

**Optimering af fangstværdien for
jomfruhummere (*Nephrops norvegicus*)
- forsøg med fangst og opbevaring
af levende jomfruhummere**

Af Lars-Flemming Pedersen

Danmarks Fiskeriundersøgelser
Afd. for Havøkologi og Akvakultur
P.O. Boks 101, Nordsøcentret,
9850 Hirtshals

ISBN: 87-7481-002-2

Rapport nr. 159-06

INDHOLD

FORORD	3
1. SAMMENFATNING	3
1. ABSTRACT	4
2. INDLEDNING	6
2.1. Baggrund for projektet	7
2.2. Formål	7
3. METODE & MATERIALER	9
3.1. Sejlads	9
3.2. Forsøg på land	10
3.3. Beregninger og definitioner	13
4. RESULTATER	14
4.1. Forsøg med jomfruhummere fanget ved forskellige slæbetider	14
4.2. Forsøg med jomfruhummere opbevaret under kontrollerede betingelser	20
5. DISKUSSION	24
5.1. Forhold vedrørende fangst	24
5.2. Opbevaring på skibet	26
5.3. Opbevaringsforhold på land	26
5.4. Betydende faktorer for jomfruhummernes overlevelse	29
5.5. Foreløbige anbefalinger til håndtering af levende jomfruhummere	31
6. KONKLUSION OG PERSPEKTIVER	32
6.1. Muligheder for hold af levende jomfruhummere	32
6.2. Perspektiver	33
7. REFERENCER	34
8. BILAG	36
Bilag 1: Anlæg og temp.-målinger	36
Bilag 2: Størrelsesfordeling af jomfruhummere	39

FORORD

Levende jomfruhummere er en eftertragtet fødevarer. Der pågår eksport til Sydeuropa fra især Skotland, hvor jomfruhummere hovedsagligt fanges i tejn med en betydelig forøget fangstværdi til følge. Eksport af levende jomfruhummere fra Danmark har været forsøgt i mindre skala, men problemer med forsyningssikkerhed og stærkt varierende dødelighed af jomfruhummerne ved ankomst har midlertidigt indstillet denne nicheproduktion.

På opfordring og i samarbejde med fiskerierhvervet ansøgte DFU med skrivelse af 28. januar 2005 Direktoratet for fødevarerhverv (DFFE) om tilskud via forsøgsfiskerimidler til gennemførelse af forundersøgelsen ” Optimering af fangstværdien for jomfruhummer (*Nephrops norvegicus*) – forsøg med fangst og opbevaring af levende jomfruhummere”.

Med skrivelse af 4. maj 2005 meddelte DFFE 70% finansiering af indeværende projekt, hvilket hermed takkes for. Forsøgene er afviklet i andet halvår 2005 inklusiv syv forsøgssejladser med HG 167 Terpet. Skipper Anders Peder Pedersen takkes for aktiv deltagelse og involvering i forsøgets praktiske faser, og eksportør Jan Kasten takkes for drøftelser i forbindelse med forsøgsafvikling og markedsforhold. Per Bovbjerg Pedersen (DFU-HØK), Ludvig Ahm Krag og Niels Madsen (begge DFU-HFI) takkes ligeledes for medvirken i projektet.

1. SAMMENFATNING

Det danske jomfruhummerfiskeri udgør en årlig førstehåndsværdi på ca. 300 millioner kroner, hvilket kun overgås af fiskeriet efter torsk og sild. Danmark er blandt de allervigtigste europæiske fiskerinationer hvad angår landing af store jomfruhummere. Men i modsætning til andre vigtige fiskerinationer som f.eks. Skotland er fiskeriet herhjemme ikke indrettet til landing af levende jomfruhummere.

Levende jomfruhummere er en yderst eftertragtet råvare i Sydeuropa, og en stor efterspørgsel betyder at afregningspriser er væsentlig højere sammenlignet med ferske og frosne jomfruhummere. Mulighederne for at opnå betydelig højere førstehåndsværdi eksisterer, såfremt dele af det nuværende fiskeri efter jomfruhummer indrettes med henblik på landing og salg af levende jomfruhummere.

Danmarks Fiskeriundersøgelser har i samarbejde med fiskerierhvervet udført forundersøgelser af mulighederne for fangst og opbevaring af levende jomfruhummere. Undersøgelserne belyste trawlslæbetidens betydning for jomfruhummernes overlevelse, og en række kritiske forhold vedrørende håndtering og opbevaring af levende jomfruhummere er blevet identificeret.

