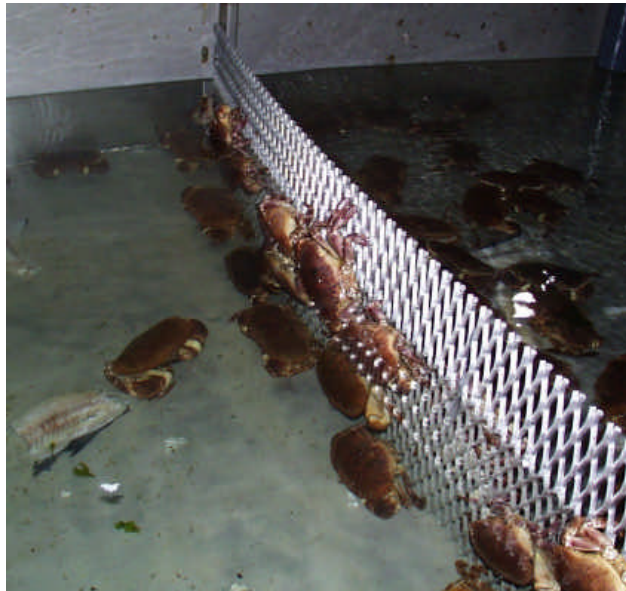


Rapport nr. Å0019

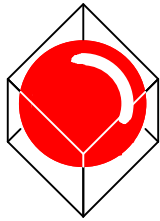
Vannkvalitetens betydning for taskekrabbe (*Cancer pagurus*)

Ulike formål med mellomlagring av krabbe og vannkvalitetens
betydning for planlegging og utforming av lagringsanlegg



Astrid K. Woll og Stig Tuene

Møreforsking Ålesund
Desember 2000



RAPPORT

Tittel: Vannkvalitetens betydning for taskekrabbe (<i>Cancer pagurus</i>). Ulike formål med mellomlagring av krabbe og vannkvalitetens betydning for planlegging og utforming av anlegg.	ISSN 0804-5380
	Rapport nr.: Å0019
	Prosjekt nr.: 54169
Oppdragsgiver (navn og adr.): Pan Fish Sales As St. Olavs plass 1 6002 Ålesund	Dato: 21.12.00
	Antall sider: 24
	Referanse oppdragsgiver: Botholf Stolt-Nielsen
Tlf./Fax.: 7011 6100 / 7011 6101	
Forfattere: Astrid K. Woll & Stig Tuene	Signatur:
Rapport godkjent av: Iren Stoknes	Signatur:

Sammendrag:

Rapporten beskriver taskekrabbens krav til vannkvalitet ut fra litteraturstudier og praktiske forsøk. Møreforskning har vært involvert i. Det gis en vurdering av alternativer former for mellomlagring av krabbe. Metodikk for mellomlagring avhenger av til hvilket formål krabben skal brukes: 1) fôring for å oppnå bedre kvalitet; 2) vedlikeholdslagring, dvs. i påvente av salg; eller 3) kjøling i forkant av transport. Lagring i sjø er en rimeligere løsning enn lagring på land, men man har mindre mulighet for å styre temperaturen. Ved eksport av levende krabbe krever enkelte import- og eksportland, f. eks. Canada, at krabben skal være lagret minimum 12 timer i sjøvann som er UV-behandlet. En slik forskrift krever at deler av mellomlagringa skjer på land. For kjøling av krabben kreves også lagring på land. Fire mellomlagringsanlegg for kjøling er beskrevet. Rapporten er en av tre i prosjektet: "Fangst, mellomlagring og transport av levende taskekrabbe til de asiatiske markeder".

Emneord:

Taskekrabbe; *Cancer pagurus*; temperatur; oksygen; ammoniakk; saltholdighet; mellomlagring; kjølemetodikk; resirkulering.

Distribusjon/Tilgang:

Åpen

Forord

Prosjektet "Fangst, mellomlagring og transport av taskekrabbe til de asiatiske markedene" har som hovedmål å oppnå en vellykket transport av levende krabbe til Østen. Prosjektet er finansiert av Norges forskningsråd, Pan Fish Sales AS, Vartdal Plast, SAS Cargo og Hitramat & Delikatesser A/S. Pan Fish Sales er prosjektansvarlig. Rapporten er en av tre i prosjektet og beskriver taskekrabbens krav til vannkvalitet. Det gis også en vurdering av alternative former for mellomlagring av krabbe. Mellomlagringsanlegg man har fått kjennskap til i løpet av prosjektperioden blir beskrevet.

Rolf Selset og Arve Gravdal ved Norway Seafarms AS i Torshavn har vært til god hjelp ved vurdering av taskekrabbens krav til vannkvalitet i forhold til dimensjonering av anlegg. Takk til begge!

Ålesund, 22.12.00

Astrid Woll

Innhold

Sammendrag	3
1 Innledning	5
2 Taskekrabbens krav til vannkvalitet	5
2.1 Saltholdighet	5
2.2 Temperatur	6
2.3 Oksygen.....	8
2.4 Ammoniakk	9
3 Mellomlagring av taskekrabbe	11
3.1 Ulike formål med mellomlagring	11
3.2 Lagring i sjø.....	12
3.3 Lagring på land	13
4 Produktinformasjon og erfaringer fra aktuelle leverandører av mellomlagringsanlegg..	15
4.1 Aqua Medic	15
4.2 Dryden Aqua	17
4.3 Kento, Vancouver B. C.	20
4.4 Traystore, Tech Sea Canada.....	21
4.5 Sammenligning av anleggenes kapasitet.....	21
5 Oppsummering og konklusjoner	23
6 Adresser	24
7 Referanser	25

Sammendrag

Rapporten beskriver taskekrabbens krav til saltholdighet, temperatur, oksygen og ammoniakk ut fra litteraturstudier og praktiske forsøk Møreforskning har vært involvert i. Krabben regnes for å være en stenohalin saltvannsart, dvs. den har små toleransegrenser for forandringer i saltholdighet. Krabber er vekselvarme dyr og aktiviteten er derfor svært avhengig av omgivende temperatur. Man regner generelt med at taskekrabben tar til seg minimalt med føde ved temperaturer under 5°C og at appetitten synker ved temperaturer høyere enn 14-15°C. Fôringforsøk viser at fôropptaket ligger mellom 21-37 g våtfôr (sei eller akkar) per kg krabbe per dag ved temperaturer mellom 10-12°C. Oksygenopptaket varierer med krabbens tilstand. Aktive krabber bruker mer oksygen enn passive, og krabber som er fôret mer enn de som er sultet. I 3 ukers oppfôringforsøk med vanngjennomstrømming mellom 0.7 – 1.1 liter min^{-1} kg krabbe $^{-1}$ ble det oppnådd en klar forbedring av krabbens levermasse. Hos krabber foregår tilnærmet all ammoniakk ekskresjon gjennom gjellene og målte verdier varierer mellom 0.070 – 1.5 mg NH_4^+ kg^{-1} min^{-1} ved normalt innhold av oksygen i vannet. En reduksjon i ammoniakk utskillelse på 50- 60% er registrert ved lave konsentrasjoner av oksygen og for krabber som er blitt sultet.

Metodikk for mellomlagring avhenger av til hvilket formål man skal bruke krabben. Dette kan være: 1) fôring for å oppnå bedre kvalitet; 2) vedlikeholdslagring, dvs. i påvente av salg; eller 3) kjøling i forkant av transport.

Ved kjøling i forkant av transport, vil man ved lagring på land ha full styring med vanntemperaturen. Rapporten beskriver fire landbaserte anlegg for kjøling av krabbe. Ved fôring og vedlikehold, kan man nytte lagring i sjø og lagring på land. Lagring i sjø er en rimeligere løsning enn lagring på land, men man har mindre mulighet for å styre temperaturen. Ved lagring på land, har man mulighet for å utnytte dypvann som har en langt mer stabil temperatur og saltholdighet enn overflatevann. Lagring på land er sårbar for tekniske problemer, mens anlegg i sjø er sårbar for skiftende værforhold.

Ved eksport av levende krabbe krever enkelte import- og eksportland, f. eks. Canada, at krabben skal være lagret minimum 12 timer i sjøvann som er UV-behandlet. Vannbehandlingen gjøres i ”nedkjølingsanleggene”.

