp for taskekrabben

Publiserte data for optimal nedkjølingstid for krabbe er ikke funnet. Ut fra erfaring ser det ut til at et nedkjølingsintervall på ca 5°C på to timer vil gi et godt utgangspunkt. Imidlertid er dette noe som bør undersøkes nærmere. Optimal oppbevaringstemperatur over flere døgn regnes å være 5 – 6 °C (Uglow *et al.* 1986).

### 5.2 Beregning av nødvendig kuldeytelse

Et RSW-anlegg på en krabbebåt har i grove trekk to driftsmodi. Et for nedkjøling av sjøvann og fangst, og et for å vedlikeholde fangst ved ønsket temperatur.

I beregningene er det antatt en dimensjonerende sjøvannstemperatur på 15°C.

#### Kuldebehov ved nedkjøling av krabbe og sjøvann:

Forutsetninger som følger:

Antar at det ikke spilles vann.

Varmetap	0 W
Andel friskvann	0 l/min
Krabbelast:	1000 kg
Total mengde vann:	1000 kg



Nedkjøling sjøvann fra 15°C til 6°C	9 K
Nedkjølingstid:	3.6 timer

Nødvendig kuldeytelse: 5.8 kW

Nedkjølingstiden har stor påvirkning på kjølebehovet. Hvis den økes til 8 timer, reduseres kuldebehovet til 2.6kW.

Kuldebehov ved bevaring av last (nedkjøling av friskvann)

Dersom man tilsetter nødvendig oksygen, vil total ammoniakk være den begrensende faktor for nødvendig vanntilførsel. Nødvendig friskvannsandel settes ut fra dette til 0.003 l/min vannmengde pr. kg krabbe:

Krabbelast:	1000 kg
Totalt ny vannmengde	3 l/min
Nedkjøling 15°C til 6°C:	9 K

Nødvendig kuldeytelse ved dimensjonerende forhold: 1.9 kW

Tap i vannkretsen:

- Varmetap til omgivelsene: Dette varmetapet er vanskelig å estimere: Antar 2kW  
 - Tap av nedkjølt vann som må erstattes: Vann som går til spille er direkte tap. Som beregningene over indikerer, vil et søl på 3 l/min gi et tap på rundt 2kW. Et tap på 10 l/min (en bøtte), vil et tap på 6.3kW. Disse enkle betraktningene viser at det er viktig å unngå tap av nedkjølt vann. Hvis en bruker kasser, er det viktig å fange opp vannet som skvalper ut av kassene. Kanskje kreves det et eget system på dekk? Dette øker selvsagt sjansen for forurensning. I tillegg må også dette oppfangingssystemet kjøles ned. Bruk av containere virker å gi en mye bedre system med tanke på sikker og energioptimal håndtering av vannet.

Totalt nødvendig kuldeytelse ut fra beregninger og forutsetninger:

Ut fra resultatene i figur 4, så ses det at etter 4 timer har konsentrasjonen av total ammoniakk ikke steget over akseptabel grense på 500 mikromolar for aktive krabber. Det indikerer at det ikke er nødvendig å tilsette friskvann i nedkjølingsperioden, noe som igjen medfører at dimensjonerende kuldebehov kan reduseres.

Nedkjøling vann (3.6h)	5.8 kW
Varmetap	2.0 kW
Søl av vann	2.0 kW
<u>Sum</u>	<u>9.8 kW</u>

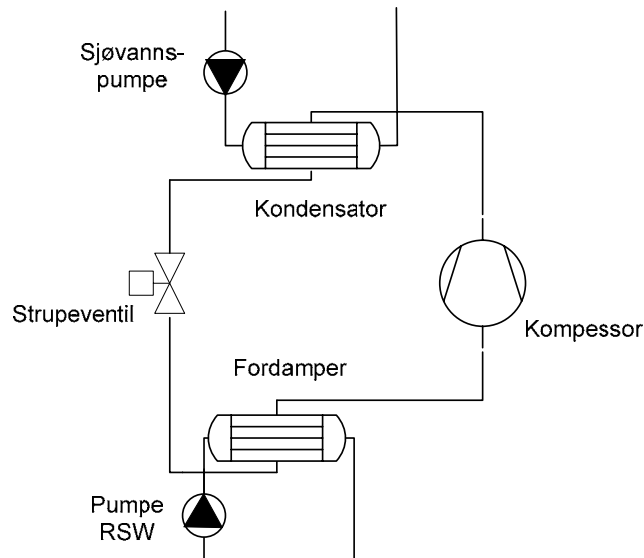
Kuldebehovet endres i forhold til 9.8kW dersom:

- Tap av nedkjølt vann unngås ved bruk av containere. Kuldebehovet reduseres til 7.8kW.
- Nedkjølingstiden økes til 8 timer. Kuldebehovet reduseres til 6.6kW.
- Friskvann tilsettes i nedkjølingsperioden. Kuldebehovet øker til 11.7kW

I de videre beregninger brukes et dimensjonerende kuldebehov på 8 kW ut fra antagelsen om at containere benyttes om bord.

### 5.3 Prinsippet for RSW – systemet

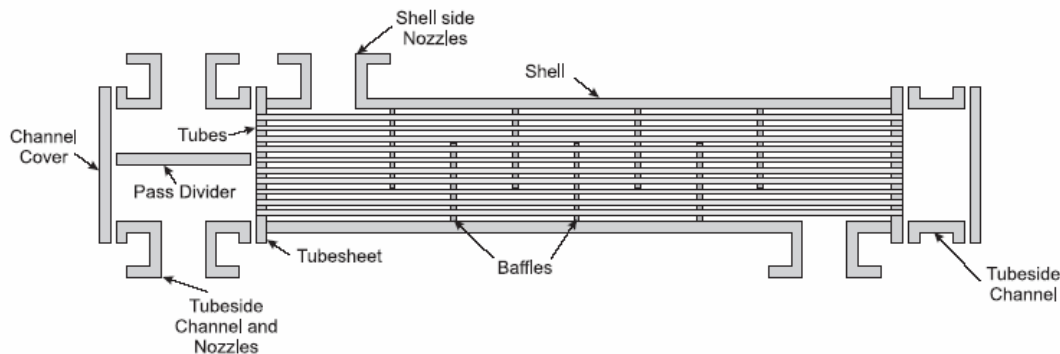
Figur 6 viser en prinsippsskisse av et RSW-anlegg der de viktigste komponentene er gjengitt.



Figur 6. Prinsipp RSW anlegg

RSW - kjøleprosessen er en lukket kretsprosess hvor det strømmer et arbeidsmedium. Varme tas opp fra fangsten i fordamperen ved at arbeidsmediet koker. Fordampert gass komprimeres deretter opp til høyere trykk i kompressoren som tilføres elektrisk energi. Trykk-gassen kondenseres mot sjøvann. Kondensatet ekspanderes gjennomstrupeventilen og inn i fordamperen.

Erfaring fra fiskebåter tilsier at det er viktig å kunne rense varmevekslerne (fordamper og kondensator) fordi de gror igjen over tid når de utsettes for sjøvann. Spesielt gjelder dette RSW-kjøleren (fordamperen), siden dette vannet eksponeres direkte mot lasten. Det er mulig at krabbene ikke vil forurense RSW-kjøleren på samme måte som den døde fisken på en fiskebåt, men likevel er det hensiktsmessig å sikre at varmevekslerne kan renses.



Figur 7. Prinsippsskisse av rørkjel

Eksempel på varmevekslere som kan renses, er rørkjeler, som er vist i figuren over. Kuldemediet vil normalt gå på mantelsiden, mens vannet går i rørene. Figuren viser en rørkjel med to endelokk. Endelokkene kan tas av slik at vannrørene kan renses innvendig.



Figur 8. Bilde av rørkjel

#### Temperaturregulering:

Et RSW system kan temperaturreguleres fritt ned til en utgående sjøvannstemperatur på minus 1.5°C, som normalt brukes for lagring av pelagisk fisk (sild og makrell). Optimal lagringstemperatur avhenger av fettinnholdet av fisken. (Referanse?).