Forsøget omfattede en række sejladser hvortil der blev trawlet i henholdsvis 1, 2 og 4 timer. Her blev det vist at en betydelig andel af de fangede jomfruhummere overlever fangst og opbevaring på skibet, og efterfølgende kan holdes i landbaserede anlæg med en stabil overlevelse. Jomfruhummere der er fanget ved korte slæb overlever bedst. Ved slæbetider på 4 timer var overlevelsen efter 4 døgn opbevaring på 49 %. Slæbetider på hhv. 2 og 1 time førte til samlede overlevelser på 52 % og 57 %.

Ved fangstsortering på skibet var den gennemsnitlige dødelighed på 3,5 %. Efter opbevaring i køligt og beluftet havvand i kar ombord på skibet, blev dødeligheden på land registreret til 16 %. Dødeligheden var positivt korreleret med opbevarings-tiden på skibet. Ved opbevaring i landanlæg var middel dødeligheden efter 4 døgn ca. 36 %, men med variation fra 11 til 68 %.

Undersøgelsen viste at jomfruhummere der kommer sig over den kritiske fase efter fangst kan holdes i anlæg med en høj overlevelse i et tilsyneladende bredt temperatur tolerance område. Jomfruhummere er følsomme overfor pludselige temperatur-ændringer og dårlig vandkvalitet, hvilket kan forhindres i recirkulationsanlæg som er kendetegnet ved stabile betingelser og en god vandkvalitet.

En stor del af de døde jomfruhummere havde bidmærker, som følge af aggressiv adfærd og indbyrdes strid. Dette forhold er af stor betydning for den samlede overlevelse af jomfruhummerne, hvilket undersøgelsen viste ud fra forsøg med forskellige opbevaringsmedier. Eksempelvis dør en meget større andel af jomfruhummerne hvis de opbevares sammen i forhold til individuelt adskilte jomfruhummere.

Med en samlet overlevelse af jomfruhummere (fangst, opbevaring på skib og 4 dage i landbaseret anlæg) på ca. 52 %, er der gode perspektiver for indretning af fiskeri efter levende jomfruhummere. Indførelse af en mere effektiv pakning og sortering af fangsten vil nedsætte aggression og stresspåvirkninger, hvilket vil føre til en øget overlevelse.

Det forventes også at opbevaringsforholdene, især på skibet men også på land kan forbedres betragteligt, hvilket vil øge den samlede overlevelse yderligere. Opbevaringskarrenes vandkvalitet ombord på skibet kan forbedres med beluftning, vandrensning og suppleret med tiltag der nedsætter jomfruhummernes aktivitet, vil det reducere ophobningen af affaldsstoffer og sikre at vandets pH ikke falder væsentligt.

På baggrund af de i undersøgelserne opstillede forslag til fangst- og driftsoptimering, vurderes det at en række nuværende dagsfiskere med relativt beskedne investeringer kan starte et lønsomt fiskeri efter levende jomfruhummere.

Det vurderes at der i Danmark er gode muligheder for etablering af fremtidige forsyningssikre produktionssystemer, der kan imødekomme eksisterende stor sydeuropæisk efterspørgsel efter levende jomfruhummere.

1. ABSTRACT

Annual catches of Norwegian lobster (*Nephrops norvegicus*) in Denmark achieve an average first-hand value of approximately kr. 300 million, which is only exceeded by cod- and herring fisheries. Denmark is among the most important fishery nations for large nephrops but, unlike e.g. the Scottish fishery, the Danish fishery has little experience in the capture and storage of live nephrops.

Live lobster is in high demand in southern Europe in particular, and this means significant premium prices compared to frozen nephrops. The possibility of increased sales values therefore exists, provided that aspects of the existing nephrops fishery practices are altered to include protocols for capture and holding of live nephrops.

In cooperation with the fishing industry, DIFRES has conducted preliminary investigations on the prospects for a live lobster fishery. The study investigated effects of trawl towing time on nephrops survival, and examined critical conditions regarding handling and storage of live nephrops.

The study included repeated trips where trawl towing times of 1, 2 and 4 hours were performed. A significant proportion of the trawl-caught nephrops survived catch and storage on the boat, and successively performed well in land-based facilities. Nephrops survival was best from trawl of short duration, as average survival (incl. four days land storage) of nephrops from four hours trawl was 49 %, compared to 52 % and 57 % survival in trawls of 2 and 1 hour duration, respectively.

