

Storskalauttesting av lagringssystem for levende mellomlagring av kongsnegl

Sten Ivar Siikavuopio og Roy Inge Hansen





Nofima er et næringsrettet forsknings-konsern som skal øke konkurranse-kraften for matvareindustrien, herunder akvakulturnæringen, fiskerinæringen og landbruksnæringen. Konsernet omfatter tidligere Akvaforsk, Fiskeriforskning, Matforsk og Norconserv, og har ca. 430 ansatte. Virksomheten er organisert i fire forretningsområder; Marin, Mat, Ingrediens og Marked. Konsernet har hovedkontor i Tromsø og virksomhet i Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra og Averøy.

Hovedkontor Tromsø
Muninbakken 9–13
Postboks 6122
NO-9291 Tromsø
Tlf.: 77 62 90 00
Faks: 77 62 91 00
E-post: nofima@nofima.no

Internett: www.nofima.no



Vi driver forskning, utvikling, nyskaping og kunnskapsoverføring for den nasjonale og internasjonale fiskeri- og havbruksnæringa. Kjerneområdene er avl og genetikk, fôr og ernæring, fiskehelse, bærekraftig og effektiv produksjon samt fangst, slakting og primærprosessering.

Nofima Marin
Muninbakken 9–13
Postboks 6122
NO-9291 Tromsø
Tlf.: 77 62 90 00
Faks: 77 62 91 00
E-post: marin@nofima.no

Internett: www.nofima.no

Rapport

<i>ISBN:</i> 978-82-7251-648-1	<i>Rapportnr.:</i> 17/2008	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen
-----------------------------------	-------------------------------	--

<i>Tittel:</i> Storskalauttesting av lagringssystem for levende mellomagring av kongsnegl	<i>Dato:</i> 6. oktober 2008
	<i>Antall sider og bilag:</i> 16
<i>Forfatter(e):</i> Sten Ivar Siikavuopio og Roy Inge Hansen	<i>Prosjektnr.:</i> 20317
<i>Oppdragsgiver:</i> FHF, LUR-programmet	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> F. Jakobsen
<i>Tre stikkord:</i> Levende lagring, kongsnegl, dødelighet	
<i>Sammendrag: (maks 200 ord)</i> I de områdene hvor det pågår kommersielt fiske av kongsnegl i Norge, ligger fangstfeltene langt fra mottak og prosesseringsanlegg på land. Mottaks- og prosesseringsanlegg må derfor basere seg på å motta kongsnegl som er fisket over et stort område. Allerede i en tidlig fase i oppbyggingen av en næring er derfor behovet for levende mellomagring tydelig. I tidligere forsøk er det vist at kongsneglen har biologisk kapasitet under optimale forhold til å lagres ved høye vanntemperaturer (15 °C) i opp til 12 uker. I dag brukes det sekker for levende mellomagring av snegl. Denne lagringsformen har fungert svært godt når temperaturene har vært lave, men svært dårlig på sommeren når temperaturene har vært høye. Bakgrunn for de nye forsøkene var derfor behovet for kunnskap som sikrer høyest mulig overlevelse under levende mellomagring av kongsnegl ved høye temperaturer i lagringssekker. Det ble satt opp to storskalaforsøk med fokus på temperatur, vannstrøm og utforming av lagringsenhet for å se på overlevelse. Forsøkene viste at temperaturer på over 10 °C med dagens lagringsmetode vil føre til høy dødelighet. Ved å redusere lagringssekkens diameter og øke vannstrømmen klarer man å forbedre overlevelsen ved høye temperaturer.	
<i>English summary: (maks 100 ord)</i>	

Forord

Dette prosjektet er et LUR-prosjekt finansiert av FHF. Vi ønsker derfor å takke FHF for et konstruktivt og fint samarbeid i prosjektperioden. Spesielt rettes det takk til Frank Jacobsen som på en konstruktiv måte har deltatt i prosjektperioden. Videre takk til Alf Albrigtsen som med sin entusiasme og nettverk har hjulpet oss. En takk rette også til fisker Geir Ingolfsen, Nordic Intermaritim AS og Havbruksstasjonen i Tromsø for uvurderlig hjelp til gjennomføringen av prosjektet.

Innhold

1	Innledning	1
2	Material og metode.....	3
	2.1 Forsøksoppsett del 1.....	3
	2.2 Forsøksoppsett del 2.....	5
3	Resultater.....	7
	3.1 Forsøk del 1	7
	3.2 Forsøk del 2	10
4	Diskusjon	14
5	Referanser.....	16

1 Innledning

Kongsnegl (*Buccinum undatum*) er en kaldtvannssnegl, som på den østlige siden av Atlanteren har sin utbredelse fra Biscaya i sør til Barentshavet i nord. Kongsneglen finnes i varierende mengde langs hele norskekysten. Kongsneglen finnes på alle typer bunnsbunnsstrat, men er mest vanlig på bløt bunn (sand, silt og mudder). Kongsneglen er en predator som beiter på et stort spenn av byttedyr (børstemark, muslinger og pigghuder). Den er samtidig en åtseleter, noe som trolig er årsaken til at den lett lar seg fiske med agn. I motsetning til mange bunndyr har ikke kongsneglen planktoniske larver, noe som i kombinasjon med et stasjonært levesett gjør den sårbar for overbeskatning.

Fisket etter kongsnegl har pågått i flere land rundt Nord Atlanteren siden 50 tallet. I følge FAO, høstes kongsneglen kommersielt i Belgia, Frankrike, Island, Irland og Storbritannia (FAO 1997). I de land hvor kongsnegl fiskes er dette ofte et kystnært fiskeri, og det er hovedsakelig små båter som deltar. Kongsnegl har hittil vært en lite utnyttet ressurs i Norge. Også i Norge har vi en kystflåte av små båter som deler av året har ledig kapasitet, og hvor lønnsomheten til tider er dårlig. Det er derfor en økt interesse for "lite utnyttede kystnær ressurser" (eller såkalte LUR arter) som kan utnyttes av flåten av små båter.

I de områdene hvor det pågår kommersielt fiske av kongsnegl (f.eks Wales, Irland), ligger fangstfeltene relativt tett, og avstanden til mottak eller prosesseringsanlegg på land er liten. De undersøkelser som så langt er gjort i Norge tyder på at fangstfeltene ligger mer spredt.