#### 5.4 Design av RSW-systemet

1 Et av Norges største selskaper for kuldeinstallasjoner i båter (Teknotherm) ble kontaktet for å høre hva de kan tilby. Den laveste kuldeytelsen de kan tilby er 12kW, altså 4kW større enn nødvendig. Hoveddataene for hovedkomponentene er gjengitt nedenfor.

Komponent	Type	Dimensjon (mm)	Vekt (kg)
Kompressor	Semi-hermetisk Stempel		85
Kondensator	Rørkjel	L: 863 D: 130	27
Fordamper	Rørkjel	L: 1300 D: 200	150
Strupeventil	Termoventil	-	-

Pris for dette kuldeanlegget komplett ferdig montert på ramme (uten pumper) ble estimert til å ligge rundt 165.000,- til 180.000,-. Inkludert i prisen er all nødvendig automatikk og styring. Denne prisen er avhengig av antall anlegg produseres og av standardisering. Hvis en standard design kan utvikles, for eksempel i en container som løftes om bord, vil prisen kunne reduseres. (Torp?). I tillegg vil det komme utgifter for oksygenering og filter (se kap. 4).

Den relativt høye prisen skyldes bl.a. at RSW-kjøleren må håndleses av produsent. Slike varmevekslere er ikke hyllevarer. Kondensatoren er også relativt dyr, siden materialkvaliteten må være god nok til å takle sjøvann.

Total vekt for anlegget vil komme opp i ca. 300kg, som inkluderer ramme, rør, kuldemedium, isolasjon osv.

Volumet av anlegget estimeres til å være L: 1300. B: 600. H: 600.

Vekt og volum ble oppfattet som akseptabel av fiskerne Tore Vågø og Snorre Lyngsnes.

#### Pumper:

Vannhastigheten gjennom rørene i RSW-kjøleren må være på en vist minimum for å oppnå tilstrekkelig effektivitet. En normal tommelfingerregel er at hastigheten ikke bør være under 1 m/s. Med gjeldende RSW-kjøler vil det gi en vannmengde på 3.5 m<sup>3</sup>/h. Ved en kuldeytelse på 12 kW gir dette en temperatursenkning på 3.0 K. En pumpe til dette formål kan leveres av Grundfos Pumper A/S. Prisen vil være rundt 5.000,- .

Sjøvann må også pumpes til kondensatoren. Dette kan enten gjøres ved å installere en egen pumpe, eller en kan bruke en avgreining fra eksisterende sjøvannspumpe om bord. Fisker Tore Vågø mente at dette var mulig på Vågøybuen. Vannmengden er erfaringsmessig noe mindre for kondensatoren enn fordampere.

#### Arbeidsmedium:

Det foreslåtte arbeidsmediet er R134a. Dette mediet har et relativt høyt drivhuspotensial, og er derfor skattelagt. Prisen til kunde ligger trolig på rundt 500,- NOK per kg. Fyllingsmengden er trolig rundt 20 kg.

#### Strømbehovet:

Strømbehovet vil variere med kuldebehovet og med pumpekapasiteten til sjøvannspumpene.

Nødvendig kompressoreffekt ved 10kW kuldeytelse:	2.8 kW
Effekt til RSW-pumpe:	0.36 kW
Effekt til Kondensator-pumpe:	0.25 kW

Totalt strømbehov for det foreslåtte designet er estimert til å være 3.4kW.

Normalt benyttes kompressorer beregnet for strøm på 220V 50Hz. En slik strømkilde må i praksis være tilgjengelig om bord for å installere et RSW-system. Vågøybuen har et 220V aggregat, men mange mindre båter har det ikke. Utviklingen går imidlertid i retning av at flere båter vil få det. Et 220V system kan også enkelt kobles opp mot "landstrøm".

#### Vedlikehold:

Vedlikeholdet av et RSW-anlegg vil normalt kun være rensing av rørkjellene.

