

Å0519

Mellomlagring av taskekrabbe i et nyutviklet fartøy





Møreforsking Ålesund, desember 2005

Jan Erik Dyb og Astrid K. Woll

	MØREFORSKING Ålesund	Møreforskning Ålesund Postboks 5075 6021 ÅLESUND Telefon: 70 11 16 00 Telefaks: 70 11 16 01 www.mfaa.no NO 971 371 153
--	---------------------------------------	---

RAPPORT

Tittel:	ISSN 0804-5380
Mellomlagring av taskekrabbe i et nytviklet fartøy.	Rapport nr.: Å0519
	Prosjekt nr.: P54382
Oppdragsgiver (navn og adr.): Fiskeri og Havbruksnæringens Forskningsfond Pb 429 Sentrum, 0103 Oslo	Dato: 15.12.2005
Innovasjon Norge Postuttak 7004 Trondheim	Antall sider: 20
	Referanse oppdragsgiver: MAVOL 2004/014169
Tlf./Fax.: 22 00 25 00	
Forfatter: Jan Erik Dyb og Astrid K. Woll	Signatur: 
Rapport godkjent av: Iren Stoknes	Signatur: 

Sammendrag:

Krabbenæringen er en ekspanderende næring i Norge. Det årlige fangstkvantumet øker og nye fangstområder blir tatt i bruk. Antall mottaks- og produksjonsanlegg har derimot minket. Dette medfører at mange av fiskerne får kun levert 2-3 ganger i uken og må derfor selv sørge for en tilfredsstillende mellomlagring. Transporttiden mellom mottaks- og produksjonsanlegg har også blitt lenger. Formålet med dette prosjektet var derfor å forbedre lagringsforholdene om bord i fiskefartøy og på mottaksstasjoner for å øke kvaliteten og overlevelsen til krabben. Dette skulle gjøres ved å vurdere metoder for å gi krabben vann, finne anbefalt tørrleggingsperiode og nødvendig overrislingsperiode etter tørrlegging for å restituere krabben. Alternative lagringsmuligheter skulle også vurderes. Resultatene viste at de allerede benyttede SE 40 kassene fungerer godt som et kaskadesystem for krabbe hvor krabben periodisk får tilført vann etter tørrlegging. Kassene medfører en vannflow som faktisk passer til de høydene som er vanlig å bruke på kassestabelene i dag. Ingen ytterligere tilpasninger enn tilgang til sjøvann trengs for at krabben skal få tilført tilstrekkelig vann. For hver kassestabel trengs det en vannmengde på 100 l/min. Hyppigheten av tilsetning av vann blir bestemt av lufttemperaturen som krabben blir lagret i. En høyere temperatur medfører behov for hyppigere vanning. Tilsetning av vann medfører større aktivitet på krabben, og i teorien kan det bli flere skader påført av annen krabbe. Det var en liten økning i andel skader på de krabbene som fikk vann hyppigst. Resultatene indikerer i midlertidig at mye av skadene skjer under fangstbehandling sannsynligvis når krabbene legges/kastes i kasser ombord i fartøyene. Det bør tilstrebes en mer skånsom behandling for å redusere skadene.

Emneord:

Krabbe, mellomlagring, vannbehandling, oksygen, ammoniakk, avfallstoffer

Distribusjon/Tilgang:

Åpen

Forord

Rapporten beskriver deler av videreføringen av prosjektet ”3-6-9”. som var et forsstudie for å beskrive hvordan et moderne krabbefartøy kan arrangeres (Anon, 2003). Videreføringen bygger på resultatene fra ”3-6-9” og er oppdelt i følgende delprosjekt: dekkssarrangement, automatisk fangst- og redskapshåndtering og et system for levende lagring av krabben ombord.

Denne rapporten beskriver delen som omhandler et system for levende lagring av krabben ombord med fokus på krabbens biologi. Delprosjektet er et samarbeid mellom Møreforsking Ålesund, fisker Arve Guttelvik (Stokkøya) og båtprodusenten Selfa Artic Trondheim AS. Møreforsking står som prosjektleder og har hatt ansvar for planlegging, praktisk gjennomføring og rapportering av forsøkene. Planlegging og praktisk gjennomføring av storskalaforsøk er foretatt i samarbeid med Arve Guttelvik og Selfa Artic. Dette delprosjektet er finansiert av FHF – fondet gjennom Innovasjon Norge.

Vi takker for samarbeidet under prosjektarbeidet!

Ålesund, 15. desember 2005

Jan Erik Dyb / Astrid K. Woll

Sammendrag

Krabbenæringen er en ekspanderende næring i Norge. Det årlige fangstkvantumet øker og nye fangstområder blir tatt i bruk. Antall mottaks- og produksjonsanlegg har derimot minnet. Dette medfører at mange av fiskerne får kun levert 2-3 ganger i uken og må derfor selv sørge for en tilfredsstillende mellomlagring. Transporttiden mellom mottaks- og produksjonsanlegg har også blitt lenger. Formålet med dette prosjektet var derfor å forbedre lagringsforholdene om bord i fiskefartøy og på mottaksstasjoner for å øke kvaliteten og overlevelsen til krabben. Dette skulle gjøres ved å vurdere metoder for å gi krabben vann, finne anbefalt tørreleggingsperiode og nødvendig overrislingsperiode etter tørrelegging for å restituere krabben. Alternative lagringsmuligheter skulle også vurderes.

Resultatene viste at de allerede benyttede SE 40 kassene fungerer godt som et kaskadesystem for krabbe hvor krabben periodisk får tilført vann etter tørrelegging. Kassene medfører en vannflow som faktisk passer til de høydene som er vanlig å bruke på kassestablene i dag. Ingen ytterligere tilpasninger enn tilgang til sjøvann trengs for at krabben skal få tilført tilstrekkelig vann. For hver kassestabel trengs det en vannmengde på 100 l/min. Hyppigheten av tilsetning av vann blir bestemt av lufttemperaturen som krabben blir lagret i. En høyere temperatur medfører behov for hyppigere vanning. Ved 17 °C ble det funnet at krabben bør få vann ikke sjeldnere enn hver sjetten time. For at krabben skal kunne revitaliseres i vannet bør den få vann i minimum en halv time. Ved 5 °C kan krabben oppbevares i over to døgn uten vann. Dette forutsetter at krabben er revitalisert med vanning før lagring. Tilsetning av vann medfører større aktivitet på krabben, og i teorien kan det bli flere skader påført av annen krabbe. Det var en liten økning i andel skader på de krabbene som fikk vann hyppigst. Resultatene indikerer i midlertidig at mye av skadene skjer under fangstbehandling sannsynligvis når krabbene legges/kastes i kasser ombord i fartøyene. Det bør tilstrebes en mer skånsom behandling for å redusere skadene.

Dette prosjektet har gitt svar på noen av utfordringene som krabbenæringen står overfor. Med enkle metoder for mellomlagring og bruk av den nye kunnskapen om hvordan krabbe lett kan restitueres ved bruk av sjøvann, kan flere av problemene med dødelighet være løst. Det bygges nye kystfartøy i dag som skal brukes til blant annet krabbefiske. Disse bør bygges med et vanningsanlegg for å kunne gi krabben optimale betingelser under transport og lagring.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	1
2	Material og metode.....	3
2.1	Transport og vanningsystem.....	3
2.1.1	Innledende forsøk.....	3
2.2	Anbefalinger og tilpasninger på båt.....	4
2.3	Anbefalt tørrleggingsperiode og vanngjennomstrømning.....	4
2.3.1	Tørrlegging.....	4
2.3.2	Vanning.....	5
2.3.3	Skader.....	6
3	Resultat.....	7
3.1	Transport og vanningsystem.....	7
3.1.1	Innledende forsøk.....	7
3.2	Anbefalinger og tilpasninger på båt.....	8
3.3	Anbefalt tørrleggingsperiode og vanngjennomstrømning.....	10
3.3.1	Tørrlegging.....	10
3.3.2	Vanning.....	11
3.3.3	Skader.....	14
4	Diskusjon.....	15
5	Referanser.....	20

1 Innledning

Krabbenæringen er en ekspanderende næring i Norge. Det årlige fangstkvantumet øker og nye fangstområder blir tatt i bruk. Antall mottaks- og produksjonsanlegg har derimot avtatt. Dette medfører i hovedsak to utfordringer: 1) Mange av fiskerne får kun levert 2-3 ganger i uken og må derfor selv sørge for en tilfredsstillende mellomagring. 2) Transporttiden mellom mottaks- og produksjonsanlegg blir lenger.

I Norge er det vanlig at fiskerne umiddelbart etter fangst pakker krabbene tett i kasser som settes i stabler på dekk. Avhengig av værforholdene og hvordan kassene er skjermet, vil krabbene over tid dehydrere ved en slik lagringsform.

