

Å 0902

Wenche Emblem Larssen og Jan Erik Dyb

LEVENDE REKER

- Fra felt til mottak



MØREFORSKING

Møreforsking Marin

Postboks 5075

6021 ÅLESUND



Telefon: 70 11 16 00

Telefaks: 70 11 16 01

www.mfaa.no

NO 991 436 502

RAPPORT

| | |
|---|---|
| Tittel: | ISSN 0804-5380 |
| Levende reker- fra felt til mottak | Rapport nr.: 0902 |
| | Prosjekt nr.: 54505 |
| Oppdragsgiver: FHS Tromsø, Filet og Rekeforum Lanes senter 9291 Tromsø | Dato: 31.06.09 |
| | Antall sider: 51 |
| | Referanse oppdragsgiver: Kristian Prytz (FHF:463044) |
| Forfatter: Wenche Emblem Larssen | Signatur:  |
| Rapport godkjent av: Astrid Kari Woll | Signatur:  |

Sammendrag:

Norsk rekenæring har gått gjennom en markant endring de siste årene. Høye oljepriser og lave markedspriser har gitt vanskelige driftsvilkår. Som en følge av dette har flere rekebåter gått i opplag og mange rekefabrikker er lagt ned. Flere tiltak er gjort for å snu denne utviklingen, og prosjektet "Levende reker - fra felt til mottak" er et av de nye satsningsområdene som retter seg mot kystfisket og små og mellomstor rekebåter og mottaksanlegg.

Prosjektet har som mål å undersøke muligheten for fangst, fangstbehandling og mellomlagring av levende reker (*Pandalus borealis*), og er et samarbeid mellom Møreforsking, Sirevåg AS, Lyngen Reker, Rogaland Fiskesalgslag og Rekeforum i FHL. Med fokus på tråletid, riktig fangstbehandling, rekens grunnleggende biologiske krav og dyrevelferd har Møreforsking funnet frem til praktiske metoder som gjør det mulig å frakte levende reker fra fangstfelt til mottak med høy overlevelse og god råstoffkvalitet.

Ved å få leveranse av levende reker til land kan mottaksanleggene utnytte disse i et mye større produktspekter enn de har hatt muligheten til per i dag. Rekene kan kokes i EU-godkjente anlegg og selges fersk eller MAP pakket til markeder som Frankrike eller England. Rekene kan kondisjoneres og selges ferske rå til Japan, og rekene kan kanskje pakkes om og sende levende til det spanske markedet.

Emneord: *Pandalus borealis*, biologiske krav, tråltid, fangstbehandling, levende transport

Distribusjon/Tilgang: Åpen

Forord

Norsk rekenæring har gått gjennom en markant endring de siste årene og flere tiltak er gjort for å øke omsetting og fortjeneste. Prosjektet "Levende reker - fra felt til mottak" er et av de nye satsningsområdene som retter seg mot kystfisket og små og mellomstor rekebåter og mottaksanlegg.

Prosjektet har hatt som mål å undersøke muligheten for fangst, fangstbehandling og mellomlagring av levende reker (*Pandalus borealis*), og er finansiert av Fiskeri og havbruksorganisasjonens forskingsfond (FHF). Prosjektet ledes av Rekeforum ved Kristian Prytz og Møreforskning Marin er leid inn til å stå for koordineringen og den praktiske gjennomføringen.

For Møreforskning har Wenche Emblem Larssen vært prosjektleder og har sammen med Jan Erik Dyb utarbeidet rapporten. I tillegg har Astrid Woll bidratt med sin kompetanse i prosjektplanleggingen. Som faglig støtte har det vært en prosjektgruppe med representanter fra følgende bedrifter/institusjoner: Sirevåg AS ved Tor Kristian Sirevåg og Steinar Berentsen, Lyngen Reker AS ved Bjørn Aril Olsen og Rogaland Fiskesalgslag ved Arild Olsnes. I tillegg har fiskebåtene NOR ved Jonny og Raymond Mong og Lucky ved Harald Rørvik deltatt i innsamling av råstoff og under fangstbehandling.

Takk til alle!

Ålesund 31.05.09



Wenche Emblem Larssen

Innhold

| | |
|--|----|
| Forord..... | 2 |
| 1 INNLEDNING..... | 6 |
| 1.1 Biologi og utbredelse..... | 6 |
| 1.2 Fiskeri og fangst..... | 7 |
| 1.3 Levende lagring..... | 9 |
| 1.4 Kvalitetsforeskrifter kokte og rå reker..... | 9 |
| 1.5 Markedsmuligheter..... | 10 |
| 1.6 Prosjektets målsetting..... | 11 |
| 2 MATERIAL OG METODE..... | 12 |
| 2.1 Temperatur og salinitets variasjoner..... | 12 |
| 2.2 Grunnleggende undersøkelser..... | 12 |
| 2.2.1 Vannparametere..... | 12 |
| 2.2.2 Registrering av vitalitet/dødelighet..... | 13 |
| 2.2.3 Utstyr..... | 14 |
| 2.3 Feltundersøkelser..... | 15 |
| 2.3.1 Innsamling av råstoff og tråltid..... | 15 |
| 2.3.2 Bæreenhet i felt..... | 15 |
| 2.3.3 Fangstbehandling..... | 16 |
| 2.3.4 Vannbehandling under feltforsøk..... | 16 |
| 2.3.5 Tetthet under lagring..... | 17 |
| 2.4 Sensorisk analyse..... | 17 |
| 2.5 Lønnsomhetskalkyle..... | 18 |
| 3 RESULTAT..... | 18 |
| 3.1 Temperatur og salinitets variasjoner..... | 18 |
| 3.2 Grunnleggende undersøkelser..... | 21 |
| 3.2.1 Oksygen..... | 21 |
| 3.2.2 Ammoniakk (og pH)..... | 22 |
| 3.2.3 Vitalitet..... | 23 |
| 3.3 Feltundersøkelser..... | 24 |
| 3.3.1 Tråltid og solding..... | 24 |
| 3.3.2 Sommerfiskeri..... | 25 |

| | | |
|-------|---------------------------------------|----|
| 3.3.3 | Tetthet i kasser | 27 |
| 3.4 | Transportenhet og vannbehov | 29 |
| 3.5 | Sensorisk analyse | 33 |
| 3.6 | Lønnsomhetskalkyle | 34 |
| 4 | DISKUSJON | 35 |
| 5 | Konklusjon..... | 40 |
| 6 | Videre arbeid..... | 41 |
| 7 | Referanse | 42 |
| 8 | Vedlegg..... | 45 |
| 8.1 | Vedlegg 1- Oksygenforbruk rådata..... | 45 |
| 8.2 | Vedlegg 2 -Binomisk fordeling..... | 49 |
| 8.3 | Vedlegg 3 - Lønnsomhetskalkyle | 50 |

1 INNLEDNING

De siste årene har norsk rekefiske hatt dårlig lønnsomhet spesielt for den havgående flåten og rekefabrikkene. Høye oljepriser og lave markedspriser har gitt vanskelige driftsvilkår. I tillegg har prisene blitt presset nedover, konkurransen har økt og markedet har blitt mettet (Bjørklund og Bendiksen 2005). Som en følge av dette har flere rekebåter gått i opplag og mange rekefabrikker er lagt ned. Flere tiltak er gjort for å snu denne utviklingen, spesielt på markedssiden. Gjennom prosjekt i rekeforum fokuserer industrien på nye markeder som Russland, fastfood-markedet i England og frosne pillede rå reker til sushimarkedet i Asia (FHF, 2005 og FHF, 2007).

1.1 Biologi og utbredelse

Pandalus borealis Krøyer, 1938 (deep sea shrimp, pink shrimp, Northern prawn) heretter kalt dyphavsreke eller reke, er utbredt både i det nordlige Atlanterhav og Stillehavet. Temperatur, bunnforhold og salinitet er avgjørende faktorer i rekens leveområde. Trivselstemperaturen til reken er mellom -1,6 og 8 °C, men den er mest vanlig i områder med vanntemperaturer over 0 °C (Submway *et al.* 1985). Lavere temperaturer påvirker gytingen (Garcia 2007). I Barentshavet og andre områder på tilsvarende breddegrad gyter reken i juni-oktober for så å bære rognen under halen frem til klekking i mai-juni. Lenger sør i varmere havtemperaturer skjer ikke gytingen før i oktober-november (klekking mars-april) (Søvik 2008, Hvingel 2008). Fra klekking av larvene og frem til kjønnsmoden reke holder rekene seg nært land på grunnere vann, for så å søke ut i dypere vannmasser i voksen alder. Kjønnsmodne reker har også en vertikal vandring i forbindelse med gyting (Aschan 2000).

Reken er hermafrodit og fungerer som hann de første leveårene. I Nordsjøen og Skagerrak skifter hannene kjønn til hunner etter å ha gytt som hann i 1-2 sesonger. Reken lever i maksimalt 10 år, men normalt noe kortere. I varme havområder som Nordsjøen og Skagerrak blir reken sjeldent eldre en 3 år (Søvik 2008).

Som nevnt er temperatur en viktig faktor i forhold til leveområde. I tillegg er saliniteten avgjørende. Dyphavsreken trives best i salinitetsområde mellom 33-35‰, men det finnes registreringer der en har observert reker i områder med salinitet helt ned til 23,4‰ (Garcia 2007). Undersøkelser viser at larver og juvenile (ikke kjønnsmodne) reker har større toleranse for skiftninger i salinitet og temperatur (Aschan 2000).

Reken lever normalt på dyp mellom 200 og 500 meter og trives på bløt mudder- eller sandbunn. Føden består hovedsakelig av plankton og små bunndyr. I tillegg er reken åtseleter. Reken får sjelden en totallengde på mer enn 16 cm og 20 gram (Søvik 2008, Hvingel 2008). I perioden som hann, vokser reken hele året. Voksehastigheten reguleres av temperaturen slik at reken vokser fortere om sommeren enn om vinteren. Som andre krepsdyr er reken avhengig av å skifte skall for å bli større. Antall skallskifter i året avhenger av veksthastighet, som igjen er avhengig av vanntemperatur og tilgang på føde.

Når reken har skiftet kjønn så endrer også vekstmønsteret seg. Siden reken er eggbærer store deler av vinteren kan ikke skallskifte finne sted. Reken har derfor en stagnasjon i veksten i denne perioden for så å starte skallskifte igjen rett etter at eggene klekkes (Garcia 2007). Antall skallskifte i denne vekstperioden varierer med vanntemperaturene og

mattilgang. I svært kalde strøk skjer det at rekene gyter kun annen hvert år. Hunnreken har da også en vekstfase den vinteren den ikke er eggberer.

Det nye skallet til reken er mykt og kan virke tynt en periode. Dette gjør at reken blir mer sårbar for klemskader, temperaturskifter og uttørking når skallet er nytt, og dette påvirker kvaliteten på råstoffet. Fiskerne opplever dette som skjør og dårlig reke om sommeren og hardfør og kondisjonert reke om vinteren.

1.2 Fiskeri og fangst

Bestandsberegningene for Skagerrak og Norskerenna viser at det er potensial for et større fangstutbytte. TAC (total tillat fangst) for norsk fiskeri i dette området i perioden 1996 til 2007 har variert mellom 7100 tonn til 10500 tonn, tabell 1 (Anon 2009). TAC har gjennom hele perioden, med unntak av 1997 og 2004, vært høyere enn total fangst i fra området. I perioden har en gjennomsnittelig fisket ca 90 % av den totalkvoten som er satt for dette området. Det ligger derfor et ubenyttet potensial av denne ressursen i Skagerrak og i Norskerenna.

Tabell 1 Månedfangster av reker i Nordsjøen og Skagerakk i perioden 1996-2008. Kilde: Landings- og sluttsedelregisteret i Fiskeridirektoratet pr. 31.oktober 2008.

| | Jan | Feb | Mars | April | Mai | Juni | Juli | Aug | Sept | Okt | Nov | Des | Sum | Kvote | % utnyttelse |
|--------------|------|------|------|-------|-----|------|------|-----|------|-----|------|------|--------|-------|--------------|
| 1996 | 656 | 735 | 794 | 977 | 694 | 399 | 268 | 609 | 674 | 653 | 821 | 608 | 7888 | 8160 | 96,7 % |
| 1997 | 950 | 544 | 1096 | 1043 | 765 | 659 | 606 | 857 | 690 | 808 | 525 | 20 | 8562 | 8160 | 104,9 % |
| 1998 | 1111 | 1030 | 1240 | 880 | 742 | 598 | 688 | 837 | 866 | 420 | 738 | 427 | 9607 | 10505 | 91,5 % |
| 1999 | 567 | 696 | 557 | 591 | 419 | 385 | 450 | 713 | 783 | 544 | 517 | 519 | 6740 | 10505 | 64,2 % |
| 2000 | 535 | 537 | 718 | 600 | 474 | 268 | 559 | 751 | 472 | 370 | 488 | 343 | 6116 | 7110 | 86,0 % |
| 2001 | 576 | 679 | 822 | 624 | 750 | 647 | 648 | 584 | 679 | 290 | 313 | 295 | 6906 | 8040 | 85,9 % |
| 2002 | 442 | 499 | 480 | 815 | 534 | 586 | 686 | 955 | 770 | 598 | 535 | 427 | 7330 | 8040 | 91,2 % |
| 2003 | 613 | 868 | 849 | 733 | 599 | 546 | 685 | 643 | 659 | 594 | 492 | 451 | 7731 | 8040 | 96,2 % |
| 2004 | 675 | 953 | 1052 | 782 | 569 | 795 | 858 | 871 | 715 | 519 | 681 | 531 | 9002 | 8530 | 105, % |
| 2005 | 599 | 878 | 919 | 994 | 650 | 712 | 766 | 817 | 748 | 502 | 524 | 402 | 8507 | 8530 | 99,7 % |
| 2006 | 536 | 752 | 844 | 713 | 721 | 727 | 729 | 814 | 701 | 761 | 452 | 464 | 8214 | 8961 | 91,7 % |
| 2007 | 699 | 781 | 1021 | 749 | 505 | 612 | 738 | 732 | 598 | 824 | 587 | 391 | 8237 | 9331 | 88,3 % |
| 2008 | 611 | 731 | 731 | 984 | 667 | 482 | 819 | 659 | 582 | 354 | - | - | 6621** | 9731 | 68,04 % |
| gjennomsnitt | 659 | 745 | 856 | 807 | 622 | 570 | 654 | 757 | 687 | 557 | 556* | 407* | 7903 | 8742 | 91,78 %* |

*måned og års gjennomsnitt 1996-2007 ** total fangst perioden januar 2008 til oktober 2008.

Det landes totalt ca 13 500 tonn reker i året fra Nordsjøen og Skagerrak. Av dette fisker norske fartøyer rundt 60 %, danskene 25 %, mens Sverige tar de siste 15 %. Dette fisket blir hovedsakelig utført av små trålere. 2007 var et rekordår for fiskerne i Skagerrak, og Havforskningsinstituttet regner med at rekebestanden er stabilt på et høyt nivå i Skagerrakområdet (Anon_a 2007).

Reke blir også fisket i Barentshavet og områdene rundt Svalbard sonen. Dette fisket har i samme perioden variert fra 30 000 tonn til 130 000 tonn (Hvingel 2007). Av dette tar norske fartøy ca 90 % av fangstene. I perioden 2000 til 2003 så man en markant nedgang i bestanden, men siden har den stabilisert seg og er nå på vei oppover igjen. Per i dag er bestanden sunn og kan med høy sannsynlighet tåle større fangster. ICES har derfor anbefalt å øke fangstene med 20 % (Hvingel 2007). Førstehåndsverdi i 2005 var 680 millioner kroner.

I dag er hovedproduktene til norsk rekeæring fryste kokte pillede reker. I tillegg har de produkt som rå eller kokte, pillede eller upillede, fryste, i lake eller ferske. På fartøysiden er kokte fryste reker det viktigste produktet for den havgående flåten, mens ferske kokte reker er hovedproduktet til kystflåten. Selv om anvendelsen av reker er stor har rekeproduktet vært relativt uforandret. Det produseres en standard vare som er utsatt for stor konkurranse og høyt prispress. Potensialet for å videreutvikle produktspekteret er derfor stort. For eksempel kan differensiering av størrelse, merkevarebygging og nye marinert produkt være aktuelt (Bjørklund og Bendiksen 2005). Satsing på levende reker og høykvalitetsprodukter til godt betalte nisjemarked kan være et annet interessant alternativ.

Rekebestanden i Skagerrak er altså i god kondisjon og tåler et større uttak, men det er et spørsmål om markedet tåler et større kvantum. I tillegg gir værforholdene i dette området distributørene en utfordring. På gode dager er tilgangen på ferske reker stor og prisene blir dermed presset nedover. På andre dager, etter mye uvær er tilgangen dårlig. Fangstene på rekene varierer også gjennom året, med mest reker i vinterhalvåret når prisene er lavest. Det er derfor viktig å tenke nytt, for å opprettholde og kanskje øke omsetningen.

Den korte avstanden fra felt til mottaksanlegg gir godt grunnlag for levende transport av reker. Disse rekene kan utgjøre basisen for en rekke nye produkter som blant annet ferske kokte BRC reker, levende reker og ferske rå reker.

Dyphavsreken blir tradisjonelt fangstet med trål. Tråltiden kan strekke seg opp til 10 timer og fangstmetoden er hard for rekene. Rigdwall (2006) har gjennomført studier på trålfanging av kreps (*Nephros norvegicus*) og har funne klare sammenhenger mellom tråltid og overlevelse under levende lagring. Teinefiskeri etter kreps er en mer skånsom fangstmetode. Fra Møre og Romsdal omstettes bl.a. levende teinefanget kreps til det spanske markedet. Overlevelsen på disse krepsene er høy (pers med. Willy Bjerkvoll).

Grundtvannsreken *Palaemon serratus* omsettes levende. Rekene blir fangstet med teiner langs Irland og Wales, og sendes med "vivier trucks" til markedet i Spania og Portugal. Teinefanget reker har gode forutsetninger for overlevelse siden de fanges uten å skade individene. I tillegg har en ikke problemet med interaksjonen, pga klør, som en har med andre tiftokreps som sjøkreps, hummer og krabbe.

I Alaska (Davis 1983) og Canada (Koeller *et al.* 1995) er det et lite fiskeri etter teinefanget reker i fra *Pandalus* slekten, deriblant dyphavsreker. Fiskeriet utføres hovedsakelig av små båter og blir sett på som et bifiske. Mesteparten av fangsten omsettes frossen og rå, og i 2000 var verdien av den årlige fangsten \$20 mill. Produktet blir sett på som et nisjeprodukt med høy kvalitet og ca 90 % eksporteres til det japanske markedet (Hanssen 2002). I 2008 kjøpte Domstein et stort parti med teinefanget reker i fra Canada. Bedriften reklamerer med at de teinefangede rekene får en mer skånsom behandling enn vanlige reker, som blir fanget i store trålposer, og at skånsom fangst og rask koking gir smakfulle reker av god kvalitet (pers med. Jon Jakobsen). ICA kjeden har også gått ut og reklamer for teinefanget reker som et godt alternativ til oppdrettede scampi fra Østen.

1.3 Levende lagring

Marine organismer kan oppbevares i tanker, når de biologiske betingelsene for organismen er kjent og gitt under oppbevaringen. Kriteriene omfatter temperatur, saltholdighet, oksygeninnhold og toleranseverdier for opphopningene av avfallstoff som karbondioksid og ammoniakk. Tifotkreps som krabbe, hummer og sjøkreps blir ofte oppbevart tørt i en periode. Dette gjøres fordi det kan være praktisk vanskelig og fordyrende å holde disse i vann av god nok kvalitet gjennom lagrings- og transportperioden. Begrensningene under tørr lagring er mye de samme som ved lagring i vann, men det er større fare for oksygenmangel og forgiftning av akkumulerte avfallstoffer som de ikke greier å kvitte seg med fordi gjellene kollapser i luft (Uglow *et al.* 1986; Woll *et al.* 2006). Også reker kan oppbevares tørt en kort periode. Tynt skall og stor overflate i forhold til biomasse gjør imidlertid reken mer sårbar for temperaturendringer og uttørking. Kjønnsmoden reke lever i et område der temperatur og salinitetsverdier er stabile og er derfor mer sårbar for raske skiftninger i miljøet.

Grunnvannsreken *Palaemon serratus* som omsettes levende i det spanske og portugisiske markedet er mer robust i forhold til temperatur og salinitetsendringer. Leveområdet til denne reken er mye mer ustabil og Jacklin (2007) beskriver at reken tåler godt temperatursvingninger mellom 9-25 °C, salinitetsverdier mellom 27-34 ‰ og lave oksygenverdier (50 % oppløsning eller 3ml/l) under lagring.

Daoud *et al.* (2007) har sett på oksygenforbruket til dypvannsreken ved ulike temperaturer innenfor dens naturlige leveområde (2, 5 og 8 °C). Undersøkelsene viser at oksygenforbruket øker i takt med økende temperaturer. Forsøket viser også at størrelsen på individene spiller en vis rolle i forhold til oksygenforbruket med en økende gradient dess større individene er. Tilsvarende undersøkelser på *Palamon peringueyi* er blitt gjennomført av Allan *et al.* (2006). Forsøkene viser at oksygenforbruket øker ved økende temperaturer og salinitet.