Mottaksanlegg og prosesseringsanlegg må derfor basere seg på å motta kongsnegl som er fisket over et stort område. Allerede i en tidlig fase i oppbyggingen av en næring er derfor behovet for transport og levende mellomlagring tydelig.

I felleskap med norske kongsneglfiskere og produsenter er det fremkommet at de mest aktuelle metodene for levendelagring er sjøbasert lagringssystem. Enkelte fiskere har allerede gjort betydelige forsøk på egenhånd og besitter mye erfaring når det gjelder sjøbasert lagring (pers. med. Alf Albrigtsen). En felles erfaring er at oppbevaring i enheter som ligger på bunnen, gir høy dødelighet. Dødeligheten ser imidlertid ut til å reduseres når sekken løftes opp fra bunnen. Erfaring både fra Trøndelag og Finnmark viser at dødeligheten er betydelig høyere på sommeren sammenliknet med vinteren. Det kan være flere årsaker til dette. Temperatur eller saltholdighet kan være utenfor artens toleransegrense. Noen arter marin snegl, som f.eks *Nucella ostrina*, ser ut til å ha en stor toleranse for svingninger i temperatur (Dahlhoff et al. 2001). *N. ostrina* er imidlertid en art som lever i tidevannssonen og er derfor tilpasset store variasjoner i miljøfaktorer. Kongsneglen har et sublittoralt levesett som betyr at den stort sett befinner seg under lavvannsmærket. I sublittoralen er miljøet mer stabilt, og sublittorale arter er generelt mindre tolerante overfor svingninger i miljø enn arter som lever i tidevannssonen (Newell 1976, Newell 1979, Danford & Uglow 2001). Kongsneglen observeres ofte på dypere vann om sommeren, noe som kan tyde på at den oppsøker dypere vann og muligvis jevne miljøforhold. Innledende forsøk gjennomført av Siikavuopio, et al 2007, viste at kongsnegl klarer seg godt med temperaturer så høye som 15 °C under optimale betingelser.

Disse resultatene samsvarer dårlig med den høye dødeligheten som kommersielle kongsneglfiskere har opplevd ved lagring (pers.med. fisker Geir Ingolfson). (Bilde 1.)



Bilde 1 Lagringssekk for levendelagring av kongsegl utviklet av Geir Ingolfson.

En mulig forklaring på dødeligheten som er observert av fisker under lagring, kan være lagringsmetoden og ikke dyrenes biologiske kapasitet til å overleve.

På bakgrunn av disse observasjonene ønsket vi å se nærmere på egnethet til ulike lagringsenheter og mulighet for å forbedre overlevelse under levende mellomlagring av kongsegl.

2 Material og metode

2.1 Forsøksoppsett del 1

I del 1 ble runde lagringsposer med kongsnegl eksponert for ulik vanntemperatur. Oksygenivå og sjøtemperatur ble kontinuerlig logget, og ved oppstart ble sneglen veid inn. Ved avslutning ble levende og døde dyr sortert fra hverandre i en lengdestrømsrenne, og deretter veid ut.

Tid

- Inntaksdato den 21. september 2007
- Oppstart den 21. september 2007
- Avsluttet den 1. oktober 2007
- Varighet studie 10 dager

Måleutstyr

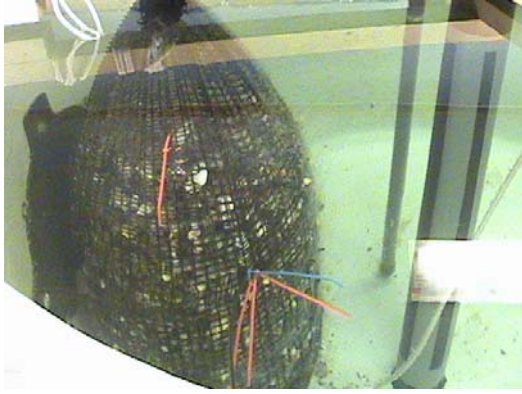
Til måling av oksygen og temperatur ble det benyttet Oksygard med loggfunksjon. Oksygenmåler ble plassert i senter av hver pose.

Fangst og leveranse av snegl

Kongsneglen var fanget med kommersielle Kina-teiner i sjøområdene utenfor Tromsø. Sneglen ble levert via båt ved det gamle sjøanlegget til Havbruksstasjonen i Tromsø. Dyrene var lagret i doble vedsekker på ca 40- 50 kg. Ved oppstart ble sneglene hentet fra sjø og satt inn i Havbruksstasjonens landanlegg.

Oppbygning av lagringsenhet

Lagringsposene var laget i dobbel notlin, med maskevidde 15 mm. Formen på posene var rund med en diameter på 45 cm og 60 cm, lengden var 110 cm. Posene var knyttet sammen med innsydd tau i hver ende (bilde 2).



Bilde 2 Viser lagringspose fylt opp med kongsnegl og forsøksoppsett.

Oppsett av lagringsposer i forsøk

I oppsettet ble det benyttet tre oppdrettskar på 900 liter nummerert fra 1 til 3 (bilde 2). Hvert kar var utstyrt med et 1 meter langt strålerør som var plassert i senter av karet. I hvert kar ble lagringspose plassert mellom senter og karetets yttervegg og holdt ca. 20 cm fra karetets bunn. Kar 1 fikk tilført naturlig temperert sjøvann, mens kar 2 fikk 12 °C og kar 3 fikk 16 °C oppvarmet sjøvann. Vannflow var satt til 30 l/min/kar. Strålerørene var stilt slik at det ikke skulle oppstå en sirkulær strøm i karet.

Akklimering

Kongsneglene som ble holdt ved høyest temperatur, ble akklimert til denne temperaturen over tre dager, ved en temperaturøkning på ca 2 °C/ dag.

Vurdering av dyrene etter lagring

For å skille mulige døde dyr fra levende dyr ved forsøkslutt ble det benyttet en lengdestrømsrenne med en kraftig vannstrøm. Fra tidligere forsøk ble det erfart at friske kongsnegl beveger seg mot vannstrøm og klatrer på vegg, mens døende eller døde dyr blir fraktet bakover i renna med vannstrømmen (bilde 3).