1 Innledning

Taskekrabben finnes fra overflaten og ned til flere 100 m dyp, men er vanligst grunnere enn 40 m, på både stein- og sandbunn. Hannene foretrekker steinbunn, hunnene stein og sandbunn, iblandet en del stein. I den ytre skjærgården finnes det rikelig med krabber både på hard- og bløtbunn, men med en overvekt av hanner. I fjordene er det en overvekt av store hunner som har kommet inn for å gyte. En del av krabbene i fjordene har sannsynligvis vandret inn etter at de har nådd kjønnsmoden alder. Mesteparten av de kjønnsmodne krabbene oppholder seg på dypere vann i perioden fra høst til vår. Vandringer fra grunnere til dypere vann er trolig temperaturstyrt.

Ved fangst av krabbe i Norge, lagres krabben i kasser på dekk inntil den leveres på en mottaksstasjon. Dersom tiden fra fangst til levering blir for lang, blir krabben lagret i samle-kasser i sjø. Ved evt. videre forsendelse fra mottaksstasjon til pakkestasjon, blir krabben på nytt sortert, lagt i kasser og transportert enten med bil eller båt. Når krabben ankommer pakkestasjonen har den derfor oppholdt seg i kortere eller lengre tid i luft. Når krabben har oppholdt seg i lengre tid i luft, vil den etter hvert tørke ut. Når krabben blir tatt ut av vann, vil den umiddelbart gulpe opp det vannet som er i gjellehulene. Dette forhindrer opphoping av ammoniakk i gjellehule-vannet (Regnault 1994). Blir krabben fortsatt på land, vil den gradvis tørke ut ved fordampning fra " huden " og via gjellene. Hvor raskt uttørkinga foregår, avhenger av fuktighet og temperatur der krabben oppholder seg. Ettersom krabben tørker ut, blir den mindre motstandsdyktig og vil til slutt dø. Det er viktig at den krabben som skal videresendes levende fra pakkestasjonen er i god kondisjon. Krabben bør derfor retankes, dvs. ha et opphold i vann, før den pakkes for videre transport.

Hvordan re-tankinga skal foregå, vil variere alt etter formålet. Uansett formål er det viktig å ha kjennskap til taskekrabbens krav til vannkvalitet og hvordan den reagerer ved manipulering av de ulike vannkvalitetenes parametrene. Ved en slik kjennskap kan man lettere oppnå gode resultater og planlegginga av mellomlagringsanlegg blir enklere.

2 Taskekrabbens krav til vannkvalitet

2.1 Saltholdighet

Taskekrabben (*Cancer pagurus*) er en saltvannsart som er regnet for å være stenohalin, dvs. den har små toleransegrenser for forandringer i saltholdighet. Arten har en svært begrenset evne til å regulere konsentrasjonen i kroppsvæske og vev (Wanson *et al.* 1983). Når taskekrabben utsettes for brakkvann eller ferskvann, vil den svulle, dvs. det ferskere vannet trenger inn i krabbens kroppsvæske og vev i et forsøk på å utligne den høyere konsentrasjonen i disse. Voksne individ tåler ikke slik svelling, og vil dø.

Forsøk med små individ av arten (snitt 7cm skallbredde) har vist at de kan overleve ved en direkte overføring fra saltvann til vann med lav saltholdighet. Man antar dette skyldes en høyere toleranse for svelling og er en tilpasning til levesett. Små taskekrabber lever hele året på grunnere vann og må derfor tåle større svingninger i saltholdighet (Wanson *et al.* 1983).

2.2 Temperatur

Man regner generelt med at krabbene ikke tar til seg føde ved temperaturer under 5°C og at appetitten synker ved temperaturer høyere enn 14-15°C (Gundersen 19xx). Forsøk har vist at krabben har en kritisk maksimumstemperatur (CTMax) og at akklimatisering har en innvirkning på denne (Cuculescu *et al.* 1998). Ved sammenligning av krabber akklimatisert ved 22°C og krabber akklimatisert ved 8°C var den kritiske maksimumstemperaturen for de førstnevnte høyere. Kritisk maksimumstemperatur for ”vinterkrabber” var signifikant lavere enn for krabbe fanget på sommeren og høsten uavhengig av akklimatiseringstemperatur i laboratorieforsøkene (Cuculescu *et al.* 1998).

Temperatur og spiseaktivitet

Flere forsøk er foretatt med fôring av krabber og disse viser at temperaturen har stor innvirkning på fôropptaket. Fôringsforsøk ved Austevoll i 1993 viste at krabber ved 3°C hadde et gjennomsnittlig fôropptak på 5 g akkar per kg krabbe per dag. Ved 8°C økte fôropptaket til 8 g, ved 10°C til 21 g og ved 12°C til 37 g. (Tabell 1; Woll & Meeren 1994). Ved de laveste temperaturene ble krabbene svært sårbare ved håndtering og bortimot alle døde da de ble tatt fra fôringskaret til slakterommet. Krabbene ved 12°C hadde en betydelig kvalitetsforbedring.

Tabell 1. Gjennomsnittlig fôropptak (akkar) for krabber ved ulike temperaturer. Tabellen er utarbeidet etter opplysninger fra fôringsforsøk ved Austevoll 1993 (Woll & Meeren 1994).

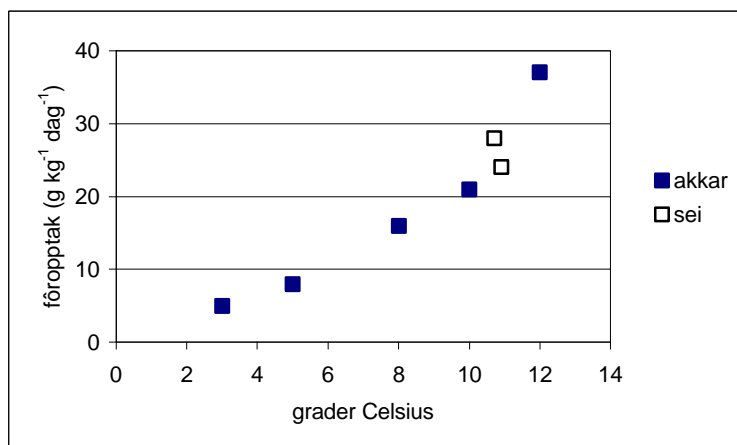
Temp (°C)	biomasse* (kg)	ant. krabber	dager fôret	fôr spist** (g)	% fôr-opptak	g fôr kg krb ⁻¹	g fôr kg krb ⁻¹ dag ⁻¹
12	13.8	30	22	11.244	81.9	815	37
12	15.0	30	22	12.293	89.5	820	37
Gjennomsnitt ved 12° C							37
10	12.6	28	25	6.654	99.4	528	21
10	14.9	33	19	5.620	97.2	378	20
10	13.1	29	29	8.090	91.1	620	21
Gjennomsnitt ved 10° C							21
8	13.1	29	28	5.514	85.3	422	15
8	13.5	30	20	4.601	94.5	341	17
8	13.5	30	25	5.520	89.7	409	16
Gjennomsnitt ved 8° C							16
5	14.4	32	22	2.738	66.7	190	9
5	13.1	29	25	2.651	70.9	203	8
Gjennomsnitt ved 5° C							8
3	9.9	22	26	1673	44.9	169	6
3	15.3	34	22	1141	46.9	75	3
Gjennomsnitt ved 3° C							5

Ved Møreforsking Ålesund ble det foretatt flere fôringsforsøk i 1999 og 2000 med seifilét som fôr (Woll *et al.* 2000; Woll *et al.* 2001 under utarbeidelse). Gjennomsnittlig fôropptak av seifilét (våtvekt) ble sammenlignet med fôropptak av (akkar våtvekt) fra Austevoll (figur 1). For vinterfanget krabbe var fôropptaket ved 10.9 C i gjennomsnitt 24 g per kg krabbe per dag (januar). I mars var det gjennomsnittlige fôropptaket 28 g (Tabell 2).

Tabell 2 Gjennomsnittlig fôropptak (sei) for vinterfanget krabber ved Møreforsking Ålesund. Temperaturen er gjennomsnittet for periodene hvor den varierte mellom 10.6-11.6°C.