Møreforskning (Larssen 2007) gjennomførte et innledende forsøk våren 2007 der en så på rekens nedre toleransegrense i forhold til oksygenmetning i saltvann ved to ulike temperaturer (3 og 6 °C). Dødelighet oppstod først når oksygenmetningen var under 50 %. Dette var uavhengig av temperaturene rekene ble oppbevart i. Forsøket avklarte ikke noe om hvor lang tid rekene kan oppbevares på så lave oksygennivåer før dette påvirket vitaliteten. Målinger av ammoniakkoppopping i vannet viste at rekene akkumulerte og kvittet seg med mer ammoniakk ved 6 °C enn ved 3 °C.

1.4 Kvalitetsforeskrifter kokte og rå reker

Reker og skalldyr brytes raskt ned ved feil håndtering. Reken er følsom både med hensyn til mekanisk påvirkning og temperatur. Den store kjertelen som kan ses framme på hodet hos reker kalles *hepatopancreas*. Dette er et organ som fungerer tilsvarende som den humane lever og bukspyttkjertel. *Hepatopancreas* utskiller fordøyelse enzymer og lagrer opplagsnæring. Kjertelen er skjør og mekanisk påvirkning kan knuse den slik at enzymene lekker ut. Forsøk gjort på rå reker viser at kjøttet i nakkemuskelen raskt blir dårlig dersom rekene ikke fryses inn direkte ombord i båtene. Årsaken er at nakkemuskelen ligger nært kjertelen, hvis enzymer raskt bryter ned muskulaturen (Magnussen *et al.* 2008).

Fordøyelse enzymene i reker er svært effektive også ved lave temperaturer. Fiskerne ser dette spesielt ved dårlig ising av rå reker. Reker med høyt mageinnhold av plankton o.a. har kraftig enzymaktivitet i mage/tarmsystemet. Ved røff håndtering og sen nedkjøling vil hele

hodepartiet angripes ved at magesekk og tarm brister og enzymer går til angrep. Etter noen døgn vil disse reker få de karakteristiske svarte hodene som gir dårligere karakterscore på fangsten (Anon_b 2007).

1.5 Markedsmuligheter

Utnyttelse av levende reker har fått internasjonal oppmerksomhet den siste tiden. Engelske båter og bedrifter har lang erfaring med denne type råstoff, mens danske bedrifter og FoU miljø er i gang med utviklingsarbeidet. Målet er å introdusere levende reker som et høykvalitetsprodukt i det europeiske markedet.

Gjennom samtaler med eksportører er det kommet frem at det er etterspørsel etter ferske rå reker i Japan. Eksportbedrifter mener også at prisnivået på ferske rå reker er høyt. Rekebedriften Sirevaag AS har tideligere gjort forsøk med å sende rå reker til Japan. Dessverre var distribusjonstiden for lang og en opplevde en kvalitetsforringelse. Dette skjer raskt med rå reker. Nye emballasje og logistikkløsninger gjør at en har bedre muligheter for å lykkes i dag. De siste årene har det blitt opprettet en distribusjonslinje for fersk laks til Japan. Laksen sendes med flyfrakt i spesialtilpasset emballasje. Ved å benytte seg av samme distribusjonslinje og eventuelt også samme emballasje og kontaktnett har en muligheter til å sende ferske rå reker til dette markedet. Ved å holde rekene levende så lenge som mulig vil en kunne skilte med topp kvalitet på råvarene. Om det er mulig å få rekene levende helt til Japan er usikkert. For å være sikker bør dette testes ut i det videre arbeidet. Uansett så vil kvaliteten på rekene som er kondisjonert, kjølt ned og holdt levende så lenge som mulig, være mye høyere en hos rå reker behandlet på tradisjonelt vis. Her begynner nedbrytingen allerede om bord i fiskefartøyene.

Et annet marked for rekene er England, der supermarkedene etterspør ferske reker kokt i BRC (British Retail Consortium) godkjente anlegg. BRC er en kvalitetsstandard for leverandører til dagligvarehandelen. Dette betyr at rekene ikke kan kokes om bord i båtene slik det gjøres i dag, men må fraktes til land for å kokes i godkjent anlegg. Reker nedbrytes raskt. Rå reker som ikke blir kjølt skikkelig vil få forringet kvalitet allerede før landing. I tillegg vil en større andel av rekene ikke ha riktig krum på halen. Dette oppstår når rekene ikke kokes levende. Ved å tilrettelegge for god oppbevaring om bord i fartøyene så vil også ferske BRC-godkjente reker kunne eksporteres fra Norge.

Gjennom et forprosjektet har Kjerstad og Staurset (2009) sett på omsetting av reker i Japan, Storbritannia, Frankrike og Spania. Fokuset i undersøkelsen var ferske og levende reker, men svært lite informasjon om dette finnes. Per i dag er Storbritannia det markedet med størst kunnskap om konsum av kaldtvannsreker. Japan har hatt en sterk reduksjon av import av reker fra Norge de siste årene, og det finnes kun statistikk på import av fryst reker fra Norge.

I Spania er det nesten bare varmtvannsreker som blir omsatt ferske, kokt eller rå. I Frankrike er omsetting av ferske reker pakket i modifisert atmosfære (MAP) stor, og etter Bocuse d'Or i Lyon har interessen for kaldtvannsreker økt. Under kokkekonkurransen i 2009 var norske kaldtvannsreker en av de offisielle ingrediensene (pers med Fredrik Vesli). I Spania omsettes levende grundtvannsreker (*Palaemon serratus*) sendt fra Irland i vivier trucks for € 17-20

(Holtegaard 2007) og blir omtalt som det best betalte produktet innen levende skalldyr levert fra Irland (Jacklin 2007).

1.6 Prosjektets målsetting

Prosjektets hovedmål er å undersøke muligheten for fangst, fangstbehandling og mellomlagring av levende reker (*Pandalus borealis*). Dette har blitt kartlagt gjennom fysiologiske toleransestudier på reken, ulike fangst og transportforsøk og litteratursøk. En enkel lønnsomhetskalkyle for båt og mottaksanlegg er utarbeidet.

2 MATERIAL OG METODE

2.1 Temperatur og salinitets variasjoner

Tre aktuelle områder for fangst av levende reker ble undersøkt i forhold til temperatur og salinitetsvariasjoner i vannsøylen ved bruk av data fra Miljømålinger utført av Havforskningsinstituttet. I tillegg ble temperatur og salinitetsforskjeller fra bunn til overflate målt med CTD sonde under feltarbeid i august 2008.

2.2 Grunnleggende undersøkelser

Reker benyttet til den fysiologiske undersøkelsen ble fangstet med trål i Vigrafjorden av båten Lucky, og fraktet i oksygenert vann til Møreforskning sin forsøkshall. Her ble rekene akklimatisert i kar med god vanngjennomstrømming i minimum 2 døgn. Temperatur i oppbevaringskarene var mellom 8 og 10 °C. Skadde og døde reker ble sortert ut fra karene.

2.2.1 Vannparametere

Flere vannparametere må overvåkes for å finne de grunnleggende behovene til rekene ved ulike temperaturer. Dette er bl.a. oksygen, ammoniakk og pH. Undersøkelse av disse parametrene ble foretatt ved 2, 5, 10, 15 og 20 °C, valgt ut i fra hvilke temperaturer reker normalt lever i og hvilke sjøvannstemperaturer en kan komme til å oppleve under fiske etter reker. Alle forsøkene hadde 3 parallelle målinger.

Dødelighet

Det ble gjennomført undersøkelser på dødelighet av reker lagret ved de ulike temperaturene. Mellom 85-125 g reker (20- 30 reker fordelt på kjønn) ble varsomt overført til respirasjonskammer der de ble observert +2 døgn. Dødelighet ble registrert ved faste tidspunkt underveis og på slutten. Oksygenforbruk og ammoniakk konsentrasjon i vannet ble overvåket i denne perioden.

Oksygen

Oksygenforbruk ved de samme temperaturene ble funnet. 20-30 reker (biomasse 80-150 g) ble satt inn i respirasjonskamre, og oksygenforbruket ble funnet ved å måle differansen mellom inn og utvannet i kamrene. Variasjonen i forbruket ble målt i 2-4 døgn. Reker oppbevart i 20 °C døde etter kort tid, og dette forsøket ble avsluttet etter 4 timer. Vanngjennomstrømmingen (flow) ble tilpasset til hver temperatur slik at en størst mulig differanse ble oppnådd mellom inn og utvann uten at metningen gikk under 70 % på utvannet. Oksygenforbruk ble regnet ut av formelen:

$$O_2 \text{ forbruk}(nT) = \frac{O_{2 \text{ Diff}} \times \text{Flow}}{\text{Biomasse}}$$

Hvor: $O_2 \text{ forbruk}(nT \text{ } ^\circ \text{C}) = O_2 \mu\text{mol}/\text{min}/\text{kg}$ ved gitt temperatur
 $O_{2 \text{ Diff}} = O_{2 \text{ inn}} \mu\text{M} - O_{2 \text{ ut}} \mu\text{M}$
 $\text{Flow} = \text{vannflow i liter}/\text{min}$
 $\text{Biomasse} = \text{reke i kg}$

Ammoniakk og pH

20-30 reker ble lagt i et kammer med 2-3 liter vann ved de samme temperaturene, unntatt 20 °C og dekket til. Vannet ble luftet med en akvariepumpe for å sikre god oksygentilførsel. Det ble tatt vannprøver i bestemte intervall som en deretter målte ammoniakk og pH fra. Til pH-målingene benyttet man et håndholdt pH-meter levert fra ebron. pH-meteret ble kalibrert og justert på temperatur før hver måling. Til ammoniakkmålingene benyttet man FIA målemetode (Hunter og Uglow 1990).

2.2.2 Registrering av vitalitet/dødelighet

Det ble utarbeidet en vitalitetsindeks som ble benyttet under registreringen. Rekene ble delt inn i tre kategorier; frisk, skadet og død (tabell 2). Hver kategori hadde et sett kriterier for at reken skulle plasseres der. For kategori 2; Skadet kan en eller flere av kriteriene telle avhengig av hvilke skader reken hadde.

Tabell 2 Oversikt over vitalitetskategorier for reker.

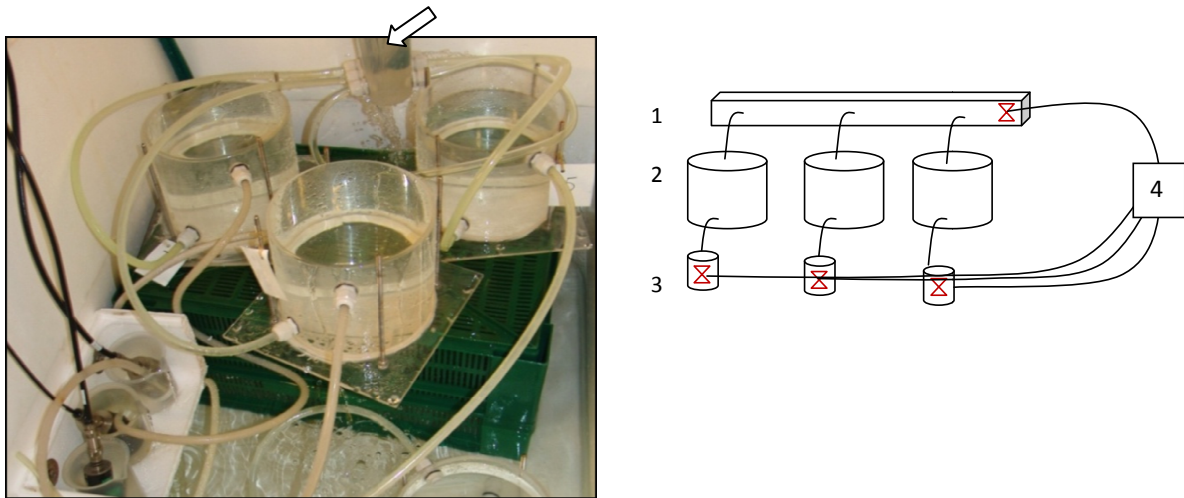
| | | | |
|---|--------|---|---|
| 1 | Frisk | <ul style="list-style-type: none">• Gjennomsiktig kropp (hode) og hale med pumping av hemolymfe over kroppshulen.• Holder hodet opp og bakover.• Svømmebeina trukket godt inn under halen.• God bevegelse i alle bein.• Slår med halen. |  |
| 2 | Skadet | <ul style="list-style-type: none">• Fargeforskjeller (hvit) på vev i hale av ulik gradering.• Gjennomsiktig kropp.• Helt eller delvis lamme svømmebein.• Kropp begynner å henge ned. |  |
| 3 | Død | <ul style="list-style-type: none">• Ingen bevegelse i ben eller kroppshule• Hodet henger slapt ned og er hvit og ikke gjennomsiktig.• Halen til reken er hvit.• Reken har ofte en 90 ° knekk på halen. |  |

2.2.3 Utstyr

Respirasjonskammer og resirkuleringssystem

Resirkuleringssystemet bestod av en hovedtank med biolegmer som renses vannet for avfallsstoff. En pumpe løftet vannet opp i oppbevaringstanken, og nivået i denne var bestemt av et nivåør som også ledet vannet ned til hovedtanken. Temperatur ble regulert av en varmekolbe og en titankjøler. Varmekolben lå i hovedtanken, og en egen sløyfe ledet vannet gjennom titankjøleren. Begge ble styrt av digitale termostater. Vannet ble oksygenert og luftet med komprimert luft gjennom en diffusorsten som lå i hovedtanken. Effekten av biolegmene ble kontrollert gjennom forsøkene ved å måle ammoniakk (TA) konsentrasjonen, og forsikre seg om at denne verdien ikke økte ved innsettelse av rekene.

Respirasjonskammerne var bygget opp av plexiglass og rommet 4 liter vann. 10 mm plastslanger ledet vannet inn og ut. Vanngjennomstrømmingen ble holdt stabil ved at innvannet kom fra en nivåtank som var montert øverst i oppbevaringstanken i resirkuleringssystemet. Pumpen fra hovedtanken pumpet vannet til denne nivåtanken istedenfor rett i oppbevaringstanken, og overskytende vann rant over kanten og ned i oppbevaringstanken. Vannflowen gjennom respirasjonskammerne ble regulert ved å redusere tverrsnittet på utslangen, og målingene ble gjort på dette vannet. Det ble brukt tre respirasjonskammer. Bilde og skisse av kammer og oppsett er vist i bilde 1.



Bilde 1 Respirasjonskammerene som ble brukt til oksygenmålingene . Nivåtanken (1) er avmerket med pil i bakkant, kamrene (2) som ble brukt står nedenfor nivåtanken og utløp med oksygenmålinger (3) til venstre i bildet. Oksygennivået ble logget kontinuerlig (4).

Oksygenmålere

Oksygenkonsentrasjonen i vannet ble målt med Optoder i fra Aanderaa Instrumenter. En optode var plassert i nivåtanken for å måle innvannet og en optode var plassert i hvert av utløpene til respirasjonskammerne. For kalibrering ble sondene plassert i nivåtanken og justert til samme konsentrasjon. Dette ble gjort for alle temperaturene. Verdiene ble logget en gang i minuttet.

Salinitet

Saliniteten i vannet ble målt med en konduktivitetssonde i fra Aanderaa Instruments. Sonden var plassert i nivåtanken, og logget en gang i minuttet.

2.3 Feltundersøkelser

2.3.1 Innsamling av råstoff og tråltid

Det ble gjennomført 3 feltforsøk, et sent vinter (mars 2008), et sent sommer (august 2008) og ett januar 2009. I mars sammenlignet en 3 ulike tråltider, 2, 6 og 10 timer. Rekene ble fisket i samme område utenfor Jæren, men fangstrate og bunnforhold varierte litt mellom de tre halene (tabell 3). Om sommeren ble det også gjennomført tråling der fokuset var oppbevaring av reken i nedkjølt overflatevann. Her benyttet man den tråltiden som gav best overlevelse i mars 2008 (tabell 3). Det var noe innblanding av fisk i alle halene. Siste feltforsøk ble gjennomført i januar 2009. Rekene til forsøket ble fangstet i Vigrafjorden og levert til Møreforskning i oksygenert vann.

Tabell 3 Oversikt over fiskeridata fra tråltoktene gjort i Sirevåg. Tabellen viser posisjon, dyp, tråltid og brutto fangst.

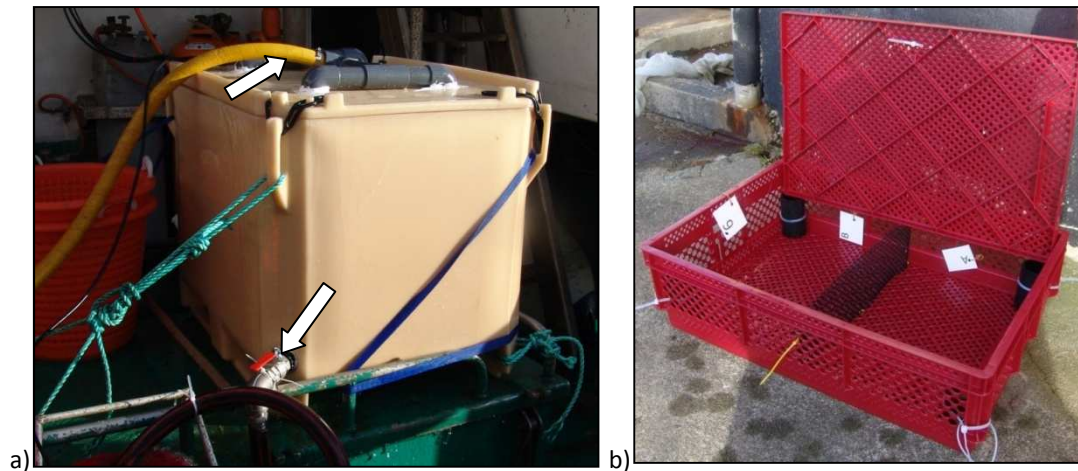
| Dato | Tråltid (t) | Posisjon | Posisjon | Dyp (m) | Bunnforhold | Fangst (kg) |
|------------|-------------|----------|----------|---------|-------------|-------------|
| 03.03.2008 | 6 | N58°30' | Ø5°37' | 130 | Hard | 170 |
| 04.03.2008 | 10 | N58°30' | Ø5°47' | 160 | Bløt | 300 |
| 05.03.2008 | 2,5 | N58°32' | Ø5°37' | 70 | Hard | 150 |
| 15.08.2008 | 2,5 | N58°32' | Ø5°37' | 130 | Hard | 200 |

2.3.2 Bæreenhet i felt

For transport av reker fra felt til mottak ble det satt sammen en bæreenhet som bestod av et større kar og flere mindre perforerte kasser med lokk som ble plassert i det større karet. Nødvendig vannmengde ble kalkulert ut fra oksygenbehovene funnet i de grunnleggende undersøkelsene.

Bilde 2_a viser karet som ble brukt. Lokket ble modifisert med innløp for vann. Innløpet ble delt opp i fire for å redusere vannhastigheten inn i karet. I uttaket i bunnen ble det satt på en ventil som for å kunne regulere vanngjennomstrømmingen gjennom karet, samt oppfyllingsgraden. Karet ble levert av Promens og er på 380 liter.

Bilde 2_b viser kassene som ble brukt. De perforerte kassene sørget for en lik fordeling av rekene i karet og god vannsirkulasjon. Kassene gav også enklere håndtering og hindret klemskader på reken. Kassene er levert av Strømbergs Plast AS.



Bilde 2 a) Øverst i bilde vises inntaket til karet, og nederst mot venstre vises utløp med påmontert kran. Kranen kan brukes til å regulere vanngjennomstrømningen i karet. b) Perforerte kasser brukt til oppbevaring av rekene. På bildet viser en midtdeler som ikke vil være nødvendig i kommersiell bruk.

2.3.3 Fangstbehandling

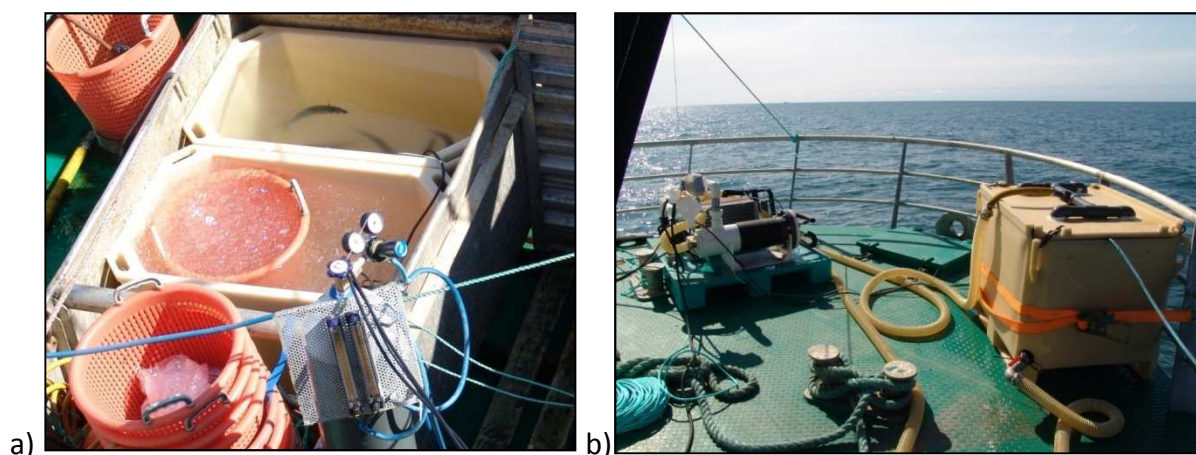
Rekene ble ved haling overført i samletank, for så og has over i de perforerte kassene og senket i vann så raskt som mulig. I mars 2008 ble det gjennomført et forsøk der en fokuserte på dødelighet over tid på soldet og ikke soldet reker. Rekene ble da delt inn i to grupper. En gruppe ble tatt direkte fra tømt trålpose og til kassene, som deretter ble senket ned i sirkulerende vann. Gruppe 2 ble tatt fra tømt trålpose og kjørt gjennom soldemaskin, for deretter å bli lagt i egnete kasser som ble senket ned i sirkulerende vann.