Bilde 3 *Sortering av snegle etter forsøkslutt i lengdestrømsrenne.*

2.2 Forsøksoppsett del 2

I del 2 ble kongsnegl i 2 x 3 ulike lagringsenheter eksponert for høy sjøtemperatur med ulik vannstrøm i forsøkskar. Oksygennivå og sjøtemperatur ble kontinuerlig logget, og ved oppstart ble sneglen veid inn. Ved avslutning ble levende og døde dyr sortert fra hverandre i en lengdestrømsrenne, og deretter veid ut.

Tid

- Inntaksdato den 17. april 2008
- Oppstart den 18. april 2008
- Avsluttet den 28. april 2008
- Varighet studie 10 dager

Måleutstyr

Oksygard med loggfunksjon, vannstrømmåler. Oksygenmåler ble plassert i senter av hver lagringsenhet.

Fangst og leveranse av snegl

Kongsneglen var fanget med kommersielle teiner i sjøområdene utenfor Bodø. Sneglen ble transportert med Hurtigruten til mottaksanlegget i Skjervøy, og videre med bil til Havbruksstasjonen i Kårvika. Dyrene var lagret i isoporkasser på 15-20 kg. På stasjonen ble de plassert over natt i 500 liters sirkulære oppdrettskar.

Oppbygning av lagringsenhet

Lagringsenhetene var utformet i vannfast finer (bunn og topp), revenetting og notlin. De sirkulære enhetene hadde en diameter på 45 og 60 cm, og en høyde på 40 cm. Firkantet enhet hadde en lengde på 94 cm, bredde på 30 cm og en høyde på 40 cm.

Oppsett av lagringsenheter

I oppsettet ble det benyttet 6 stk 500 liters kar, med vanntilførsel gjennom strålerør festet til karvegg (bilde 4). Lagringsenhetene ble tilfeldig plassert i respektive kar som ble justert slik at den sirkulære vannstrømmen var svak (0.4 cm /sek) eller sterk (4 cm /sek). Hvert kar fikk en vannflow på 30 l/ min. For mer detaljer se tabell 1.



Bilde 4 Viser forsøksoppsettet delprosjekt 2.

Tabell 1 Forsøksoppsett i del 2 av forsøket.

Kar	Lagringsenhet	Vannstrøm
1	Sirkel 45 diameter	Svak vannstrøm
2	Sirkel 60 diameter	Sterk vannstrøm
3	Sirkel 45 diameter	Sterk vannstrøm
4	Firkant	Svak vannstrøm
5	Sirkel 60 diameter	Svak vannstrøm
6	Firkant	Sterk vannstrøm

Akklimering

Kongsneglene som ble holdt ved høyest temperatur, ble akklimert til denne temperaturen over tre dager, ved en temperaturøkning på ca 2 °C/ dag.

Vurdering av dyrene etter lagring

Det ble benyttet samme metode for å skille døde dyr fra de levende som under forsøk del 1.

3 Resultater

3.1 Forsøk del 1

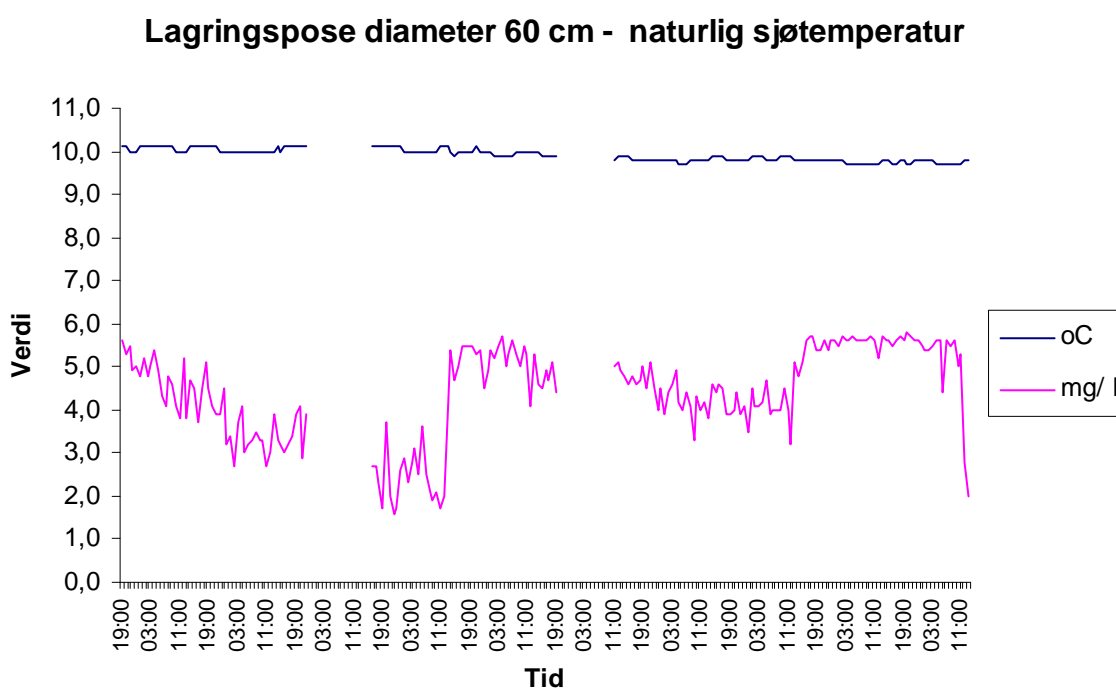
Forsøksdyr

Samme dag som kongsneglene ble landet ved Havbruksstasjonen i Kårvika ble kongsneglene tatt opp av sjø og plassert i forsøk. Det ble ikke funnet døde dyr under prosessen med å fylle de tre lagringsposene i forsøksoppsettet. Under tørrtransport fra sjø til forsøkskar (på ca. 15 minutter) ble det registrert at selv med små poser på 40- 50 kg var dyrene i bunnen av lagringssekkene eksponert for ei betydelig vektbelastning. Dette hadde høyt fokus under hele transporten, likevel ble det funnet noen dyr med skader på sneglehus. Enkelte hadde bruddskader i åpning mens andre hadde hull i veggen på sneglehuset.

Oksygennivå i lagringsposer

Allerede etter at kongsneglene ble plassert i sine respektive lagringsposer ble det registrert en betydelig reduksjon i oksygennivået inne i posene. De med høyest temperatur hadde som forventet de laveste oksygenverdiene. Denne forskjellen var vedvarende gjennom hele studien. I alle tre lagringsposene varierte også oksygennivået betydelig gjennom døgnet.