Initial mortality during catch handling averaged 3.5 %. Mortality after storage in chilled and aerated seawater in closed systems on board and subsequent transfer to DIFRES averaged 16 %. Mortality was significantly positively related to the duration of storage on board. Storage in land-based facilities resulted in an additional average mortality of 36%, ranging from 11 to 68% over a four-day period.

The study showed that nephrops which were able to recover from the critical initial capture phase then tolerated long term live storage and apparently performed well over a broad temperature interval. Nephrops were sensitive to acute temperature changes and/or impaired water quality, problems which could be managed by appropriate use of existing aquaculture recirculation technologies.

A large proportion of dead nephrops were injured from bites as a result of intra-specific aggressive behaviour and competition. The importance of behaviour-related mortality was demonstrated in experiments with alternative storage conditions, whereby nephrops stocked in open trays died to a larger extent than nephrops stocked individually in separate compartments.

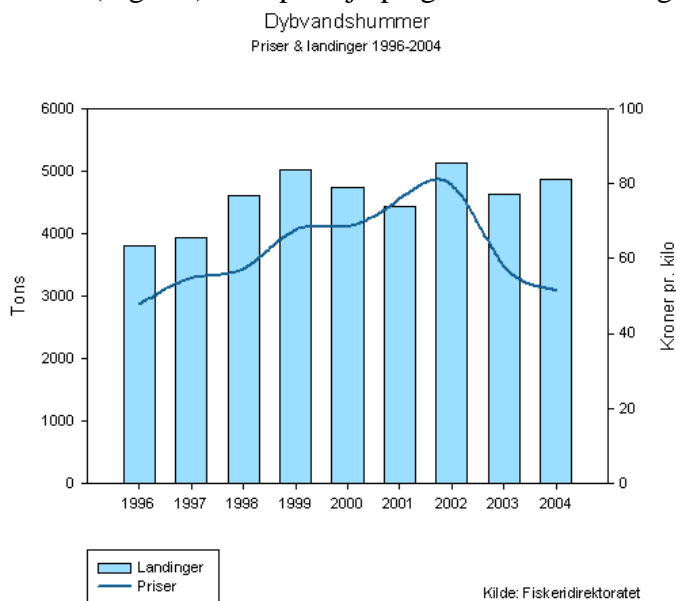
An overall survival rate of 52 % through the entire process reveals good prospects for a live nephrops fishery intended for export. Onboard storage conditions and land-based facilities can be improved significantly, also increasing nephrops survival.

Implementation of efficient packaging and sorting protocols on-board will reduce aggression and related stressors, which should improve survival rates even further. Water quality of on-board systems can be optimized with regard to gas exchange and filtration, which in combination with measures to inactive nephrops will reduce the accumulation of metabolic wastes and avoid critical drop in water pH.

Based on the preliminary results and recommendations to optimize catch and management, it is concluded that a substantial number of minor vessels could commence a profitable fishery for live nephrops with modest economical investment. Therefore, great options of establishing future storage and transportation systems to supply the South European market with live nephrops are expected.

2. INDLEDNING

Det danske fiskeri efter jomfruummere (*Nephrops norvegicus*) i Kattegat og Skagerrak andrager årligt en førstehåndsværdi på ca. 300 mio. kroner (Fiskeridirektoratet, 2004). Danske fartøjer lander årligt omkring 5000 tons store¹ jomfruummere, hvilket i landingsværdi kun overgås af torske- og sildefiskeriet (Figur 1 og 2.). Flådesegmentet udgøres af mindre fartøjer der driver dag/natfiskeri eller fisker i kortere perioder, med landinger af frosne jomfruummere. Priserne på jomfruummere synes efter flere års fald (Figur 1) atter på vej op og lå i 2005 omkring 60 kr. per kilo landet jomfruummer.