Når fiskerne ikke får levert daglig, blir krabben vanligvis utlagt i samle-kasser i sjøen. Krabben pakkes tett for å unngå skader som forårsakes av klørne. Kassene senkes ned til en dybde hvor man unngår ustabil overflatevann der både høy temperatur og ferskvannstilførsel kan skape problemer for krabben. Kassene er forsynt med hull som sørger for tilstrekkelig vanngjennomstrømming. Utlegging er arbeidskrevende. En del fiskere forsøker nå med overrisling av de stablede kassene på dekk istedenfor utlegging i sjøen. Man har imidlertid liten erfaring og kunnskap om optimalisering av denne prosessen.

Hva skjer når krabben transporteres i luft

Dødelighet ved transport i luft skyldes til dels at krabben tørker ut (dehydreres) og at det skjer en gradvis opphopningen av avfallstoffer i krabben. For krabben er ammoniakk det viktigste avfallsstoffet. Dette skilles ut via gjellene. Når krabben lagres i luft, kollapser gjellene. Utskillelsen av avfallstoffene forhindres og ammoniakken lagres bl.a. i krabbens blod. Det kommer et tidspunkt da ammoniakken har forgiftet blodet tilstrekkelig til å forårsake krabbens død. Dette er en prosess som kan ta noe tid, ofte 1-2 dager, selv om krabben igjen blir satt i vann (Uglow and Hosie 1995). Hvor lang tid det vil ta før ammoniakken i krabbens blod når et dødelig nivå, avhenger av flere faktorer. Metabolismen, og dermed oksygenopptaket, øker med stigende temperatur (Ansell 1973; Uglow *et al.*, 1986). Økt metabolisme øker også produksjonen av metabolske avfallstoffer i dyret. En senking av temperaturen og høy luftfuktighet øker toleransetiden. Det samme gjelder krabbens kondisjon og matfylde. Det viser seg at jo bedre matfylde krabben har, jo lavere er dødeligheten ved lagring og transport i luft.

Restituering av krabben

For å øke overlevelsen ved transport i luft, er det viktig at krabben på forhånd er restituert, dvs. at den ikke er dehydrert og at det ikke er akkumulerte avfallstoffer i blodet. Krabbe som er lagret over lengre tid i kasser på dekk har allerede opparbeidet en betydelig ammoniakkkonsentrasjon i blodet. Restituering kan gjøres ved utlegging i sjø eller ved å senke krabben i sjøvann på land.

Når krabben re-utsettes i sjøvann, vil den raskt avgi det meste av overskytende ammoniakk. Regnault (1994) fant at krabbe som var lagret i luft i 18 timer ved 16-18°C, hadde i løpet av de første 5 minutter etter re-utsetting en kraftig utskillelse av ammoniakk. Deretter minket utskillelsen til normalnivå, for igjen å ta seg noe opp igjen. Fullstendig restituering av krabben var oppnådd etter 8 timer. En lagring ved 16-18°C i 18 timer kan sammenlignes med lagring

av krabbe om bord i en norsk krabbebåt en varm sommer/høstdag, før krabben enten leveres ved et mottaksanlegg eller legges ut i sjøen.

Forlenging av krabbens overlevelse ved å tilsette sjøvann, har vært nyttet i flere år, både i Storbritannia og i Canada. Overrisling kan enkelt gjøres ved at ei sjøvannspumpe koples til et overrislingssystem med uttak til hver stabel.

I Norge forsendes krabbe i hovedsak i stablekasser. En enkel form for tilsetning av vann gjøres ved at kassene stables i rekk, og at man legger sjøvannsslengen direkte på toppen av disse. Slik flåtestrukturen og mottakssituasjonen er i den norske krabbenæringa i dag, finner man det mest formålstjenelig å satse på en optimalisering av et overrislingssystem til bruk i lagrings- og transportøyemed kombinert med transport i luft. Overrisling, dvs. full neddynking v.h.a. vanngjennomstrømming, forutsetter at kassene er laget slik at vannet lett kan passere. Stablekassene som brukes i Trøndelag og Nordland, leveres fra SE Packing system AS i Danmark, og er av typen SE-40. Hver kasse rommer mellom 36-38 kg krabbe. Stablekassene har flere hull i bunnen som medfører at vannet lett dreneres igjennom.

Krabbeflåten i Norge består i første rekke av en mengde små sjarker. En fornyingsprosess har startet, der man satser på større og mer tilpassede båter. Det er viktig at man finner enkle, men effektive måter å forbedre behandlinga av den levende krabben om bord i de nye båtene, og at metodene også kan tilpasses eldre fartøytper og evt. landanlegg. Det er ønskelig at man ved tilpassning av behandling om bord unngår den arbeidskrevende utleggingen av krabber i samlekasser i sjøen.

Formål

Formålet med dette prosjektet er å forbedre lagringsforholdene om bord i fiskefartøy og på mottaksstasjoner for å øke kvaliteten og overlevelsen til krabben.

Delmål

1. Delta i planlegging av mellomlagringsanlegg om bord i nybygging av fartøy
2. Finne anbefalt tørrleggingsperiode og nødvendig overrislingsperiode for å restituere krabben
3. Etablere og teste metoder for tørrlegging og overrisling om bord i krabbefartøy
4. Vurdere alternative lagringsmuligheter

2 Material og metode

2.1 Transport og vanningsystem

2.1.1 Innledende forsøk

For å tilføre vann til krabben kan det benyttes egne kar og kasser med eller uten tilførsel og avløpsrør for vanngjennomstrømning. Det var et ønske om så liten forandring som mulig for å optimalisere fangstbehandlingen av krabbe. Før prosjektet startet hadde man kontakt med en fisker som brukte SE 40 kasser stablet i høyden til å ”vanne” krabben under fangst. Verdifull erfaring ble høstet fra denne fiskeren. Flere krabbefiskere bruker i dag SE 40 kassene i fra SE Packing System i Danmark. Med tanke på revitalisering av krabben ved bruk av vanngjennomstrømning tok en derfor utgangspunkt i disse kassene.



Figur 1 Bilde av SE 40 kassene. Hullene i bunnen av kassen er merket rødt. Dimensjonene på kassen er 845x500x250 mm.

SE 40 kassen har dreneringshull i bunnen, og kan nøstes eller settes sammen til en stabel (Figur 1). Hullene i bunnen gjør at vannet blir ledet ut av kassen. Siden hullenes areal er gitt vil det være en begrenset vannstrøm som kan bli ledet ut. Det er denne egenskapen som gjør det mulig å bruke kassene til et vanngjennomstrømningssystem som kan fylles med vann. Tilføres en større vannmengde enn det som ledes ut av kassen, fylles kassene opp med vann.

Når kassene settes sammen til en stabel, vil vannet bli ledet ned i den neste kassen. Vannhastigheten ut av hullene og dermed vannmengden avhenger av vanntrykket, det vil si hvor mye vann som er i kassen. Dersom vannet blir ledet inn på toppen av en stabel, og vannmengden inn er større enn det som blir ledet ut, vil den øverste kassen begynne å fylle seg opp med vann. Vannet blir hele tiden ledet ned i neste kasse, men siden kassen over har et høyere vannivå vil vanntrykket ut av hullene være større enn i kassen under, og kassen under vil derfor også fylle seg opp. Dette vil skje gjennom hele kassestabelen.

Innledende forsøk ble foretatt for å finne nødvendig vannmengde for å fylle kassene (vannflow = antall liter per minutt). Nødvendig vannmengde og fyllingstid ble notert. For å finne alternative vannmengder ble samme forsøk utført med det ene av de to store og begge de to store hullene blindet. Alle forsøkt ble utført med tomme kasser.

2.2 Anbefalinger og tilpasninger på båt

Resultatene fra de innledende forsøkene med kassene ble overbrakt Selfa Artic AS og Arve Guttelvik pr telefonmøte, som dernest valgte dimensjonering og bygging av et anlegg som skulle gi krabben vann ombord i nybygd båt.

Vårt forslag for å forbedre kvaliteten og redusere dødeligheten på krabben var å sette krabben i kontinuerlig eller periodisk vanngjennomstrømning. Fordelen med en periodisk vanngjennomstrømning er at pumpekapasiteten kan reduseres ved at tilsetningen av vann går på omgang.

Arve Guttelvik (AG) ønsket å få krabben periodisk neddykket i vann. På grunn av oppsettet av vannanlegget ombord i båten, ønsker han også å kunne blinde et av hullene i kassene for å bruke mindre vann.

Båten til AG ble bygd for å kunne oppbevare krabben både på dekk og i lasterommet. Det ble rigget til et arrangement for å kunne gi krabben vann på begge plassene. Anlegget på dekk skulle kjøres manuelt, men anlegget i lasterommet skulle driftes automatisk. Anleggets utforming er nærmere beskrevet i resultatdelen.