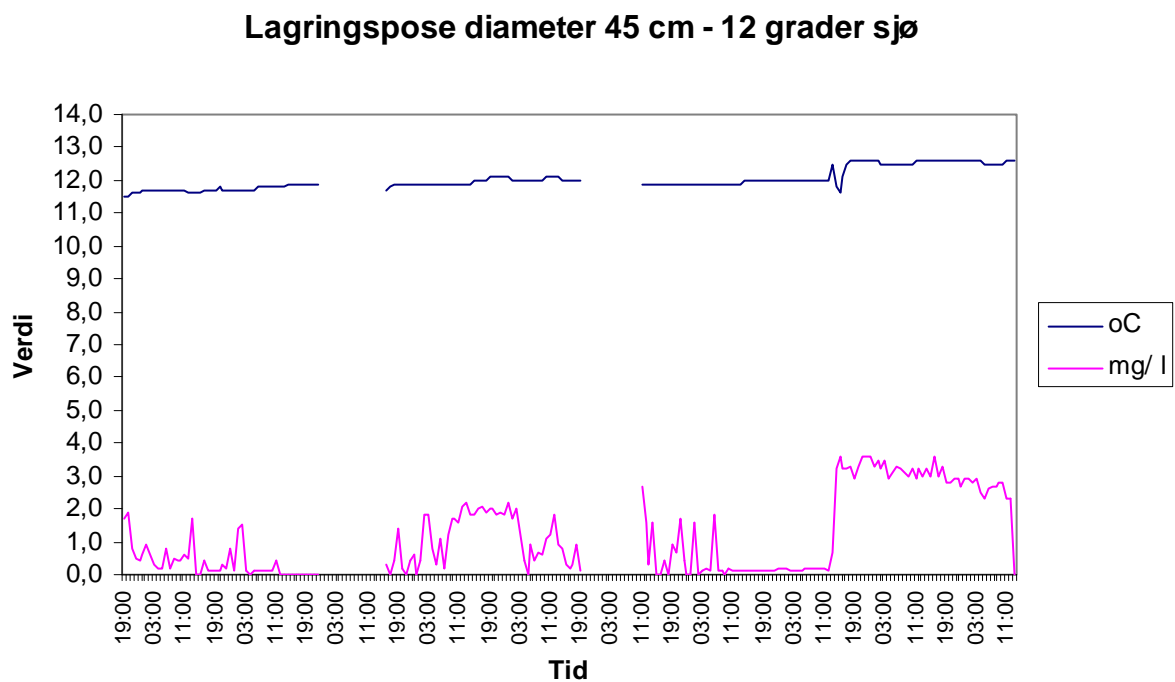
Fig 1. Viser temperatur og oksygennivå for kongsnegl lagret i pose med 60 cm diameter og naturlig sjøvannstemperatur.



Figur 1 Temperatur (°C) og oksygenverdi (mg/l) i senter av lagringspose.

Allerede i oppstarten av lagringen ble det registrert et fall i oksygenivået inne i lagringsenheten. Fra et oksygenivå på 7,2 mg/ l i omkringliggende vann falt nivået inne i posen i løpet av få døgn ned mot 2,0 – 4,0 mg/. Lengere ut i forløpet steg dette nivået noe og la seg mellom 4,5 og 5,5 mg/l.

Fig 2 Viser temperatur og oksygenivå for kongsnegl lagret i pose med 45 cm diameter og 12 grader sjøvann.

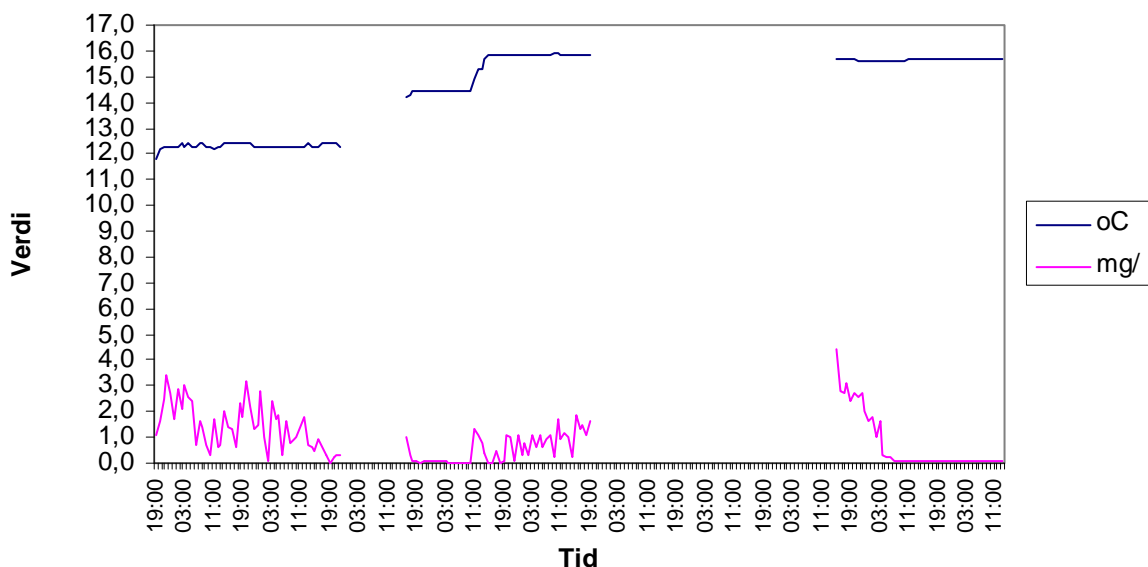


Figur 2 Temperatur (°C) og oksygenverdi (mg/l) i senter av lagringspose.

Sneglen lagret ved 12 °C ble plassert i en mindre lagringspose. Likevel ble det registrert en enda større reduksjon i oksygenivå sammenlignet foregående pose. Ganske umiddelbart falt oksygenverdiene under 2,0 mg/ l, med en variasjon fra 0,0 – 2,0 mg/ l i store deler av forløpet. Riktignok økte oksygenivået noe i slutfasen av forsøket.

Fig 3. Viser temperatur og oksygenivå for kongsnegel lagret i pose med 45 cm diameter og 16 grader sjøvann.

Lagringspose diameter 45 cm - 16 grader sjø



Figur 3 Temperatur (°C) og oksygenverdi (mg/l) i senter av lagringspose.