Figur 1. Priser og landinger af jomfruummere i Dk. Gengivet fra www.danmarks-fiskeriforening.dk

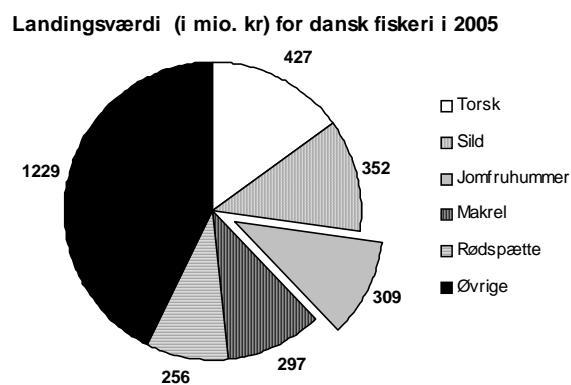


Fig. 2.2. Landingsværdien af de vigtigste arter. Øvrige omfatter brisling, tobis, blåmusling, østers, tunge og ål (fra Fiskeritidende, Dec. 2005)

Jomfruummere (hele eller haleparti) landes ferske eller på frost og dyppes ved længere varende opbevaring i natriumbisulfit for at sikre en høj spisekvalitet.

Der ligger et uudnyttet potentiale i at kunne optimere fangstværdien ved at lande en endnu bedre kvalitet af jomfruummere i form af levende jomfruummere, såfremt det er praktisk og økonomisk muligt. Dette vil styrke Danmarks position blandt de førende europæiske jomfruummernationer, og give nye afsætningsmuligheder.

Ifølge FAO (2005) udgør danske landinger af jomfruummere omkring 10 % af den samlede europæisk fangst. Dette overgås mængdemæssigt kun af fangsterne omkring de britiske øer (Skotland, England og Irland) og i Frankrig, hvor der vel at mærke landes betydelige mængder små jomfruummere.

¹ Mindstemålet for jomfruummere (rygskjold) i Skagerrak og Kattegat er 40 mm; øvrige farvande er det 25 mm

2.1. Baggrund for projektet

Der er et stort marked for eksport af levende jomfruhummere til Sydeuropa, primært Italien og Spanien. Fra Skotland pågår eksport af levende jomfruhummere til disse Sydeuropæiske markeder; jomfruhummere der overvejende fanges med tejner men dog også fanges med trawl. I Danmark fanges jomfruhummere udelukkende ved trawl, og størsteparten af disse jomfruhummere eksporteres ferske/frosne.

Enkelte danske eksportører har sporadisk forsøgt med eksport af levende trawlfangede jomfruhummer men er ikke slået tilfredsstillende igennem. Disse leverancer er sket i samarbejde med danske fiskere der har fået en 50 % merpris (i Skotland afregnes med dobbeltpris til fiskeren) for at levere levende jomfruhummere, hvorefter de med fly er sendt til Italien. Den samlede overlevelse efter opbevaring og transport har imidlertid været stærkt svingende, og leverancerne har af den grund været ustabile og uforudsigelige. Årsagerne til den ustabile overlevelseshastighed har været forklaret med variable forhold såsom fangstmetode, håndtering og opbevaringsbetingelser.

Kendskab til de nye arbejdsgange og driftsrutiner (fangstbehandling, sorteringstype, opbevaringsformer, opdrætsenheder og transportmuligheder m.m.) samt omfanget af anlægsinvesteringer, ændret tidsforbrug og produktionskapacitet er p.t. ikke tilstrækkeligt kendt, og vil være af afgørende betydning for erhvervets motivation til en ændring i jomfruhummer fiskeriet.