Temp (°C)	biomasse (kg)	ant. krabber	kar nr.	dager fôret	fôr spist (kg)	% fôr-opptak	g fôr kg krb ⁻¹	g fôr kg krb ⁻¹ dag ⁻¹
10.9	29.14	53	1-1	24	19.03	81.2	653	27
10.9	33.374	60	1-2	24	19.03	81.2	570	24
10.9	34.102	48	2-1	24	19.27	82.2	565	24
10.9	34.234	49	2-2	24	19.27	82.2	563	23
Gjennomsnittlig fôropptak januar 2000								24
10.6	19.272	30	1-1B	25	12.71	96.3	660	26
10.6	17.806	30	1-2B	25	12.73	96.4	715	29
10.8	18.157	30	2-1B	25	12.51	94.8	689	28
10.8	16.817	30	2-2B	25	12.98	98.3	772	31
Gjennomsnittlig fôropptak mars 2000								28

I figur 1 er det gjennomsnittlige fôropptaket per kg krabbe plottet i forhold til temperatur. Figuren indikerer at fôropptaket øker raskt fra 10-12°C. Systematisk fôring ved temperaturer høyere enn 12°C ble ikke foretatt.



Figur 1. Sammenligning av taskekrabbens fôropptak ved ulike temperaturer. Krabben fôret med akkar ved Austevoll høsten 1993 og med seifilét ved Møreforsking vinteren 2000.

2.3 Oksygen

Grunnleggende målinger av oksygenopptaket for *Cancer pagurus* ble foretatt av Ansell (1973). Opptaket varierer med krabbens tilstand. Aktive krabber brukte mer oksygen enn passive, og krabber som var fôret mer enn de som er sultet (Tabell 3).

Tabell 3. Gjennomsnittlig oksygenforbruk for *Cancer pagurus* (snittvekt 200g) ved 11°C. Fra Ansell 1973.

Krabbens tilstand		Oksygenopptak mg O ² kg ⁻¹ min ⁻¹
Fôret	Aktiv	
ja	ja	0.7 – 1.5
nei	Ja	0.5 – 0.85
ja	nei	0.3 – 0.7
nei	nei	0.25 – 0.4

Oksygenopptaket kan ha svært raske svingninger. Dette skjer for eksempel etter et måltid og ved stress da oksygenopptaket øker svært raskt (Aldrich 1975).

Målinger av oksygen er foretatt in vitro. For krabber med snittvekt 300g var oksygenopptaket på 0.38 mg kg⁻¹ min⁻¹ (Watt *et al.* 1999).

Taskekrabben har evne til å regulere sitt oksygenopptak med det omgivende oksygeninnholdet i sjøvann. Ved svært lave oksygenverdier, blir imidlertid evnen til å regulere svært redusert og hele dens stoffskifte synker raskt (Ansell 1973; Burnett & Bridges 1981; Bradford & Taylor 1982).

Oksygenbehovet for at krabben skal trives og ha et godt fôropptak ble undersøkt ved Austevoll Havbruksstasjon i 1993. Forsøkene viste at en vanngjennomstrømming (flow) mellom 0.7 – 1.1 liter min⁻¹ kg krabbe⁻¹ ga kvalitetsforbedring av krabbens levermasse etter en fôringsperiode på 3 uker. Ved lavere vanngjennomstrømming (0.5 liter min⁻¹ kg krabbe⁻¹) ble kvalitetsforbedringa betydelig dårligere (Tabell 4).

Tabell 4. Resultat fra fôringsforsøk på Austevoll Havbruksstasjon 1993 ved 12°C. Flow fra 10-15 l min⁻¹ ga god kvalitetsforbedring på krabben. Flow på 6.5 l min⁻¹ ga betydelig dårligere kvalitet. Fra Woll & Meeren 1994.

Beskrivelse av forsøk					Fôring (akkar)				
Flow l min ⁻¹	Flow l min ⁻¹ kg ⁻¹	Oksy %	biomasse kg	Krb ant.	dager fôret	utfôret (g)	fôr-opptak %	g fôr kg krb ⁻¹	g fôr kg krb ⁻¹ dag ⁻¹
15	1.1	75	13.8	30	22	13 730	81.9	810	37
15	1.0	77	15.0	30	22	13 300	89.5	820	37
12.5	0.9	86	13.7	30	23	14 000	81.2	830	36
12.5	1.1	88	11.4	30	22	14 000	72.3	890	40
10	0.7	81	13.4	30	23	14 000	81.4	850	37
10	0.7	85	13.6	30	20	10 910	83.7	670	34
6.5	0.5	66	13.9	30	22	13 730	64.9	640	29

Under fôringsforsøk ved Møreforskning Ålesund, ble oksygenforbruk målt under fôring og under sulting (tabell 5). Krabbene brukte mer oksygen når de ble fôret enn når de ikke ble fôret. For målingene der vanngjennomstrømmingen lå mellom 0,5 og 1 liter min⁻¹ kg krabbe⁻¹ hadde fôrede krabber et forbruk på 0,51 og ikke fôrede på 0,30 mg O² min⁻¹ kg⁻¹. Resultater er

i samsvar med Ansell (1973). En T-test for ulike varianser viste forskjell mellom fôrede og ikke fôrede krabber på 1% nivå.

For fôrede krabber så det ut til at lav vanngjennomstrømming ga lavere oksygenforbruk: $0.43 \text{ mg O}_2 \text{ min}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ (under $0.4 \text{ liter min}^{-1} \text{ kg}^{-1}$) og $0.60 \text{ mg O}_2 \text{ min}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ (mellom $0,5$ og $1 \text{ liter min}^{-1} \text{ kg}^{-1}$) (T-test med ulike varianser signifikant på 5% nivå). På de lave vanngjennomstrømmingene var oksygenet mellom 38 og 76%, så lavt at krabben kan ha fått lavere stoffskifte, jfr. Ansell 1973; Burnett & Bridges 1981; Bradford & Taylor 1982.

Tabell 5. Gjennomsnittlig oksygenforbruk for taskekrabbe under fôringsforsøk foretatt ved Møreforsking Ålesund (Woll *et al.* 2000).

Dato 2000	Nytt vann $\text{l min}^{-1} \text{ kg}^{-1}$	Oksygenforbruk		Fôring
		$\text{mg min}^{-1} \text{ kg}^{-1}$	Temperatur °C	
Fôret (7.aug-1.sept)	0.6	0.51	10.2	
Ikke fôret (4.sept-8.sept)	0.6	0.30	10.4	

2.4 Ammoniakk

Sluttproduktet ved nedbryting av nitrogen, er hos fisk og krepsdyr i hovedsak ammoniakk. Ammoniakk finnes i to forskjellige former:

$$\text{Total ammoniakk (T}_{\text{Amm}}) = \text{Ammoniakk (NH}_3) + \text{Ammonium (NH}_4^+)$$

NH_3 er giftig for fisk selv i små konsentrasjoner. NH_4^+ i mindre konsentrasjoner er ikke giftig for fisken. Mesteparten av de nitrogenholdige avfallsproduktene skilles ut gjennom gjellene. Hos krepsdyr har man tidligere trodd at utskillelsen i hovedsak var en enkel diffundering av NH_3 langs en konsentrasjonsgradient, men forsøk de senere år har vist at også NH_4^+ skilles ut.

Flere krabbearter har evnen til aktiv transport av nitrogen fra kroppsvæsken og ut gjennom gjellene. *Cancer pagurus* kan skille ut NH_4^+ mot en konsentrasjonsgradient som er hele 8-ganger høyere. Det er total mengde ammonium i sjøvannet utenfor som setter i gang denne transporten. Slike aktive prosesser medfører bruk av energi, og er muligens en stressituasjon for krabben (Weihrauch *et al.* 1999).

Gjellene hos *Cancer pagurus* har stor gjennomtrengelighet, og er i praksis ingen barriere for innstrømming av NH_4^+ . Dette antar man er årsaken til at taskekrabben har utviklet mekanismen med aktiv transport for utskillelse av ammoniakk. Mekanismen kan ha sammenheng med at taskekrabben i perioder lever nedgravd i sanden. I dette miljøet er det funnet så høye konsentrasjoner av NH_4^+ at kroppsvæskene til individer som befinner seg der, normalt skulle økes. Mekanismen med aktiv utskillelse av NH_4^+ kan være en tilpasning til dette miljøet (Weihrauch *et al.* 1999). Konsentrasjonen av ammoniakk i sjøvann er normalt lav fordi nitrifikasjonsbakterier bryter ned ammoniakken til nitrat og nitritt som igjen brukes som føde for plantene.