Ved 16 °C ble det registrert et lignende oksygenforløp som for sneglene lagret ved 12 °C. Selv om reduksjonen ikke var like stor i startfasen viste målingene utover i forløpet svært lave verdier fra to døgn etter forsøksstart. Ganske umiddelbart falt oksygenverdiene under 2,0 mg/ l, med en variasjon fra 0,0 – 2,0 mg/ l. I siste del av forløpet sviktet oksygenmåleren og noe av rådata gikk tapt. Etter skifte av måler ble det registrert noe høyere oksygenverdier i avslutningsfasen av forsøket.

Avvik: I dette oppsettet var det planlagt å bruke like store lagringsposer. Når forsøket skulle igangsettes ble det oppdaget at en av posene var av stor utgave, denne var planlagt brukt senere i studien. Det ble likevel valgt å fortsette, hvor da denne posen ble plassert i sjø med naturlig temperatur. Dette avviket har ikke fått konsekvenser for utfallet i forsøket.

I lagringspose med 16 °C oppstod det problemer med oksygenmåleren i forsøket. Det resulterte i at loggede data ble borte. Dette var for en periode på 51 timer, med logging hver time. Disse rådata var av interesse men ikke avgjørende for tolkningen av resultatene.

Dødelighet i lagringsposer

I forsøkets tre første dager virket tilstanden til sneglene i lagringsposene å være stabil. Fra posens overflate strekte sneglene ut sine traktrør for å forsyne vann til gjellene. Etter hvert endret situasjonen seg, spesielt i lagringsposene med 12 °C og 16 °C sjøvann. Det ble færre aktive snegler, og på posenes overflate etablerte det seg et organisk slimlag. Etter 7 dager var slimlaget så tykt at sirkulasjonen av vann gjennom posene syntes å kunne bli berørt. Det ble derfor foretatt en enkel rengjøring av posenes overflate. I de siste dagene av forsøket var det merkbart, spesielt utefra lukt, at en andel av sneglene var døde og var i ferd med å råtne.

Tabell 2 Dødelighet i lagringsposene etter endt lagring.

Dato	Handling	Lagringspose (60) nat. temp	Lagringspose (45), 12 °C	Lagringspose (45), 16 °C
21.09.07	Start; veid inn (kg)	138,1	108,0	108,0
01.10.07	Slutt; veid ut overlevende (kg)	102,8	25,6	45,5
Prosent overlevelse		74,4 %	23,7 %	45,5 %

Sneglene som ble lagret ved naturlig sjøtemperatur ca 10 °C hadde høyest prosent overlevelse, likevel var dette et frafall på ca. 26 %, som utgjorde i vekt 36 kg snegl. Ved 12 °C og 16 °C økte dødeligheten betydelig, der mer enn 50 % av dyrene døde. Noe uventet var dødeligheten høyest ved 12 °C sammenlignet mot 16 °C (tabell 2).

3.2 Forsøk del 2

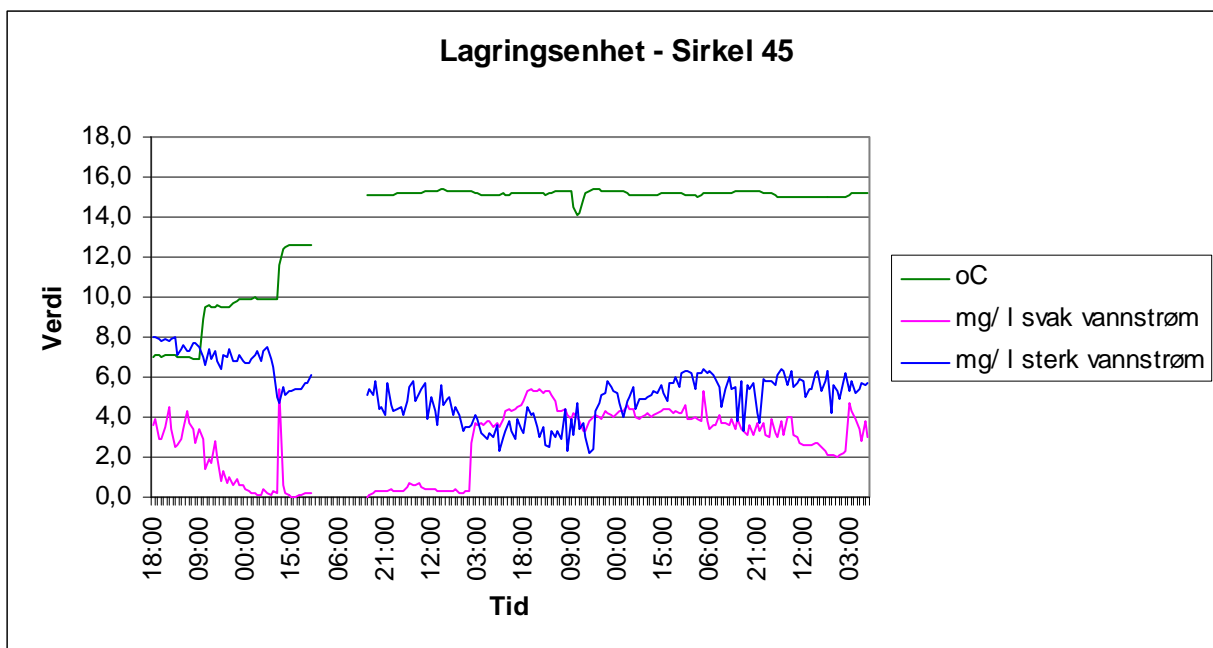
Forsøksdyr

Dagen etter at kongsneglen ble tatt inn ved Havbruksstasjonen ble dyrene plassert i de ulike lagringsenhetene. Det ble ikke funnet døde dyr under prosessen med å fylle de seks enhetene i forsøksoppsettet. Liksom i del 1 ble det funnet enkelte snegler med bruddskader i åpning (hus) eller i vegg på sneglehus. Allerede ved inntak ble det arbeidet med å akklimere dyrene til 15 grader sjøvann, og etter 3 dager var denne temperaturen nådd. Dyrene viste ikke noen klare tegn som kunne tyde på at de ikke taklet temperaturstigningen.