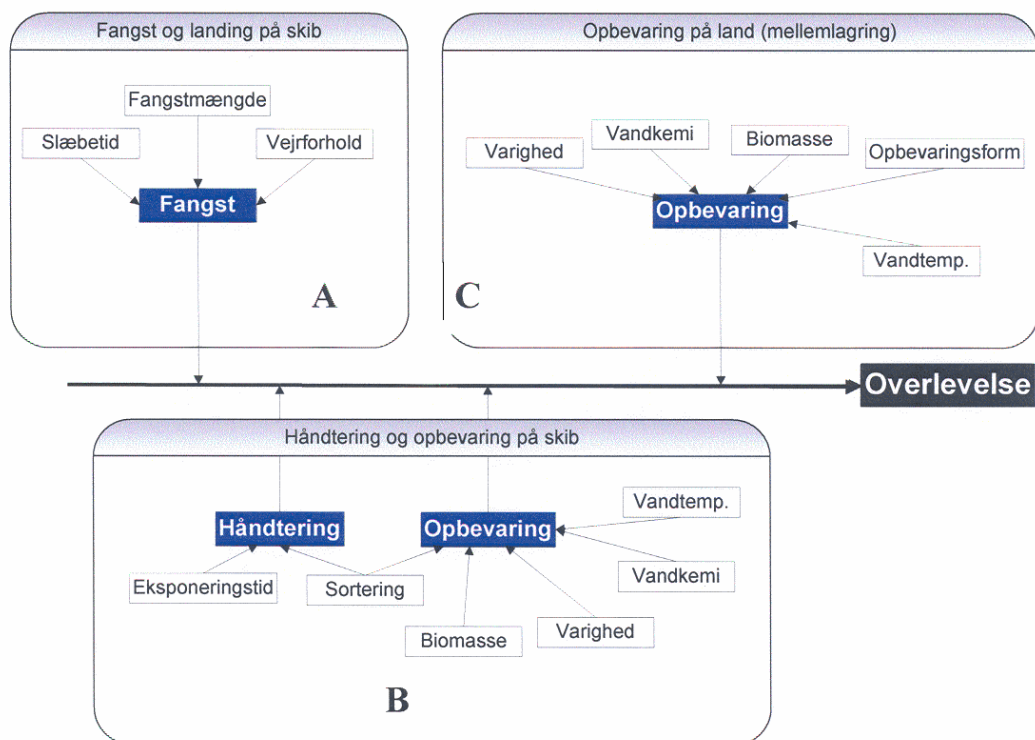
Projektideen har fiskerierhvervets klare opbakning, da udsigterne til en betydelig merpris kan honorere de fiskere der omlægger fangstrutinerne. Uden at fange flere jomfruhummere men blot behandle dem anderledes er der udsigt til øget indtjening. Jomfruhummerfiskeriet er underlagt kvoter og fiskeriet i de danske farvande har været præget af faldende priser gennem de seneste år (Figur 1). Der er klart motiv til at afprøve nyt fiskeri der indbefatter en økonomisk optimering af fangsten på en begrænset ressource.

2.2. Formål

Det overordnede formål var at identificere kritiske succes faktorer for jomfruhummerens overlevelse når de fanges med trawl og efterfølgende opbevares i landbaserede anlæg. Hovedformålet i dette projekt var at undersøge om jomfruhummerens overlevelse påvirkes af trawlslæbets varighed. Ved forsøgsfiskeri blev fangstmetodens påvirkning på jomfruhummerens overlevelse undersøgt. Dette blev gjort ved at sammenligne trawlslæb af forskellig varighed ved traditionelt fiskeri ud fra Hirtshals. Ved disse forsøg blev repræsentative prøver af landede jomfruhummere opbevaret levende ombord på skibet og derefter indbragt til land med efterfølgende opbevaring i landbaserede anlæg. Overlevelsen fra fangst til endt opbevaring blev undersøgt og sammenholdt med slæbetiden.

Et andet af projektets delformål var at gennemføre mindre forsøg med opbevaring af jomfruhummere i alternative medier under kontrollerede betingelser, med henblik på at optimere mulighederne for opbevaring og transport af levende jomfruhummere i recirkulerede anlæg. De samlede undersøgelser skulle afdække potentialet for videresalg af levende jomfruhummere baseret på trawlfangst.

Efterspørgslen efter levende jomfruhummere indebærer en betydelig forøget fangst-værdi og en generel værdiforøgelse i hele værdikæden. Denne betydelige værdiskabelse forudsætter imidlertid en tilstrækkelig stabil overlevelse af jomfruhummere i opbevaringsperioden ombord på skibet og på land. I så fald kan der etableres en ”produktions-buffer” af levende jomfruhummere der kan sikre stabile leverancer selv i perioder med begrænsede landinger. Figur 3 viser det indledende procesforløb og betydende faktorer for fangst og opbevaring af levende jomfruhummere.



Figur 3. Oversigt over projektet, hvor betydningen af slæbetidens varighed undersøges. Den samlede proces er opdelt i tre delprocesser; (A) Tilsyneladende overlevelse umiddelbart efter tømning af trawl på skibet, (B) overlevelse i land efter opbevaring på skib og efterfølgende transport fra havn til DFU, og (C) overlevelse efter 4 døgns opbevaring i kasser. Den samlede overlevelse er et resultat af disse tre processers målinger.

3. METODE & MATERIALER

Jomfruummerne blev fanget med trawl fra et kommercielt, mindre fartøj, hvor fangsthåndtering og opbevaring af jomfruummere ombord på skibet blev systematiseret. De indfangede levende jomfruummere blev landet på Hirtshals Havn og transporteret til Danmarks Fiskeriundersøgelses oprætsfaciliteter, hvor de blev opbevaret og indgik i kontrollerede undersøgelser til fastlægnings af overlevelse. Slæbetidens effekt på overlevelsen af jomfruummere blev undersøgt, og betydningen af forskellige opbevaringsformer blev belyst.