Regnault (1993) fant følgende verdier for ekskresjon:

$0.070 \text{ mg NH}_4^+ \text{ kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ (små *C. pagurus* fanget i januar; normalt oksygeninnhold)

$0.033 \text{ mg NH}_4^+ \text{ kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ (små *C. pagurus* fanget i januar; normalt oksygeninnhold)

En reduksjon i ammoniakk utskillelse på 50% og 60% ble registrert ved lave oksygenkonsentrasjoner, henholdsvis 2 mg O₂ liter⁻¹ og 0.8 mg O₂ liter⁻¹. For krabber som var blitt sultet i 2 uker, var det en reduksjon på 40% i ammoniakksutskillelse.

Anzell (1993) fant en høyere verdi for ekskresjonen (1.5 mg NH₄⁺ kg⁻¹ min⁻¹). Man antar da at fr.W i artikkelen betyr levende vekt av krabben.

For sammenligning kan det nevnes at ekskresjon fra tropiske reker *Penaeus panamei* avgir ca 0,05 g TA kg⁻¹ h⁻¹ tilsvarende 0,83 mg TA x kg (biom.)⁻¹ x min⁻¹ målt under appetittforing og optimale oksygen- og temperaturforhold. FCR = 1,3, 23-25 °C (Arve Gravdal, egne målinger ved titrering 1989).

3 Mellomlagring av taskekrabbe

3.1 Ulike formål med mellomlagring

Der er liten tradisjon for mellomlagring av levende krabbe i Norge. Mellomlagring begrenses for det meste til noen dagers lagring etter fangst før krabben leveres til en mottaker. Krabben stues da tett i samlekasser og senkes i sjøen til 3-4 meters dybde, men slik at de er minst et par meter over bunnen. Metoden fungerer bra for kortere perioder, på strømrrike steder og når sjøtemperatur er lavere enn 14-15°C.

Produktet levende krabbe har blitt mer og mer aktuelt i Norge. Andre metoder for mellomlagring av krabben er derfor blitt aktuelle. Metodikken vil avhenge av til hvilket formål man skal bruke krabben og ved hvilken årstid man skal lagre.

Man kan skille mellom følgende formål for mellomlagring:

- Vedlikeholdslagring for salg på et senere tidspunkt
- Mellomlagring med fôring for å oppnå bedre kvalitet
- Kjølning i forkant av transport

Vedlikeholdslagring

Ved vedlikeholdslagring ønsker man å oppbevare krabben for salg på et senere tidspunkt. Dette kan skyldes at markedet er overmettet og man ønsker å spre leveransene over et lengre tidsrom. Det kan også være mellomlagring i påvente av tidspunkt med godt betalende marked. Ukene før jul er eksempel på dette. Markedsprisen kan da være opptil 3 ganger prisen i høysesongen (O'Halloran & McBride pers. med.).

Ved vedlikeholdslagring ønsker man å bevare den kvaliteten krabben hadde ved fangst. Generelt regner man med at krabben kan oppbevares i 3 uker uten fôring uten at dette går utover kvaliteten. Ved lengre lagring vil krabben begynne å tære på sine egne opplagsreserver og kvaliteten vil forringes. Temperatur- og tidsgrenser for hvor lenge krabben kan holdes uten at kvaliteten forringes, er ikke godt dokumentert. Under en studietur til Irland kom det fram at irene var svært opptatt av dette spørsmålet (Woll 2000).

Man antar at en slik mellomlagring vil fungere best ved lavere temperaturer da dette reduserer krabbens aktivitet og metabolisme. Krabben tærer mindre på lagrede næringsreserver og lavere aktivitet medfører mindre skader. Lagring rundt 3-4°C over flere uker kan medføre at krabben dør når den settes tilbake til høyere temperaturer (Woll & Meeren 1994).

Transport

Ved lagring i forkant av transport, kreves en effektiv kjøling av krabben. I England og Irland foretas kjølinga gradvis over en 12 –24 timers periode der temperaturen taes ned til 3-4°C. Under forsøk ved Møreforskning ble nedkjøling fra sjøtemperaturer (10-12°C) til 2-3°C foretatt direkte uten at dette så ut til å påvirke krabbens overlevelse (Woll *et al.* under utarbeidelse). Flere forsøk bør gjøres for å verifisere dette. Ved kjøling i forkant av transport ønsker man full styring med vanntemperaturen. Ulike typer av resirkuleringsanlegg brukes og der finnes mange på markedet.

Ved eksport av levende krabbe, kreves det i enkelte land, f. eks. Canada, at krabben skal være lagret minimum 12 timer i sjøvann som er UV-behandlet. I Norge gjelder ikke dette i dag, men man kan ikke utelukke at slike krav kommer også her.

Fôring

Forsøk har vist at for å få et effektivt fôropptak bør sjøtemperaturen ligge mellom 10-12°C. Ved lavere temperaturer har krabben et betydelig mindre fôropptak. Dersom man ved lav temperatur ønsker en kvalitetsforbedring på krabbens kjøtt- og levermasse, må fôringstida øke utover de 3 ukene man beregner som effektiv oppfôringstid for å få krabbe av middels kvalitet til å bli av god kvalitet.

3.2 Lagring i sjø

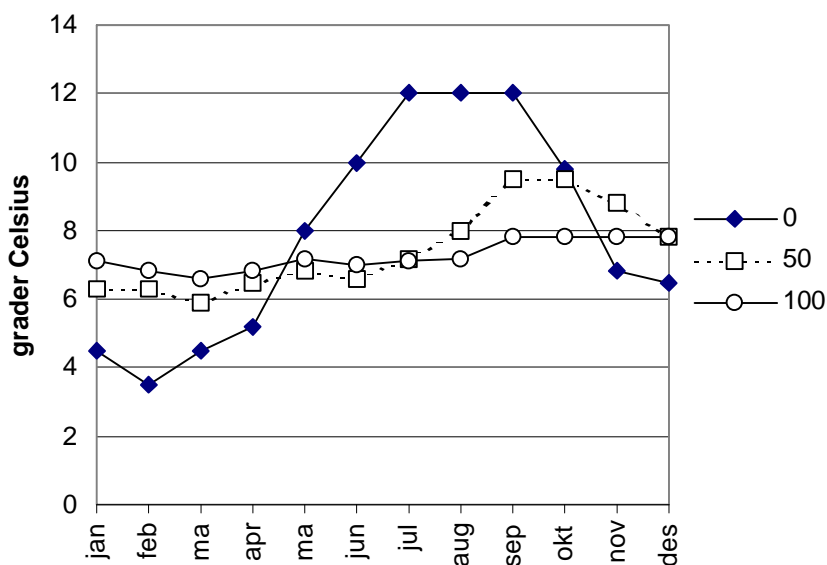
Ved lagring i sjø vil andre fysiske faktorer ha innvirkning i tillegg til vannkvalitetskrav som temperatur, salinitet og oksygen. Dette er i første rekke bølgepåvirkning og lys.

Temperatur

Sjøtemperaturen varierer med årstid og dybde. I skipsleia like ved Ansnes på Hitras nordøst side, foreligger det måleserier av temperatur og salinitet gjennom året. Figur 2 viser sannsynlig temperatur ved 0, 50 og 100 m dyp ved målestasjonen Røberg (Rolf Selset, pers. med.). Temperaturene kan variere mye fra år til år og figuren må sees på som veiledende.

Ut fra temperaturene på figur 2 er lagring i overflaten svært ugunstig fra januar – mars. Overflatetemperaturene er da på et minimum (3-5°C). Forsøk har vist at krabben blir svært sårbar ved lagring over flere uker ved slike temperaturer (Woll & Meeren 1994). I månedene juli-september kan overflate temperaturen komme opp i 15-16°C. Når krabbe lagres ved høye tettheter kan så høye temperaturer medføre oksygensvikt og høy dødelighet i lagringskasser. Dypvannet (50-100m) har en langt mer stabil temperatur. Fra desember – juli ligger den mellom 6-8°C, i månedene august-november mellom 8-9.5°C.