Etter første besøket hos AG ble installasjonen gjennomgått, og det ble anbefalt endringer for å optimalisere vannbehandlingen av krabbe.

2.3 Anbefalt tørrleggingsperiode og vanngjennomstrømning

2.3.1 Tørrlegging

Under tørrlegging vil ikke krabben kunne kvitte seg med avfallstoffet ammoniakk/ammonium (TA). Det er antatt at det er TA som blir den begrensede dødelige faktoren for krabbe under tørr lagring ved normale betingelser. Svært tørr og/eller varm luft samt direkte sollys kan medføre at krabben får problemer med overoppheting og dehydrering før konsentrasjonen av TA blir et problem. Kvaliteten og kondisjonen til krabben har også betydning.

Krabbens TA produksjon øker med temperaturen. Ved Møreforsking pågår et prosjekt, finansiert av NFR, som omhandler krabbens fysiologiske toleranseevne ved ulike lagrings- og transportformer. Bl.a. er akkumulert TA i blodet undersøkt ved tørr lagring ved ulike temperaturer (Woll *et al.* under bearbeidelse). Her gjengis TA nivået for to av de undersøkte temperaturene i prosjektet: 5 °C og 17 °C. Disse to temperaturene representerer den varme og den kalde årstiden under krabbefisket. Den laveste temperaturen er også den temperaturen som vil være i et kjølerom. Forsøket var planlagt å vare i 72 timer (3 døgn), Forsøket med 17 °C ble imidlertid avsluttet etter 30 timer på grunn av høy dødelighet. TA i blodet ble målt ved hjelp av F.I.A. metoden (Hunter and Uglow, 1990).

Totalt 85 hunnkrabber ble tatt ut i forsøket med 17 °C og 70 hunnkrabber i forsøket med 5 °C. I tillegg hadde man en referansegruppe på 20 krabber for hver av gruppene. Alle krabbene ble revitalisert i oppdrettskar med gjennomstrømmende vann i 2 døgn før forsøket startet. Det ble tatt prøver av referansegruppene for å finne TA verdier til revitalisert krabbe.

For 17 °C ble tatt fem uttak med 6 timers intervall, og for 5 °C ble det tatt tre uttak med 24 timers intervall. For hvert uttak ble det tatt ut 20 krabber i hver av gruppene. Dødelighet ble registrert, og blodprøver ble tatt av gjenlevende krabber for registrering av akkumulert TA.

2.3.2 Vanning

For at krabben skal kunne kvitte seg med avfallstoffer fra metabolismen, må den ha tilgang på vann. I teorien er det to begrensende faktorer i vannmiljøet når krabben tilføres vann. Den ene er TA konsentrasjonen i vannet og den andre er oksygenkonsentrasjonen i vannet.

TA konsentrasjonen i vannet kommer som en følge av at oppsamlet TA i krabben blir dumpet. I et gitt vannvolum eller vannflow vil dumpet TA danne en konsentrasjonsgradient. Skulle denne konsentrasjonen bli for høy vil det skape et toksisk miljø for krabben. TA blir samlet opp gjennom tørrleggingstiden. Dermed kan en lengre tørrleggingstid gi en høyere konsentrasjonsgradient fordi krabben har opparbeidet høyere verdier av TA i blodet.

Oksygenet blir forbrukt av krabben når den blir senket ned i vann. Oksygenforbruk er avhengig av temperatur og aktiviteten til krabben. For lav oksygenmengde i vannet medfører at krabben ikke får tilstrekkelig mengde med oksygen. Dette gir en begrenset effekt av vannet.

I et kaskadesystem ledes vannet fra den ene kassen til den andre. Dermed blir vannet "forbrukt" med tanke på oksygeninnhold og opphopning av TA. Krabben som får vannet først får de beste forholdene, og den krabben som får vannet sist (i den underste kassen) får de dårligste forholdene. Det er derfor en begrensning på hvor høyt et kaskadesystem kan være. SE-kassene gir en fast vannmengde på ~100 l/min. I hver kasse er det fra 35 – 40 kg med krabbe. Fra tidligere forsøk visste vi at 100 l/min er rikelig for 40 kg med krabbe, men vi hadde ingen forutsetning for å vite hvor mye krabbe og dermed stabelhøyde denne vannmengden kunne opprettholde.

For å måle hvilke av disse parameterne som vil være den begrensede faktoren i et kaskadesystem bestående av SE-40 kasser fylt med krabbe, ble testoppsett satt opp hos A. Guttelvik på Stokkøya. Det ble kjørt vann gjennom kassestabler (SE-40) med krabbe som hadde vært tørrlagt ved to forskjellige tidsintervall. Siden det var et ønske om å kunne kjøre en mindre vannmengde gjennom kassene, ble et av de store hullene blindet på en av stablene, og to stabler med kasser med lik tørrleggingstid, men forskjellig vannflow, ble også testet. Oppsettet er vist i tabell 1.

TA ble målt i utvannet fra hver kasse, og det ble tatt vannprøve fra alle kassene etter at vannet ble tilsatt: etter 1/2 minutt, etter 2 1/2 minutt, etter 5 minutt, etter 10 minutt og etter 15 minutt. TA ble målt ved hjelp av F.I.A. (Fluid Injection Analysis) metoden.

Oksygen ble målt i kassene i stabel 1 og 2. Disse kassene ble kjørt med vann fra mottak på land på ettermiddagen og til formiddagen dagen etter. Oksygenet ble målt i kassene på formiddagen. Verdiene ble målt i utvannet i fra hver kasse.

Tabell 1 Oppsett for kassestablene som ble testet på Stokkøya. Det ble tatt total ammonium (TA) prøver av alle stablene og oksygen (O₂) forskjellen ble målt i (de to) kassene.

	Tørrelgging Timer	Oppbevaring	Flow l/min	Prøver	Kasser Antall
Stabel 1	4	lufttemperatur	100	TA /O ₂	5
Stabel 2	4	lufttemperatur	75	TA/O ₂	5
Stabel 3	30	luft temp&kjølerom	100	TA	5

2.3.3 Skader

Aktiviteten til krabbe øker når den blir satt i vann. Siden klørne ikke blir inaktivert i Norge, gir dette en potensiell mulighet for økt tap av gangbein og klør på krabbe som blir tilsatt vann. Det var ønske at man skulle undersøke hvorvidt hyppigere vanntilførsel gav større skader. Dette skulle undersøkes når krabben ble levert på Hitramat AS. Bedriften ville også undersøke om det var forskjell på tilstanden på krabben som hadde fått behandling med vann og den ubehandlede krabben.

Krabbe levert fra Stokkøya ble fraktet med føringsbåten, men underveis til Hitra gikk føringsbåten på grunn med det resultat at hele lasten forskjøv seg og veltet. Dermed var det ikke mulig å skille krabben og gjennomføre noen kontroll ved levering. Resultatene i denne rapporten har derfor blitt komplimentert med resultater fra tidligere omtalte NFR prosjekt ved Møreforskning Ålesund, hvor det er sett på skader på krabben i forbindelse med vanngjennomstrømming. I dette forsøket ble forskjellige kassestabler med krabbe tilsatt vann etter 1 time tørrelgging, etter 2,5 timer, etter 5,5 timer og etter 11,5 timer tørrelgging i opptil to døgn. Vanntilførselen etter tørrelggingstiden varte i en halv time. Antall tapte gangbein og klør samt dødelighet ble registrert til slutt. Det ble også registrert skader og dødelighet på en kassestabel med krabbe som ikke fikk vann.

3 Resultat

3.1 Transport og vanningsystem

3.1.1 Innledende forsøk

Gjennom prøving ble det funnet ut at en tom SE 40 kasse vil fylle seg helt opp med en vannflow på minimum ~100 l/min. En lavere vannflow medførte at kassen bare fylte seg delvis opp. Figur 2 viser en skisse av en stabel med kasser, og hvordan fyllingsgraden fremstår i kassene etter at øverste kasse er fylt opp.

En flow på 100 l/min medførte at vannstanden gikk helt opp til kanten av kassen og det ble en likevekt mellom vann inn og vann ut av kassen. Kassene under fylte seg også opp, men vannstanden stabiliserte seg med en vannhøyde i kassen som var litt lavere enn kassen over gjennom hele stabelen. Dette skyldes at vannet har litt friksjonstap gjennom hullene. Fyllingstiden kommer frem av Tabell 2. En større flow enn 100 l/min medførte at vannet rant over kanten på kassen. På grunn av kassens utforming ble dette vannet ”brekt” rundt kanten på kassen, fulgte kasseveggen og ble ledet ned i kassen som stod under. En større flow enn 100 l/min medfører dermed at kassene i en stabel vil fylle seg raskere og at alle kassene blir fylt helt opp.