2.3.4 Vannbehandling under feltforsøk

Under første feltforsøk ble det brukt ubehandlet vann fra overflaten ombord og på land. Vannmengden var på ca 50 l/min, og baserte seg på prinsippet med gjennomstrømming av vann uten resirkulering. I andre feltforsøk ble det sett på 3 ulike behandlinger av overflatevannet, hvor den ene gikk ubehandlet til rekene, det andre ble nedkjølt med is og det tredje ble kjølt ned med RSW. Det ubehandlede vannet ble brukt på samme måte som under første feltforsøk.

Nedkjølingen med is foregikk ved å tilsette is direkte til vannet (bilde 3_a). Isen var laget av ferskvann og for å kompensere for redusert salinitet ble det tilsatt salt. Det ble etterfylt med is og salt ettersom isen smeltet, og isen smeltet aldri helt bort før det ble tilsatt mer is. Saliniteten ble overvåket med en konduktivitetssensor. Vannet ble resirkulert og tilsatt oksygen fra gassflaske.

Nedkjøling med RSW ble foretatt med en titankjøler, og denne ble koblet i en sløyfe til karet med reker (bilde 3_b). Titankjøleren ble stilt på 4 °C. Det samme vannet ble resirkulert gjennom hele forsøket om bord, og byttet ut med halvparten nytt vann på land. Vannet ble tilsatt oksygen fra gassflaske.



Bilde 3 a) Karene som ble brukt for oppbevaring i is og gjennomstrømmende vann. b) Oppsett som viser RSW anlegg brukt om bord båten og på land. Titankjøleren er vist til venstre i bildet og oppbevaringskaret til høyre.

2.3.5 Tetthet under lagring

For å optimalisere lagring av levende reker er det viktig med en så høy tetthet som mulig. Det ble derfor kjørt et tredje feltforsøk der en sammenlignet kasser med to ulike tettheter, 1/3 dels fullt og fullt. I tillegg ble et referansekar der rekene fikk samme håndtering før forsøket som rekene i forsøkskassene satt opp for sammenligning. Rekene ble kontrollert en gang i døgnet i tre døgn, og det ble kjørt tre paralleller for hvert uttak. Gjennomstrømmende vann hentet fra 40 m dyp, ble benyttet under forsøket. Tettheten av reker var liten i forhold til vannmengden, som gav liten reduksjon av oksygeninnholdet i vannet.

2.4 Sensorisk analyse

Tråling og fangsthåndtering av levende reker utsetter reken for en del mekanisk skade. Mekanisk skade påvirker både kvaliteten og overlevelsen til rekene. Det ble gjennomført en sensorisk analyse for å se om kvaliteten på reker med vitalitetsindeks 2, skadet, hadde merkbar dårligere sensorisk kvalitet en reker med vitalitetsindeks 1. Den sensoriske analysen ble gjennomført i to omganger. Første gang i et utformelt ekspertpanel bestående av prosjekt gruppen, og senere med en duo-trio test ved hjelp av trenet panel.

Under duo-trio testen ble 3 prøver delt ut til hver av dommerne. En var merket med referanse og de to andre med ulik tallkode. Dommerne skulle avgjøre hvilke av de to nummererte prøvene som var forskjelling fra referanseprøven, dvs $P = \frac{1}{2}$ for å gjette riktig. Nullhypotesen for forsøket var basert på resultat i fra ekspertpanelet og sa at reker med vitalitet 2 er lik reker med vitalitet 1.

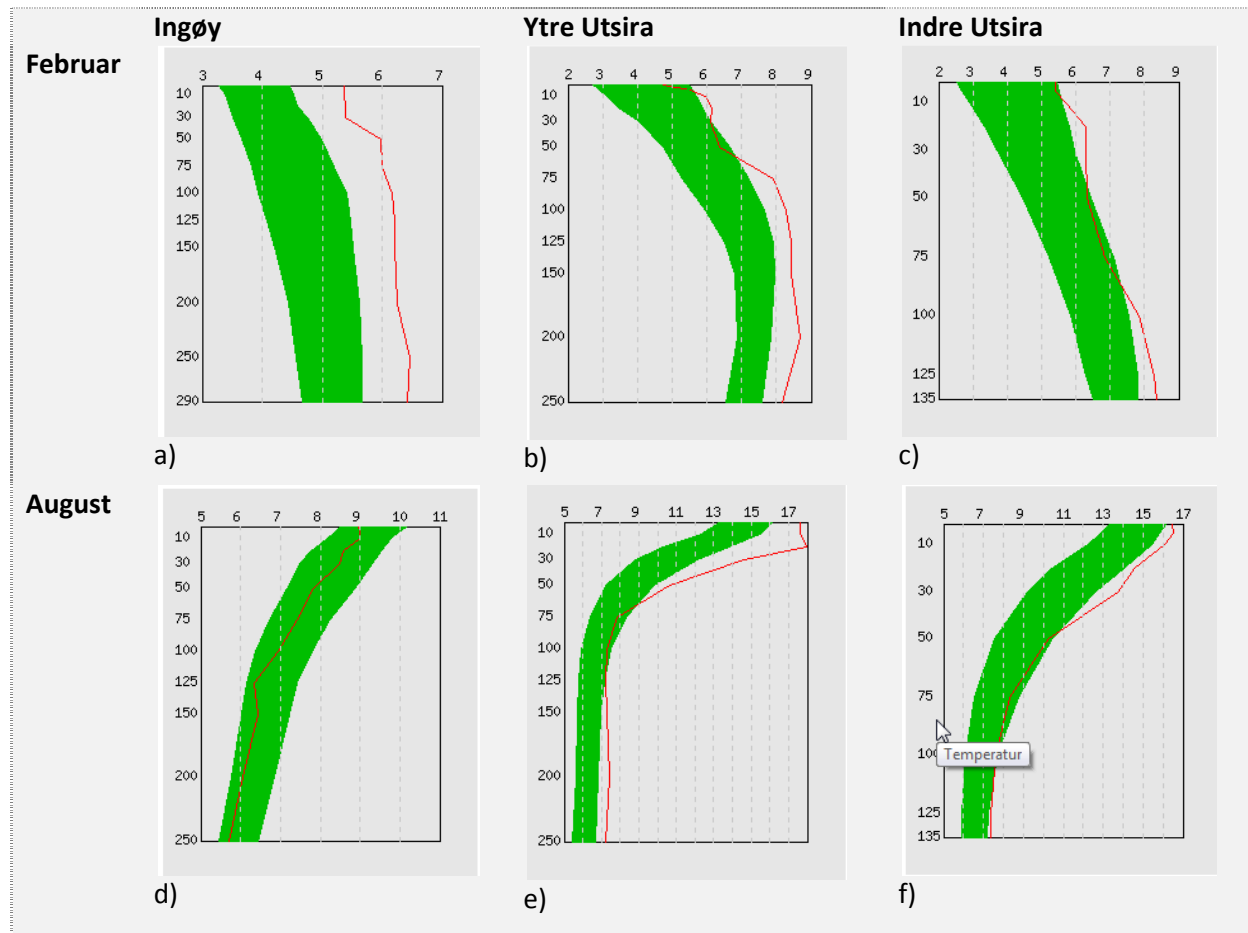
2.5 Lønnsomhetskalkyle

Det har blitt utarbeidet en lønnsomhetskalkyle for å se hvilke ekstrakostnader et fiskeri etter levende reker vil påføre fiskeflåten og mottaksanlegg. Kalkylen vurderer kostnader innen investering av nytt utstyr om bord i båt og på land, samt estimert hvilke utsalgspriser en må ha til markedet for å få lønnsom drift.

3 RESULTAT

3.1 Temperatur og salinitets variasjoner

Figur 1 a-f, viser temperaturforskjeller i vannmassen ved 3 ulike målestasjoner langs norskekysten ved to forskjellige perioder. Tallene er hentet fra Havforskningsinstituttet sine hjemmesider (www.imr.no).

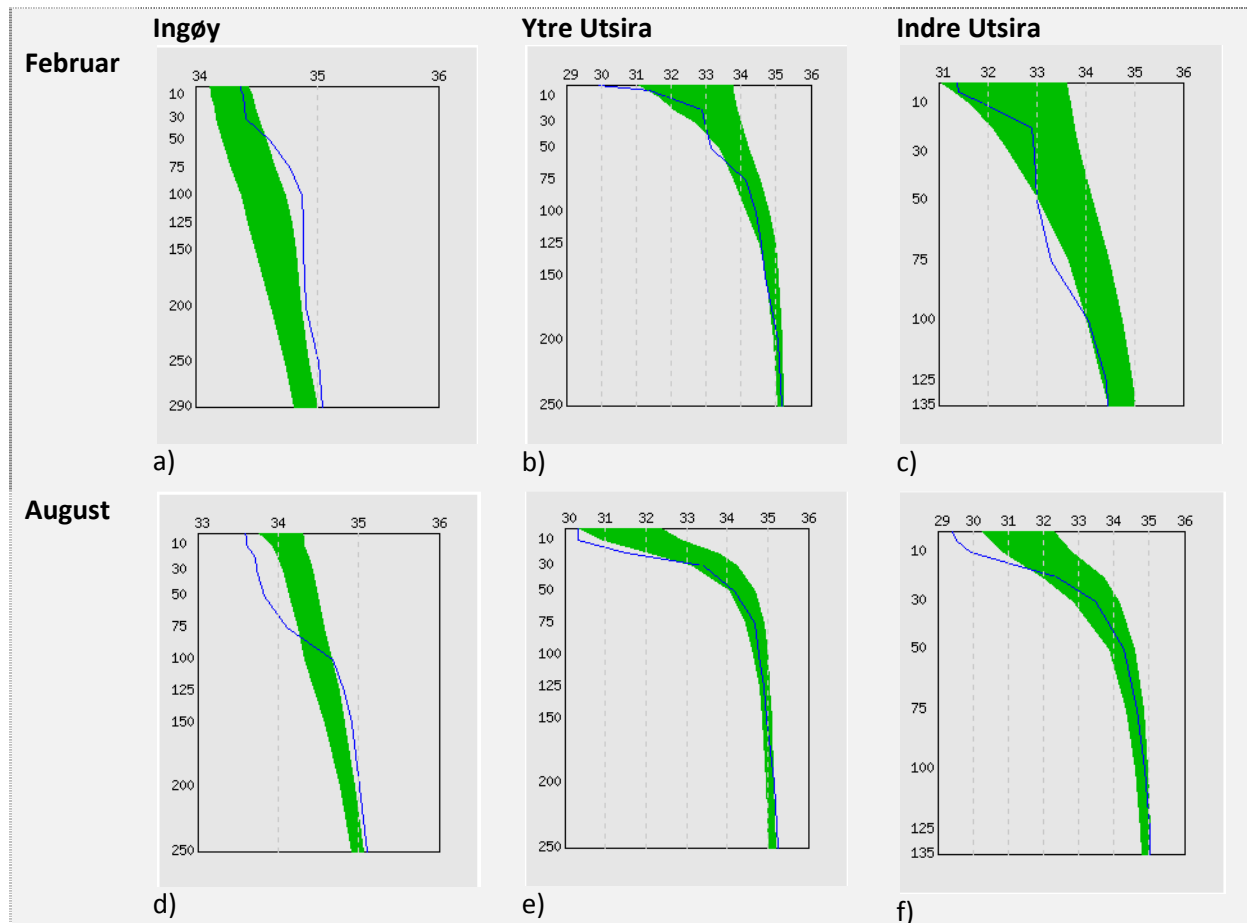


Figur 1 Oversikt over vanntemperaturer i vannsøylen i februar og august måned (2008) på tre ulike målestasjoner. X-aksen viser temperatur, mens y-aksen viser antall dybdemeter. Rød graf er de reelle målingene, mens grønt felt viser normalt temperaturområde. Kilde: www.imr.no.

Oversikten viser at det i Ingøy i Finnmark er relativt stabil temperatur fra 0- 290 meter i februar måned. Temperaturforskjeller på litt over 1 °C ble observert i 2008. I august er det litt større forskjeller mellom topp- og bunnmålingene, men også her holder det seg innenfor

5 °C. Det er ikke de store vanntemperaturforskjellene mellom indre og ytre Utsira. I februar 2008 skiller det ca 3 °C mellom topp- og bunnmålingene for begge målestasjonene. I sommerhalvåret er det et temperaturskille på opp mot 10 °C fra topp og bunnmålingene. Sprangsjiktet ligger på mellom 50 og 100 meter. Målingene viser at det er en stor gradientsforskjell mellom overflatevannet mellom Nord- og Sør-Norge sommerstid.

Figur 2 viser salinitetsforskjeller i vannmassen ved 3 ulike målestasjoner langs norskekysten ved to forskjellige perioder. Tallene er hentet fra Havforskningsinstituttet sine hjemmesider (www.imr.no).

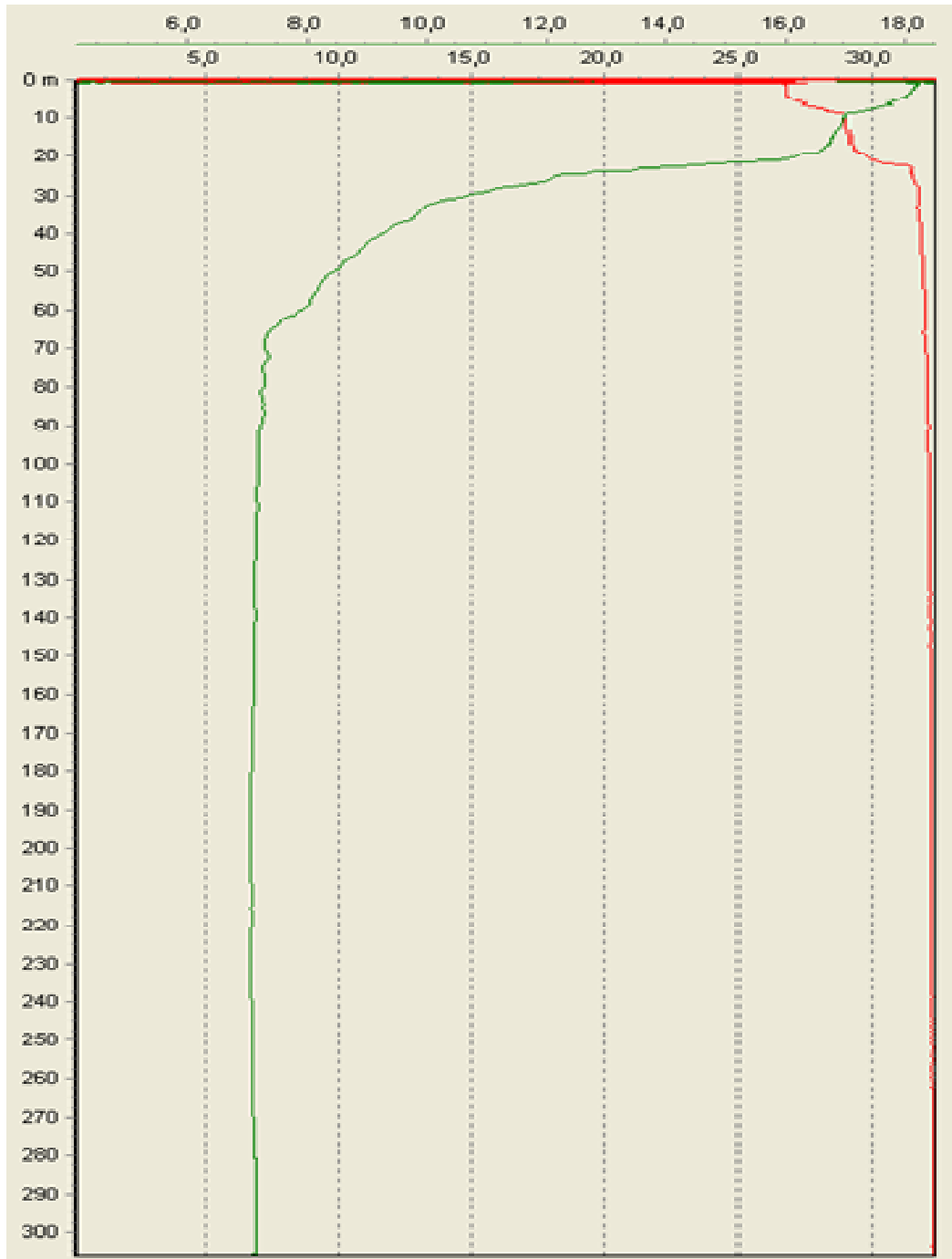


Figur 2 Oversikt over salinitetsforskjeller i vannsøylen i februar og august måned på tre ulike målestasjoner. X-aksen viser salinitet, mens y-aksen viser antall dybdemeter. Rød graf er de reelle målingene, mens grønt felt viser normalområdet. Kilde: www.imr.no.

Oversikten viser at det i Ingøy utenfor Tromsø er relativt stabil salinitet, +/- 0,5 ‰, fra 0- 250 meter både i februar og august måned. Ved indre og ytre Utsira er forskjellene derimot mye større med mellom 31-33,5 ‰ i overflatevannet, kontra 35 ‰ ved bunnen i februar måned. Om sommeren kan en oppleve salinitet helt ned i 29-30 ‰ i overflatevannet. Salinitet i vannsøylen holder seg stabil fra 50 meter og dypere.

Figur 3 viser målingene som ble gjort ombord MS NOR, med CTD sonde. Målingene viser høye temperaturer over 18 °C i overflaten og en markant nedgang fra ca 25 m dyp. Fra 60 m dyp stabiliserer temperaturene seg på ca 7 °C. Saliniteten viser en lignende motsatt trend, men at denne stabiliserer seg på 30 m og dypere.

Dette viser at ferskvannsavrenning påvirker de øverste 30 meterne, som sammenfaller med Havforskningsinstituttet sine målinger.



Figur 3 Målinger av temperatur og salinitet gjort under toktet med CTD sonde utenfor Sirevåg. Rød linje viser salinitet og grønn viser temperatur.

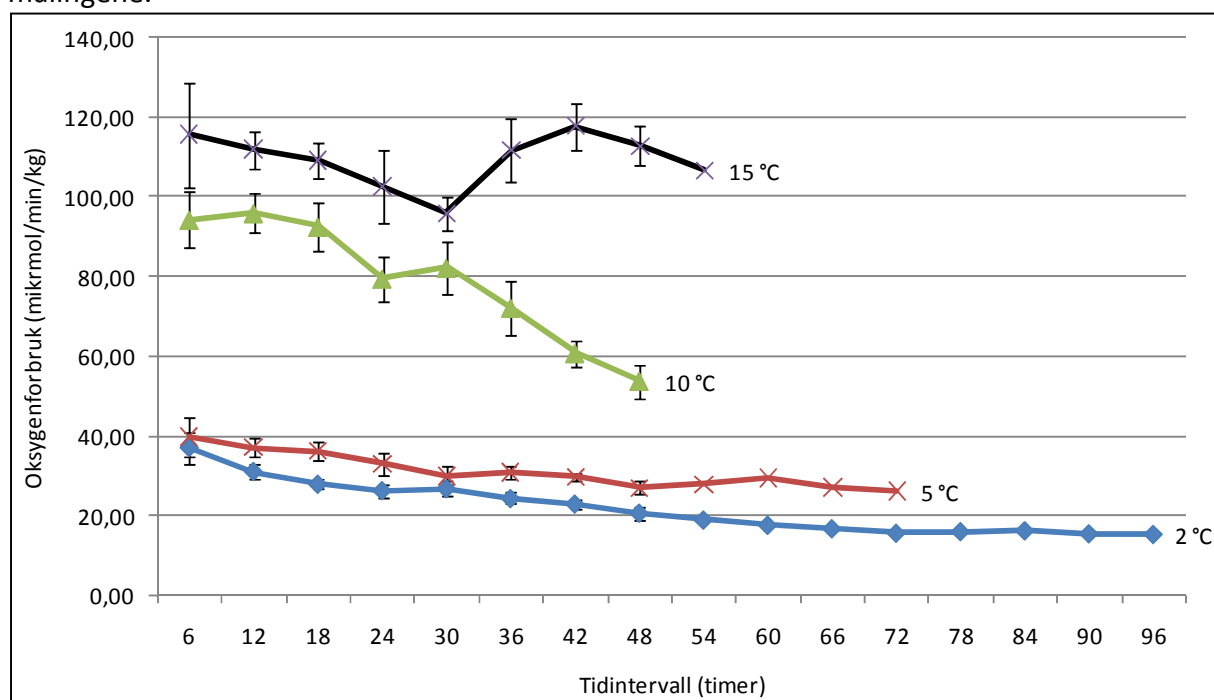
3.2 Grunnleggende undersøkelser

For å kartlegge de grunnleggende behovene til rekene ble forbruk av oksygen, ekskresjon av ammoniakk og endring i pH i vannsøylen undersøkt.