Ved fôring i sjø kan en temperatur på 10-12°C oppnås i de øverste vannlagene i perioden medio mai - medio oktober. Dersom krabben skal fôres effektivt i de resterende månedene må temperaturen heves. Krabben må da på land. Alternativt kan man fôre ved lavere temperatur og bruke lengre tid for å oppnå god kvalitet. Denne metodikken er ikke systematisk utprøvd.



Figur 2. Gjennomsnittlige temperaturer ved Ansnes. Pers. med. Rolf Selset.

Bølgepåvirkning

Ved valg av mellomlagringslokalitet bør man velge et område hvor bølgepåvirkningen er minimal. Lokaliteten må likevel ha god nok strøm slik at krabben ikke utsettes for oksygenmangel.

Lys

Krabben har en høyere aktivitet på natten. Store og brå forandringer i lysintensitet virker negativt. Dersom burene plasseres i overflaten må de på et eller annet vis skjermes mot direkte sollys. På sørvestlandet gjøres dette enkelte steder ved at man henger samle-bur under brygga hvor luker sørger for at man kan foreta den nødvendige inspeksjon og røkting av krabben. Brygga sørger for den nødvendige skjerming av lyset.

På nordvestlandet og i Midt Norge vil store tidevannsforskjeller vanskeliggjøre dette. Et alternativ vil være å henge burene under flytebrygger. Problemer kan være bølgepåvirkning som gjør at burene vil bevege seg. Krabben liker dårlig slik bevegelse til tross for at den er svært robust mot brenning og bølgepåvirkning i naturen. Forholdene blir imidlertid da annerledes i og med at krabben klamrer seg fast eller søker ly. Krabber er da i ro mens omgivelsene rører seg. Ved oppheng under flytebrygge, vil omgivelsene med krabben bevege seg.

Konklusjon

Ved lagring i sjø vil forholdene bli mer stabile dersom anlegget senkes ned under overflaten. Anlegget må da heves ved røkting. Det finnes teknologi for å gjøre dette, men dette medfører mer arbeid enn om anlegget lå i overflata. Optimal dybde vil variere med årstid, geografisk område og formål med lagring. Man kan evt. oppnå en lignende effekt ved å pumpe dypvann opp i anlegget.

3.3 Lagring på land

Ved mellomlagring på land kan man lettere kontrollere temperaturen og krabbens tilstand, men kostnadene blir høyere.

Undersøkelser viser at krabbe (*Cancer pagurus*) som føres ved en temperatur på 10-12°C har uten tilsetning av ekstra oksygen, et vannbehov på minst 0.7 liter pr. kg krabbe pr. minutt (Woll & Meeren 1994; Woll & Tuene 2000). Dette er i overkant av hva en benytter til intensiv oppdrett av laksesmolt (0,35 –0,5 l min⁻¹ kg⁻¹). Dersom vi har 40 tonn krabbe som skal føres betyr det en kontinuerlig vannmengde på mer enn 28 000 l min⁻¹. Å få opp slike vannmengder krever store rørdimensjoner, og både rør og pumpekostnader vil bli store.

For å redusere vannbehovet til landbaserte oppdrettsanlegg til laksesmolt tar en i bruk flere teknikker.

1. reduisering av vanngjennomstrømming ved tilsetning av kunstig oksygen
2. resirkulering (90-100%) med biofilter, evt. også senking av pH

Redusert vanngjennomstrømming og tilsetning av oksygen

Dette innebærer at det er forurensningene i karet som bestemmer hvor mye vann som skal strømme gjennom karene. Når en tar i bruk kunstig oksygen i prosessvannet skifter en

dermed dimensjoneringskriteriene. Det blir ikke lenger vannets egenskap som tilbringer, men vannets egenskap som utfrakter av forurensning som er dimensjonerende for vannbehovet.

Konsentrasjoner av CO₂ (karbondioksid) og NH₃ (ammoniakk) + NH₄⁺ (ammonium) i et oppdrettskar er dimensjoneringskriterier for vannbehovet til et landbasert oppdrettsanlegg for laksesmolt. I et smoltanlegg vil det vanligvis være CO₂ som er dimensjonerende. Dette er et spesielt forhold fordi NH₃ er svært giftig, men ikke i de pH regimer som det vanligvis er i et kar med smolt. Det antas at NH₃ er mer giftig enn NH₄⁺ fordi NH₃ lettere trenger gjennom gjellene. CO₂ i karene bidrar indirekte til å redusere giftigheten av ammonium ved at konsentrasjoner av CO₂ bidrar til å senke pH, som igjen gjør at mer NH₃ omdannes til NH₄⁺ (se også Gravdal 2000).

Cancer pagurus påvirkes også av NH₄⁺ fordi gjeller er utformet slik at NH₄⁺ lett trenger igjennom (Weihrauch *et al.* 1999). Dette kan få konsekvenser for vannbehovet da det kan bety at muligheten for å redusere vannbehovet ved å oksygenere kunstig eller ved f.eks. å redusere CO₂ innholdet i vannet er begrenset. For å finne ut om hvorvidt en kan redusere det spesifikke vannbehovet (fra 0,7 l min⁻¹ kg⁻¹) bør man undersøke i hvilken grad kunstig oksygen kan tilsettes for å redusere vannbehovet.

Ved tidligere fôringsforsøk, har røkting blitt foretatt ved at vannet i karene har blitt tappet ned 3 ganger per uke. Ved denne rutinen blir partikler fjernet og akkumulert ammoniakk vil forsvinne. Muligens kan denne rutinen "redde" et forsøk med oksygenering.

Resirkulering med bruk av biofilter

For å unngå opphopning av ammoniakk, kan vannet resirkuleres ved bruk av biofilter.

Ammoniakk (NH₃) og ammonium (NH₄⁺) fjernes da ved hjelp av aerobe bakteriekulturer og det dannes nitrat. Fisk og krepsdyr har mye høyere toleranse for nitrat enn for ammoniakk og ammonium.

Ved resirkulering av sjøvann, kan man ved å senke pH oppnå at mye av den giftige NH₃ går over til NH₄⁺ som ikke i samme grad er giftig for fisken. Verdien for pH må imidlertid ikke komme under 6,5 da dette arbeidet medfører andre negative prosesser. Gjenvinningsgraden av vannet kan i en slik situasjon komme opp mot 90%.

Hvordan taskekrabben reagerer på en senking av pH med påfølgende økning av NH₄⁺, er uklart. Det man vet er at taskekrabben reagerer på den totale mengden av ammoniakk, inkludert NH₄⁺. Det kan være en fare for at mye NH₄⁺ diffunderer inn gjennom gjellene, med en påfølgende aktiv prosess for å transportere ut igjen. Aktive transporter er energikrevende, og hvorvidt den vil gå utover appetitt og trivsel i en oppfôrings situasjon, er uklart.

I et resirkuleringsanlegg vil følgende enheter være nødvendige:

- Biofilter
- Trommelfilter eller / og sandfilter
- UV stråling av vannet
- Proteinskimmere
- Kjølere
- Kontrollenhet for pH, ammoniakk og oksygen

4 Produktinformasjon og erfaringer fra aktuelle leverandører av mellomlagringsanlegg

Dette kapittelet er en oppsummering av opplysninger som man har fått fra aktuelle leverandører av mellomlagringsanlegg og fra bedrifter som driver slike anlegg. Anleggene som beskrives er resirkuleringsanlegg først og fremst beregnet for nedkjøling av krepsdyr og skjell.

4.1 Aqua Medic

(se kap. 6 for adresse, tlf med mer)

Våren 1999 ble et pilotanlegg for mellomlagring av krabbe installert i Burtonport (Donegal Irland). Anlegget var levert av det tyske firmaet Aqua Medic og besto av 10 enheter som til sammen var beregnet å lagre 4-5 tonn krabbe ved 4-6°C.

Irish Fishery Board (BIM) var ansvarlig for prosjektet med Ian Lawler som prosjektleder. I oppstartingsfasen var det problemer med å få det biologiske filteret til å fungere. Dette skyldtes sannsynligvis betjeningen som hadde lite kunnskap om resirkuleringsanlegg (pers. med. Fergal Nolan, BIM).