3.1. Sejlads

3.1.1 Fangst af jomfruummere

Forsøget blev tilrettelagt således at der på hver sejlads blev udført tre forskellige slæb af hhv. 1, 2 og 4 timers varighed. Forsøget omfattede en prøvesejlads, efterfulgt af seks forsøgssejladser (tabel 1, bilag 1).

Sejladserne blev foretaget af skipper Anders Peder Petersen med fartøjet HG 167 "Terpet" (Figur 6). Sejladserne foregik i Skagerrak, 10-15 sømil NV for Hirtshals. Den gennemsnitlige fiskedybde for samtlige 18 slæb var ca. 29 favne (min dybde: 27 fv; max dybde: 32 FV), med træk hastighed fra 2,3 til 2,5 knob. Ved hvert forsøg blev der benyttet 90 mm standard D-trawl. Trawlen blev spilet med to 240 kilos skovle på 68". Spilet var ca. 32 fv. og der blev trawlet med ca. 125 fv wire. I forsøgsperioden blev der trawlet af tre omgange (tilfældige kombinationer) i tidsrummet fra kl. 20 til kl. 06, som er den udprægede fangstperiode i sommerhalvåret for skipperen. Fangstperioderne er koncentreret omkring solnedgang og -opgang hvor jomfruummerne er mest aktive (Farmer, 1975) og dermed mulige at fange, og forsøgene blev tilrettelagt ud fra denne kendsgerning.

3.1.2. Håndtering af jomfruummere i forbindelse med fangst

Fiskeriudførelsen var standardiseret under hele forsøget, således at varigheden fra trawlet lå i overfladen til fangstposen blev åbnet hen over sorteringsbordet var få minutter. Trawlens indhold blev rutinemæssigt sorteret med tilfældigt udtag af jomfruummere. Alle jomfruummere, også "bløde" og livløse individer af alle størrelser blev overført forsigtigt til en fiskekurv nedsænket i rindende vand. Eventuelle maste og deraf døde individer blev sorteret fra og gemt særskilt til senere registrering. Ved hvert slæb blev der udtaget 6-8 kilo jomfruummere til opbevaringsforsøg, mens eventuelle overskydende mængder blev registreres.

3.1.3. Opbevaring under sejladserne

Umiddelbart efter udtaget af den ovennævnte mængde jomfruummere blev de overført til lastrummet. Her blev fiskekurvene forsynet med tætsluttende net og påsat mærkat, inden de blev placeret i en af tre 200 liters tønder placeret omgivet af is (samlet 500-1000 kg/sejlads). Udenfor havneområdet var tønderne blevet påfyldt med ca. 150 l. overfladevand (spulepumpe), og efterfølgende beluftet ved brug af luftpumpe. Vandmængde og beluftningsgrad (kraftig gennembobling) var ensartet under forsøgene (Figur 4). Opbevaringen i lastrummet foregik i mørke.

3.1.4. Prøvetagning og registrering under sejladsen

Vandtemperaturen i både opbevaringskar og på havbunden blev målt med temperaturdataloggere (HOBO® Water Temp Pro Logger). Dataloggerene blev placeret i opbevaringskarrene ved sejladens begyndelse og ligeledes monteret i trawlets nettag. Vandkemiske parametre (ilt, ammonium og salinitet) blev målt på vandprøver inden isætning af jomfruhummere og på vandprøver udtaget med regelmæssige intervaller fra fangst til landing. Vandprøver udtaget i 50 ml. plastflaster med låg blev opbevaret på is til senere analyser. Ved hvert slæb blev position, slæbelængde, slæbetid, vindforhold, bundstrøm og bølgehøjde noteret. Den samlede fangstmængde, grad af ler/sediment og jomfruhummernes aktivitet blev ligeledes registreret. Eventuelle afvigende forhold blev ligeledes registreret.



Figur 4.T.v.: Opbevaringskar med køligt, beluftet havvand. T.h.: Jomfruhummere i fiskebalje; i baggrunden ses sorteringssystem til opmagasinering af levende jomfruhummere.