3.2.1 Oksygen

Oksygenforbruk ved ulike vanntemperaturer

Gjennomsnittlig oksygenforbruk for de fire forsøkstemperaturene er vist i Figur 4. For alle temperaturene reduseres forbruket med tiden, og forbruket er markant økende med økende temperatur. Forbruket øker mest mellom 5 °C og 10 °C. Ved 15 °C skjer det en ny markant økning i oksygenforbruket etter 24 timer, og når etter 54 timer samme nivå som ved innsetting. Forbruket svinger også noe gjennom perioden for de andre temperaturene, men er mest markant ved høyere temperaturer. Vedlegg 1 viser en mer detaljert oversikt over målingene.



Figur 4 Gjennomsnittlig oksygenforbruk i mikromol/min/kg for reke ved 2, 5, 10 og 15 °C. Det er vist gjennomsnitt for hver 6. time, og spredningen i forbruket er vist med standardavvik.

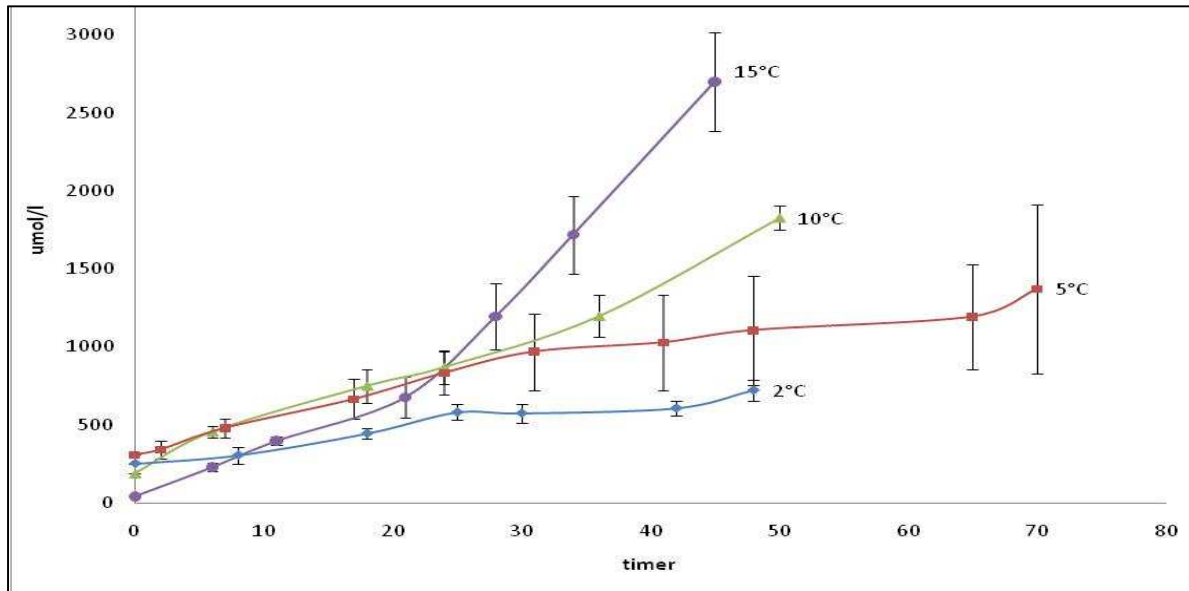
Tabell 4 viser en oversikt over oksygenforbruk (gjennomsnitt ± standardavvik) per døgn i forsøksperioden.

Tabell 4 Gjennomsnittlig oksygenforbruk (µmol/min/kg) ved 4 temperatuer målt over en periode på 2- 4 døgn.

| | Oksygenforbruk (µmol/min/kg ± SD) | | | |
|--------------|-----------------------------------|--------------|---------------|---------------|
| | 2 °C | 5 °C | 10 °C | 15 °C |
| 1. døgn | 30,7 (± 4,8) | 48,9 (± 7,7) | 90,7 (± 8,9) | 104,2 (± 9,4) |
| 2. døgn | 23,9 (± 2,7) | 39,8 (± 2,7) | 69,8 (± 11,7) | 109,2 (± 9,8) |
| 3. døgn | 17,5 (± 1,4) | 37,2 (± 2,3) | | |
| 4. døgn | 16,1 (± 0,8) | 34,2 (± 1,1) | | |
| Snitt forsøk | 22,3 (± 6,5) | 41,7 (± 7,0) | 81,1 (± 14,6) | 106,3 (± 9,9) |

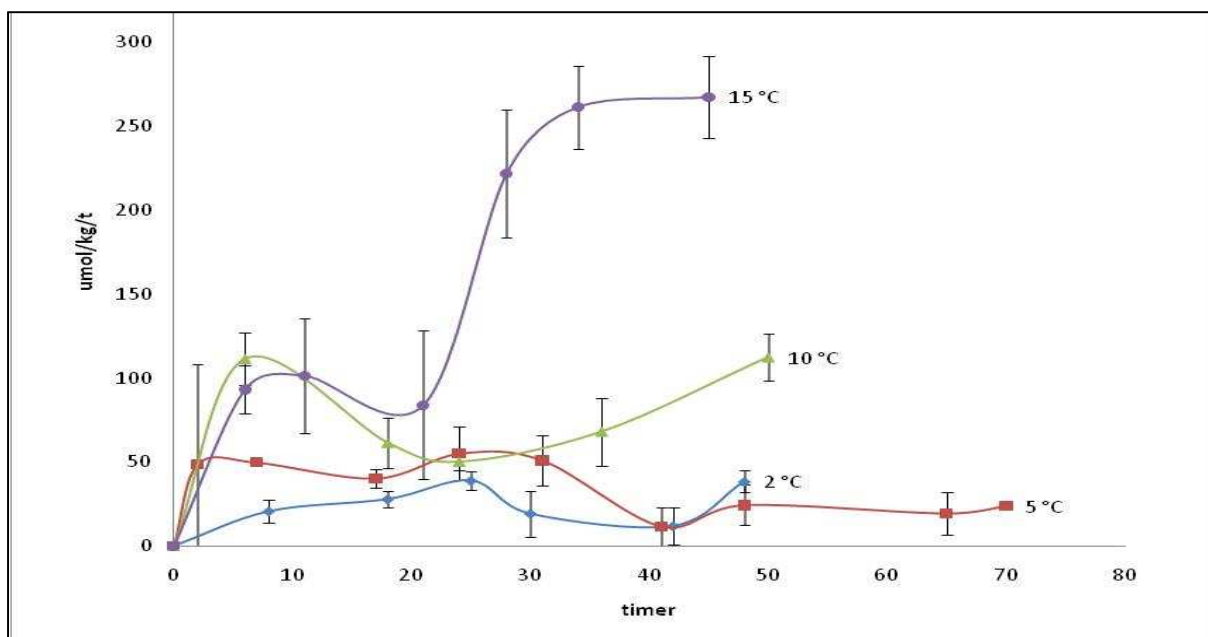
3.2.2 Ammoniakk (og pH)

Figur 5 viser gjennomsnittlig mengde ammoniakk i oppbevaringsenhetene med reker etter lagring i + 48 timer med 4 ulike temperaturer. Figuren viser at utskilling av ammoniakk øker ved økende temperaturer. Etter 48 timer er konsentrasjonene i vannet ved henholdsvis 2, 5, 10 og 15 °C, 721,5, 1105,8, 1896,8, og 2699,3 $\mu\text{mol/l}$. Høyt standardavvik ved 5 °C skyldes forhøyet oppbevaringsvolum pga lekkasje ved en av tre paralleller.



Figur 5 Ammoniakk konsentrasjon i vann etter lagring av reker i vann i + 48 timer 4 forskjellige temperaturer.

Figur 6 viser ekskresjonen ($\mu\text{mol/kg/time}$) av ammoniakk til reker ved 4 ulike temperaturer. Ekskresjonen øker kraftig de første timene ved alle temperaturene før den til dels stabiliseres eller går ned. Ved 15 °C skjer en ny kraftig økning etter ca 1 døgn før den flater ut igjen etter + 30 timer.



Figur 6 Ekskresjon av ammoniakk vist i $\mu\text{mol/kg/time}$ ved 4 ulike temperaturer i + 48 timer.

Tabell 5 viser en oversikt over ekskresjon (gjennomsnitt \pm standardavvik) per døgn i forsøksperioden.

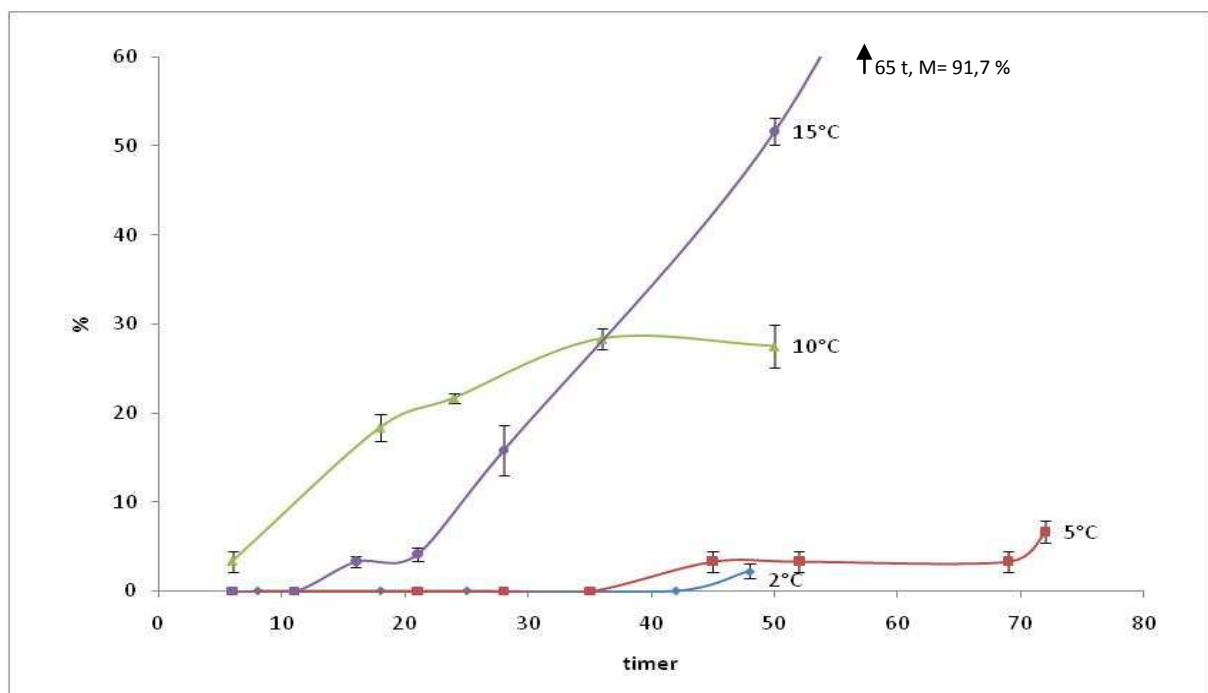
Tabell 5 Gjennomsnittlig ammoniakk ekskresjon ($\mu\text{mol}/\text{min}/\text{kg}$) ved 4 temperaturer målt over en periode på 2-3 døgn.

| | Ammoniakk ekskresjon ($\mu\text{mol}/\text{min}/\text{kg} \pm \text{SD}$) | | | |
|--------------|---|--------------------|--------------------|---------------------|
| | 2 °C | 5 °C | 10 °C | 15 °C |
| 1. døgn | 30,1 (\pm 9,1) | 42,6 (\pm 24,8) | 74,3 (\pm 30,3) | 92,9 (\pm 29,9) |
| 2. døgn | 25,3 (\pm 14,9) | 21,2 (\pm 14,4) | 90,2 (\pm 28,8) | 250,3 (\pm 27,7) |
| 3. døgn | | 20,8 (\pm 9,2) | | |
| Snitt forsøk | 27,9 (\pm 12,0) | 33,7(\pm 24,7) | 80,6(\pm 29,9) | 171,6 (\pm 86,9) |

Målinger av pH gav sprikende resultat pga en ustabil måleelektrode og er derfor utelatt fra resultatdelen.

3.2.3 Vitalitet

Det ble registrert dødelighet på rekene ved oppbevaring i 5 ulike temperaturer (2, 5, 10, 15, og 20 °C). Figur 7 viser overlevelse etter + 48 timer for de 4 laveste temperatuere. Figuren illustrerer gjennomsnittsverdiene til 3-6 paralleller. Ved 20 °C var alle individene død etter 2 timer. Ved 2 og 5 °C var dødeligheten minimal, og skyldes hovedsakelig skallskite hos rekene. Ved 10 °C steg dødelighet til 21 % etter 24 timer og hadde etter dette en økning mot 28 % etter 48 timer. Ved 15 °C var aktiviteten på rekene veldig lav under hele forsøket. Det kunne virke som om temperaturen fikk rekene til å gå inn i en dvale. Etter 20 timer fikk rekene en brå økning i dødelighet, og etter 50 timer var hele 50 % av rekene død. Høy ammoniakkkonsentrasjon siste måleperiode ved 10 og 15 °C kan ha påvirket dødeligheten.



Figur 7 Oversikt over dødelighet ved ulike temperaturer. N= 60-120 pr temperatur.

3.3 Feltundersøkelser

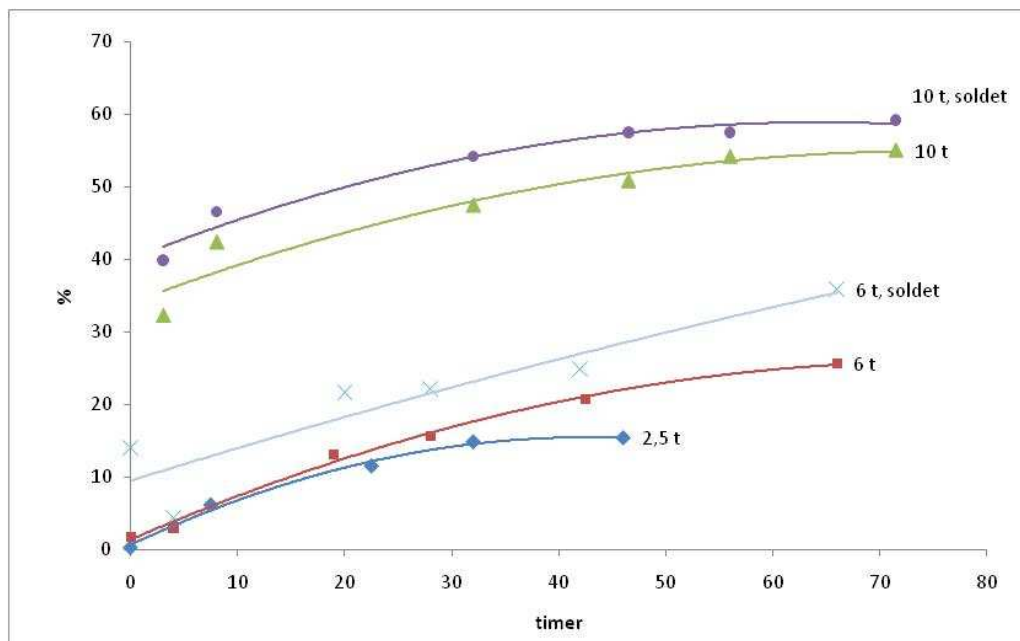
3.3.1 Tråltid og solding

Under første feltforsøk ble det brukt ubehandlet vann fra overflaten ombord og på land. Om bord hadde sjøvannet en gjennomsnittstemperatur på 6,16 °C (maks; 8,4 °C, min; 4,0 °C, SD; 0,6 °C). På land var gjennomsnittstemperaturen på sjøvannet 5,9 °C (maks; 6,4 °C, min; 5,3 °C, SD; 0,4 °C).

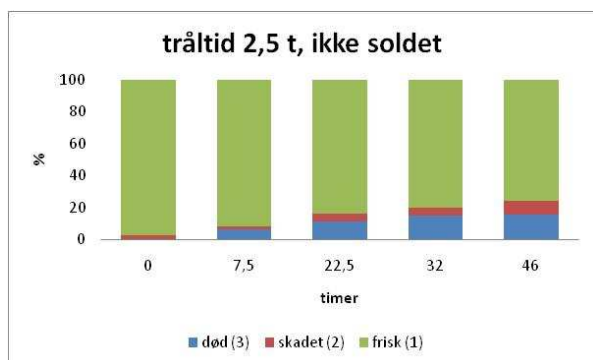
Figur 9 (a-e) viser en oversikt over overlevelse og skade på reker etter tråling, over en periode på 2-3 døgn. Tre ulike tråltider og forskjell mellom soldet og ikke soldet reker ble testet ut. Sammenligning av Figur 9 a, b og d viser at reker trålet i 2,5 timer, har høyest andel friske reker (vitalitet 1) etter +40 timer, 76 %. Av de resterende rekene så er det etter +40 timer 15 % døde (vitalitet 3) og 8 % skadet (vitalitet 2). Til sammenligning er det 21 % døde og 27 % skadet reker etter 6 tråltimer og 51 % døde og 19 % skadet reker etter 10 tråltimer.

Dersom en sammenligner Figur 9, b-c og d-e, ser en at reker som blir soldet har en høyere andel døde og skadete enn reker som ikke er soldet. Etter + 40 timer har soldet reker med tråltid på 6 timer 24 % døde mot 20 % ikke soldet, og soldet reker med tråltid på 10 timer har 57 % døde mot 50 % ikke soldet. I forhold til skadete reker ser en også en forskjell mellom soldete og ikke soldete reker. Etter + 40 timer er 6 % flere soldete en ikke soldete reker skadet ved 6 tråltimer, og 2 % ved 10 tråltimer.

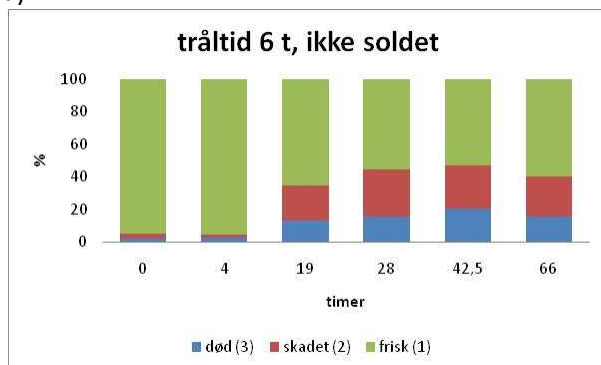
Figur 8 viser en sammenligning mht dødelighet, mellom de tre tråltidene og mellom soldet og ikke soldet reker etter + 40 timer. Kurvene viser en svak utflating av dødeligheten etter +36 timer for alle behandlingene unntatt reker fangstet etter 6 timer tråling og soldet. Her økte fortsatt dødeligheten etter 66 timer. Figuren illustrerer at økt håndtering, gjennom lengre tråltid, eller ved solding, reduserer overlevelsen til fangsten.



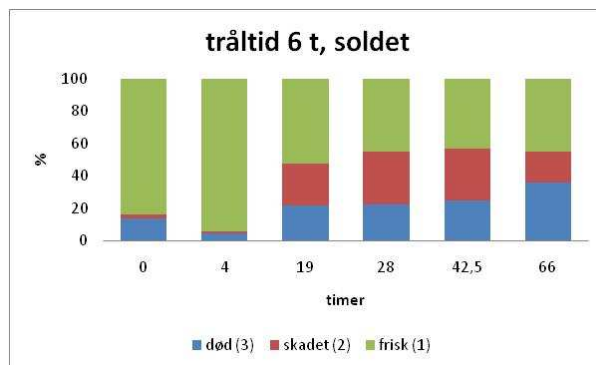
Figur 8 Sammenligning av dødelighet mellom tråltid og solding ved økende oppbevaringstid.



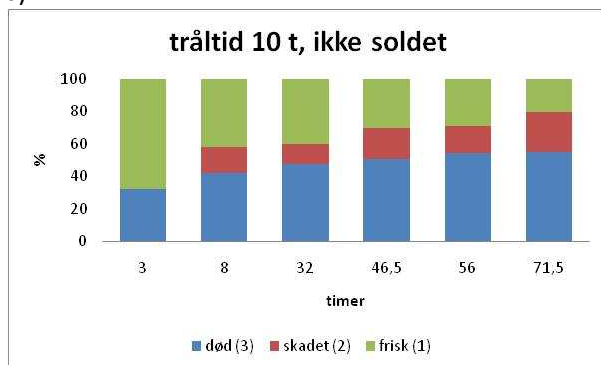
a)



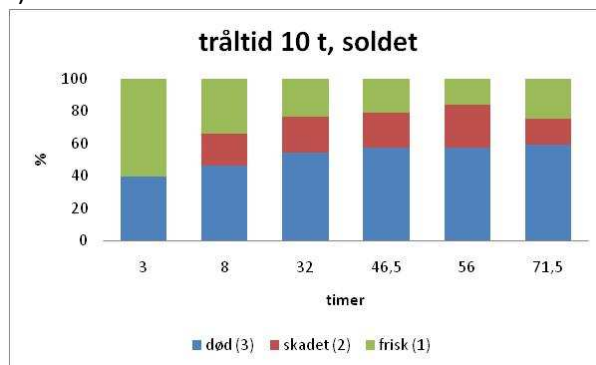
b)



c)



d)



e)

Figur 9a-e Oversikt over % friske, skadede og døde reker etter tre ulike tråltider (2,5, 6, og 10 timer) og mellom soldede og ikke soldede reker etter 2-3 døgn. $N_{2,5t} = \pm 200 \cdot 5 = 1000$, $N_{6t} = \pm 200 \cdot 12 = 2400$ og $N_{10t} = \pm 100 \cdot 12 = 1200$.