En enhet av Aqua Medic sitt resirkuleringsanlegg for mellomlagringsanlegg av skalldyr (figur 3), består av:

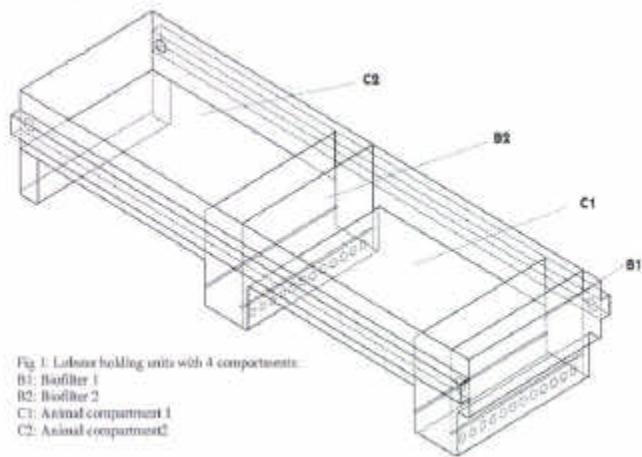
- to glassfiber tanker
- protein skimmer
- luft kompressor
- varmeveksler
- kjøleenhet
- UV sterilisator
- kull filter
- biofilter

Spesifikasjoner for en enhet er vist i tabell 6 og vanngjennomstrømming i tabell 7.

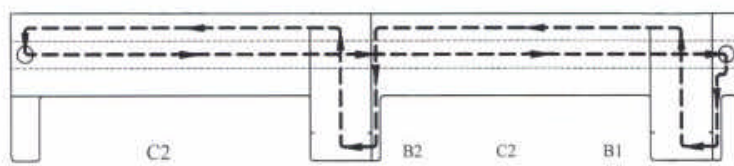
Tabell 6. Spesifikasjoner for Aqua Medic sitt resirkuleringsanlegg for skalldyr. Biomasse er beregnet ut fra lagrings temperatur mellom 4-6°C.

Art	Ant. Tanker	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Bunnareal m ²	Volum liter	Biomasse kg	kg m ⁻²	kg m ⁻³
Hummer	2	200	150	35	6	2 100	2*350	116	334
Krabbe	2	200	150	35	6	2 100	2*250	84	238

a)



b)



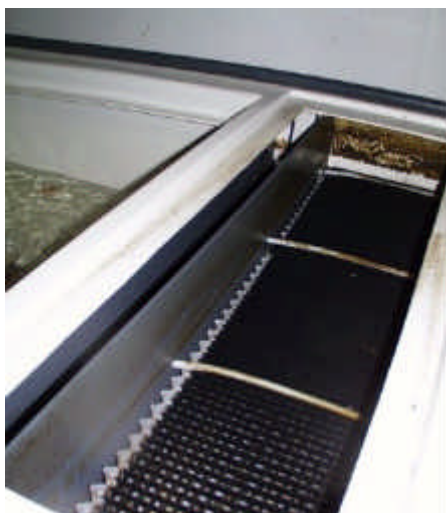
c)



d)



e)



f)



Figur 3. Aqua Medic sitt resirkuleringsanlegg for mellomlagring av skalldyr. a) skisse som viser plassering av biofilter. b) skisse som viser vann gjennomstrømming. c) glassfibertankene. d) proteinskimmer, kjøler, UV-stråling. e) biofilter. f) bobling.

Tabell 7. Vanngjennomstrømming for Aqua Medic sitt resirkuleringsanlegg for skalldyr. Biomasse er beregnet ut fra lagrings temperatur mellom 4-6°C.

Vannvolum i ett kar:	1 050 liter
Utskiftingstid (turnover):	10 ganger time ⁻¹
Vannmengde (flow) time ⁻¹ :	10 500 liter
Flow min ⁻¹ :	175 liter min ⁻¹
Mengde krabbe kar ⁻¹ :	250 kg
Mengde hummer kar ⁻¹ :	350 kg
Flow krabbe	0.70 liter min ⁻¹ kg krabbe ⁻¹
Flow hummer	0.50 liter min ⁻¹ kg hummer ⁻¹

Opplysninger fra Aqua Medic v/Manfred Schlüter

Kapasiteten til tankene avhenger av hva man skal lagre. Hummer er ganske hardføre og kan bli holdt i tetthet på opp til 350 kg per tank. Taskekrabben er mer sensitiv og man bør ikke ha en høyere tetthet enn 250 kg per tank.

Prisen for et anlegg vil avhenge om man ønsker separat resirkulering for hver tank eller ett system for alle tankene. I førstnevnte tilfelle vil man kunne ha ulik temperatur for hver tank, mens i sistnevnte vil temperaturen bli den samme for alle tankene. Den siste versjonen er billigere og også enklere i forhold til vedlikehold. Førstnevnte er selvsagt mer fleksibel.

Dersom man ønsker den individuelle løsningen, vil prisen på en enhet være 12500 EURO (eksklusiv mva). Dette er inkludert varmeveksler, men ikke kjøleenhet.

Frakt og installasjon vil komme i tillegg. Han anbefaler at firmaet sender en tekniker som kan installere tankene og at anlegget har en lokal kjøle entreprenør for å installere kjølekompressoren og koble dem sammen med varmeveksleren.

4.2 Dryden Aqua

(se kap. 6 for adresse, tlf, web med mer)

Filosofi

Dryden Aqua selger vannbehandlings- og resirkulasjonssystemer og konsentrerer seg om dette. De frembringer det nyeste innen teknologi på området, til en lavest mulig pris, ved å bruke filterenheter som er robuste, pålitelige og enkle å installere. Dryden Aqua har filter som oppfyller alle disse kravene, og de fleste av deres resirkulerings-systemer er enten komplett monterte moduler eller i enkelte komponenter slik som beltefilter og biofilter som settes sammen for å lage et større system. Priser i tabell 8.

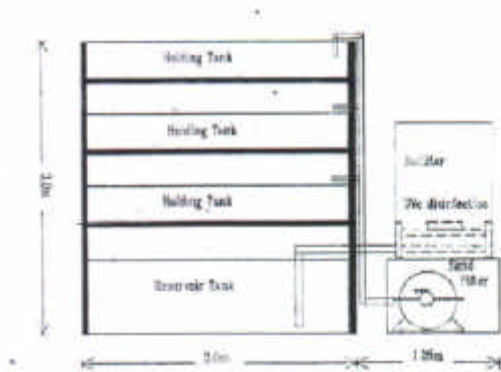
Holding systems for Lobsters Crabs & Shellfish

The holding system outlined below comprises of 316 grade stainless steel tanks coupled with a water treatment system and optional temperature control for heating and or cooling (figure 4). The facility is a stand alone unit which can be used for temporary to long term storage of lobsters, crabs and bivalves. The water treatment system permits the unit to be installed in any remote location and to operate with artificial sea-water.

The system is totally modular with each of the holding tanks comprising of their own frame with feet, such that they simply bolt together to form a stack three tanks high. The lower tank is a sump tank for the water treatment system that also acts as a water reservoir that allows the holding tanks to drain down without losing any water.

The size of the holding tanks is metres by 1.5 metres giving a surface area of 4.5 square meters. The sides of the tanks are 300mm deep and are intended to hold water to a depth of 200mm. Seawater volume is 4cubm, larger tanks and different shaped tanks are available on request.

a)



b)



Figur 4. Dryden Aqua sitt resirkuleringsanlegg for mellomlagring av skalldyr.
a) Skisse av anlegget. b) Bilde av en enhet.

Filtration system

The above drawing is a standard all purpose system designed for the medium to long term support of stock. The system recycles the water in the tanks every 15 minutes, and treats the water with

- Biofiltration
- UVC disinfection
- Pressure sand filtration
- Ozonation is available as an optional extra for ultra high quality water
- Dryden titanium sea-water coolers/heat pumps (a 2hp cooler is required if you wish to cool or heat the system).

Tabell 8. Veiledende priser for de ulike delene til resirkuleringsanlegget til Dryden Aqua.

	Art. Nr.	Pris UK £
Reservoir, 3 holding tanks and frame	4.3.1	£7765
Standard water treatment system comprising of, pumps, pressure filters, UVC disinfection and biofiltration	4.3.2	£3875
Water cooler, titanium 2hp	4.3.3	£3625
Ozonation system with redox controller	4.3.4	£3,589
Monitrol process controller	9.5.11	£3250

Veiledende tabeller for tetthet i forhold til temperatur

På Dryden Aqua sin web side er det oppgitt en tabell for tetthet ved ulike temperaturer. Tabellen skal gjelde for muslinger, hummer og krabbe. Samtidig står det at for hummer må man ikke overskride 600 kg. Siden tabellen oppgir maksimalt 1000 kg, antar jeg de har brukt en tabell for muslinger da de fleste muslinger tåler høyere tetthet enn krepsdyr.