3.2. Forsøg på land

3.2.1. Transport fra skib til opdrætsfacilitet

De opbevarede jomfruhummere blev overført fra skibets lastrum til opbevaringsanlæg ved DFU, Hirtshals. Jomfruhummerne forblev i de overdækkede fiskekurve ved overførsel til nedkølet (7-8 °C) og ilttrigt havvand på varevognen. De tre fiskekurve blev stablet sammen, hvor tværstivere i kurvene forhindrede mekaniske skader. Rækkefølgen for overførslerne fra skib til varevogn var tilfældig, og varede omkring halvt minut per kurv. Opbevaringstiden på varevognen (overførsel fra skib, transport og overflytning på DFU) var ca. 15 minutter.

Ved ankomst til DFU blev kurvene flyttet fra varevognen og placeret i et overdækket udendørskar med køligt og iltet havvand. [bilag 1]

3.2.2.. Forsøg til bestemmelse af overlevelse efter fangst (96 timers overlevelse)

Til samtlige forsøg blev en fast forsøgsprotokol til bestemmelse af overlevelse benyttet, med henblik på ensartet behandling, minimal stresspåvirkning og variation forsøgene imellem.

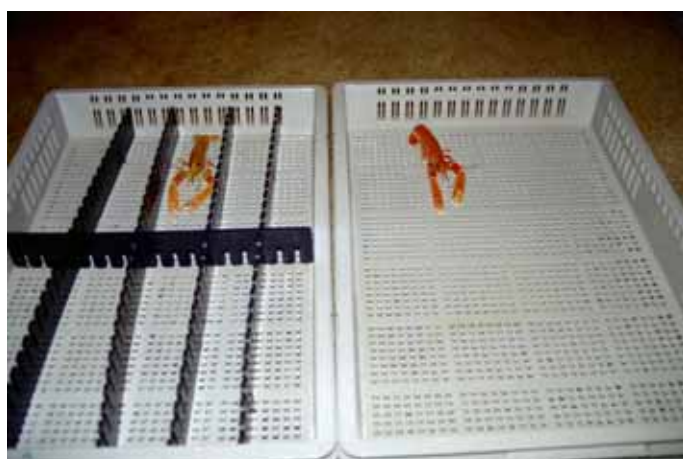
En overdækket fiskekurv med jomfruhummere blev vilkårlig overflyttet fra udendørskarret og placeret i en 50 liters balje med frisk havvand af samme temperatur. Fra fiskekurven blev jomfruhummerne enkeltvis overflyttet til en opbevaringskasse med lodrette skillerum (Figur 5). Udvælgelsen af jomfruhummere var tilfældig, og alle individer med det mindste tegn på liv blev overført. I tilfælde hvor jomfruhummeren var livløs blev denne lagt i en plastbakke og kun brugt til forsøg såfremt der blev registreret bevægelse; i modsat tilfælde blev individet registreret som død.

Store individer (skjoldlængde > 50 mm) blev placeret i dobbelte skillerum.

Overflytningen af jomfruhummere foregik uden overdækning men ikke i direkte sollys. Varigheden af denne håndtering var ca. 5 minutter. Ved små fangster blev samtlige individer benyttet, og såfremt der var hjembragt tilstrækkelig mængder af jomfruhummere, blev omkring 80 individer benyttet ved hvert forsøg.

Efter overførslen blev kassen med skillerum forsynet med et perforeret låg og placeret i udendørskarret. Kassen blev hævet over bunden og forsynet med beluftersten så der var cirkulation/gennemstrømning over de lodrette skillerum.

Med 24 timers interval blev opbevaringskasserne flyttet fra udendørskarret over i vandbad med tilsvarende tempereret vand, og individerne blev inspiceret enkeltvis. Tydeligvis levende individer blev registreret ud fra bevægelser med kroppen, klosakse eller antenneråde. Tilsyneladende livløse individer blev inspiceret enkeltvis. Disse individer blev løftet op af kolonnerne ved brug af en bred pincet og undersøgt nærmere. Ved tydelig tegn på liv (friskhed og bevægelse) blev de atter placeret i røret. Efter 96 timers registrering blev de overlevende individer registreret, og genplaceret. Registreringen af levende, døde samt overskydende jomfruhummere omfattede kønsbestemmelse, undersøgelse af bidmærker, tab af klosakse samt måling af skjoldlængde.



Figur 5. Opbevaring til jomfruhummere; t.v. ses den lodret inddelte opbevaringskasse, og billedet t.h. viser bakke til hhv. inddelt og fælles opbevaring.