Oksygenivå i lagringsenheter

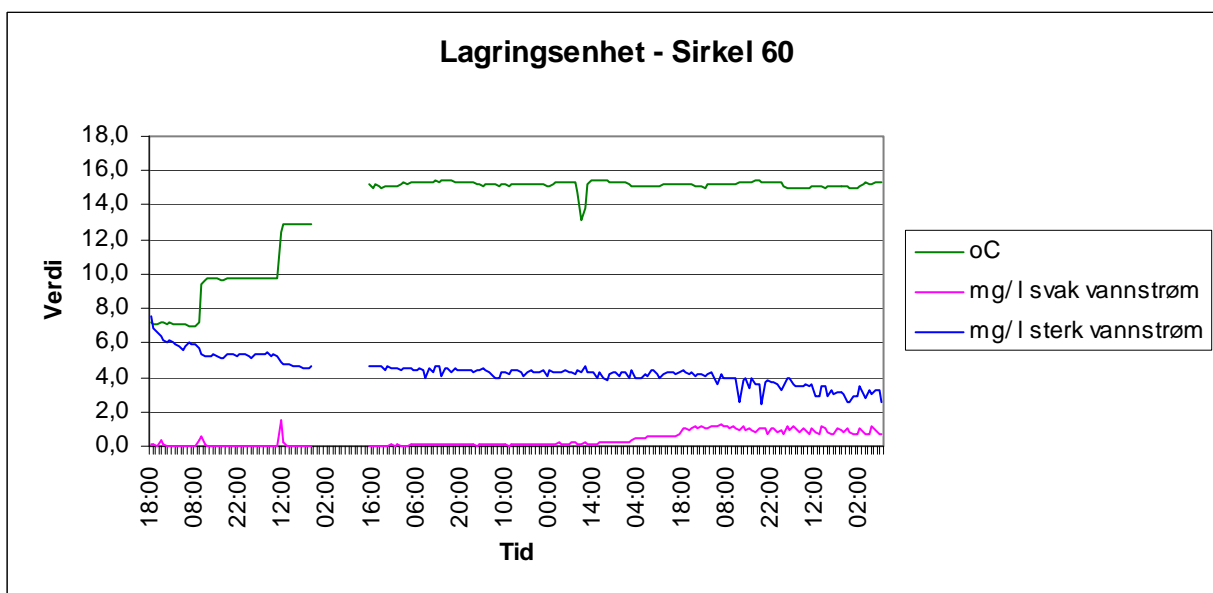
Allerede etter at kongsneglene var plassert i sine respektive lagringsenheter kunne man registrere et tydelig fall i oksygenivå. Spesielt hadde enhetene med lav vannstrøm kraftigst fall i oksygen innhold, med unntak av firkantet enhet som avvek. Denne klare forskjellen var vedvarende gjennom hele studien. Temperaturen på sjøvannet ble hevet trinnvis i de tre første dagene av studien for å nå en temperatur på 15 °C (+/- 0,3), denne temperaturen holdt tilfredsstillende stabil gjennom hele perioden med unntak av et dropp på ca. 1 °C over et kort tidsrom.

Figur 4. Viser temperatur og oksygenivå ved sterk og svak vannstrøm i sirkulær lagringsenhet med en diameter på 45 cm.



Figur 4 Viser temperatur og oksygenivå ved sterk og svak vannstrøm i sirkulær lagringsenhet med en diameter på 45 cm.

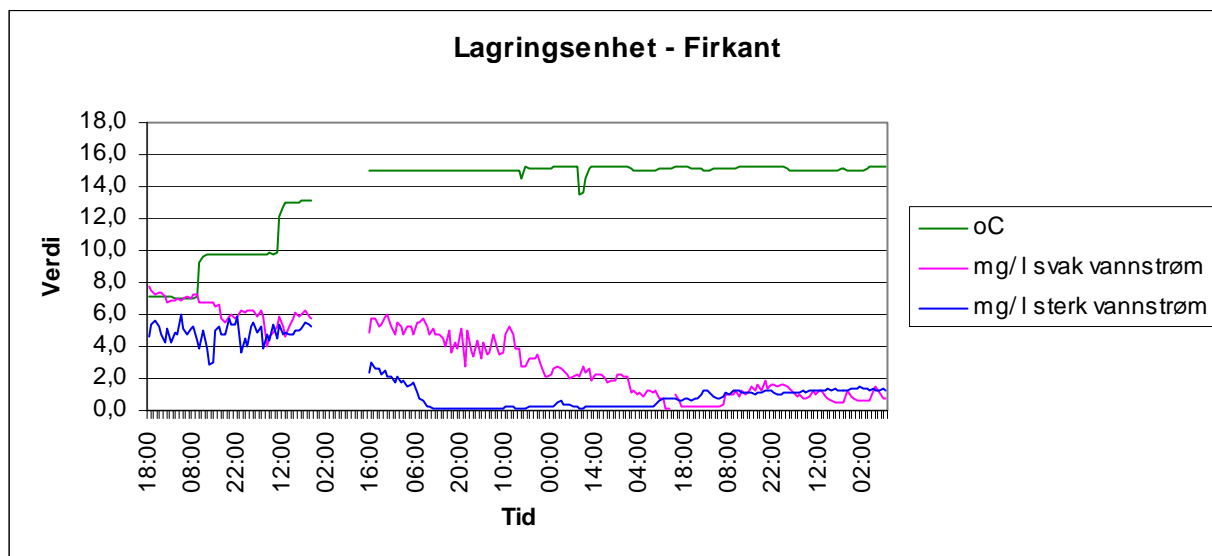
For liten lagringsenhet framkommer det klart at sterk vannstrøm bidrar til å holde et oksygenivå som fluktuerer mellom 6 og 2 mg/l, men i svak vannstrøm faller nivået under 2 mg/l. Dette holder seg til halvveis i forløpet hvor da det oppstod det en betydelig økning som vedvarer.



Figur 5 Viser temperatur og oksygenivå ved sterk og svak vannstrøm i sirkulær lagringsenhet med en diameter på 60 cm.

I stor lagringsenhet framkom mye det samme oksygen bildet som for liten enhet. I sterk vannstrøm holdt nivået seg stabilt over 4 mg/l i store deler av forløpet, mens i svak vannstrøm var mengden oksygen meget lav 0,1 – 0,5 mg/ l, og i sen fase tenderte oksygenivået til å stige noe 1,2 mg/ l.