### **5.5 Plassering av RSW-systemet om bord**

Under et prosjektmøte med fiskerne Tore Vågø og Snorre Lyngsnes kom følgende to alternativer opp til plassering av RSW-systemet:

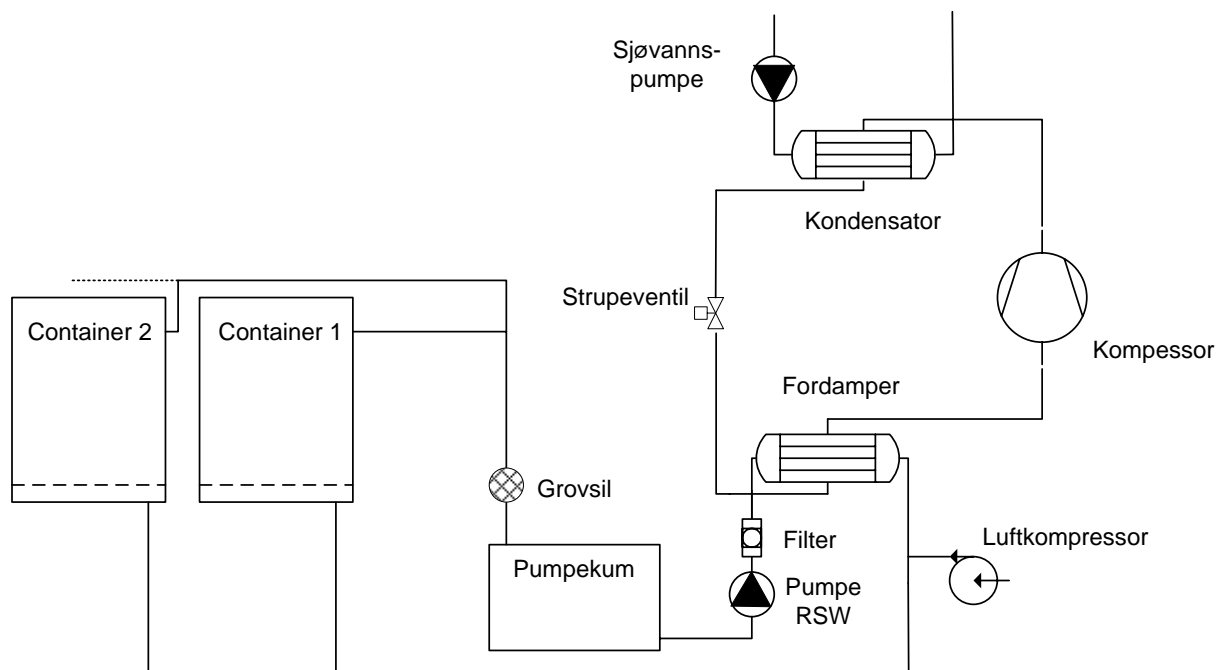
- I lasterommet
- På dekk. Gjerne på repoet over levegg.

Begge disse alternativene krever at systemet bygges inn i en container som tåler direkte eksponering av sjøsprøyt.

De foreslåtte plasseringsalternativene ble diskutert med Torfinn Torp i Teknotherm. Han mente at dette kan la seg gjøre. Containerne kan ikke lages hermetisk tette, for noe lufting må til. Dessuten må dekslet enkelt kunne fjernes for vedlikehold.

### **5.6 Kobling mellom RSW systemet og vannkretsen**

Koblingen mellom kjølesystemet og RSW-vannkretsen er foreslått som i figuren under. Kjølt vann fordeles til containerne og tilsettes under en perforert falsk bunn. Returvannet ledes ned i en pumpekum, som gir en nødvendig buffer for pumpa slik at den ikke går tørr. Størrelsen på denne avhenger av hvordan vannsystemet opereres, containerstørrelser osv. Størrelsen er derfor vanskelig å anslå. Trolig vil minimum ligge på 100liter. Kummen må plasseres lavere enn containerne.