Jeg har deretter laget en tabell for hummer der jeg tar utgangspunkt i musling tabellen og at maksimal mengde hummer skal være 600 kg (tabell 9).

Aqua Medic beregner at et system kan holde 350 kg hummer, men kun 250 kg krabbe. Jeg har etter dette beregnet tettheten for krabbe etter samme nøkkel som for muslinger.

Tabell 9. Parametere for Dryden Aqua sitt resirkuleringsanlegg for skalldyr.

Art	Tanker antall	Bunnareal m ²	Vannhøyde m	Temperatur °C	Biomasse kg	Biomasse kg m ⁻²	Biomasse kg m ⁻³
Muslinger	3	4.5	0.30	12	300	67	222
				10	400	89	296
				8	500	111	370
				4	1000	222	741
Hummer	3	4.5	0.30	12	180	40	133
				10	240	53	178
				8	300	67	222
				4	600	133	444
Krabbe	3	4.5	0.30	12	77	17	57
				10	103	23	76
				8	129	29	95
				4	257	57	190

Praktiske tips som jeg har fått på forespørsel fra Howard Dryden

When the crabs are introduced to the tank they will be under serious stress and will tend to defecate and expel their gut contents into the water. This will pollute the water, I therefore recommend that 30 to 60 minutes after the crabs are introduced to the tank that you dump all the water and fill with new water. I would then hold the crabs at approximately 10°C for days, and then on the third day drop the temperature to 5°C over a 24 hours period.

The water must be circulated at a rate of once every 15 minutes, and aerated either with air and air diffusers, or with our ceramic DAD diffusers and oxygen. If you achieve lower temperatures, you could go down to 2°C, the crabs will survive and travel okay, but they will not survive for more than a few days once they reach their destination. If you do not go below 5°C then it will be more problematic during transportation, but if they travel okay at this temperature, they should then recover okay at the end of the journey.

In the UK the fisherman clip the claws, this is bad practice, all of the claws must be banded.

The standard practice is to stack the crabs to a depth of about 300 mm. I am not sure if you are holding stock for days or weeks, or are simply cooling the stock down prior to transport. If you are cooling the stock you may take the temperature down to approximately 6°C. And

stack the crabs to the depth specified. If you are holding them for days/week, then the density should be around 30 kg m⁻² of surface area.

On your question of feeding, I would recommend that you do not attempt to feed the crabs. Firstly the feed will simply pollute the water and cause possible damage to the gills of the crabs. Also as the temperature drops below 7-8 degrees centigrade or lower, the crabs will not consume energy and they will not feed. If anything, I would recommend that the crabs are starved for at least 3 days prior to transport.

4.3 Kento, Vancouver B. C.

Kento er et mellomlagringsanlegg for Dungeness crab og hummer. Anlegget er plassert i Vancouver i nærheten av den internasjonale flyplassen. Dungeness crab ankommer med trailere eller båt fra andre områder i Canada. Ved Kento blir krabbene bandet og satt i tanker i minimum 12 timer.

Oppholdet i tankene har flere formål:

- krabbene skal gjøres sterkere etter en ofte tøff transport til Vancouver
- krabbens aktivitet og metabolisme skal minimaliseres i forkant av videre eksport til Asia.
- krabben skal gå i UV behandlet vann i minimum 12 timer før eksport

Vannet i tankene har en temperatur på 3-5°C. Så vidt jeg forsto, hadde vannet i tankene denne temperaturen da krabben ble satt inn. Temperaturen ble altså ikke senket gradvis. I Irland senkes temperaturen gradvis fra sjøvannstemperatur til ønsket nedkjølings temperatur i løpet av 12 timer (Woll 2000). For å gjøres dette bruker de titanium kjølere, men varmpumpe er også et alternativ.

Vannet i tankene blir behandlet med UV stråling for å drepe evt. bakterier. Dette er et krav i Canada ved eksport av levende skaldyr. Vannet i tankene er hentet med tankbiler fra andre områder da anlegget ikke har direkte adgang til sjøvann. Vannet blir skiftet ca. en gang i uken. Man kan alternativt lage sjøvann ved å tilsette ferskvannet salter i riktig forhold og med riktig sammensetning. Totalt rommet anlegget 23000 liter sjøvann i tanker, rør og buffertanker. Vannet ble resirkulert og gikk da gjennom store sandfilter.

Tankene der krabbene ble oppbevart hadde et bunnareal på ca. 3.5 x 2 m og høyde 35 cm. Krabbene ble satt løse i tankene uten noen form for kasser eller lignende. Kapasiteten er oppgitt i tabell 10.

Tabell 10. Maksimal kapasitet for lagring av Dungeness crab (3-5°C) ved resirkuleringsanlegget Kento i Vancouver B.C. Anlegget hadde 15 tanker og vannmengde i tanker, rør og buffertanker rommet til sammen 23 000 liter sjøvann.

Antall tanker	Lengde (cm)	Bredde (cm)	Vannhøyde (cm)	Bunnareal m ²	Volum (liter)	Biomasse (kg)	kg m ⁻²	kg m ⁻³
1	350	200	30-50	7	2 100	680	97	324
15	350	200	30-50	105	31 500	10 204	97	324

4.4 Traystore, Tech Sea Canada

Tech Sea kom fram til et system for mellomlagring av skalldyr der man oppbevarte dyrene i bokser. Boksene ble stablet i lagringskar med en falsk bunn. Vannet sirkulerte oppstrøms. Ved måten sirkuleringa i karene var utformet og hull i boksene, ble det ingen oksygenfattige lommer. Karene var tilknyttet et system med:

- trommelfilter
- proteinskimmer
- kjøleelement

Lagringskarene kunne settes sammen til et mellomlagringsanlegg med ønsket kapasitet. Det var to typer lagringskar på markedet, Traystor I og Traystor II. Dimensjoner og kapasitet er oppgitt i tabell 6.

Tech Sea gikk konkurs for noen år siden.

Tabell 11. Parametere for resirkuleringsanleggene Traystore I og II for skalldyr.

	Lengde (cm)	Bredde (cm)	Høyde (cm)	Bunnareal (m ²)	Volum (liter)	Antall reboks	Biomasse (kg)	kg m ⁻²	kg m ⁻³
Traystore II	175	146	54	2.56	1380	12	218	85	158
Traystore I	97	97	94	0.94	884	8	145	154	164
Bokser	76.5	36.5	18		50	1	18.1	-	-

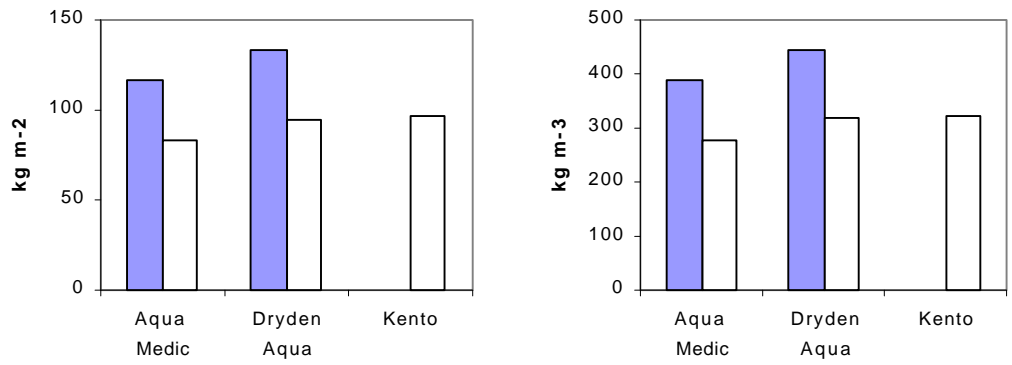
4.5 Sammenligning av anleggenes kapasitet

Tabell 12 og figur 5 viser anleggenes kapasitet. Når det gjelder krabbe er tettheten i forhold til bunnareal ganske lik for Aqua Medic, Dryden Aqua og Kento sine anlegg. Traystor lagres i høyden og er derfor ikke direkte sammenlignbart.