3.3.2 Sommerfiskeri

Det ble gjennomført et forsøksfiskeri i august 2008. På denne tiden er både luft og vanntemperaturer høye i Sør-Norge, og overskrider rekens trivselstemperatur på 2-8 °C. I forsøket ble det registrert overlevelse og skader på rekene. Overlevelse etter 0 timer viser høyere dødelighet enn etter 2 timer i nedkjølt vann. Årsaken er at 0-prøven ikke ble lagt direkte i vann, men hadde en lagringstid i samletanken på ca 15 minutt. Reker oppbevart i overflatevann på 18,5 °C ($\pm 0,6$ °C), hadde kun 2,3 % overlevelse etter 2 timer. Etter 5 timer var det 100 % dødelighet (figur 10 c).

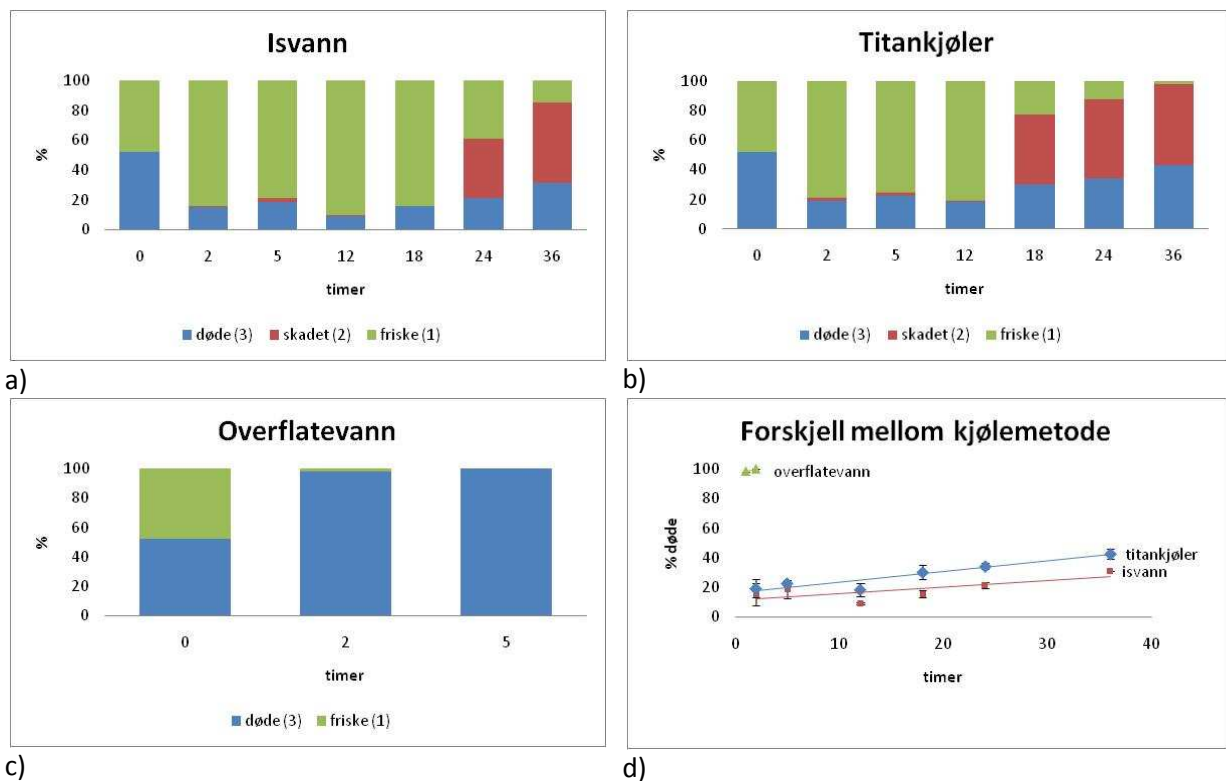
Reker oppbevart i vann nedkjølt ved hjelp av en titankjøler (RSW), figur 10 b), hadde en gjennomsnittstemperatur 4,4 °C, ($\pm 0,4$ °C) de 5 første timene, og deretter på 4,3 °C, ($\pm 0,4$

°C) den resterende tiden. Dødeligheten var under 20 % de første 12 timene etter fangsting. Etter 12 timer økte dødeligheten jevnt opp mot 43 % etter 36 timer. Etter 18 timer ble det også synlig en rekke reker med vitalitet 2. Tidligere forsøk har vist at det tar ca 1 døgn for at skaden på reker er synlig. Etter 36 timer var det 55 % av reker som hadde skade, hvilket gir 2 % igjen til reker som ble klassifisert med vitalitet 1, friske.

Siste oppbevaringstank var fylt med is, figur 10 a). I tillegg ble saliniteten overvåket og vannet ble saltet på når saliniteten gikk under 30 ‰. Logging av temperatur og salinitet viser en gjennomsnittstemperatur og -salinitet på henholdsvis 2,8 °C (±2,4 °C) og 32,9‰ (±12,1‰) de 5 første timene og -1,1 °C (±0,5°C) og 27,8 ‰ (±0,7‰) den resterende tid.

Til tross for den ekstra påkjenningen reker ble usatt for som en følge av svingningene i salinitet, så var dette den oppbevaringsmetoden med lavest dødelighet. Observasjoner av reker viste svært lav aktivitet pga den kraftige nedkjølingen. Reker registret med vitalitet 1, var hele 84 % etter 18 timer i forhold til reker i konteineren nedkjølt med hjelp av en titankjøler, som kun hadde 22 % reker med vitalitet 1. En av årsakene til dette er at skadene på reker ikke var kommet til syne i oppbevaringstanken med is ennå. Det kan skyldes den lave temperaturen. Etter 24 timer kunne en derimot se ca 40 % reker med den karakteristiske hvite halen. Etter 36 timer var det 31 % døde (vitalitet 3), 54 % skadet (vitalitet 2) og 15 % friske (vitalitet 1).

Figur 10 d) viser forskjellene mellom dødelighet i de tre ulike oppbevaringstankene, inklusiv standardavvik. Tallene er gjennomsnittstall med 2 paralleller der n = ± 200 pr parallell, pr måling. Her ser en at dødeligheten på reker oppbevart i isvann, er lavere en dødelighet på reker nedkjølt ved hjelp av titankjøler.



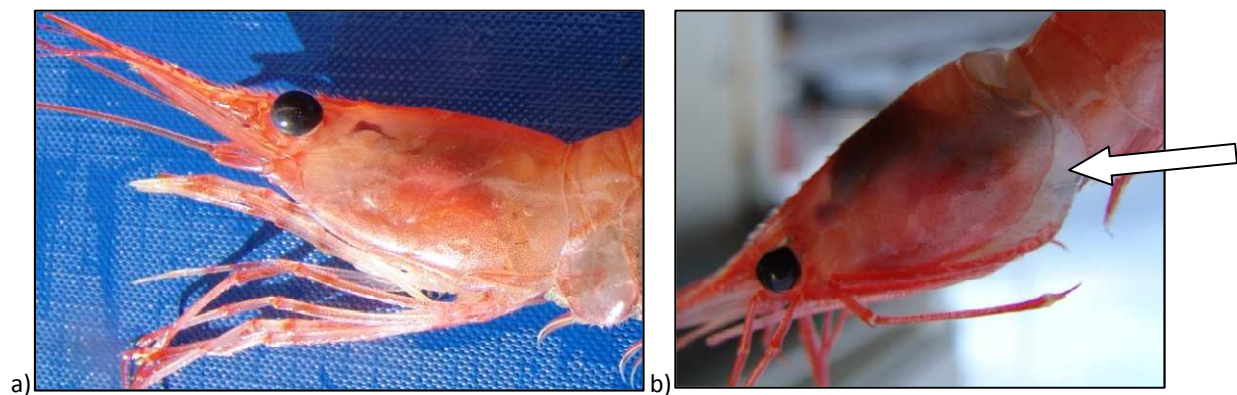
Figur 10 Oversikt over overlevelse av reker fangstet under sommerfiske, ved 3 ulike oppbevaringsenheter, isvann, titankjøler og overflatevann. N=±400.

Tabell 6 viser en oversikt over de ulike målingene og registreringene gjort i tilknytting til forsøket sommerne 2008.

Tabell 6 Oversikt over målte parameter i forbindelse med feltforsøk sommeren 2008.

| Behandling | Tid (t) | Antall (N) | Døde (%) | Salinitet (‰) | Temperatur (°C) | |
|-------------------|---------|------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|
| | 0 | 69 | 52,2 | | | |
| Overflatevann | 2 | 283 | 98,38 (± 2,3) | 30 | 18,5 (± 0,57) | |
| | 5 | 198 | 100,00 | | | |
| Isvann | 2 | 305 | 15,25 (± 7,3) | 32,89 (± 7,82) | 2,84 (± 2,36) | |
| | 5 | 195 | 18,78 (± 6,2) | | | |
| | 12 | 338 | 9,09 (± 0,6) | 27,84 (± 0,67) | -1,13 (± 0,49) | |
| | 18 | 268 | 15,46 (± 2,3) | | | |
| | 24 | 290 | 21,40 (± 2,0) | | | |
| | 36 | 196 | 31,00 (± 0,2) | | | |
| Titankjøler (RSW) | 2 | 281 | 19,30 (± 6,1) | 30 | 4,43 (± 0,41) | |
| | 5 | 367 | 22,80 (± 2,3) | | | |
| | 12 | 188 | 18,48 (± 4,2) | | | 4,29 (± 0,44) |
| | 18 | 199 | 30,31 (± 4,7) | | | |
| | 24 | 191 | 34,32 (± 2,0) | | | |
| | 36 | 168 | 42,70 (± 3,2) | | | |

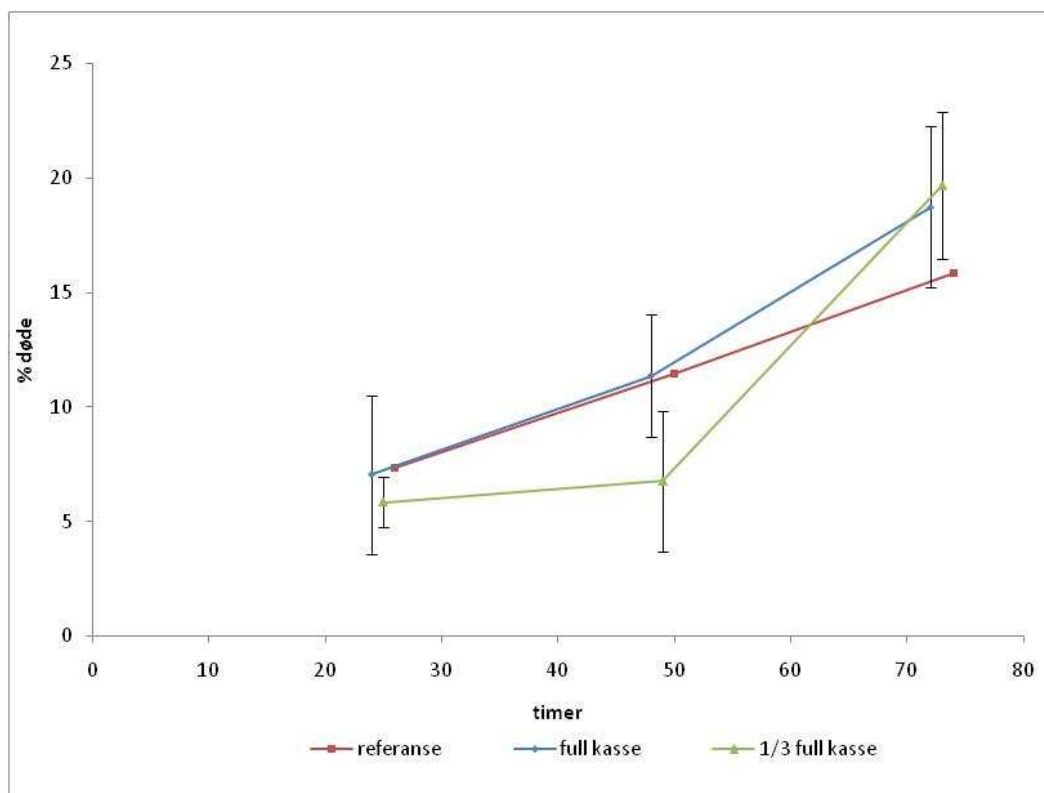
Reker nedkjølt med isvann hadde ustabil salinitet. Dette gav hydrolyse av muskelvevet og gjeller (bilde 4_b).



Bilde 4 Normalt (a) kontra hydrolysert (b) muskelvev og gjeller på reker etter oppbevaring i isvann.

3.3.3 Tetthet i kasser

Figur 11 viser % dødelighet ved oppbevaring av reker i ulike tettheter over 3 døgn. Etter 3 døgn var det gjennomsnittlig flest døde reker i kassene som var fylt 1/3 full, men forskjellene mellom parallellene (SD ± 3,2) viser at det er ingen signifikant forskjell mellom de ulike tetthetene med hensyn til dødelighet. Dødeligheten i kassene skyldes hovedsakelig skallskifte. Gjennomsnittstall er vist i tabell 7.



Figur 11 Oversikt over gjennomsnittelig dødelighet på reker etter lagring i 72 timer i ulik tetthet. Resultatet er basert på 3 paralleller og antall reker registrert pr døgn er $N_{full} = \pm 900$, $N_{1/3} = \pm 250$, $N_{ref} = \pm 350$.

Tabell 7 Oversikt over registrerte data ved tetthet i kassene

| Volum i kasse | Timer | Antall N | % døde (\pm SD) | % skadet (\pm SD) |
|---------------|-------|----------|--------------------|----------------------|
| Full | 24 | 926 | 7,0 (\pm 3,5) | 0,4 (\pm 0,5) |
| Full | 48 | 981 | 11,4 (\pm 2,7) | 2,5 (\pm 1,8) |
| Full | 72 | 889 | 18,8 (\pm 3,5) | 3,8 (\pm 1,8) |
| 1/3 full | 24 | 257 | 5,9 (\pm 1,1) | 0 |
| 1/3 full | 48 | 255 | 6,8 (\pm 3,1) | 4,9 (\pm 3,5) |
| 1/3 full | 72 | 235 | 19,7 (\pm 3,2) | 1,9 (\pm 2,3) |
| Referanse | 24 | 423 | 7,3 | 0 |
| Referanse | 48 | 392 | 11,5 | 0 |
| Referanse | 72 | 378 | 15,9 | 0 |

Hovedårsaken til dødelighet i både kasser og referansekar var skallskifte. Bilde 5 viser en reke som nettopp har krøpet ut av skallet sitt.



Bilde 5 Reke som nettopp har godt gjennom skallskifte, samt restene av det avkastede skallet.

3.4 Transportenhet og vannbehov

I forsøksperioden har en benyttet transportenhet tilpasset prosjektets behov. Nedenfor har en sett på hva som finnes i markedet av tilsvarende transportenheter, og hvilke krav et eventuelt kommersielt system til rekefiskeriet har.

Eksisterende produkter på markedet

Reker oppbevart levende vil ha visse krav til ulike vannparameter, trykk og tetthet. Bærerenheter for reker må tilpasses til å etterkomme disse kravene, samtidig som den skal være håndterbar og praktisk i bruk.

Kreps omsettes levende. Her har hvert individ et separat bur i en kasse, såkalte "tubes" som så lagres i en større enhet med vannsirkulasjon (bilde 6_a). Dette hindrer interaksjon mellom individene og øker overlevelsen. Hos andre arter som krabber og hummer er det mer vanlig å inaktivere hver enkelt klo før individene has over i bulk, eller å stable individene tett sammen i kasser og hindre muligheten deres til å bruke klørne (bilde 6_b) (Woll et al 2008).



a)



b)

Bilde 6 Ulike oppbevaringsenheter for tifotkreps. a) Separate bur til levende transport av kreps. b) SE kasser med hull (rødt) til vanngjennomstrømming der krabbene stables tett sammen for å hindre interaksjon.

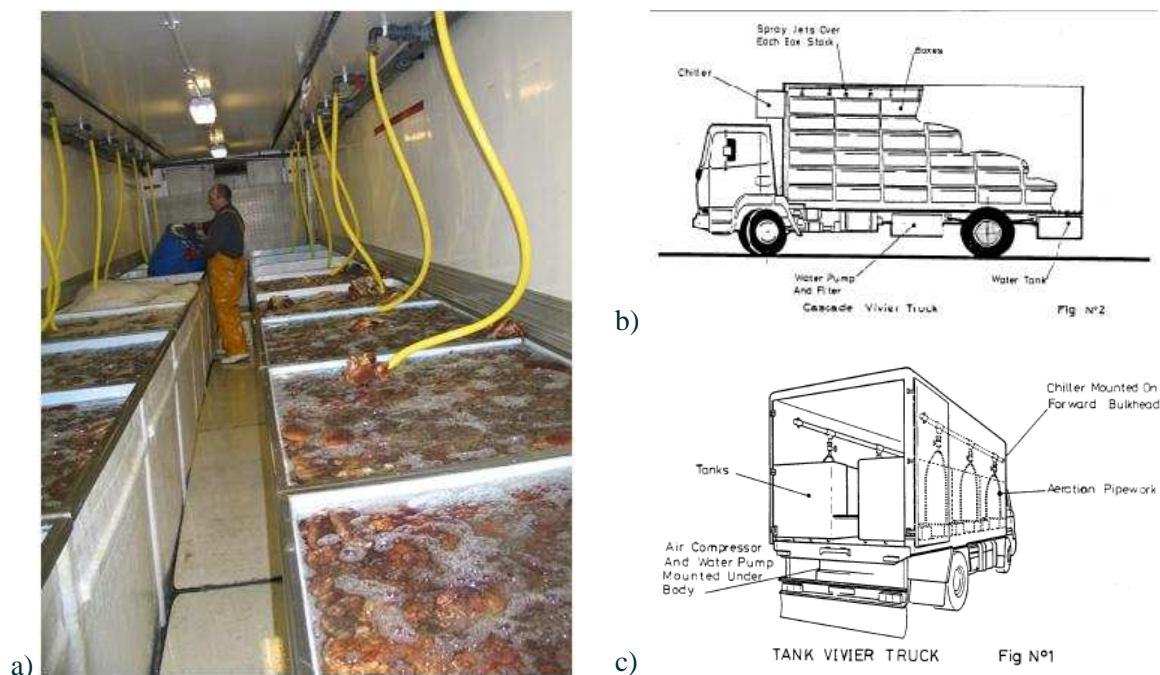
Når individer blir pakket tett sammen er det fare for stor trykkbelastning og dårlig vannsirkulasjon. Taskekrabben tåler godt trykk og vil ikke kunne pakkes så tett at det hindrer sirkulasjon. Rekene derimot tåler mindre belastning og kan pakkes tettere slik at sirkulasjonene muligens hindres og gir kvelning på underliggende reker. Det blir derfor viktig å pakke rekene i mindre oppbevaringsenheter tilpasset arten.

Det finnes flere bærerenheter på markedet som er beregnet for oppbevaring for levende sjødyr. De fleste har en grunnflate tilsvarende en europall. Aqualife i Danmark har utviklet et transportsystem der hver enhet er utformet som en sylinder delt inn i etasjer (www.aqualife.nu). Resirkulering av vannet og temperaturkontroll gir godt miljø for skaldyrene bilde 7.



Bilde 7 Transportsystem levert av Aqualife. a) Sylinder med resirkulering og kjøling. b) Kjølekonteiner fylt opp med sylinderenhetene. c) Etasjedeling i sylinderen (foto: www.aqualife.nu).

I England brukes åpne kar i såkalte vivier trucks. Her kan skalldyrene enten oppbevares i bulk eller så kan mindre kasser med vanngjennomstrømming settes opp i karene. Temperaturkontroll og oksyginering av vannet sikrer overlevelse (bilde 8).



Bilde 8 Fotografisk og skjematisk bilde av vivier truck benyttet til levende transport av tiftokreps og skjell. (skisse: www.seafish.org)

Bilde 9 viser en kasse benyttet til levende transport av *P. serratus*. Kassen er 30 x 40 x 15 cm og fylles ca ¼ full før den settes i karet. Det har ikke lyktes i å finne produsenten av disse kassene, men de virker uansett noe små til norske forhold.



Bilde 9 Oppbevaringsenhet for *P. serratus*. Kassen fylles 1/3 dels full og has over i transporttank i en vivier truck.

Vannbehov til levende lagring av kaldtvannsreken *Pandalus borealis*

For å kalkulere oksygenbehov og nødvendig vannmengde må det tas hensyn til det høyeste oksygenforbruket som kan oppnås. Dette vil være når reken er mest stresset ved den høyeste temperaturen det vil være realistisk og mulig å oppbevare rekene. Basert på resultat i fra både felt og de grunnleggende undersøkelsene vil 15 °C være en absolutt grenseverdi. Ut fra Figur D (vedlegg 1) kan oksygenforbruket komme opp i 170 mikromol/min/kg reke ved 15 °C (=5,4 mg/min/kg). Oppløst oksygen (DO) ved mettet sjøvann ved 15 °C og 35 ‰ er 8,13 mg/l oksygen. Settes en nedre grense på utvannet til 70 % metning, er det tilgjengelig 2,44 mg O₂ pr liter vann. Dette gir et vannbehov for reke på 2,22 l/min/kg. Tilsvarende vannbehov for alle temperaturene i forsøket er vist i tabell 8, og ved svært lave temperaturer blir vannbehovet redusert til under 0,5 L/min.