Figur 9. Skisse kobling mellom RSW-vannkretsen og kjølesystemet

Det er behov for et filter for å ta vekk partikler og ekskrementer. Plasseringen avhenger av størrelse og trykkfall over filteret. Sannsynligvis er det hensiktsmessig å plassere filteret på pumpe trykkside, mellom pumpe og fordamper. Det er også foreslått å installere en grovsil før pumpekummen slik at større partikler blir forhindret fra å komme inn i pumpen.

Oksygentilsetning bør skje rett før inntaksledning til containerne, som indikert i figuren. Luftkompressoren kan enklest plasseres i containeren hvis luftingen i denne er akseptabel. Tilsetning av friskvann kan enklest skje rett i pumpekummen som vil være ved atmosfæretrykk. Mengden friskvann kan da måles enkelt med bøtte og klokke. Mengden kan måles opp en gang for alle på ønsket nivå ved å justere en hindring (strupeskiye, vannventil etc).

## 5.7 Optimaliseringsalternativer

Systemet som er foreslått ovenfor er godt egnet som RSW-kjøleanlegg siden det er robust og varmevekslerne er rensbare. Likevel har det også sider som klart kan bedres:

- Anlegget har for stor kuldeytelse. Et mindre anlegg vil ta mindre plass og være lettere.
- Prisen bør sannsynligvis være lavere for at RSW-teknologien skal tas i bruk i krabbebåter
- Kuldemediemengden kan med fordel reduseres

### Mindre og billigere rørkjeler:

Det mest nærliggende er å vurdere en annen produsent av rørkjeler som er tilpasset lavere kuldeytelse, og med en lav pris som mulig. Det finnes mange produsenter av rørkjeler, men de fleste er ikkelaget for sjøvann. Sjøvann stiller høye krav til materialkvalitet.

En italiensk produsent (HPH) ble kontaktet med forespørsel om pris og design av to rørkjeler for sjøvann til et anlegg med 8kW kuldeytelse. Budsjettprisen for RSW-kjøleren er €1.455,-,

tilsvarende ca. 11.500,- NOK. Firmaet antyder omtrent samme pris for en kondensator. Hva totalprisen for et komplett anlegg med disse varmevekslerne, er avhengig av hvem som lager det. Det kan være et norsk selskap, eller en kan få laget det i utlandet.

En italiensk totalprodusent ble også kontaktet. En muntlig pris ble gitt og bekreftet per e-post. Firmaet antydte en pris på €6.000,- (rundt 48.000,- NOK) for komplett anlegg på ramme, uten pumper. Dette anlegget har IP standard på 4X.?? Mer info om standarder.

#### Bruk av kompakte varmevekslere:

Rørkjeler er ikke kompakte, og fyllingsmengden av kuldemedium er relativt stor. Platevarmevekslere er derimot kompakte. Bildet under viser eksempler på helloddede type. Disse kan ikke åpnes for rensing. Flere firmaer reklamerer med at slike kan brukes direkte mot sjøvann. Erfaring viser imidlertid at dette kan være problematisk, spesielt bruk direkte mot RSW-vann. Bruk av disse platevarmevekslerne vil kreve et effektivt filtersystem.

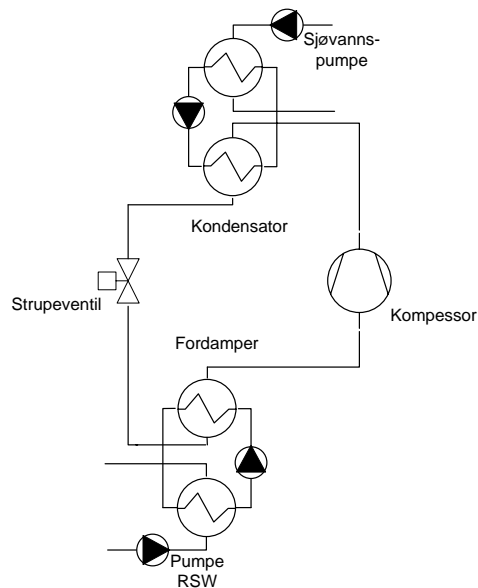
Det finnes også platevarmevekslere hvor pakninger skiller platene. Disse kan demonteres for rensing. Problemet da er imidlertid at kuldemediefyllingen må slippes ut. Dette er ikke akseptabelt både mht til miljøbelastning og kostnader.