Figur 2

Til venstre vises en skisse av en stabel med SE 40 kasser hvor vannet blir ført inn på toppen av øverst kasse. Det blå feltet viser hvordan vannet vil fylle seg opp i kassene, og avbildet situasjon beskriver fyllingsgraden i stabelen etter at øverste kasse er fylt opp. Bildet til høyre viser dette utført i praksis med SE 40 kasser fylt med krabbe.

Tabell 2 Fyllingstid for seks SE 40 kasser i stabel ved en vannflow på 100 l/min.

Kasse nummer fra topp	1	2	3	4	5	6
Fyllingstid (min:sek)	1:25	2:55	3:30	4:20	-	7:30

Ved blinding av et av de store hullene i bunnen trengtes det en vannflow på minimum ~75 l/min for å fylle opp en tom kasse. Ved å blinde begge de store hullene trengtes det en vannflow på minimum ~50 l/min.

3.2 Anbefalinger og tilpasninger på båt

Båten til AG ble bygd for å kunne oppbevare krabben både på dekk og i lasterommet. Det ble rigget til et arrangement for å kunne gi krabben vann på begge plassene. Anlegget på dekk skulle kjøres manuelt, men anlegget i lasterommet skulle driftes automatisk.

Pumpe

Båten er utstyrt med en 2'' pumpe som er koblet til akslingen til hovedmotoren. Under tomgangskjøring kan det virke som at denne er i stand til å levere 300-400 l sjøvann/min uten motstand som følge av rør og løftehøyde av vannet.

Dimensjonering av slanger fra pumpe til dekk og til samlestokk i forkant av lasterom

Ut fra pumpen går det 2'' slanger opp til dekk og frem til samlestokken i forkant av lasterommet. Denne dimensjonen gir god vanngjennomstrømning og det kan forventes lite trykktap gjennom disse.

Installasjon på dekk

Under "shelterdekk" var det montert en 1'' rørledning fra inngangen til motorrommet og videre frem til styrhuset. Kranen var brukt som overgang mellom 2'' slange og 1'' rør. I rørledningen var det boret en rekke hull på ca 5-6 mm.

Under "shelterdekket" var det påtenkt å plassere 5 stabler med SE kasser. Såfremt ingen av hullene i kassene er tettet igjen, vil det kreve en vannmengde på 500 l/min for å fylle alle stablene samtidig.

Det første problemet som oppstår er at vannmengde som trengs for å fylle opp de fem stablene med kasser er større enn pumpekapasiteten til båten. En blinding av et av hullene i kassene vil medføre en reduksjon i vannmengden til ca 375 l/min (75 l/min * 5 rader). Dette vil pumpen muligens kunne levere, men det er/var flere konstruksjoner som hindret dette ved at trykktapet ble for stort. Overgangen mellom 2'' slangen og 1'' røret medfører en tapskoeffisient i vanntrykket på ca 0,5. Samtidig blir hastigheten i 1'' røret høy og skaper ytterligere friksjonstap. Hullene ut av dette røret var små og medfører ytterligere fall i vanntrykket samtid som vannhastigheten ble svært stor. Ikke alle hullene var rettet nedover og dette sammen med vannhastigheten medførte at vannet sprutet i alle retninger.

Under første besøket til AG ble hullene gjort større og mer sentrert rundt hver stabel med kasser. Hull mellom kassene ble blindet. Dette medførte en større vannmengde som var mer

sentrert ned i kassene, men vannspruten rundt kassene ble fremdeles for stor og kassene ble heller ikke fylt opp. Pga spredningen av vannet var det heller ikke mulig å gjøre noen målinger av vannmengden.

Vi ble enig med AG om at han skulle ta vekk røret og erstatte det med et nytt rør med fem uttak med kraner og slanger. Denne endringen er vist i Figur 3. Dette systemet fungerte mye bedre. Vannmengden så ut til å øke og vannet rant gjennom kassene, men fremdeles er det et stort trykktap som følge av overgangen mellom 2'' slangen og 1'' røret. Vannmengden som nå går gjennom en slange ble ca 70 l/min, gjennom to slanger ca 95 l/min totalt og gjennom tre slanger 120 l/min totalt. AG klarer dermed å fylle opp to til tre rader med kasser hvor det ene store hullet er tettet igjen.



Figur 3 Et bilde av endringene på vanningsystemet på shelterdekk med nytt rør, kraner og slanger.

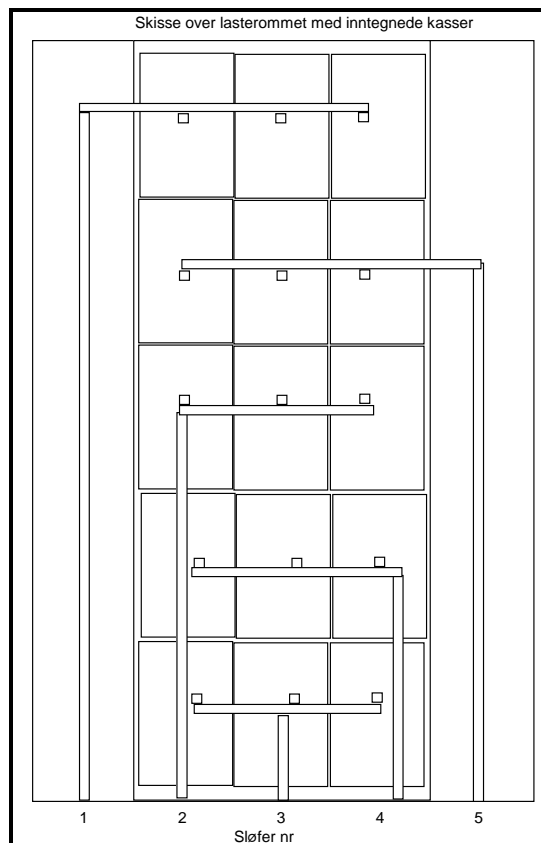
For å forbedre situasjonen kan man sette inn en samlestokk etter 2'' slangen og montere flere 1'' rør som går fremover shelterdekk parallelt med eksisterende rør fra samlestokken. Dette vil redusere trykktapet vesentlig og øke vannmengden.

Installasjon og automatikk i lasterom

I lasterommet er systemet bygd opp på samme prinsipp som det i utgangspunktet var montert på dekk. I tillegg er det montert ett automatisk ventilsystem som kan sende vann ut i fem sløyfer. Dimensjoneringen inn til magnetventilene er bra med tanke på trykktap, men gjennomføringene i magnetventilene var mindre enn 1''. Dermed bidrar disse til ytterligere trykktap sammenlignet med rørsystemet på dekk. Dette systemet ble ikke testet ut når vi var på besøk hos AG, men vi antar at vanngjennomstrømningen her blir dårligere sammenlignet med systemet som var på dekk. En løsning er å sette på flere sløyfer samtidig for å øke den totale vannmengden, men da forsvinner fordelene med å kjøre vannet i perioder.

Disse rørene må nok også byttes ut for å ha mulighet til å fylle kassene med vann. Det kan eventuelt brukes kraner og slanger eller kun forgreninger i samme dimensjon som tilførselsrøret. Man vil uansett med dagens situasjon ikke kunne fylle opp alle påtenkte stablene med kasser for hver sløyfe. Et kompromiss kan være å redusere antall kasser i lasterommet. AG ønsker ikke å bruke de ytterste delene av lasterommet, hvor kassene må

løftes opp. Dermed blir det tre rader med kassestabler i lasterommet. Ved en eventuell ombygging/utskifting av rørnett anbefaler vi å ikke ha flere t-stykker / kraner enn at sløyfen klarer å fylle opp kassene. Slik situasjonen er i dag vil man sannsynligvis kunne fylle opp 2-3 kassestabler pr sløyfe. En tenkt løsning, hvis en sløyfe klarer å fylle tre rader, kan være en installasjon som er vist i skissert under i Figur 4.



Figur 4 Skisse over lasterommet på båten til AG, som viser kasser med krabbe lagret i den midtre delen av lasterommet. Et evt. nytt forbedret vanningsystem er også tegnet inn.