Figur 6. Viser temperatur og oksygenivå ved sterk og svak vannstrøm i firkantet lagringsenhet med samme volum som Sirkel 60.

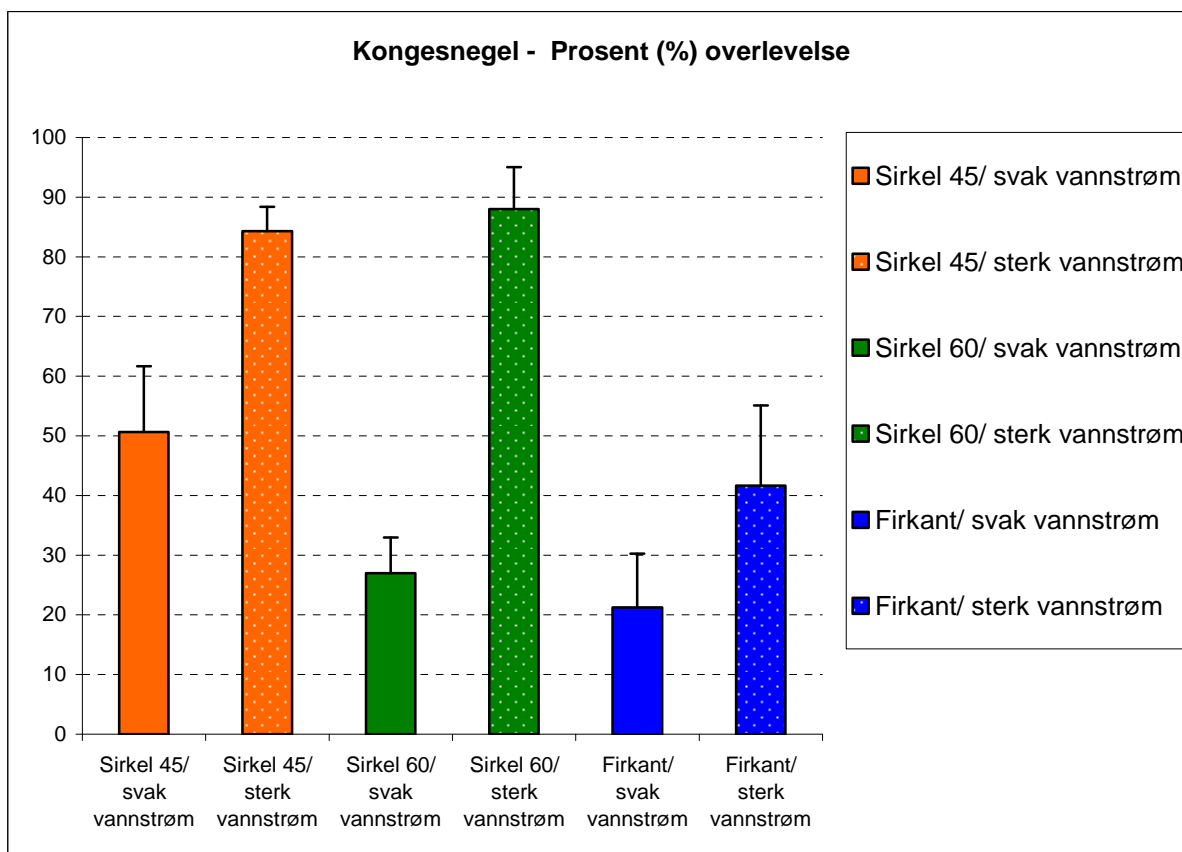


Figur 6 Viser temperatur og oksygenivå ved sterk og svak vannstrøm i firkant lagringsenhet.

For firkantet enhet ble det registrert et oksygen bilde som avvek med de andre. Her gav sterk vannstrøm lavest utslag på oksygenivået. Dette indikerte at sirkulasjonen i enhet med sterk vannstrøm enhetene ikke har vært av tilfredsstillende karakter. Dette har da svekket holdbarheten i resultatene fra denne lagringsenheten.

Dødelighet i lagringsenheter

Det gikk 5 dager uten at situasjonen i lagringsenhetene åpenbart endret seg. Etter 6 dager var det antydninger til slimvekst på enhetene med svak vannstrøm, og det var lukt som kunne tyde på at noen av sneglene var døde. I de påfølgende dagene var endringene enda tydeligere, mer slimvekst, nå også på enhetene med sterk vannstrøm.



Figur 7 Viser overlevelsen i prosent (%) for de seks enhetene etter 10 dagers lagring i sjø med en tempertur på 15 grader.

Dyrene som ble lagret i enhetene med sterk vannstrøm hadde en klar bedre overlevelse, enn ved lagring i svak vannstrøm. For lagringspose med diameter på 45 cm var overlevelsen på 51 % ved svak strøm, og ved sterk strøm 84 %, altså en forbedring på 33 %. I pose med 60 cm i diameter overlevde kun 27 % i svak strøm, mens i sterk strøm var overlevelsen hele 88 %, en forbedring på 61 %. For firkantet enhet var dødeligheten lik stor pose ved svak vannstrøm. Derimot ved sterk vannstrøm var overlevelsen betydelig lavere kun 42 %. Denne forskjellen kan nok tillegges problemer med vannsirkulasjonen i denne forsøksenheten.

4 Diskusjon

I tidligere forsøk er det vist at kongsneglen (*Buccinum undatum*) har biologisk kapasitet under optimale forhold til å lagres ved høye vann temperaturer (15 °C) i opp til 12 uker (Siikavuopio et al., 2007). Bakgrunn for disse forsøkene var behovet for kunnskap som sikrer høyest mulig overlevelse under levende mellomlagring av kongsnegl ved høye temperaturer i lagringssekker.

I delforsøk 1 kommer det klar frem at med bruk av kommersiell lagringssekker er der en temperaturgrense for vellykket lagring et sted mellom 10 og 12 °C. Dette kommer klart til syne i den store forskjellen i antall overlevende ved 10 og 12 °C. Videre viser del loggede oksygenverdiene relativt akseptable og stabile nivå ved 10 °C sammenlignet med 12 og 16°C hvor oksygenivået vedvarte ekstremt lavt gjennom hele forsøksperioden. Temperatur spiller en viktig faktor mhp utfall, spesielt ved svak vanngjennomstrømning. Det oppstod en tydelig forskjell i overlevelsen ved lagring på 12 og 16 °C. Årsaken til at dødeligheten var betydelig større ved 12 enn 16 °C, kan muligens tilskrives en kareffekt. Selv om det ble tilstrebet å ha et mest mulig likt strømningsbilde, kan det være at posen i kar med 16 °C hadde bedre vilkår og dermed litt bedre overlevelse. Uansett så ser vi en klar effekt av temperatur i kombinasjon med lagringsenhet på overlevelse, da begge høytemperatur-gruppene hadde den høyeste dødeligheten.