*Figur 10. Bilde av helloddede platevarmevekslere*

Et alternativ kan være å lage et såkalt indirekte system hvor det er egne lukkede vannkreter som transporterer varmen fra kuldeanlegget til sjøvannsvarmevekslerne. En kan da bruke standard platevarmevekslere i kjølekretsen. Likevel må varmevekslerne som brukes direkte mot sjøvann lages av et bestandig materiale, noe som fører til dyre varmevekslere. Totalt behøves da fire varmevekslere og fire pumper. Alfa Laval er en stor produsent av platevarmevekslere ble forespurt om disse platevarmevekslerne. De har ikke demonterbare varmevekslere bestandige mot sjøvann til en så lav kuldeytelse som 8kW. Andre leverandører er ikke identifisert.

En annen utfordring med dette systemet, er at selv om dette blir kompakt med liten kuldemediemengde, er løsningen sannsynligvis dyr. Et mulig alternativ kan være å kjøpe kjølekretsen som et rimelig ferdigaggregat, slik at sjøvannsvarmevekslerne og pumpene bare kobles til. Mulige leverandører av ferdigaggregatet er så langt ikke identifisert.



Figur 11. Prinsippet for et indirekte system

#### Varmeavgivelse til luft:

Det finnes ferdigaggregater for kjøling av glykol, og som avgir varmen til luft og ikke til sjøvann. Det vil si at kondensatoren kjøles med luft. Disse aggregatene er relativt billige. (Pris ikke innhentet så langt). I tillegg spares en pumpe (eller to ifht indirekte system). Ulempen med dette systemet kan være at kondensatorene kan korrodere når de blir utsatt for luft med et visst saltinnhold. Erfaring viser fra luftvarmevekslere som står utsatt til i forhold til salt sjøluft bekrefter dette i noen tilfeller. Dette kan kanskje bøtes må med et riktig materialvalg, men da er det ikke sikkert at aggregatet lenger er standard. I tillegg må riktig lufttilførsel sikres, noe som kan by på en utfordring hvis systemet skal monteres i en container. Likevel vil Torfinn Torp i Teknotherm ikke utelukke at dette kan være en mulighet. Det lages luftkjølte anlegg på båter i dag, men normalt er disse plassert høyere opp fra sjøen.

### 5.8 Materialkvalitet

En vanlig materialkvalitet i rørene i RSW-kjølere er kopper/nikkel (Cu/Ni). Det er muligens fare for at en svært lav konsentrasjon av disse metallene avgis til vannet som sirkulerer og kjøler ned lasten. Siden vi har med levende organismer å gjøre, bør denne problemstillingen overveies i det videre arbeidet. Trolig er det kun forsøk som kan avklare om dette representerer en reell fare. Alternativet er å bruke titan i varmevekslerne, noe som er betydelig dyrere.

### 5.9 Forskrifter for å installere et RSW-system om bord i en mindre båt

Samtaler med Torfinn Torp, som er ansvarlig for kuldeinstallasjoner i fiskebåter for Teknotherm, avdekket at det sannsynligvis ikke er forskrifter knyttet til installasjon av et så lite RSW-system i en båt. Hvis båten er DNV-godkjent, må imidlertid en freon-alarm installeres.

Alle komponenter må være designet i henhold til gjeldende krav, som for alle kuldeanlegg. Likeledes må nødvendig sikkerhetsautomatikk være inkludert.