Tabell 8 Vannbehov for en kg reke ved 4 temperaturer (forutsatt 100% metning inn og 70% ut).

| Temperatur °C | DO sjøvann mg/l | Tilgjengelig O ₂ mg/l | Maksimalt O ₂ forbruk mikromol/min/kg | Vannbehov l/min/kg |
|------------------|--------------------|-------------------------------------|---|-----------------------|
| 2 | 10.913 | 3.274 | 48 | 0.47 |
| 5 | 10.131 | 3.039 | 70 | 0.74 |
| 10 | 9.029 | 2.709 | 125 | 1.48 |
| 15 | 8.154 | 2.446 | 170 | 2.22 |

Uforming av bærerheten og størrelse – vår anbefaling

Bærerheten bør kunne plasseres på en europalle og har dermed flatestørrelse på 120 x 80 cm. En rekke kar finnes på markedet som har denne størrelsen. Tetthetsforsøkene indikerer at man kan fylle oppbevaringsenheten helt med reker uten at dette har noen betydning for dødeligheten. En liter reker pakket på denne måten veier ca 0,4 gram. Trekker man fra

vegger i bærerenheten står man igjen med 75 L eller 30 kg reke pr 10 cm høyde. Dette gir et vannbehov på 45 l/min (maks. 10 °C). For et kar på 60 cm innvendig høyde som gir 5 stablbare høyder à 10 cm, gir dette en total kapasitet på 150 kg reker som vil trenge en vannmengde på 225 l/min. Ved denne vannmengden har vannet en vertikal hastighet i et tomt kar på 0,45 cm /sek. Ved 15 °C vil vannbehovet være 333 l/min som gir en vannhastighet 0,67 cm/s. Innslagene til enheten bør ha en diameter på 50 mm, som gir en hastighet i slangene på henholdsvis 191 og 285 cm/s for 225 og 333 l/min. Innløpet må fordeles over flere åpninger for å redusere vannhastigheten inn. Det kunne vært ønskelig med høyere kar enn nevnt ovenfor, men her vil vannmengde begynne å bli betydelig, og vanntrykket inn i karet og i slanger blir stor, forsøk der en undersøger om rekene tåler en slik belastning må da gjennomføres.

3.5 Sensorisk analyse

Verken ekspertpanel eller dommerpanelet under duo-trio testen ved Møreforskning (bilde 10) fant forskjeller på reker med og uten skade (vitalitet 1 og 2). Under den uformelle uttestingen med ekspertpanel sa 1 av 6 paneldeltakere at reker med skade muligens hadde en mer melen konsistens en reker uten skade. Resten av deltakerne kunne ikke finne noe forskjell. Det sensoriske panelet til Møreforskning gjennomførte en duo-trio test. Til sammen 8 av 18 svarte at det var forskjell mellom reker med vitalitet 1 og 2. I følge den bionomiske fordelingen for en tosidig duo-trio test er forskjellene ikke signifikante på et 0,05 nivå (vedlegg 2). Dvs at nullhypotesen, reker med vitalitet 2 er lik reker med vitalitet 1, H_0 beholdes.



Bilde 10 Sensorisk vurdering, duo-trio test, av reker med vitalitetsindeks 1 og 2.

3.6 Lønnsomhetskalkyle

Det har blitt gjort noen beregninger mht lønnsomhet, vedlegg 3, ved et fiskeri etter levende reker. Årsaken til at en i utgangspunktet ønsket å se på muligheten for et fiskeri og levering av levende reker var at det i pressperioder i markedet hadde vært ønskelig med en utviding av ferskmarkedet. Per i dag er det hovedsakelig innlandsmarkedet og Sverige som kjøper ferske reker (pers med Steinar Berntzen). Andre markeder som Storbritannia ønsker ferske reker, men har krav til BRC koking (pers med Tor Sirevåg). Rekene må derfor leveres levende og kokes på land. I Rogaland er den største utfordringen mht marked vinterhalvåret, spesielt mellom januar og april. Da vandrer rekene inn til bankene utenfor Jæren for å gyte. Dette er store flotte kvalitetsreker med utrogn og tykt skall. Vann og lufttemperaturene sikrer god fangstbehandling og nærhet til mottakanlegg gir kort transporttid. Våre undersøkelser viste også at dødeligheten på reker fangstet i denne perioden er mye lavere enn reker fangstet om sommeren. Om sommeren har reken tynnere skall og fiskerne møter i tillegg flere utfordringer under fangstbehandlingen som følge av høye vann- og lufttemperaturer. Om sommeren vil båter og mottaksanlegg dessuten være avhengig av et kjølesystem eller bruk av is i oppbevaringsenhetene. Dette er ikke nødvendig om vinteren da en bare kan bruke overflatevann pumpet inn ved hjelp av sjøvannspumpen.

Kostnadene med et bifangstfiskeri og leveranse av levende reker blir derfor minimale om vinteren og lønnsomhetskalkylen er beregnet ut i fra et vinterfiskeri på 16 uker. Innkjøp av egnede bæreenheter og containere vil gi den største kostnaden. Møreforskning ser for seg et system der en benytter de samme oppbevaringsenhetene ombord i båt som på land. En sjøvannspumpe som leverer 1000 L/min vil være tilstrekkelig til 4 oppbevaringsenhetene, når øvre temperaturgrense settes til 10 °C. Hver enhet har kapasitet til 150 kg reker. Dette gir plass til en fangst på 600 kg pr levering. Lønnsomhetskalkylen tar utgangspunkt i 3 leveringer i uken i perioden januar-april, med totalt 28 800 kg. Det vil alltid være en viss risiko forbundet med levende fangst og transport. En risikomargin på 10 % tap vil derfor være naturlig å beregne inn. Total fangstleveransen vil da være på 25 920 kg. For at fisker i løpet av en 5 sesonger skal ha lik inntekt som ved leveranse av vanlig kokt reke må fisker få et påslag på gjennomsnittelig 2,86 kr pr kg for å gå i balanse. Ytterligere påslag vil gi økt gevinst. Beregningene har tatt hensyn til at leveranse av levende rå reker gir bedre utbytte enn kokte reker, utbyttet er satt til 5 %. Kalkylen har også satt som betingelse at besparinger mht. koking og salting balanseres med evt. økte utgifter mht. hyppigere haling og kasting.

For et mottaksanlegg er det flere usikre momenter i forhold til mottak av levende reker. Lønnsomhetskalkylen har ikke tatt høyde for innkjøp av utstyr til koking og pakking, men satt som en forutsetning at dette er utstyr bedriften alt har tilgjengelig. Kalkylen har tatt høyde for økte kostnader med hensyn til husleie, strøm og vann. Det er også lagt inn midler til behov for økt bemanning til koking og pakking, og markedsføring av nytt produkt. Utgifter i tilknytning til utstyr for vannbehandling er tatt med. Innkjøpspris pr kg er satt til 54,34 kr og er basert på lønnsomhetskalkyle til fisker. Bedriften vil gå i balanse etter 5 år med et prispåslag på gjennomsnittelig 16,86 kr på utsalgsprisen. Kalkylen har tatt høyde for at B-sorterte reker kan selges for minstepris (9,88 kr i 2008). Dersom en ser for seg at en i vinterhalvåret kan bufre markedet en til to dager og heller selge til innlandsmarkedet (minstepris 65 kr) en til Sverige (minstepris 34 kr) virker ikke et prispåslag på ca 17 kr urimelig.

4 DISKUSJON

Prosjektet har kartlagt muligheter og flaskehals for transport av levende reker fra felt til mottak. Først ble rekens grunnleggende krav og biologiske betingelser for levende lagring undersøkt. Deretter ble ulike tråltider og fangstbehandling i form av solding testet ut i forhold til dødelighet. Prosjektet har også sett på bæreenhet og oppbevarings konteiner og kartlag aktuelt utstyr som kan benyttes. To ulike metoder for nedkjøling av overflatevannet er testet ut og det er blitt gjort sammenligninger mellom vinter- og sommerfisket.

Temperatur, bunnforhold og salinitet er avgjørende faktorer i rekens leveområde. Undersøkelse av hydrografien viser at temperatur og salinitet under 200 meter er svært stabil rundt 5 °C (+/- 1°) og 35 ‰. Overflatevannet varierer derimot en del også på sommerstid, i Sør-Norge kan overflatevannet komme opp til 15-20 °C. Sprangsiktet varierer noe i de forskjellige områdene, men ligger mellom 50-100 meter i den varmeste perioden. Tråling av reker foregår normalt mellom 100-300 m dyp. Ved haling av trålposen vil rekene derfor oppleve en stor endring både i temperatur og salinitet sommerstid. Et helårsfiske etter "levende" reke er derfor mer aktuelt i Nord-Norge.

De grunnleggende undersøkelsene viser at reken trives best i lave temperaturer. Ved oppbevaring i 2-5 °C var dødeligheten lav og reken hadde god kondisjon etter 48 timer. Ved oppbevaring i 10 °C var dødeligheten noe høyere etter 48 timer. Men rekene hadde gjennomsnittlig god kondisjon også ved denne temperaturen. Ved Atlanterhavsparken i Ålesund har en lang erfaring med oppbevaring av reker i tank. Her er vannkvaliteten mht avfallstoff og oksygentilgang alltid god og rekene har lav tetthet. Om sommeren kan vanntemperaturene komme opp mot 10 °C uten at dette har gitt synlig økt dødelighet (pers.med. Rune Vegsundvåg). Temperaturendringen skjer da gradvis og rekene blir utsatt for minimalt stress. Rekene lever hovedsakelig i områder der temperaturen er stabilt lave og trivselstemperaturen til reker ligger mellom -1,6 og 8 °C (Submway *et al.* 1985).

Grunnleggende undersøkelser viser at reken forbruker mer oksygen når vanntemperaturen øker. Oksygenbehovet økte som forventet med stigende temperatur. I tillegg ser man at rekene er stresset og forbruker mest oksygen ved innsetting, noe som vil tilsvare fangstsituasjonen og håndtering av reken kommersielt. Rekene viste trolig også en døgnvariasjon i forbruket som ble tydeligere ved økende temperatur. I tillegg var var variasjonen oksygenforbruket størst ved høye temperaturer. Dette er i tråd med undersøkelser utført av Daoud *et al.* (2007). Målingene ble utført på bulk og en har dermed ikke muligheten til å avgjøre om individstørrelse har noe og si på forbruket, slik Daoud *et al.* (2007) viser til i sitt forsøk. Løseligheten til oksygen i vann minker med økende temperatur. Siden oksygenforbruket øker med økende temperatur, kan forhøyet temperaturer bli en direkte årsak til O₂ mangel, som igjen kan forårsake skader og død.

Ved 15 °C er gjennomsnittlig oksygenforbruk i vårt forsøk ca 106 µmol/kg/min, eller 3,3 mg/kg/min. Til sammenligning forbruker taskekrabben under halvparten ved denne temperaturen (Woll, ikke publisert data). Daoud *et al.* (2007) viser i sine forsøk at rekes oksygen forbruk ved temperaturene 2, 5 og 8 °C er henholdsvis 0,8, 1,2 og 1,7 mg/kg/min for horeker og 1,3, 1,5 og 2,2 mg/kg/min for hannreker. Til sammenligning har vårt forsøk et gjennomsnittlig forbruk av oksygen ved temperaturene 2, 5 og 10 °C på henholdsvis 22,3,

41,7 og 81,9 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{kg}$ eller 0,7, 1,3 og 2,5 $\text{mg}/\text{kg}/\text{min}$ i bulkmåling med ca 50 % hannreker. Siden horeken er betydelig større en hannreken vil det være færre individ i en kg horeker en i 1 kg hannreker. Dette forklarer hvorfor 1 kg hannreker har høyere oksygenforbruk en 1 kg horeker.

Ved fangst om sommeren utsettes reken for store temperaturskifter i løpet av kort tid. Dette forårsaker stress og økt dødelighet. Ett temperaturskifte på 15 grader er ikke uvanlig i Sør-Norge. I tillegg vil høy lufttemperatur også øke faren for dehydrering. Rekefiskere kjenner godt til denne problematikken. De reduserer derfor tråltiden for at halene ikke skal bli for store. Ved store hal blir tiden fra fangst til koking for lang for deler av fangsten og reken dør og får ikke riktig krum på halen ved koking (pers. med. Jonny Mong).

Fangstforsøk i august 2008 viser at nedkjøling med is eller RSW i mellomlagringsenheten under transport inn til land har en positiv effekt og øker overlevelsen til rekene markant i motsetning til å bruke det varme overflatevannet (ca. 18 °C). Reker oppbevart i overflatevann hadde 98 % dødelighet etter 2 timer. Rekene kjølt med RSW hadde en gjennomsnittstemperatur mellom 4-5 °C. Grunnleggende undersøkelser har vist at dette er en temperatur reken trives godt i, med dødelighet under 5 % de 3 første døgnene. I feltforsøket var dødeligheten på 34 % etter ett døgn. Når dødeligheten i feltforsøket ble så høy skyldes dette sannsynligvis forbehandlingen med tråling og haling gjennom sprangsjiktet i tillegg til fangstbehandlingen. Rekene hadde også et tynnere skall om sommeren som nok gir en dårligere beskyttelse mot mekanisk påvirkning og dehydrering i fangstprosessen.

Mellomlagring i isbadet hadde den laveste temperaturen og dette gav positiv effekt med 21 % døde etter et døgn. Varierende salinitet kan derimot ha påvirket reken negativt. Garcia (2007) viser til at reker er observert i områder med salinitet under 25 ‰. I feltforsøket var gjennomsnittlig salinitet i isbadet 27,8 ‰, altså noe høyere en dette. Saliniteten i fangstområdet var derimot 32 ‰ og den raske reduksjonen kan ha påvirket overlevelsen. Bedre kontroll på saliniteten kan derfor muligens redusere dødeligheten. Den ujevne saliniteten vist også på reker som hadde påvist hydrolyse i muskelvev. Overlevelsen er likevel bedre enn for rekene i RSW systemet, samt at utviklingen av hvithaler blir forsinket. Dette viser at en svært lav temperatur ned mot 0 °C er gunstig og kan være et alternativ om rekene skal prosesseres når de kommer til land. Utvikling av hvithaler ble først observert etter 24 timer mot 18 timer i RSW.

Tråltiden har stor innvirkning på overlevelsen til rekene. Under feltforsøk i mars 2008 sammenlignet en overlevelsen til reker ved tre ulike tråltider. I tråd med Ridgway et al. (2006) og Milligan et al. (2009), ser en at økt tråltid gir økt dødelighet. Ridgway et al. viser også til at tråling etter kreps om morgenen gir høyere dødelighet en tråling om kvelden, uavhengig av tråltid. Reker trålet i 2,5 timer har etter ca 2 døgn en dødelighet på 15 % kontra reker trålet i 6 timer, 21 % og etter 10 timer, 51 %. Bløt havbunn kan være årsaken til den markante økningen på dødelighet av reker fra 6 til 10 timer. Til sammenligning rapporterer Ridgway et al. (2006) om en dødelighet på mellom 14-20 % ved 1 times tråltid og en dødelighet på ca 27 % ved 5 timers tråltid etter 1 døgn. Det ble ikke registrert døde reker ved haling etter 2,5 timer i motsetning til etter 6 og 10 timer. Dette viser at dødeligheten begynner allerede i trålposen. Økt tråltid gir både større press i form av flere reker og mangel av oksygen til reker som ligger sammenklemt mellom andre reker. Ved å tilpasse

trålposen under tråling og løftingen om bord, vil de kunne gis lave dødeligheter for lengre tråltider.

Et alternativt fiskeri til trål er teiner. I Canada er det i dag et teinefiskeri etter ulike typer kaldtvannsreker (Koeller *et al.* 1995) og i Storbritannia er teinefisket etter *P. serratus* lukerativ. Et forsøksfiskeri etter fjordrekene *Palaemon adspersus* og *Palaemon elegans* utenfor Danmark har gitt gode resultat (Pedersen 2006), mens foreløpig har forsøkt på dette langs Norskkysten ikke hatt suksess (Larssen og Hansen 2007; Hansen 2002). Teinefangst er en mer skånsom fangstmetode en trål og undersøkelse av blodparameter viser at denne fangstmetoden gir lavere stressfaktor for dyrene som igjen gir bedre kvalitet på fangsten (Ridgway *et al.* 2006).

Solding av reker er i dagens fiskeri vanlig fangstbehandling for å sortere konsumreker fra industrireker. Forsøk viser at en slik håndtering er med på å øke dødeligheten til rekene med 4-7 %. I tillegg øker også soldingen antall reker med vitalitet 2. Skade på rekene er synlig etter ca 1 døgn, og kjennetegnes med at deler av eller hele halen blir melkehvitt og at svømmeevnen til rekene er redusert. Denne type skade er dokumentert hos flere skalldyrarter (Ridgway *et al.* 2007; Nash *et al.* 1987; Rigdon og Baxter 1970), og beskrives som IMN (Ideopathic muscle necrosis). Det er dokumentert to mulige årsaker til denne type skade på kreps; fysiske skade som følge av tråling og håndtering, og oppbevaring i luft (Ridgway *et al.* 2006). I oppdrett, hos ferskvannsreken *Macrobrachium rosenbergi* utvikler sykdommen seg som en følge av høy tetthet i merdene og for lav metning av oksygen i vannet (Nash *et al.* 1987). Skånsom fangstbehandling, god vannkvalitet og tilfredsstillende oksygeninnhold vil derfor være med på å øke kvaliteten på fangsten. Reker kan overleve med en oksygenmetning på inntil 50 % i en kort periode (Larssen 2007). Hvorvidt dette påvirker kvaliteten på reken er derimot ikke dokumentert.

Hos kreps skjer det en økt bakteriologisk aktivitet som følge av IMN. Total kim hos kreps uten synelig skade var på $2,9 \times 10^4$ cfu/g, mens det hos kreps med IMN var en økning til $6,1 \times 10^6$ cfu/g (Ridgway *et al.* 2007). I tillegg var det en endring i lukt ved disseksjon av rå kreps med IMN. Det ble gjennomført en sensorisk analyse av reker med 24 timers IMN. Rekene ble kokt i saltvann før undersøkelsen. Panelet kunne ikke kjenne forskjell på kokte reker med IMN kontra kokte friske reker. Rekene fikk også god krøll på halen og så bra ut. Det kan dermed se ut som at reker med IMN kan benyttes innenfor en gitt periode. Dette forutsetter et lavt kimtall og tilfredsstillende holdbarhet.

Det er ikke dokumentert om kreps kan reversere IMN. Hovedsakelig dør krepsen etter inntil 2 døgn etter at IMN har oppstått (Ridgway *et al.* 2007). Det samme ser en hos reker. Avhengig av omfanget av IMN dør reker etter en viss periode. Langtidslagring av reker i ideell temperaturs viser at reversering av skaden ikke skjer.

Ammoniakk er et av avfallstoffene til tiftokreps i tilknytning til respirasjon. Ved anaerob metabolisme lagres denne i blodet, mens tiftokrepsen ellers kvitter seg med det over gjellene. I de grunnleggende forsøkene ble utskillelse av ammoniakk ved ulike temperaturer dokumentert. I samsvar med økt oksygenforbruk, økte også utskillelsen av ammoniakk ved økende temperaturer. Det er en økende gradient i ammoniakksutskillelse ved 2, 5, 10 og 15 °C med hensyn til tid, med gjennomsnittlige utskilling på 27,9, 33,7, 80,6, og 171,6

$\mu\text{mol/kg/min}$. Ved 15 °C kan det virke som om rekene de første 24 timene er i en dvale lignende tilstand med ammoniakkutskillelsen på linje med 10 °C, deretter skjer en brå økning de neste 24 timene. Årsaken til dette er uviss, men ved å sammenligne tallene for oksygenforbruk og ammoniakk utskilling samtidig som en ser på dødelighetstallene så kan mye tyde på at rekene går inn i en dvale på grunn av den raske temperaturforandringen. Tilsvarende dvale ble observert når rekene ble kjølt ned til under 0 °C i feltforsøk. Hvor høy toleransegrense rekene har for ammoniakk før det går ut over dødeligheten ble ikke skikkelig dokumentert da temperaturene og håndteringen nok har vel så mye og si for overlevelsen. Undersøkelser gjennomført på hvit stillehavsreke (*Litopenaeus vannamei*), viser at lagring i opp til 96 timer i ammoniakksentrasjoner opp 277,67 $\mu\text{mol/l}$ ikke påvirker overlevelsen (Li *et al* 2006). Ved 2 og 5 °C var dødeligheten i dette forsøket minimal, og da ble det registrert ammoniakkverdier over 1000 $\mu\text{mol/l}$.

Ved innsamling av råstoff både på felt og i de grunnleggende forsøkene var det et stort antall av de minste rekene som gikk gjennom skallskifte. Dette gjorde rekene svært skjøre. Om skallskiftet var naturlig eller om det ble fremprovosert av miljøendring og forandring i temperatur er usikkert. Tidligere undersøkelser viser at reker som ikke er eggberende skifter skall flere ganger i året og skallskiftet reguleres av fødetilgang og temperatur (Shumway *et al.* 1985, Bergstrøm 2000). I sommerhalvåret skifter også kjønnsmodne horeker skall en rekke ganger før de på nytt blir eggberende ut på høsten. Et fiskeri etter reker på sommeren vil derfor kreve mer skånsom fangst og fangstbehandling en reker fisket om vinteren rett før larveklekking. Undersøkelser gjennomført på kreps viser at tre av fire registrert dyr med skade var fangstet rett etter skallskifte eller før skallet var skikkelig hardt (Ridgway *et al.* 2006).