Under delforsøk 2 ønsket vi å se mer på faktorer som kunne forbedre overlevelsen ved høye sjø temperaturer. Det ble lagt vekt på utforming av lagringsenhet og vannstrømhastighet rundt lagringsenhet, da vannsirkulasjon sannsynligvis er en nøkkelfaktor for å oppnå god overlevelse. God vannsirkulasjon er viktig både med tanke på effektiv fjerning av avfallsprodukter fra dyrene og for å sikre en rikelig tilførsel av oksygen.

Ved 15 °C, altså langt utenfor dyrets preferanse temperatur, klarer man å øke overlevelsen betydelig ved å eksponere dem for god vanngjennomstrømning. Videre viser våre resultater at når størrelsen på posen øker altså i diameter, er den negative konsekvensene ved dårlig vanngjennomstrømning betydelig større. Dette vises tydelig på forskjellene mellom sirkel 45 og 60, der differansen i overlevelse øker betydelig når vanngjennomstrømningen er lav.

Ser man nærmere på hvor mye oksygenivået fluktuerer i lagringsenhetene (del 1 og del 2) med lav vannstrøm, er det tenkelig at denne variasjonen er preget av forskjeller i respiratoriske aktiviteten til dyrene over tid. Til sammenligning er også her oksygenivået betydelig mer stabilt i enhetene der vannstrømmen er sterk, som da tilsier bedre tilgang på oksygenrikt vann. I lagringsenhetene med svak vannstrøm er det tydelig at oksygenivået går opp i de siste dager av studien. Denne økningen kan skyldes at flere av sneglene i kjernen er døde og derav et mindre oksygenforbruk.

Det er også verd å merke seg at selv med relativt god overlevelse i de små enhetene med en god vanngjennomstrømning så luktet det stygt fra de gjenlevende dyrene. Om det er mulig å fjerne denne stygge luken ved prosessering er vi usikker på. I dette prosjektet ble det utviklet en effektiv måte å sortere de døde dyrene fra de levende ved bruk av en dyp lengdestrømsrenne. Denne metoden vil sannsynligvis kunne brukes av kommersielle næringsaktører før dyrene blir prosessert.

I samtlige lagringsenheter fikk en dødelighet. En del av dødeligheten kan med stor sannsynlighet tilskrives fangstskader eller håndtering av dyr i forbindelse med selve lagringen. Spesielt så er det kjent at skader i skall fører til forhøyet dødelighet (Mensink et. al., 2000). Etter vår oppfatning vil dødelighet ikke kunne unngås ved bruk av dagens lagringssystemer for snegl. Spesielt vil dyrene bli utsatt for en stor mekanisk belastning

under lossing og håndtering i forbindelse med fangst og lagring ved bruk av eksisterende sekker.

Litt overraskende presterte firkantet lagringsenhet dårlig sammenlignet med runde enheter i dette forsøksoppsettet. I dette oppsettet erfarte vi at denne enheten kunne ha vært bedre tilpasset karet, slik at sirkelstrømmen ikke hadde blitt bremsset opp i ytterkant av karet. Dette bør undersøkes nærmere før man forkaster denne lagringsformen.

Anbefalinger

- Det bør gjennomføres en feltstudie i perioden juli/ august når havtemperaturene er som høyest, der man prøver ut disse lagringsenhetene i fullskala i sjø. Plassering bør være i øvre vannlag slik at man greier å eksponere enhetene for høye vanntemperaturer. Valg av lokalisering bør baseres på en god og eller dårlig vannstrøm. Dette for å avdekke virkningsgraden av disse to essensielle faktorene.
- Valg av en sirkulær lagringsenhet til dette formålet synes å være et godt utgangspunkt for videre optimalisering. Resultatene tilsier at denne enkle lagringsformen skulle fungere godt forutsatt at man ikke velger en for stor diameter.
- Firkantet lagringsenhet bør videre prøves ut. Dens form gjør at tykkelsen på enheten kan holdes nede selv om man øker volumet. Dens form tilsier at den vil fange mye vannmasse der det er god vannstrøm. Logistikkmessig vil det også være klare fordeler med en firkantet form.
- Videre er alternativ utforming av eksisterende lagringssekk mulig. Her tenker vi på innsynging av kanaler i sekken som vil sikre tilførsel av vann som en mulighet. Dette på bakgrunn av de lave oksygenverdiene som oppstår i kjernen av sekken under lagring.
- I den videre prosessen bør man eventuelt vurdere alternative lagringsenheter som plastkasser med forskjellig utforming (høyde, bredde, skillevegger, maskevidde).

5 Referanser

- Dahlhoff, EP., Buckley, BA., Menge, BA. (2001). Physiology of the rocky intertidal predator *Nucella ostrina* along an environmental stress gradient. *Ecology* 82:10 2816-2829.
- Danford, AR, Uglow RF. (2001). Effect of long-haul international transport on lobster hemolymph constituents and nitrogen metabolism. In Paust, BC & Rice AA (eds), Marketing and shipping live aquatic products: proceedings of the Second International Conference and Exhibition, November 1999, Seattle, WA. University of Alaska Sea Grant, AK-SG-01-03, Fairbanks. p-18
- Mensink, BP., Fisher, CV., Cadee, GC., Fonds, M., Ten Hallers-Tjabbes, CC., Boon, JP., 2000. Shell damage and mortality in the common whelk *Buccinum undatum* by beam trawl fishery. *Journal of Sea Research* 43, 53-64.
- Newell, RC. (1979). Biology of intertidal animals. Marine ecology Surveys, Kent UK.
- Newell, RC. (1976) Adaptation to environment: The physiology of marine animals. Butterworths, London. 539 pp.
- Siikavuopio, S.I., Dale T., Carlehög, M., 2007. Mellomlagring av levende kongsnegl (*Buccinum undatum*) – effekt av temperatur på overlevelse og kvalitet. Fiskeriforskning rapport 15/2007.