## 6 Nytteverdi under krabbefisket

Vågøybuen leverer på Rørvik Fisk. Dette anlegget er tilpasset levering av krabben i containere. Noe over 20 fartøy leverer på dette anlegget. Alle fisker i nærområdet slik at de har mulighet til å levere hver dag det er mottak. Over helgene må de imidlertid legge ut krabben i sjøen. Vågøybuen slipper dette da han isteden bruker et håndteringssystem med containere og vanngjennomstrømming som beskrevet i kap 3. Systemet ble nyttet sesongen 2005. Dødeligheten var da minimal selv uten nedkjøling. Dette vil imidlertid være avhengig av sesongstart og temperaturforhold i sesongen. Med et RSW system vil man i langt større grad være uavhengig av dette.

Et RSW anlegg vil medføre økt holdetid for krabben om bord. Fiskerne i dette området har tilpasset driften sin etter de muligheter de har for å levere på Rørvik Fisk, dvs. de fangster i nærområdet. Dersom de hadde hatt muligheten for oppbevaring av krabben om bord over flere døgn kunne de hatt mulighet for å utvide fangstfeltene sine. Økt holdeperiode om bord kan også være nødvendig ved forandringer på leveringsmuligheter.

Situasjonen for fiskerne som må legge ut krabbe i sjøen, er noe annerledes enn for Vågøybuen. De beregner en dødelighet på opptil 10 kg på en 60 kg kasse (10-20%). Et system med vanngjennomstrømming og RSW vil trolig redusere dødeligheten og dermed øke inntjeningen. Det vil også spare fiskeren for arbeidet med utleggingen. Tiden som spares ved utlegging kan evt. kan nyttes til økt fangstinnsetts.

Per i dag er det ingen sammenheng mellom pris og kvalitet (med unntak av dødelighet). Et RSW anlegg vil sannsynligvis forbedre kvaliteten (ikke matinnholdet, men krabbens generelle kondisjon). I forhold til dagens prissystem vil man ikke få betalt ekstra for dette.

## 7 Alternativ bruksområder for et RSW anlegg

Fisket etter andre arter som sjøkreps har økt i de siste årene. Noen krabbebåter driver også fiske etter sjøkreps i kombinasjon med krabbefiske. Sjøkreps er best betalt når den leveres levende. Sjøkreps har et mer spesifikt krav til temperatur enn taskekrabben og det er til tider problemer med å oppbevare den levende om sommeren grunnet de høye sjø- og lufttemperaturene. Et system med RSW kjøling gjør det mulig å regulere til ønsket temperatur og dermed forbedre overlevelse, kvalitet og lagringstid.

Krabbebåtene driver gjerne garnfiske om vinteren, alternativt linefiske. Prinsipielt kan RSW systemet som brukes for krabber også brukes for fisk. Forsøk utført tidligere ved NTNU og SINTEF Energiforskning AS viser at RSW systemer kan brukes mot hvit fisk med godt resultat (Magnussen, 2006). Kvaliteten ved lagring i RSW var noenlunde like eller bedre enn ved lagring med flakis og sjøvann, som brukes i dag. Lagringstemperaturen er da lavere enn 5-6°C for krabbene. Dette vil RSW-systemet håndtere. Designet endres ikke, men kontroll av påfrysing i RSW-kjøleren er nødvendig.

Strømningsforholdene rundt død fisk er ulik i forhold til levende krabbe. En container som på Vågøybuen med falsk bunn gir et godt utgangspunkt for lagring av fisk, men de faktiske strømningsforholdene bør undersøkes nærmere.



Under prosjektmøtet på Vågøybuen kom det opp at håndteringen av flakis er tungvint og plasskrevende. Hvis et RSW-anlegg kan fjerne dette ekstra arbeidet, vil det være et stort pluss, og gjøre en investering i et slikt anlegg mer interessant.