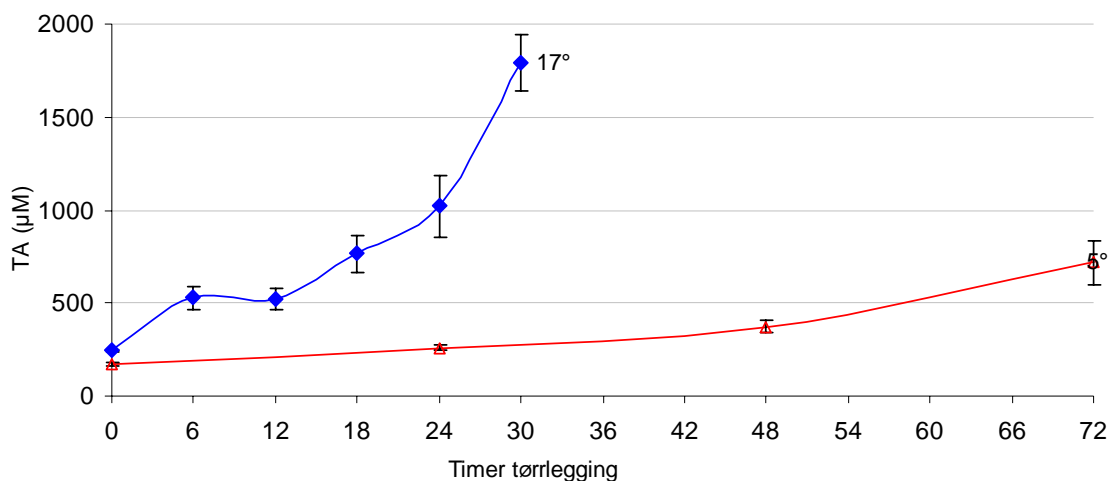
3.3 Anbefalt tørrleggingsperiode og vanngjennomstrømning

3.3.1 Tørrlegging

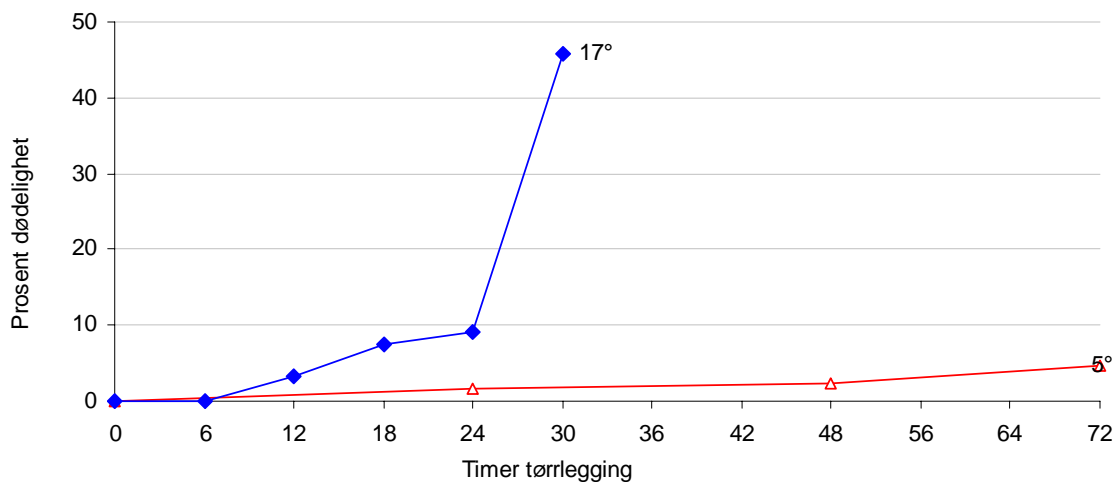
Akkumulering av TA i krabbens blod over tid er vist i Figur 5. Figuren viser at gjennomsnittlig TA verdier øker raskere ved en høyere temperatur. Ved 17 °C fordobles TA verdiene etter 6 timer, og en firdobling er oppnådd etter 24 timer. Etter 24 timer ser det ut til at økningen akselererer og etter 30 timer har krabben TA verdier på knappe 1800 µM, vel en sjudobling fra utgangspunktet på 250 µM (referansegruppen). Ved 5 °C skjedde en dobling av TA verdiene først etter 48 timer, og etter 72 timer var gjennomsnittlig TA verdiene i blodet på 720 µM en økning på 550 µM fra utgangspunktet på 170 µM.

Registrert dødelighet under forsøkene er vist i Figur 6. Figuren viser at dødeligheten inntreffer tidligere og blir større ved den høye temperaturen. Ingen dødelighet er registrert for krabben oppbevart ved 17 °C innen de seks første timene. Deretter ble det registrert vel 3 % dødelighet etter 12 timer og 9 % etter 24 timer. Dødeligheten økte dramatisk mellom 24 og 30 timer, og

etter 30 timer ble det registrert 46 % dødelighet. Forsøket ble da avsluttet. Første uttak av krabbe lagret ved 5 °C skjedde etter 24 timer. Det ble da registrert en dødelighet på 1,6 %. Etter 48 og 72 timer ble det registrert en dødelighet på henholdsvis 2,4 og 4,8 %.



Figur 5 Gjennomsnittlige TA verdier over tid i blod på krabbe lagret tørt ved 5 og 17 °C. Fra: Woll et al. under bearbeidele.

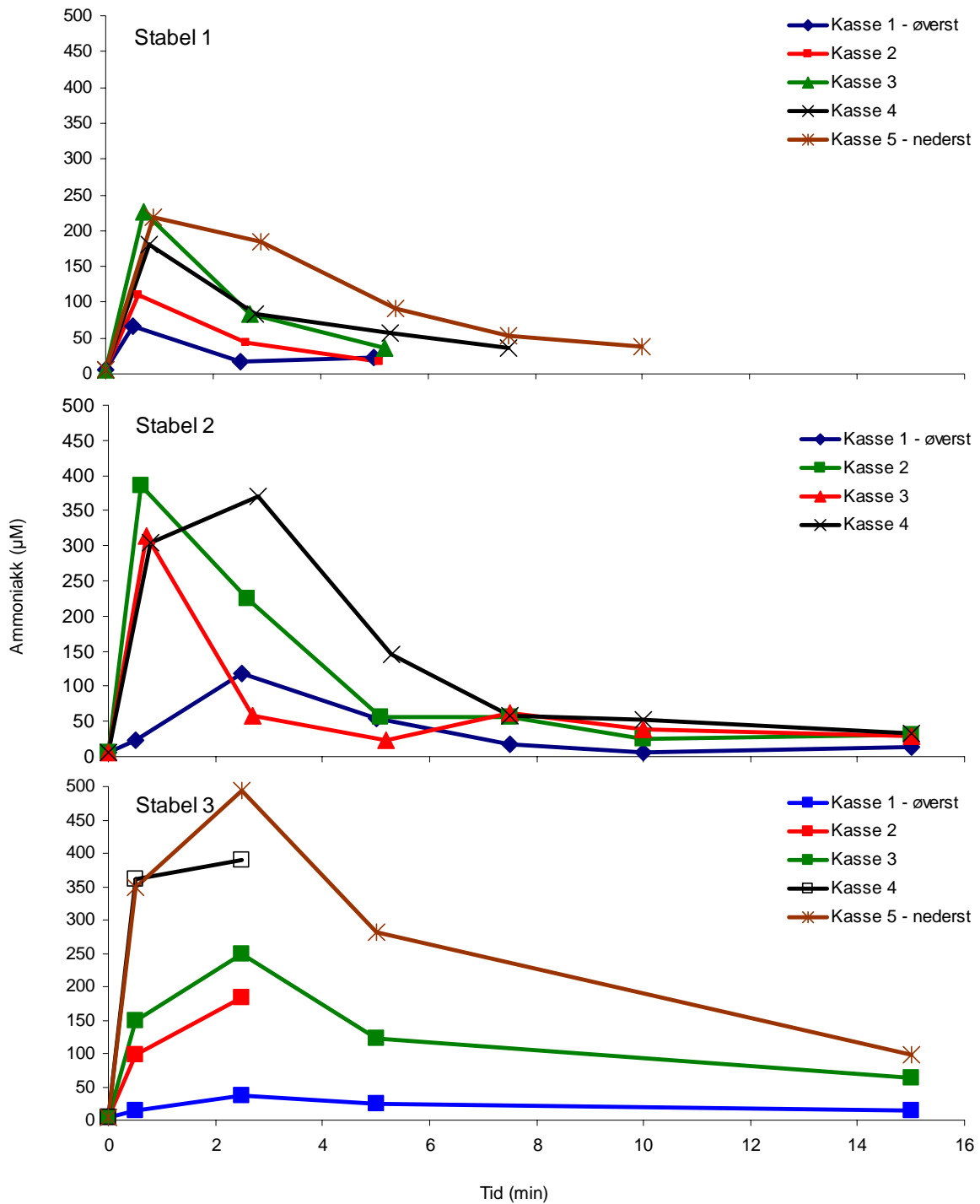


Figur 6 Registrert dødelighet over tid for krabbe lagret tørt ved 5 og 17 °C. Fra: Woll et al. under bearbeidele.

3.3.2 Vanning

TA verdier som ble målt i det tilsatte vannet etter tørrlegging er vist i Figur 7. Figurene viser at TA verdiene øker relativt raskt i vannet og at gradienten av TA stiger nedover i kassestabelen. TA verdiene synker deretter relativt hurtig og kan vise tegn til stabilitet etter 10 minutter for krabbe som har vært tørrlagt i 4 timer. For krabbe tørrlagt i 24 timer er TA verdiene relativt stabile etter 15 minutter.