Oppbevaring av levende reker i konteiner er plasskrevende. Det er derfor viktig med god tetthet i kassene slik at kg/l er høyest mulig. Hos andre tifotkrepsere er interaksjon mellom individene et problem og dyrene må enten pakkes i separate bur eller bandes over klørne. Dette er tidkrevende og gir økt håndtering av dyret. Grunnvannsreken *P. serratur* omsettes levende til det spanske markedet. Disse pakkes i ¼ dels fulle kasser (Jacklin 2007). Forsøk gjennomført på dypvannsrekern viser at det ikke er forskjell på dødelighet etter 3 døgn på reker pakket tett i kasser kontra de som svømte fritt i kar. Forsøkene ble gjennomført med optimal vannkvalitet og for at resultatet skal bli bra er det viktig å sikre god vanngjennomstrømming i konteinerenhetene. Fahy og Gleeson (1996) advarer mot høy tetthet av reker over lang tid siden kannibalisme da er utbredt.

Det er altså flere faktorer som påvirker dødeligheten til rekene og som dermed vil være med på å senke lønnsomheten i et fiskeri etter levende reker. På sommeren vil stressfaktorer som transport gjennom varmere vannmasser og påvirkning av sol og luft om bord i båten påvirke kvaliteten på rekene, skallskifte kan oppstå og forringe kvaliteten og nedkjøling av vannmassene vil gi merkostnader. På vinteren vil temperatur ikke være et problem og i tillegg vil rekene da ha hardt skall som tåler mye. Likevel vil lang tråltid redusere kvaliteten på rekene så fisker må belage seg på merarbeid i forbindelse med hyppigere haling og setting. En forutsetning for fiskeriet må derfor være merverdi på produktet.

Lønnsomhetskalkylen for både mottaksanlegg og båt viser at investeringene for et fiskeri og mottak ikke trenger å være store når fokuset er enkel mellomlagring i en begrenset periode. Fordelene med levende leveranser er flere. Blant annet kan mottaksanleggene da kan koke reker i egne lokaler med godkjenning markedet krever. Dette vil åpne for eksport til blant annet Storbritannia. Per i dag er interessen for kaldtvannsreker i markeder som Storbritannia og Frankrike voksende og potensial for omsetting av kokte og rå ferske reker av god kvalitet er god (Kjerstad og Staurset 2009).

Et annet argument for levende leveranser er at mottaksanleggene kan bufre markedet 1-2 dager. Blant annet kan dette være positivt i forhold til leveringsforutsigbarhet og god relasjonsbygging mot kundemassen. I tillegg vil dette kunne gi en stor økonomisk gevinst dersom reker som normal ville bli solgt til det svenske markedet, minstepris 34 kr i 2008, i stede kan selges til innlandsmarkedet minstepris 65 kr i 2008. Gjennomsnittelig prispåslag til både fisker, 2,86 kr, og mottaksanlegg, 16,96 kr, vil da være innefor rekkevidde. Et siste argument for levende reker er at dette kan åpne for helt nye produktspekter i en liten sesong om året. Levende reker til restaurantmarkedet kan være en nisje og en kuriositet for enkelte restauranter. Holtegaard (2007), viser til at omsetting av levende grundtvannsreker i Spania er et godt innarbeidet nisjeprodukt som omsettes for svært høye priser.

Det å etablere et nytt fiskeri og produkt, samtidig som logistikk og marked må utvikles for å ta mot produktet er krevende. Det vil derfor være viktig å ha et realistisk og nøkternt syn på mulighetene. Selv om lønnsomheten kan forsvares vil det alltid være en økt risiko når en skal jobbe med levende organismer kontra kokte eller frysede varer. Til tross for dette kan levende reker gi grunnlag for flere nye spennende produkter i tillegg til at en kan ha større forutsigbarhet mht. levering av allerede innarbeide produkter til kjente markeder.

5 Konklusjon

- Grunnleggende undersøkelser viser at reker tåler dårlig sjøtemperaturer høyere enn 10 °C. Det er derfor ikke anbefalt å lagre reker i temperaturer over dette.
- God vannkvalitet virker forebyggende i forhold til stress. Grunnleggende undersøkelser viser at reker tolererer både lavt oksygeninnhold (50 % metning) i vannet og høye ammoniakkverdier (2000 µmol/l), men litteratursøk viser at lav oksygenmetning over tid kan forårsake hvithaler (IPN). Det anbefales derfor en oksygenmetning på minimum 70 %.
- Transport av levende reker fra felt til mottak er mulig. Dette gjelder spesielt når vann- og lufttemperaturene er lave og rekene har god kondisjon. Etter 1 døgn mellomlagring er dødeligheten lav. Levende lagring forutsetter begrenset tråltid og skånsom fangsthåndtering.
- Mellomlagring og kondisjonering av trålte reker over 24 timer krever videre utvikling av fangst og lagringsmetodikk. Foreløpig er dødeligheten for stor pga senskader etter tråling og skallskifte. Innenfor et vindu på 48 timer etter fangst viser sensoriske tester at skadede reker har like god sensorisk kvalitet som friske.
- Tetthet og volum i kassene har ingen betydning for overlevelsen de første 3 døgnene etter fangst.
- For at fangst og salg av levende reker skal være lønnsomt må både fisker og mottaksanlegg få et prispåslag på levert vare. For at et budsjett skal gå i balanse etter 5 år må dette påslaget settes til gjennomsnittelig 2,86 kr/kg for fisker og 16,96 kr/kg for mottaksanlegg. Dette kan oppnås ved eksempelvis bufring av marked i enkelte perioder.
- Levende reker gir mulighet til omsetting av en rekke nye produkter som:
 - Kokte, BRC godkjente fersk eller MAP pakkede reker.
 - Ferske rå reker.
 - Levende reker.

I tillegg er det også mulig å bufre markedet ved kortidslagring av levende reker på land, for så og selge de som kokte reker.

6 Videre arbeid

Markedsuttesting og produktprofilering

Produkt i fra reker levert levende til mottak kan ha potensial i enkelte nisjemarked. Blant annet kan rekene:

- kokes i BRC godkjente anlegg og selges fersk eller MAP pakket
- selges ferske rå
- pakkes og omsettes levende

Uttesting av disse på blant annet restaurantmarkedet i Norge og eventuelt de andre nordiske landene, før uttesting i det franske og engelske markedet, kan være aktuelt. Merking og profilering av produktene bør følge de krav markedet nå setter.

Aktuelle samarbeidspartner: Møreforsking, Lyngen reker, Sirevåg AS, MS Trygg og Eksportutvalget for fisk.

Redskapsutvikling og uttesting av mellomagringsenheter.

For å senke risikoen i et fiskeri etter levende reker er det nødvendig å tilpasse redskap og fangstteknikk for å sikre god overlevelse og kvalitet på råstoffet. I en videreføring vil det derfor være aktuelt å teste ut eksisterende utstyr beregnet for skånsomt fiskeri og tilpasse dette til rekefiske. Uttesting av lerrettsduk ved ombordtaking kan også være av interesse da dette trolig vil gi mindre klemskader på reken.

Mellomagringsenheter beregnet for levende transport av reker finnes per i dag på markedet. Aqualife i Danmark har utviklet containere for mellomlagring av levende marine arter. Containerne kan brukes både i båt og på land og under eventuell videre transport med bil. Nedkjøling, resirkulering og rensing av vann skjer automatisk i containerne.

Aktuelle samarbeidspartner: Norges fiskarlag, Møreforsking, Havforskningsinstituttet, Aqualife, MS NOR og MS Trygg.

7 Referanse

- Allan, E.L., Froneman, P.W., Hodgson, A.N (2006) Effects of temperature and salinity on the standard metabolic rate (SMR) of the caredean shrimp *Palaemon peringueyi*. Journal of experimental marine biology and ecology 337, 103-108.
- Anon_a (2007) Havets ressurser og miljø. Havforskningsinstituttet.
- Anon_b (2007) Fangstbehandling av reker, hygiene og kvalitetskontroll. Informasjoneneutvalget for reker.
- Anon (2009) Landings- og sluttseddelregisteret til fiskeridirektoratet.
- Aschan, M., B. Ådlandsvik and S. Tjelmeland (2000) Spatial and temporal patterns in recruitment of shrimp (*Pandalus borealis*) in the Barents Sea, *ICES CM 2000/N:32*, p. 19pp.
- Bergstrøm, B. (2000). The biology of *Pandalus*. *Advances in marine biology* 38, 55-256
- Bjørklund, O. og Bendiksen, B. (2005). Status og veivalg for norsk rekeæring. Fiskeriforsking rap.nr 18/2005.
- Daoud, D, Chabot, C, Audet, C. and Lambert Y. (2007) temperature induced variation in oxygen consumption og juvenil and adult stages of northern shrimp, *Pandalus borealis*. Journal of experimental marine biology and ecology 347, 30-40.
- Davis, A. S. (1983) The pandalid shrimp pot fishery of cook inlet, Alaska- from the initiation of the fishery through the spring of 1983. Department of fish and game, state of Alaska.
- Fahy, E. and Gleeson, P. (1996) The commercial exploitation of shrimp (*palaemon serratus*) in irland. Irish Fisheries Investigations, NS 1 28 pp.
- FHF (2005) Infoskriv fra FHF. Tiltakspakke for reker 2005.
- FHF (2007) Infoskriv fra FHF. Rå pillede reker – nytt produkt for norsk rekeindustri.
- Garcia, E. G. (2007) the northern shrimp (*Pandalus borealis*) offshore fishery in the northeast atlantic. *Advances in marine biology* vol 52, 265 p.
- Hanssen, H. Ø. (2002) Teinefiske etter reker i Tanafjorden. Fiskeriforsking rapp.nr. 22.
- Holtegaard, L. (2007) Fjordrejer som fiskeriressurs i Limfjorden. Dansk skalldyrcenter. 94s.
- Hunter, D. A., Uglow, R. F. 1990. A technique for the measurement of total ammonia in small volumes of seawater and hemolymph. *Ophelia*, 37: 31-40.
- Hvingel, C. (2008) Havets ressurser og miljø, kapitel 1.5.6, Økosystem i Barentshavet, reke. Havforskningsinstituttet, ISSN 08020620, s 56-57.

Jacklin, M., Combes, J. 2007. The Good Practice Guide to Handling and Storing Live Crustacea. Publication from Sea Fish Industry Authority. 151 pp.

Kjerstad, M. og Staurset, M. (2009) Markedsmuligheter for norske kaldtvannsreker. Møreforskning rapp.nr. 0906

Koeller, P.A., King, M., Newell, M.B., Newell, A. and Roddick, D. (1995) An Inshore Srimp Trap Fishery og Eastern Nova Scotia. Canadian Technical report of fisheries ans Aquatic Science no. 2064.

Larsen, Wenche Emblem og Stig Tuene: Teinefangst av reker. Møreforskning Ålesund. Rapport nr. Å 0709

Larsen, W. E. (2007) Innledende forsøk på dypvannsreken (*Pandalus borealis*). Møreforskning Ålesund, notat 02/07.

Larsen, W.E og Hagen. R (2007) Teinefangedt reker, forundersøkelse. Møreforskning. Rapp.nr. 0709

Li, E., Chen, L., Zeng, C., Chen, X., Yu, N., Lai, Q. and Qin, J.G (2007) Growht, body composition, respiration and abient ammonia nitrogen tolerance of the juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at different salinities. Aquaculture 265, p 385-390.

Magnussen, O.M., Gullsvåg, P.E., Clausen I.C. og Esaiassen M. (2008) Tining av fryste reker til pilling. Sintef energiforskning AS. TR F6691

Milligan, R.J., Albalat, A. Atkinson R.J.A. and Niel D.M (2009) The effect of trawling on the physical condition of the Norway lobster *Nephros norvegicus* in relation to seasonal cycles in the Clyde Sea area. International Council for the Exploration of the Sea. Oxford Journals.

Nash, G. Chinabut, S and Limsuwan C. (1987) Idiopathic muscle necrosis (IMN) in the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* de Man, cultured in Thailand. Journal of Fish Diseases, Volume 10, Issue 2 , Pages109 – 120

Pers. med. Willy Bjerkvoll: Sanden skalldyr, Rekdalen.

Pers. med. Jon Jakobsen: Markedsansvarlig Domstein Enghav.

Pers. med. Fredrik Vesli: Kosulent ved innovasjon Norge, Paris.

Pers. med. Jonny Mong: Skipper på forsøksbåten MS NOR.

Pers. med. Steinar Berntsen: Selger ved Sirevåg AS.

Pers. med. Tor Kristian Sirevåg: Direktør ved Sirevåg AS.

Pers. med. Rune Vegsundvåg: Akvarist på atlanterhavsparken.

Ridgway, I. D., Stentiford, G. D., Taylor A. C., Atkinson, R. J. A., Birkbeck, T. H., and Neil, D. M. 2007. Idiopathic muscel necrosis in the Norwegian lobster, *Nephros norvegicus* (L): Aetiology, pathology og progression to bacteraemia. Journal of fish Diseases 30, 279-292.

Ridgway, I. D., Taylor, A. C., Atkinson, R. J. A., Chang, E. S., Neil, D. M. 2006. Impact of capture method and trawl duration on the health status of the Norway lobster, *Nephros norvegicus*. Journal of experimental marine Biology and ecology 339, 135-147.

Rigdon, R.H and Baxter K.N. (1970) Spontaneous necrosis in muscels of brown shrimp *Penaeus aztecus* Ives. Transactions of the American fisheries society 3, 383-387.

Woll, A. K. (2008) Protocol on Best Practice. Handling, grading and storage on-board fishing vessel. Deliverabel 2.1, CrustaSea.

Woll, A.K. (unpublish data) Oxygen consumption rates for edible crab (*Cancer pagurus*) related to seasonal and diurnal cycle.

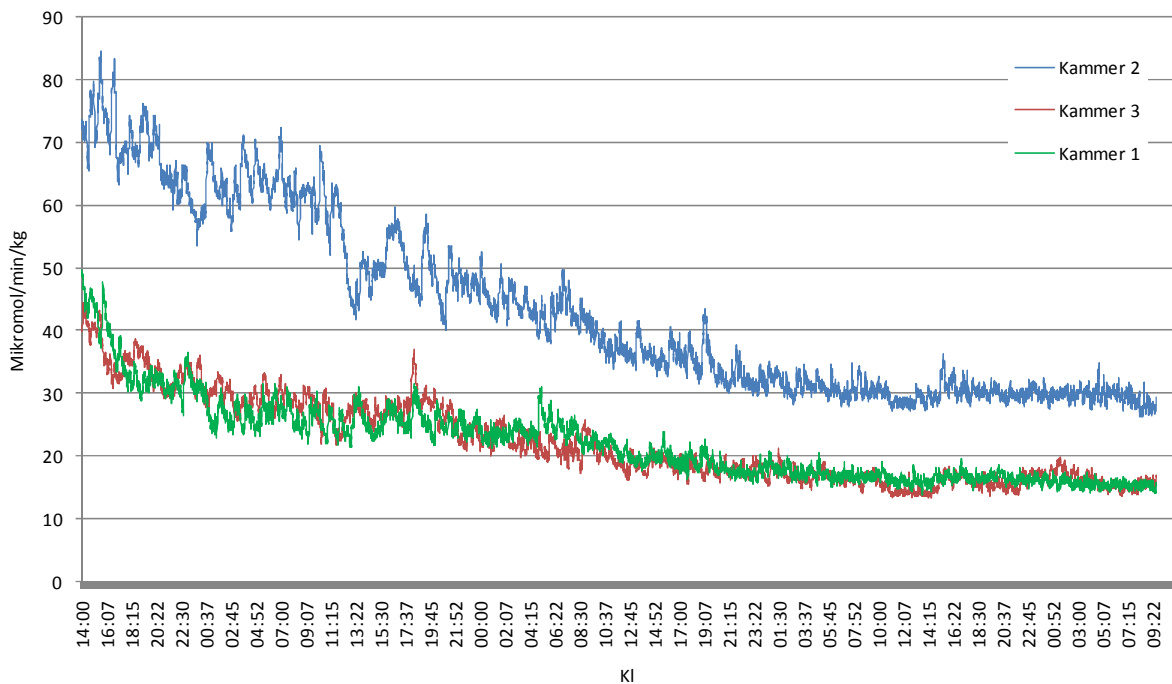
Woll, A. K., Larssen, W. E., Dyb, J. E. 2006. Levende lagring av taskekrabbe (*Cancer pagurus*). Toleranse ved lagring i luft sett i forhold til temperatur og tid. Møreforskning Ålesund. Rapport nr. Å0612. 26 s.

8 Vedlegg

8.1 Vedlegg 1- Oksygenforbruk rådata.

2 ° forsøket

Oksygenforbruket for 2 °C er vist i figur A. Målingene i kammer 2 var betydelig høyere enn for de to andre og er utelatt i videre beregninger. Forbruket var størst ved innsetting, og så ikke ut til å stabilisere seg før etter 10 timer. Etter vel ett døgn faller forbruket videre og viser stabilitet etter 3 døgn fra oppstart. Forbruket begynte på ca 45 mikromol/min/kg, og falt ned til vel 15 mikromol/min/kg ved forsøkets slutt. Det var ingen dødelighet i forsøket.

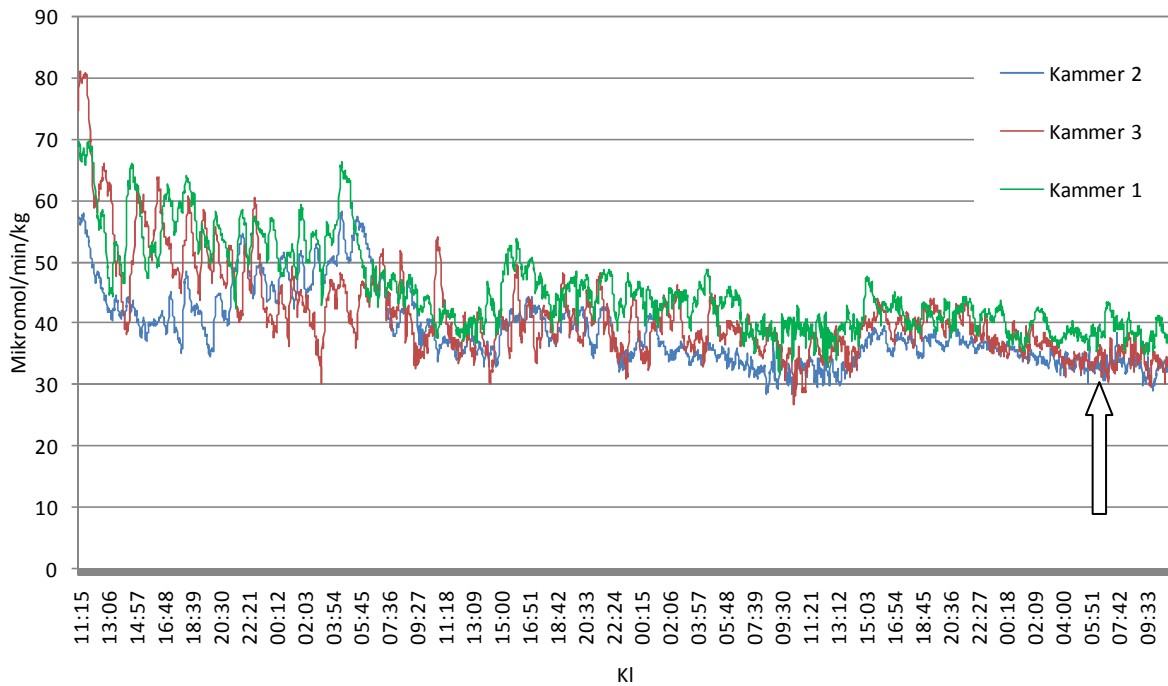


Figur A Oksygenforbruk i de tre kamrene for vanntemperatur på 2 °C.

5 ° forsøket

Oksygenforbruket for 5 °C er vist i Figur B. Forbruket var størst ved innsetting, og så ikke ut til å stabilisere seg før etter 20 timer. I de to døgnene som følger kan det se ut til at forbruket svinger med døgnen, og det oppstår en topp tidlig kveld og minst forbruk tidlig morgen. I starten var forbruket helt opp i 80 mikromol/min/kg, og det laveste forbruket ble registrert de to siste morgenerne ned til 30 mikromol/min/kg. Ved avslutning av forsøket ble det funnet 6 døde reker av totalt 90. Ved siste kontroll kl 07:20 ble det ikke visuelt sett noen døde reker.

For å henvise til at det er samsvar mellom målingene er rådataene for 5 °C vist i appendiks. Disse målingene blir korrigert for sondeavvik, salinitet, biomasse og vannflow.