## 8 Konklusjoner

1. Undersøkelser, beregninger og møter med fiskerne Tore Vågø og Snorre Lyngsnes har avdekket at installeringen av et RSW-anlegg for en krabbebåt av Vågøybuen sine dimensjoner er teknisk gjennomførbar.
2. Utfordringen med RSW-systemet er at prisen er relativt høy for et anlegg levert av norske kvalitetsleverandører. Alternative og billigere systemløsninger er identifisert. Kvaliteten av disse må eventuelt verifiseres før en kan ta det i bruk i større skala.
3. RSW-anlegget vil øke kvaliteten (kondisjonen) på krabbene og redusere dødeligheten.
4. Ved bruk av et RSW-anlegg vil krabben kunne lagres lenger om bord, noe som muliggjør høsting på felter lenger bort fra mottaksstasjonene enn i dag. Begge momentene representerer en økt verdi for krabbenæringen.
5. Inntjeningen ved installering og bruk av RSW er imidlertid diskutabel hvis systemet kun kan benyttes mot krabbefisket slik dette drives per i dag.
6. Flere av krabbebåtene driver annet fiske utenom krabbesesongen. Flakis og sjøvann brukes til å kjøle fiskefangsten. Erfaring fra tidligere forsøk viser at RSW systemer kan benyttes til kjøling av hvit fisk med godt resultat. Kvaliteten ble noenlunde den samme eller bedre.
7. Håndteringen av flakis er relativt tungvint og plasskrevende. Hvis et RSW-anlegg kan fjerne dette ekstra arbeidet, med like godt resultat eller bedre, vil investering i et slikt anlegg være interessant.
8. Fisket etter andre arter som sjøkreps har økt i de siste årene. Sjøkreps er best betalt når den leveres levende. Sjøkreps har større krav til temperaturer enn taskekrabben og det er til tider problemer med å oppbevare den levende om sommeren grunnet de høye sjø- og lufttemperaturene. Et system med RSW kjøling gjør det mulig å regulere til ønsket temperatur og dermed forbedre overlevelse, kvalitet og lagringstid.
9. Denne rapporten er resultatet av et forprosjekt der konklusjonene er bygget på tilgjengelig kunnskap om biologiske toleransegrenser, tekniske spesifikasjoner og fiskernes praktiske erfaring fra fiskeriet. Et RSW anlegg bør imidlertid installeres i et pilotfartøy og prøves ut under aktuelle fiskeri.
10. Mulig finansiering for et slikt pilotprosjekt er FHF (Villfiskforum) og Innovasjon Norge.

## 9 Referanser

- Ansell, A.D. 1973. Changes in oxygen consumption, heart rate and ventilation accompanying starvation in the decapod crustacean *Cancer pagurus*. *Netherlands Journal of Sea Research*, 7: 455-475.
- Dyb, J.E. og Woll, A.K. 2005. Mellomlagring av taskekrabbe i et nytutviklet fartøy. Møreforskingrapport, nr. Å0519. 20s.
- Hanssen, L.H. 2004. Rapport 3-6-9. Modernisering av kystfisket etter taskekrabbe (*Cancer pagurus*). Fiskarlaget Midt Norge. 22 s + vedlegg.
- Magnussen, O. M., 2006, Samtaler, Professor Emeritus ved NTNU
- Uglow, R.F., Hosie, D.A., Johnson, I.T. & MacMullen, P.H. (1986). Live handling and transport of crustacean shellfish: an investigation of mortalities. Sea Fish Industry Authority, Technical Report No. 280.
- Torp, T., 2006, Samtaler. Teknotherm, Halden.
- Woll, A.K. 1995. Status og lønnsomhet for produksjon og omsetning av hel konsumkrabbe. Delrapport 3. Den britiske og irske krabbenæringa og vurdering av markedspotensialet for en nytutviklet sorteringsmaskin for levende krabbe. Møreforskingrapport. Nr. Å9514. 54s + vedlegg.
- Woll, A.K. 2000. Catch, holding and transport of live crab. Experience from Vancouver Canada B.C., Ireland & Beijing. Møreforsking, Report no. Å0015. 39pp.
- Woll, A.K., van der Meeren, G.I., Fossen, I., Tveite, S. 2004. Ressursundersøkelse av taskekrabbe (*Cancer pagurus*) langs Norskekysten. Sluttrapport 2001-2004. Møreforskingrapport, nr. Å0406. 35 s.