For krabbe som ble lagret tørt i fire timer og som fikk en flow på 100 l/min, ble maksimal TA verdi målt i kasse 3 og kasse 5 etter et halvt minutt på henholdsvis 227 og 220 µM. Etter 2,5 minutt har TA verdiene i kasse 3 falt, mens TA verdiene i kasse 5 fremdeles ligger høyere enn



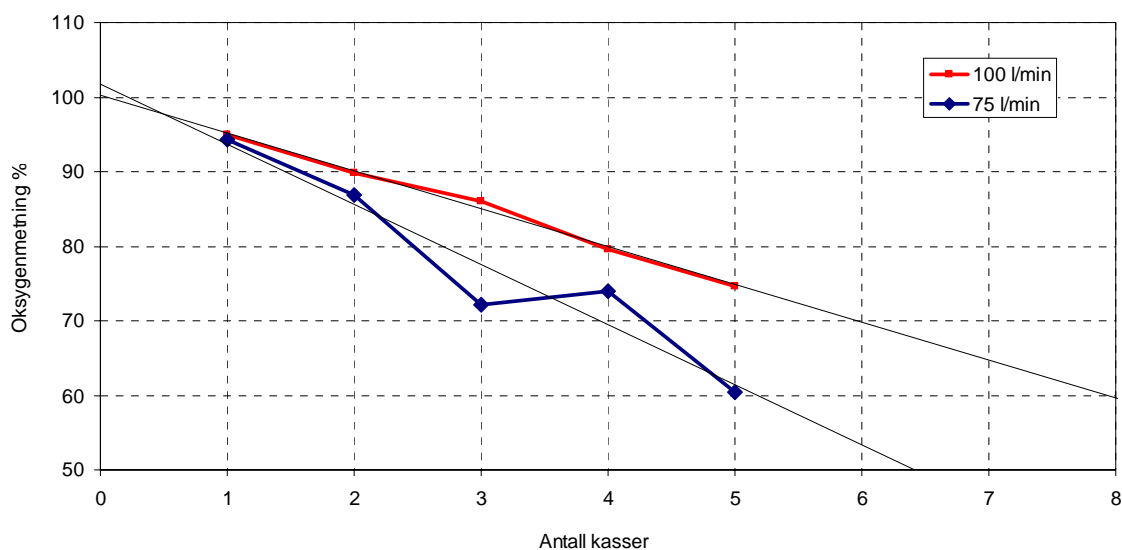
Figur 7 TA verdier i vannet som blir ført gjennom en stabel med 5 SE-kasser med krabbe. TA verdiene er målt ved forskjellige tidspunkt og er tatt av utvannet fra hver kasse. Stabel 1 har en vannflow på 100 l/min, stabel 2 vannflow på 75 l/min og stabel 3 vannflow på 100 l/min. Stabel 1 og 2 var tørrlagt i 4 timer mens Stabel 3 var tørrlagt i 30 timer.

i de andre kassene. Det kan se ut til at TA verdiene i de øverste kassene har stabilisert seg etter 5 minutter, mens TA verdiene i kasse 5 og til dels kasse 4 først er stabile etter 10 minutter.

Det ble målt høyere TA verdier for krabben som ble lagret tørt på samme måte som krabben beskrevet over, men som hadde en mindre vannflow (75 l/min). Den høyeste verdien ble målt i kasse nr. 2 etter et halvt minutt og i kasse nr. 4 etter 2,5 minutt. Verdiene ble målt til henholdsvis 386 og 371 μM . Kasse 5 ble ikke målt siden denne hadde en sprekk og dette ble ikke oppdaget før etter at vannet ble tilført. Det kan se ut til at TA verdiene i de tre øverste kassene har stabilisert seg etter 5 minutter, mens TA verdiene i kasse 4 først er stabil etter 10 minutter.

For krabbe lagret tørt i 24 timer ble de høyeste TA verdiene målt etter 2,5 minutt for samtlige kasser. Den høyeste verdien (493 μM) ble målt i den nederste kassen (nr. 5), og gradvis mindre TA verdier ble målt oppover i kassestabelen. Målinger for kasse 2 og kasse 4 mangler for resten av tidsserien. Det kan se ut til at verdiene stabiliserer seg for kasse 1 og 3 etter fem minutt, men kasse 5 er først stabil etter 15 minutt.

Oksygenverdiene som ble målt i kassestablene med krabbe er vist i Figur 8. Innvannet ble målt til å ha 100 % oksygenmetning (295 μM). Målingene viste at oksygenet ble forbrukt raskere i stabel 2. I stabel 1 falt oksygenverdiene med ca 5 % mellom hver kasse og etter 5 kasser ble metningen målt til å være 74,6 % (220 μM). I stabel 2 falt oksygenverdiene i gjennomsnitt 8 % mellom hver kasse, og etter 5 kasser ble metningen målt til 60,3 % (178 μM). Ved hjelp av lineær regresjon kan man se at kassestabel 1 vil nå en oksygenmetning på ca 60 % med en stabelhøyde på 8 kasser.



Figur 8 Målte oksygenverdier i to kassestabler bestående av 5 kasser med krabbe. Oksygenverdiene ble målt i utvannet på hver kasse.

3.3.3 Skader

Antall skadde og døde krabber skulle bli registrert i kassestablene som ble sendt fra Stokkøya til Hitramat AS. Siden føringsbåten gikk på grunn, gikk denne delen av forsøket tapt. Det er derfor valgt å hente inn resultater fra et annet pågående prosjekt hos Møreforskning Ålesund. Disse resultatene er presentert i Tabell 3 og Tabell 4.

Det høyeste totale antallet skadd krabbe ble funnet for den krabben som hadde vanngjennomstrømning hyppigst. Totalt 55,1 % av denne krabben var skadd. Minst antall skadd krabbe ble funnet for den krabben som hadde vanngjennomstrømning hver 12. time (41,2 %). Ser man kun på antallet tapte gangbein er den høyeste skadefrekvensen også nå hos den krabben som fikk vann hyppigst (52,8 %), men færrest skader ble funnet for krabben som fikk vann hver sjettede time (38,0 %). Krabben som var lagret tørt og som ikke fikk vann hadde en skadefrekvens på totalt 42,8 % og 41,3 % hadde mistet gangbein. Oversikt over skader er vist i Tabell 3.

Den høyeste dødeligheten ble funnet for den gruppen som fikk vann hver tolvte time (61 %), og den laveste dødeligheten ble funnet for den krabben som fikk vann etter en og halv time (7,1 %). Dødeligheten økte med sjeldnere vanngjennomstrømning, men det må her taes hensyn til at de to gruppene som fikk sjeldnest vanngjennomstrømning ble undersøkt etter 42 og 46 timer. Krabben som ikke fikk vann hadde en dødelighet på 26,2 % og ble kontrollert etter 26 timer. Oversikt over dødelighet er vist i Tabell 4.

Tabell 3 Prosent krabber med tapte gangbein og/eller tapte klør. Prosent beregnet av total antall krabber. Fra: Woll et al. under bearbeidele.

Behandling		Antall tapte gangbein					Andel skadd krabbe		
		0	1	2	3	>3	Gangbein	Klør	Totalt
1t tørr+½ t vann	0 klør tapt	44,9	29,9	9,8	7,1	2,8	52,8	5,5	55,1
	1 klør tapt	2,4	1,6	0,4	1,2	0			
	Sum								
2½ t tørr+½ t vann	0 klør tapt	53,8	23,5	11,5	2,3	1,5	42,7	7,3	46,2
	1 klør tapt	3,5	2,7	0,8	0,4	0			
	Sum								
5½ t tørr+½ t vann	0 klør tapt	58,5	18,8	7,4	4,4	1,7	38,0	9,2	41,5
	1 klør tapt	3,5	2,2	1,3	1,7	0,4			
	Sum								
11½ t tørr+½ t vann	0 klør tapt	58,8	21,5	7,9	4,5	2,8	39,0	4,6	41,2
	1 klør tapt	1,7	1,7	0	0,6	0			
	2 klør tapt	0,6	0	0	0	0			
	Sum								
Tørt	0 klør tapt	57,2	24,4	6,6	4,5	2,7	41,3	4,5	42,8
	1 klør tapt	1,5	1,8	0	0,3	0,3			
	2 klør tapt	0	0,3	0	0	0,3			
	Sum								

Tabell 4 Forsøk med periodisk vanngjennomstrømning av krabber lagret i kassestaber. Fra: Woll et al. under bearbeidele.