Tabell 12. Spesifikasjoner for ulike mellomlagringsanlegg for skalldyr. Biomasse beregningene beregnet ut fra en temperatur på 4-6 C.

	Vannhøyde m	Bunnareal m ²	Hummer			Krabbe		
			kg enhet ⁻¹	kg m ⁻²	kg m ⁻³	kg enhet ⁻¹	kg m ⁻²	kg m ⁻³
Aqua medic	0.3	3.0	350	117	389	250	83	278
Dryden Aqua	0.3	4.5	600	133	444	429*)	95	317
Kento	0.3	7.0				680**)	97	324
Traystore I	0.94	0.9	145	154	164	104	110	117
Traystore II	0.54	2.6	218	85	158	156	61	113

*) beregnet ut fra forholdet krabbe:hummer=250:350. **) verdiene gjelder Dungeness crab.



Figur 5. Beregnet tetthet for krabbe (hvite søyler) og hummer (grå søyler) ved 3-4°C ved forskjellige mellomlagringsanlegg: Aqua Medic, Dryden Aqua og Kento. Kapasiteten for anlegget til Kento er beregnet for Dungeness crab, de to andre for taskekrabbe.

5 Oppsummering og konklusjoner

Taskekrabben er en stenohalin saltvannsart, dvs. den har små toleransegrenser for forandringer i saltholdighet. Taskekrabben er også et vekselvarmt dyr, dvs. aktiviteten avhenger av den omgivende temperaturen. Ved forsøk og studier har man funnet følgende adferd i forhold til temperatur:

- Appetitten er minimal ved temperaturer under 5°C
- Appetitten synker ved temperaturer rundt 14-15°C og høyere
- Optimal appetitt er sannsynligvis rundt 12°C i våre farvann
- Gjennomsnittlig fôropptaket varierer generelt rundt 30g våtfôr (sei eller akkar) per kg krabbe per dag ved temperaturer mellom 10-12°C

Taskekrabbens oksygenbehov og ekskresjon avhenger av de omgivende forhold. Ved forsøk har man funnet følgende:

- Oksygenopptaket er høyere for aktive krabber enn for passive
- Oksygenopptaket er høyere for fôrede individ enn for sultede individ
- Ved fôring bør vanngjennomstrømming bør være høyere enn 0.6 liter min⁻¹ kg krabbe⁻¹ for at appetitten skal være optimal
- Tilnærmet all ammoniakk ekskresjon går gjennom gjellene
- Målte ekskresjonsverdier varierer mellom 0.070 – 1.5 mg NH₄⁺ kg⁻¹ min⁻¹ ved normalt innhold av oksygen i vannet
- En reduksjon i ammoniakk utskillelse på 50- 60% er registrert ved lave konsentrasjoner av oksygen og for krabber som er blitt sultet.

Metodikk for mellomlagring av taskekrabbe avhenger av hva som er formålet med lagringa. Dette kan være:

- Fôring for å oppnå bedre kvalitet
- Vedlikeholdslagring, dvs. i påvente av salg
- Kjøling i forkant av transport.

Ved fôring og vedlikehold, kan man nytte lagring i sjø og lagring på land. Lagring i sjø er en rimeligere løsning enn lagring på land, men man har mindre mulighet for å styre temperaturen. Ved lagring på land kan man nytte inntak av dypvann som har en langt mer stabil temperatur og saltholdighet enn overflatevannet. Lagring på land er mer sårbar for tekniske problemer, mens anlegg i sjø er mer sårbar for skiftende værforhold. Ved valg av anleggstype, må forholdene på stedet analyseres før man kan gjøre et reelt valg.

Ved kjøling i forkant av transport ønsker man full styring med vanntemperaturen. Ulike typer av resirkuleringsanlegg brukes og der finnes mange på markedet. Rapporten beskriver 4 ulike anlegg som alle nytter en kjøleenhet for å få ned temperaturen. Det kan også være aktuelt å bruke en varmepumpe for å oppnå samme effekt.

Nedkjølingen fra sjøtemperatur og ned til 3-5°C foregår i Irland i løpet av en 12 – 24 timers periode. Under forsøk ved Møreforskning ble nedkjøling fra sjøtemperatur til 2-3°C foretatt direkte uten at det så ut til å påvirke krabben. Flere forsøk bør gjøres for å verifisere dette. Ved eksport av levende krabbe krever enkelte import- og eksportland, f. eks. Canada, at krabben skal være lagret minimum 12 timer i sjøvann som er UV-behandlet. Vannbehandlingen gjøres i ”nedkjølingsanleggene”.

6 Adresser

Aqua Medic

Gewerbepark 24, 49143 Bissendorf, Tyskland

Kontaktperson:

Dr. Manfred Schlüter

tel (49) 05402 - 99110

fax (49) 05402 - 991119

E-mail: aquamedic@t-online.de

Dryden Aqua Ltd,

Butlerfield, Bonnyrigg, Edinburgh, EH19 3JQ. Scotland UK.

Contact person

Dr.Howard T Dryden

Tel 44(0187) 58 22222 Fax 44 (0187) 58 22229

e-mail howard@DrydenAqua.com

e-mail sale@DrydenAqua.com

web site <http://www.DrydenAqua.com>

web site <http://www.ozone.co.uk>

7 Referanser

- Anon. Operation manual for Aqua Medic Lobster Holding units. Gewerbepark 24, 49143 Bissendorf, Tyskland.
- Ansell, A.D. and Regnault, M. 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.
- Bradford, S.M. and Taylor, A.C. 1982. The respiration of *Cancer pagurus* under normoxic and hypoxic conditions. J. exp. Biol. **97**: 273-288.
- Cuculescu, M., Hyde, D. & Bowler, K. 1998. Thermal tolerance of two species of marine crabs, *Cancer pagurus* and *Carcinus maenas*. Journal of thermal biology. **23**: 107-110.
- Gravdal, A. 2000. Kommentarer om vannbehov og vannbehandlingskriterier for laksesmolt som modell for utregning av vannbehov til krabbe (*Cancer pagurus*). Internt notat.
- Karlsson, K. & M.E. Christiansen 1991. Vertical migration of the edible crab, *Cancer pagurus* (Crustacea: Decapoda: Brachyura), on rocky shores of the south coast of Norway. Memoirs of the Queensland Museum, 31: p. 391.
- Regnault, M. 1993. Effects of a severe hypoxia on some aspects of nitrogen metabolism in the crab *Cancer pagurus*. Mar. Behav. Physiol. **Vol. 22**: 131-140.
- Regnault, M. 1994. Effect of Air Exposure on Ammonia Excretion and Ammonia Content of Branchial Water of the crab *Cancer pagurus*. The Journal of Experimental Zoology **268**: 208-217.
- Wanson, S., Pequeux, A., and Gilles, R. 1983. Osmoregulation in the stone crab *Cancer pagurus*. Marine Biology Letters **4**: 321-330.
- Watt, A.J.S., Whiteley, N.M., and Taylor, E.W. 1999. An in situ study of respiratory variables in three British sublittoral crabs with different routine rates of activity. Journal of experimental Marine Biology and Ecology. **239**: 1-21.
- Weihrauch, D., Becker, W., Postel, U., Luck-Kopp, S., and Siebes, D. 1999. Potential of active excretion of ammonia in three different haline species of crabs. J. Comp. Physiol. B **169**: 25-37.
- Woll, A., G.I. van der Meeren & D.N. Myklebust 1994. Oppforing av krabbe. Møreforskingsrapport nr. Å9404. 36 pp.
- Woll, A. 2000. Catch, holding and transport of live Brown crab (*Cancer pagurus*) to the Asian market. Study-tours to Vancouver B.C., Ireland & Beijing. Moere Research. Report no. Å0015. 42 pp.
- Woll, A. & Tuene, S. 2000. Kvalitetsutvikling og utprøving av fôr og fôringsteknologi for taskekrabbe. Utprøving av fôringsbur. Møreforskingsrapport nr. Å0017. 18 s.
- Woll, A., Rønneberg, J.E. & Tuene, S. 2000. Oppfôring av krabbe (*Cancer pagurus*) ved bruk av spillvarme. Møreforskning Ålesund. Rapport nr. Å0022. 21 s.