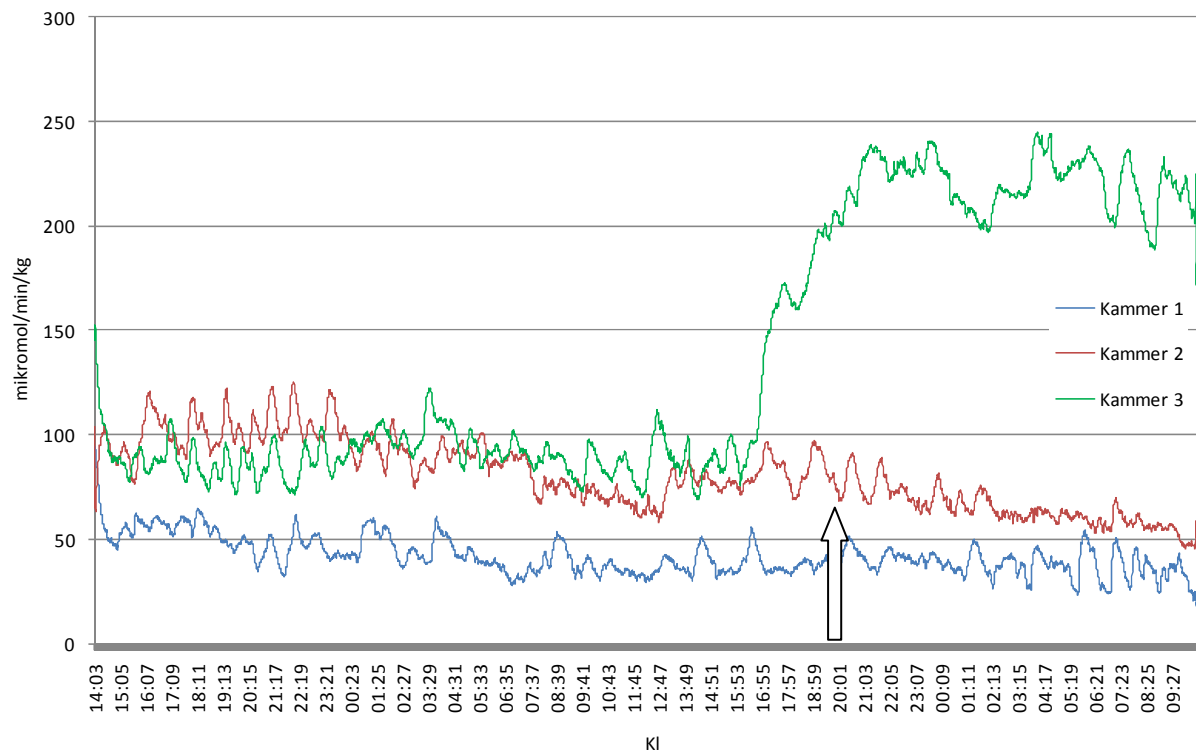


Figur B Oksygenforbruk i de tre kamrene for vanntemperatur på 5 °C.

10 ° forsøket

Oksygenforbruket for 10 °C er vist i Figur . Målingene i kammer 1 var lavere enn for de to andre og er utelatt i videre beregninger. Det oppstod også en tetting i et av rørene på kammer 3 kl 16 den andre dagen. Dette gav en redusert flow, og målingene for dette kammeret er utelatt etter nevnte tidspunkt. Forbruket ligger jevnt den første 10 timene, men faller deretter noe. 2 timer etter starten finnes det største forbruket som kom opp mot 125 mikromol/min/kg. Helt på slutten av måleperioden ble det laveste forbruket funnet I starten var forbruket helt opp i 80 mikromol/min/kg, og det laveste forbruket ble registrert de to siste morgene ned til 30 mikromol/min/kg.

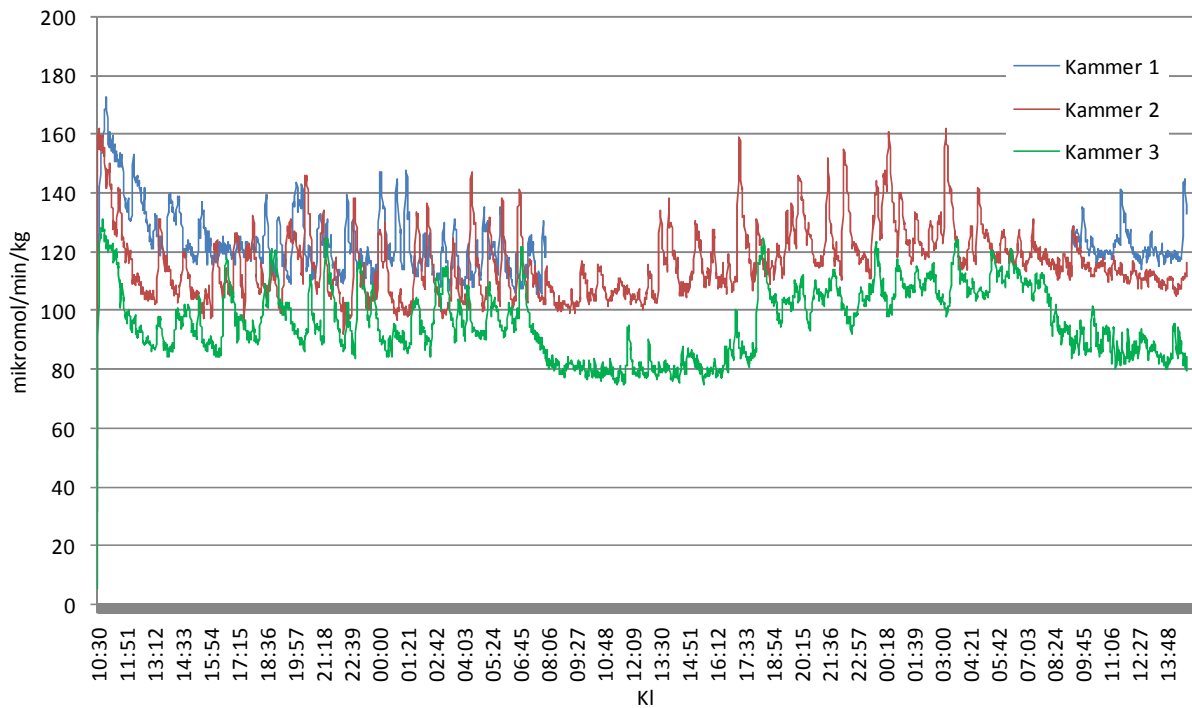
Ved avslutning av forsøket ble det funnet 13 døde reker av totalt 90. Ved siste kontroll kl 19:55 dag 2 ble det ikke visuelt sett noen døde reker. Det var kun kammer 2 som var med i beregningene den siste perioden og her ble det funnet 2 døde reker ved avslutning. Reduksjonen som skjer etter den siste kontrollen kan skyldes økt dødelighet. Den minste verdien på forbruk, som er sikker, blir ca 60 mikromol/min/kg registrert kl 12:50 dag 2.



Figur C Oksygenforbruk i de tre kamrene for vann temperatur på 10 °C.

15 ° forsøket

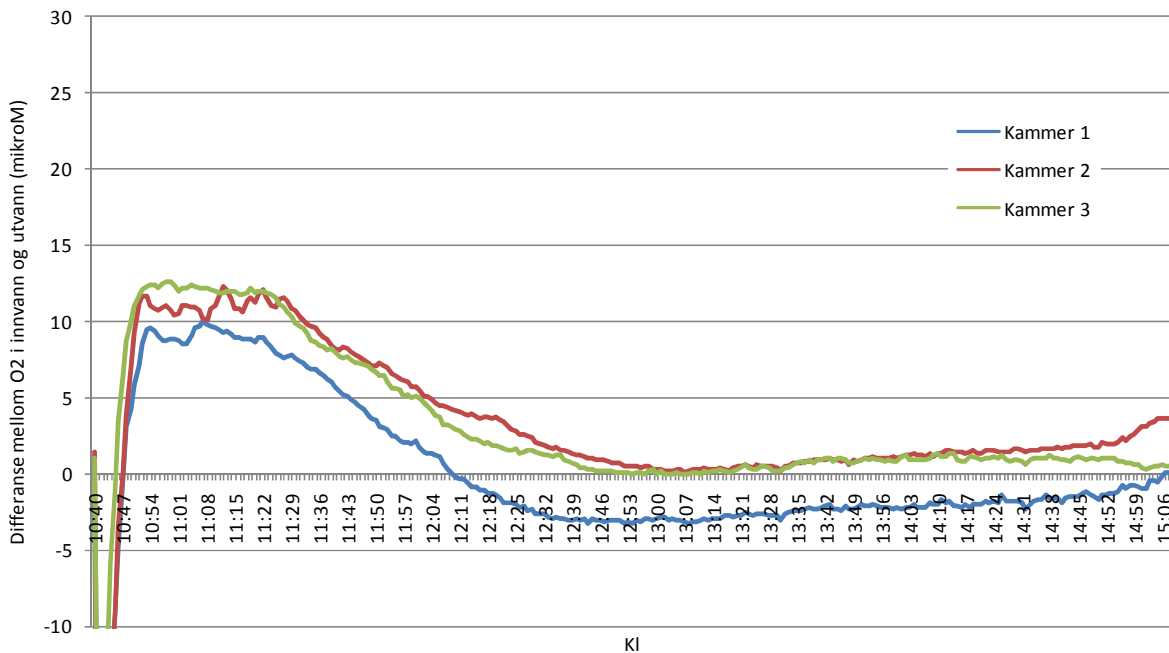
Oksygenforbruket for 15 °C er vist i Figur D. Målingene i kammer 1 falt ut i ca ett døgn midt i testingen. Forbruket var største ved innsetting, og ser til å stabilisere seg etter 3 timer. Kortidsvariasjonene er store, og svingte så mye som 50 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{kg}$ på under en time. De ble flere ganger i forsøket målt et forbruk opp mot 160 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{kg}$. Det ble registrert 4 døde av totalt 20 i hvert kammer etter endt forsøk.



Figur D Oksygenforbruk i de tre kamrene for vanntemperatur på 15 °C.

20 ° forsøket

Oksygenforbruket for 20 °C er vist i figur E. Forsøket startet opp kl 10:50, men dødeligheten her var stor. Etter ca en halv time faller differansen mellom inn og utvannet, som tyder på mindre forbruk av oksygen. I dette tilfellet er årsaken reker som dør, og etter en god time er det ikke lenger oksygenforbruk og alle reker er døde.



Figur E Oksygenforbruk i de tre kamrene for vanntemperatur på 20 °C. Det er her kun vist differansen mellom innvannet og utvannet.

8.2 Vedlegg 2 -Binomisk fordeling

c Binomisk fordeling

i. $p=1/2$ (Partest, Duo-trio-test)

ii. $p=1/3$ (Triangeltest)

Tabellen gir minste antall korrekte identifikasjoner (Triangeltest, Duo-trio-test), eller minste antall svar til det ene eller andre alternativet (Partest) som vi må ha for at $H_0=A=B$ skal forkastes.

| N | P1 | P2 | P3 | T1 | T2 |
|-----|----|----|----|----|----|
| 5 | 3 | 5 | | 4 | 4 |
| 6 | 4 | 6 | 6 | 5 | 5 |
| 7 | 5 | 7 | 7 | 5 | 5 |
| 8 | 7 | 7 | 8 | 5 | 6 |
| 9 | 7 | 8 | 8 | 6 | 6 |
| 10 | 8 | 9 | 9 | 6 | 7 |
| 11 | 9 | 9 | 10 | 7 | 7 |
| 12 | 9 | 10 | 10 | 7 | 8 |
| 13 | 10 | 10 | 11 | 8 | 8 |
| 14 | 10 | 11 | 12 | 8 | 9 |
| 15 | 11 | 12 | 12 | 8 | 9 |
| 16 | 12 | 12 | 13 | 9 | 9 |
| 17 | 12 | 13 | 13 | 9 | 10 |
| 18 | 13 | 13 | 14 | 10 | 10 |
| 19 | 13 | 14 | 15 | 10 | 11 |
| 20 | 14 | 15 | 15 | 10 | 11 |
| 21 | 14 | 15 | 16 | 11 | 12 |
| 22 | 15 | 16 | 17 | 11 | 12 |
| 23 | 16 | 16 | 17 | 12 | 12 |
| 24 | 16 | 17 | 18 | 12 | 13 |
| 25 | 17 | 18 | 18 | 12 | 13 |
| 30 | 20 | 20 | 21 | 14 | 15 |
| 35 | 22 | 23 | 24 | 16 | 17 |
| 40 | 25 | 26 | 27 | 18 | 19 |
| 45 | 28 | 29 | 30 | 20 | 21 |
| 50 | 31 | 32 | 33 | 22 | 23 |
| 60 | 36 | 37 | 39 | 26 | 27 |
| 70 | 41 | 43 | 44 | 29 | 31 |
| 80 | 47 | 48 | 50 | 33 | 35 |
| 90 | 52 | 54 | 55 | 37 | 38 |
| 100 | 57 | 59 | 61 | 40 | 42 |
| 110 | 63 | 65 | 66 | 44 | 46 |
| 120 | 68 | 70 | 72 | 48 | 50 |
| 130 | 73 | 75 | 77 | 51 | 53 |
| 140 | 79 | 81 | 83 | 55 | 57 |
| 150 | 84 | 86 | 88 | 58 | 61 |

N=antall forsøkspersoner eller antall prøvesett.

P1:Partest/Duo-trio-test (ensidig) på nivå 0.10

P2:Partest/Duo-trio-test (tosidig) på nivå 0.10, eller ensidig på nivå 0.05.

P3:Partest/Duo-trio-test (tosidig) på nivå 0.05, eller ensidig på nivå 0.025.

T1:Triangeltest på nivå 0.10

T2:Triangeltest på nivå 0.05

8.3 Vedlegg 3 - Lønnsomhetskalkyle

| Fisker | | | | | | | | |
|---|--|-------------------------------------|-----------------|---|----------------------------|-----------------------|---------------|---------------|
| Invistering | volum | kapasitet | kg | stkpris i kr | antall | totalpris invistering | | |
| kasser | 60x 40x 15 cm | 8 | | 280 | 60 | 16800 | | |
| kontainer | 1,2x 0,8 x0,6meter | | 150 | 5000 | 4 | 20000 | | |
| rørproplegg | | | | | | 10000 | | |
| totalt | | | | | | 46800 | | |
| Leveranse | pr levering | leveringer pr | uker pr år | Risiko % | totalt kg pr sesong | | | |
| kapasitet råstoff | 600 | 3 | 16 | 10 | 25920 | | | |
| Salg | gj.snittspris 20 | fangst (kg) | % risiko | % koketap | totalpris fangst pr sesong | | | |
| Normal avkastning av kokte reker | 57,2 | 28800 | | 5 | 1564992 | | | |
| Avkastning levende reker | 57,2 | 28800 | 10 | | 1482624 | | | |
| différanse | | | | | 82368 | | | |
| forutsetning | ekstrakostnader og -arbeid mht drifting, balanserer med besparelser i forhold til koking av reker om bord (gass, salt og arbeid) | | | | | | | |
| Utregning | | | | | | | | |
| nødvendig prispåslag på levende reker (kr) | 2,86 | reel kg pris etter risiko og påslag | 54,34 | * pris basert på gjennomsnittspris kokte reker 2008 (skagerakk) | | | | |
| Inflasjon per år fra år 3 | 5 % | | | | | | | |
| Salgsvekst eks inflasjon per år fra år 3 | 3 % | | | | | | | |
| Investering utstyr (kasser, kontainer, rør) | kr 46 800 | lån 50 % | lånerenter 6 % | | | | | |
| Sesong | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| NØKKELTALL RESULTATREGNSKAP | | | | | | | | |
| Sum driftsinntekter levende reker | 74 131 | 74 131 | 80 062 | 86 467 | 93 384 | 100 855 | 108 923 | 117 637 |
| différanse normal vs. levende | 82 368 | 82 368 | 82 368 | 82 368 | 82 368 | 82 368 | 82 368 | 82 368 |
| besparing utgifter salt og gass | (20 000) | (20 000) | (20 000) | (20 000) | (20 000) | (20 000) | (20 000) | (20 000) |
| økt utgifter i forbindelse med drift | 20 000 | 20 000 | 20 000 | 20 000 | 20 000 | 20 000 | 20 000 | 20 000 |
| Drifts resultat | (8 237) | (8 237) | (2 306) | 4 099 | 11 016 | 18 487 | 26 555 | 35 269 |
| Avskrivning på utstyr | 9 360 | 9 360 | 9 360 | 9 360 | 9 360 | 9 360 | 9 360 | 9 360 |
| Resultat før renter | (17 597) | (17 597) | (11 666) | (5 261) | 1 656 | 9 127 | 17 195 | 25 909 |
| Rentekostnader | 1 404 | 1 404 | 1 404 | 1 404 | 1 404 | 1 404 | 1 404 | 1 404 |
| Resultat etter renter | (19 001) | (19 001) | (13 070) | (6 665) | 252 | 7 723 | 15 791 | 24 505 |
| Skatt på ordinært resultat | (5 320) | (5 320) | (3 660) | (1 866) | 71 | 2 162 | 4 421 | 6 861 |
| Resultat etter skatt | (13 681) | (13 681) | (9 411) | (4 799) | 181 | 5 560 | 11 370 | 17 644 |
| Sesong | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Drifts resultat | -11 % | -11 % | -3 % | 5 % | 12 % | 18 % | 24 % | 30 % |
| Resultat før renter | -24 % | -24 % | -15 % | -6 % | 2 % | 9 % | 16 % | 22 % |
| Resultat etter skatt | -18 % | -18 % | -12 % | -6 % | 0 % | 6 % | 10 % | 15 % |

Resultat etter skatt

| Sesong | Resultat (kr) |
|--------|---------------|
| 1 | -13 681 |
| 2 | -13 681 |
| 3 | -9 411 |
| 4 | -4 799 |
| 5 | 181 |
| 6 | 5 560 |
| 7 | 11 370 |
| 8 | 17 644 |

Mottaksanlegg

| | | | | | | | | |
|---|---|-------------------|------------------|-----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| forutsetning | kalkylen gjelder omsetning av reker kokt på land ved mellomlagring i inntil 48 timer | | | | | | | |
| | innkjøpspris reker fra fisker er basert på snittpris for kokte reker i 2008 (tall fra skagerakk fisk) - risiko + påslag | | | | | | | |
| Utregning | | | | | | | | |
| | 1 sesong | 2 sesong | | | | | | |
| antall kg | 28800 | 57600 | | | | | | |
| | | differanse inn/ut | | | | | | |
| innkjøpspris reker | kr 54,34 | | | | | | | |
| utsalgspris reker a sortering | kr 71,30 | kr 16,96 | 23,8 % | | | | | |
| utsalgspris b sortering | 9,88 | | | | | | | |
| Inflasjon per år fra år 4 | 5 % | | | | | | | |
| Salgsvekst eks inflasjon per år fra år 4 | 3 % | | | | | | | |
| Investering utstyr (kar, pumpe, rørdredni | kr 150 000 | lån 50 % | | lånerenter 6 % | | | | |
| påslag emballasjekostnad pr kilo | kr 1 | | | | | | | |
| ÅR | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| NØKKELTALL RESULTATREGNSKAP | | | | | | | | |
| Sum driftsinntekter levende reker | 2 053 440 | 4 106 880 | 4 435 430 | 4 790 265 | 5 173 486 | 5 587 365 | 6 034 354 | 6 517 102 |
| kjøp råstoff | 1 564 992 | 3 129 984 | 3 380 383 | 3 650 813 | 3 942 878 | 4 258 309 | 4 598 973 | 4 966 891 |
| Risiko (10%) | 782 496 | 782 496 | 782 496 | 782 496 | 782 496 | 782 496 | 782 496 | 782 496 |
| salg av B sortert vare (9,88 kr kg) | (28 454) | (56 909) | (61 462) | (66 378) | (71 689) | (77 424) | (83 618) | (90 307) |
| økte driftskostnader (strøm, vann, husl | 126 000 | 126 000 | 136 080 | 142 884 | 150 028 | 157 530 | 165 406 | 173 676 |
| Markedsføringskostnader | 100 000 | 150 000 | 200 000 | 210 000 | 220 500 | 231 525 | 243 101 | 255 256 |
| 0,33 årsverk | 100 000 | 100 000 | 104 000 | 108 160 | 112 486 | 116 986 | 121 665 | 126 532 |
| Drifts resultat | (591 594) | (124 691) | (106 067) | (37 710) | 36 786 | 117 944 | 206 330 | 302 558 |
| Avskrivning på utstyr | 30 000 | 30 000 | 30 000 | 30 000 | 30 000 | 30 000 | 30 000 | 30 000 |
| Resultat før renter | (621 594) | (154 691) | (136 067) | (67 710) | 6 786 | 87 944 | 176 330 | 272 558 |
| Rentekostnader | 4 500 | 4 500 | 4 500 | 4 500 | 4 500 | 4 500 | 4 500 | 4 500 |
| Resultat etter renter | (626 094) | (159 191) | (140 567) | (72 210) | 2 286 | 83 444 | 171 830 | 268 058 |
| Skatt på ordinært resultat | (175 306) | (44 574) | (39 359) | (20 219) | 640 | 23 364 | 48 112 | 75 056 |
| Resultat etter skatt | (450 787) | (114 618) | (101 208) | (51 991) | 1 646 | 60 079 | 123 717 | 193 002 |
| Sesong | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Drifts resultat | -29 % | -3 % | -2 % | -1 % | 1 % | 2 % | 3 % | 5 % |
| EBIT margin | -30 % | -4 % | -3 % | -1 % | 0 % | 2 % | 3 % | 4 % |
| PAT - resultat margin | -22 % | -3 % | -2 % | -1 % | 0 % | 1 % | 2 % | 3 % |
| % av omsetning | | | | | | | | |