	Behandling (timer)		Varighet (timer)	Temperatur (°C)		Antall krabber	Skadefri (%)	Kjønn	Dødelighet (%)
	Tørr	vann		luft	sjø				
A	1	1/2	30	11-22	8-9	254	44,9	Ho	7,1
B	2 1/2	1/2	32	12-22	8-9	260	53,8	Ho	10,0
C	5 1/2	1/2	44	12-22	8-9	229	58,5	Han	33,6
D	11 1/2	1/2	46	12-22	8-9	177	58,8	Han	61,0
H	Tørt		26	13-26	8-9	332	57,2	Ho	26,2

4 Diskusjon

Transport og vanningsssystem

Nødvendig vannmengde ble funnet for å kunne fylle kassene og holde disse på et stabilt nivå. Det ble også funnet alternative vannmengder ved å tette ett eller begge hullene. Fasongen på kassen passet bra med tanke på overskytende vann som renner over kassekanten. Kassens utforming medførte at dette vannet brekte seg rundt kanten og fulgte kasseveggen ned til neste kasse. Fylletidene ble redusert på bakgrunn av dette.

For at kassene skal fungere til beskrevet formål må de være uten skade. Flere av kassene hadde brist i bunnen eller i kanten. Dette har liten betydning for selve transporten av krabbe, men ved vanngjennomstrømming må alle kassene må ha samme hullareal for at kassene i en stabel skal kunne bli fylt av vann. Brist i kanten av kassen vil også lede vannet ut av systemet. SE-40 kassen kan ikke stables effektivt på standard Europalle. SE Packing System produserer en egne paller for sine kasser.

Alle testene som er nevnt over er utført med tomme kasser. Ved å fylle kassene med et innhold, for eksempel krabbe, vil fyllingstiden gå ned. Krabbene kan også legge seg over hullene og dermed redusere vanntrykket og vannflowen gjennom hullene. I en gitt situasjon vil det sannsynligvis være behov for en noe mindre vannflow enn 100 l/min i fulle kasser med krabbe.

Vannmengdene som er oppgitt er avrundet til hele runde tall. Vannflow ble beregnet ved å ta tiden på å fylle en bøtte med vann. Dette tok svært kort tid, samt at turbulens i bøtten gjorde det vanskelig å fastslå eksakt vannnivå.

Anbefalinger og tilpasninger på båt

I uke 37 og uke 39 2004 var undertegnede, Jan Erik Dyb, og Astrid Woll fra Møreforskning på besøk hos Arve Guttelvik (AG) på Stokkøya for å se hvordan båten hans fungerte for krabbefiske og hvordan krabben kunne oppbevares og behandles under lagring ombord i båten. I tillegg til å vurdere lagringsforholdene for krabbe, ble vi i tillegg bedt om beskrive og vurdere forbedringer av de tekniske installasjonene for vanning.

Oppsettet på dekk ble endret og optimalisert fra den opprinnelige installasjonen. Det nye oppsettet på dekk fungerte mye bedre enn det opprinnelige, men det kan fremdeles gjøres mer for å få mer vann til krabben uten store kostnader. Oppsettet under dekk i lasterommet er laget til på samme måten som det var laget til på dekk, men det har hittil ikke vært behov for å bruke lasterommet. Oppsettet må også endres i lasterommet. I tillegg bør magnetventilene byttes ut med noen som har større dimensjon for å redusere trykktapet.

Anbefalt tørrleggingsperiode og vanngjennomstrømning

TA verdiene i krabbe økte raskere ved 17 °C enn ved 5 °C. Dette er som forventet siden aktiviteten og metabolismen hos vekselvarme dyr som krabbe øker ved en økende temperatur.

Sammenhengen mellom TA nivå og dødelighet synes klar i de to figurene. Dødeligheten økte dramatisk mellom 24 og 30 timer under tørr oppbevaring ved 17 °C, det samme intervallet hvor TA nivået akselererte for de samme krabbene. Ved oppbevaring av krabbe ved 5 °C ble det bare registrert en marginal dødelighet som økte svært lite gjennom 72 timer.

Under et typisk krabbefiske kan det gå oppimot 12 timer fra den første krabben blir tatt om bord og til den blir levert hos produsent eller mottaker. I den varme perioden av året vil 12 timer være ytterpunktet for hva krabben tåler før dødeligheten øker kraftig. Går denne krabben direkte i produksjon, vil det ikke være nødvendig å gjøre noe med krabben. Skal den derimot oppbevares før produksjon må krabben få muligheten til å kvitte seg med TA, hvis ikke vil dødeligheten kunne bli uakseptabel stor. Effekten av å sette en krabbe på kjølerom vil være begrenset hvis den allerede har opparbeidet dødelige verdier av TA. Krabbe uten akkumulert TA vil kunne oppbevares inntil 3 døgn på et kjølerom ved 5 °C, men settes det inn en krabbe som har vært oppbevart i 6 timer ved 17 °C, har den akkumulert samme TA som krabbe oppbevart i 60 timer ved 5 °C! Med andre ord har man da p.g.a. høy temperatur allerede ”brukt opp” 60 lagringstimer på et kjølerom.

TA verdiene ble målt i et kaskadesystem bestående av SE kasser med krabbe for å avdekke maksimalverdier og eksponerings- og dumpetiden for TA. Målingene viste at TA blir avgitt relativt raskt og raskere enn det som var forventet på forhånd. Dumpingen skjer også raskere for krabbe med en høyere kjernetemperatur. Vannet i et kaskadesystem blir ledet fra en kasse til den neste. Dermed vil målt TA også bestå av dumpet TA fra kassene over. Det vil være ventet med en høyere TA nedover systemet, og det er denne effekten som ble registrert. Det ble allikevel ikke alltid målt en økende TA gradient nedover i systemet. TA ble dumpet mye raskere enn det som ble antatt, og det kan ha vært høyere verdier ut av kassene enn det som ble målt. En mye hyppigere prøvetaking må til for å kartlegge dette i detalj. Dumpingen gikk tregest hos den krabben som lå på kjølerommet, og her har man mest sannsynlig fanget opp den korrekte TA gradienten. Det er også fullt mulig at TA gradienten har vært høyere i perioden mellom et halvt og to og et halvt minutt.

Ved å redusere vannmengde viste resultatene at det ble oppnådd en høyere konsentrasjon for krabbe oppbevart under like vilkår. Det kan se ut til at økningen er omvendt proporsjonal av redusert vannmengde. Prøvetakingen var allikevel ikke hyppig nok til å kunne bekrefte dette.

De største TA verdiene ble målt for den krabben som var oppbevart tørt i et døgn (Stabel 3). Verdien gikk ikke over 500 µM, og for alle gruppene var den høyest gradienten over etter 2,5 minutt. I transportforsøk med krabbe i vivers trucks fra England til Frankrike ble det oppnådd TA verdier i vannet på over 2000 µM uten at en høy dødelighet ble observert (Uglow and Hosie 1995). På grunn av den korte eksponeringstiden og fordi de målte verdiene i dette forsøket er under 500 µM, er det rimelig å anta at TA ikke blir en begrensende faktor i et kaskadesystem med SE 40 kasser.

Det ble målt en reduksjon i oksygeninnholdet på 5 % og 8 % i de samme stablene med kasser med en vannflow på henholdsvis 100 og 75 l/min (Stabel 1 og 2). Vi vil ikke anbefale en oksygenmetning i vann for krabbe på under 60 %. Denne metningen ble oppnådd etter den nederste kassen i en stabel på 5 kasser og en vannflow på 75 l/min. Metningen etter den femte kassen med en vannflow på 100 l/min var på 75 %. Maksimal teoretisk høyde med denne vannflowen blir da 8 kasser. Dette forsøket ble utført med en vanntemperatur på 12 °C. Ved en høyere sjøtemperatur vil tilgjengelig oksygen i vannet være mindre, samt at oksygenforbruket til krabben vil være større. Det er derfor trolig at en stabel på 8 kasser vil være for høyt ved en høyere temperatur enn 12 °C.

På bakgrunn av overnevnte tror vi at det vil være oksygenet og ikke TA som vil være den begrensende faktoren under tilsetning av vann i SE kasser med krabbe. Oksygenet blir brukt opp raskere ved blinding av et av hullene og dermed reduksjon av vannflow til 75 l/min. Vi

vill derfor ikke anbefale å blinde hullene på SE kassene. Den maksimale stabelhøyden med kasser vil være 8 kasser med de temperaturforholdene som var under forsøket. Ved en høyere temperatur anbefales det å redusere antallet kasser.

Forsøkene med dumping av TA etter tørrlegging viste at krabben hadde fått redusert TA etter 15 minutter. Ser man kun på TA vil 15 minutt vanngjennomstrømning være tilstrekkelig. Pågående forsøk viser at krabben også danner melkesyre under tørrlegging. Dette er også et avfallstoff som krabben bør bli kvitt under nedsenkingen i vann. Forsøk har indikert at krabben bruker lengre tid for å fjerne melkesyre, mest sannsynlig fordi TA blir dumpet over gjellene mens melkesyre må omdannes i krabben. Vi vil derfor anbefale en vanningsperiode på minimum en halv time.

Skader

Det kan se ut til at en hyppig vanngjennomstrømning kan gi en liten økning i antall skader. Differansen mellom gruppene er allikevel liten sett i forhold til den totale skadefrekvensen. Gruppen som ikke har fått behandling hadde også en høy skadefrekvens, og det er derfor naturlig å anta at fangstbehandling under fisket har en mye større effekt på antall skade enn det som kommer av vanningen. Skadefrekvensen må også sees i sammenheng med dødeligheten. Til tross for flest skader ble det minst dødelighet for den krabben som fikk vann hyppigst. Den høyeste dødeligheten ble funnet for de gruppene som fikk vann hver sjettede og tolvte time, og disse hadde en høyere dødelighet enn de som ikke fikk vann. Dette må sees i sammenheng med lagringstiden og lagringstemperaturen som svingte mellom 12-22 °C. Den høyeste temperaturen ble registrert etter 24 timer og kun de krabbene som ble oppbevart i 44 og 46 timer fikk maksimal eksponering av den varme perioden. Labbforsøkene som viste TA opphoping i krabbe og dødelighet, tyder på at det ikke vil være tilstrekkelig med vanning hver sjettede time for lufttemperaturer over 17°C. Dødeligheten i dette forsøket bekrefter dette. Med en hyppigere vanning skulle denne krabben også klart seg med lav dødelighet.

Det ble registrert død krabbe hos alle gruppene. Dette avviker fra forsøkene som ble utført på laboratoriet. Forskjellene kan til dels skyldes forskjell i oppsettet og forutsetningene med krabbe. I labbforsøket ble det kun brukt krabbe som var skadefri og i god forfatning. All krabbe ble også revitalisert (akklimatisert) i to døgn før forsøket startet. Krabbe som døde av fangstbehandlingen ble da luket ut før forsøket startet. Denne krabben vil bli med i "storskalaforsøkene". Det må forventes at uansett behandling så vil det være noen av krabbene som ikke overlever. I tillegg kommer krabbe som har fått så store skader av andre krabber at det vil få dødelig utgang. Disse var heller ikke med i labbforsøket.

Alternative lagringsmuligheter

Lagring i vann (bulk)

I Storbritannia og Irland omsettes om lag 80% av landet krabbe levende på det Europeiske kontinentet. Det er derfor utviklet fangst-, lagrings- og transportmetoder som tar hensyn til dette. Spesialbygde krabbebåter kan laste over 10 tonn. Krabben lagres i sjøvann i såkalt bulk, der lasterommet er oppdelt i to eller flere rom. Vannet pumpes inn under en falsk perforert bunn. Vannet fordeler seg da jevnt gjennom laget av krabber (maks 80 cm høyt) og blir pumpet ut i overkant. Siden dette er gjennomstrømmende vann unngår man opphopning av avfallstoffer i vannet og systemet fungerer vanligvis tilfredsstillende i opptil 5 døgn.

Den samme krabben transporteres videre på land i spesialbygde trailere. Her må vannet resirkulere. Dette gjøres vanligvis uten noen form for biologisk filter og medfører at

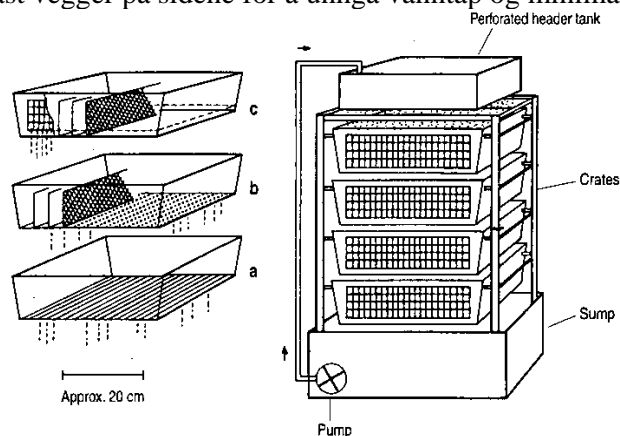
avfallstoffer som ammoniakk etter hvert akkumuleres i vannet. Konsentrasjonen i vannet kan i enkelte tilfeller bli svært høy. Krabbens blod har normalt en høyere ammoniakkkonsentrasjon enn i vannet rundt. For å holde en "down-hill" gradient, må krabben bygge opp konsentrasjonen i blodet slik at det blir litt høyere enn i vannet. Hvis krabben skulle fortsette med dette over et lengre tidsrom, ville giftigheten til slutt bli ekstrem. Istedenfor bruker krabben mye energi på å skille ut ammoniakk mot en økende konsentrasjon i vannet rundt. Krabbene gjør dette effektivt, men på slutten av turen kan krabbens blod likevel ha en meget høy og dødelig ammoniakk konsentrasjon.

Oppbevaring i bulk krever at krabbens klør er inaktivert. Dette gjøres ved såkalt nicking, dvs. man kutter den sena som åpner kloa. Nicking er en tidkrevende prosess og medfører ekstra stress for krabben. I Norge er det et fåtall fiskere som praktiserer nicking.

Overrisling med nedkjøling og resirkulering

Nedkjøling er et nøkkelord når man tenker lagring og transport av krepsdyr. For sjøvannskreps (*Nephros norvegicus*) er det jobbet med flere typer mellomlagringsanlegg. I prinsippet ønsker man å frakte minst mulig vann da fraktkostnadene for vannet er like høy som for råstoffet. I tillegg vil vannmengden gjøre fartøyet mindre manøvreringsdyktig. Schmitt (1995) utviklet en prototype for et overrislingsanlegg hvor sjøkrepsen kan lagres for ulike perioder med minimale stressfaktorer og plass/vekt optimalisering (Figur 2). Resultatene viste at kreps kan holdes i perioder inntil 5 dager i et overrislingsanlegg med resirkulert vann som baseres på følgende retningslinjer:

- lav vann- og lufttemperatur (6°C eller mindre)
- minst 2 mm lag med vann på bunnen av kassene krepsen lagres i
- mekanisk filter på toppen av overrislingsanlegget
- plast vegger på sidene for å unngå vanntap og minimalisere fordamping av vann



Konklusjon

Resultatene viste at de allerede benyttede SE 40 kassene fungerer godt som et kaskadesystem for krabbe hvor krabben periodisk får tilført vann etter tørrlegging. Kassene medfører en vannflow som faktisk passer til de høydene som er vanlig å bruke på kassestablene i dag. Ingen ytterligere tilpasninger enn tilgang til sjøvann trengs for at krabben skal få tilført tilstrekkelig vann. For hver kassestabel trengs det en vannmengde på 100 l/min.

Hyppigheten av tilsetting av vann blir bestemt av lufttemperaturen som krabben blir lagret i. En høyere temperatur medfører behov for hyppigere vanning. Ved 17 °C ble det funnet at krabben bør få vann ikke sjeldnere enn hver sjetten time. For at krabben skal kunne revitaliseres i vannet bør den få vann i minimum en halv time. Ved 5 °C kan krabben oppbevares i over to døgn uten vann. Dette forutsetter at krabben er revitalisert med vanning før lagring.

Tilsetting av vann medfører større aktivitet på krabben, og i teorien kan det bli flere skader påført av annen krabbe. Det var en liten økning i andel skader på de krabbene som fikk vann hyppigst. Resultatene indikerer i midlertidig at mye av skadene skjer under fangstbehandling sannsynligvis når krabbene legges/kastes i kasser ombord i fartøyene. Det bør tilstrebes en mer skånsom behandling for å redusere skadene.

Dette prosjektet har gitt svar på noen av utfordringene som krabbenæringen står overfor. Med enkle metoder for mellomlagring og bruk av den nye kunnskapen om hvordan krabbe lett kan restitueres ved bruk av sjøvann, kan flere av problemene med dødelighet være løst. Det bygges nye kystfartøy i dag som skal brukes til blant annet krabbefiske. Disse bør bygges med et vanningsanlegg for å kunne gi krabben optimale betingelser under transport og lagring.

5 Referanser

- Anon. 2003. Rapport 3-6-9, modernisering av kystfisket etter taskekrabbe (*Cancer pagurus*). Fiskerlaget Midt-Norge. 23s.
- 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.
- 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.
- 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.
- Uglow, R.F. & Hosie, D.A. (1995). The live marketing of Irish brown crab: an investigation of the effects of current procedures on the quality of delivered product. A study by the University of Hull commissioned by An Bord Iascaigh Mhara. Unpublished.
- Hunter, D. A. and Uglow, R.F. 1990. Roger F. A technique for the measurement of total ammonia in small volumes of seawater and haemolymph. *Ophelia*, 37: 31-40.
- Woll, A. K., Dyb, J.E. og Emblem, W. Toleransegrenser for taskekrabbe (*Cancer pagurus*) ved lagring og transport. Del 1 (av 2). Møreforskingrapport. Under bearbeiding.