3.2.3. Forsøg til bestemmelse af betydning af opbevaringsform

I tillæg til forsøg med opbevaring i lodrette kolonner, blev forskellige hold jomfruhummere opbevaret vandret i flade perforerede bakker. Opbevaringsformen omfattede bakker med og uden ruminddeling (Figur 5). Derudover blev klosaksene på nogle jomfruhummere lukket med elastikbånd, og betydningen for overlevelsen blev sammenlignet med de ovennævnte opbevaringsformer.

3.2.4 Forsøg til vurdering af længerevarende opbevaring i lukkede anlæg

Grupper af jomfruhummere fra udendørskarret blev overført til det recirkulerede anlæg, hvor de blev opbevaret i lave, perforerede bakker som blev stablet. Hver anden dag blev alle bakkerne tilset ved et kortvarigt løft (< 5 min.) op af karret. Døde individer blev fjernet og registreret og øvrige jomfruhummere blev fodret med kogt blåmuslingekød.

3.2.5. Udendørs opbevaringsfaciliteter

Udendørskarret var et hævet, lavbundet glasfiberkar (200x200x60 cm) med vandvolumen på ca. 2000 liter. Karret var overdækket med lystæt plastpressening (Bilag 1) og hvid presenning. Karret blev gennemstrømmet med nedkølet havvand (indløbstemperatur på ca. 8 grader C), med en vandudskiftning på ca. 5 m³/døgn. Karrets vand blev kontinuerligt beluftet med en række beluftersten.

Til indledende forsøg blev et 1000 liters transportkar benyttet. Karret stod under halvtag og modtog indpumpet havvand (2 m³/døgn) samt beluftning via iltsten. Karret blev forsynet med en skillevæg og låg og udgjorde opbevaring for to hold jomfruhummere.

3.2.6. Indendørs opbevaringsfaciliteter

Det indendørs opbevaringskar var et simpelt lukket system der blev etableret i begyndelsen af forsøgsperioden. Systemet bestod af et 60 cm dyb 1-meter kar, tilkoblet pumpeump, biofilter og rislefilter og et udvendigt akvariefilter (samlet volumen ca. 700 liter). Anlægget blev etableret i et kølerum af hensyn til temperatur-regulering. Systemet blev påfyldt havvand i juli 2005 og indstillet til en vandtemperatur på ca. 12 grader. Biofiltret blev aktiveret ved tilførsel af organisk materiale samt tilstedeværelsen af jomfruhummere i karret. Efter en 5 ugers opstartsperiode var systemet stabilt (ammonium fjernet ved nitrifikation). Vandkvaliteten (pH, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻ og salinitet) og temperatur blev målt dagligt i hele forsøgsperioden. Vandudskiftning foregik 2-3 gange ugentligt i forbindelse med regelmæssige choktømning hvor ca. 50 liter frisk havvand blev tilført.

3.3. Beregninger og definitioner

Undersøgelserne af jomfruhummernes overlevelse foregik fra fangsten på havet til forsøgsafslutning på land (se Figur 3). Der er lavet registreringer af jomfruhummer overlevelse i følgende 3 trin:

- i) Ved fangstsortering (umiddelbar fangstdødelighed) [O_{fangst}]
- ii) Ved overførsel på land (dødelighed som følge af opbevaring på skib)
- iii) Efter 4 døgn opbevaring i opdrætsanlæg (forsinket dødelighed samt dødelighed som følge af opbevaring i anlæg).

Den samlede overlevelse for hvert forsøg er beregnet ved at gange overlevelsesserterne fra de tre trin: $O_{\text{samlet}} = O_{\text{fangst}} * O_{\text{opbevar}} * O_{\text{landanlæg}}$

Jomfruhummere blev kønsbestemt og det blev registreret om de var bløde (skalskifte) eller om hunnerne var rognfyldte. Bidmærker og eventuel tab af klosaks(e) blev også registreret. Jomfruhummernes rygskjoldlængde (SL) blev målt med skydelære og angivet i nærmeste mm. Individene blev indledningsvist vejlet enkeltvis, efterfølgende er vægten i gram (W) estimeret ud fra følgende sammenhæng:

$$W_{\text{Han}} = 3,11 L^{0,00045} \text{ og } W_{\text{Hun}} = 2,85 L^{0,00108}$$

Oplysninger om fangstforhold og opbevaring er beskrevet i henholdsvis kap.3.1. og 3.2. Data er præsenteret som middelværdi og standardfejl på middelværdien med mindre andet er anført.



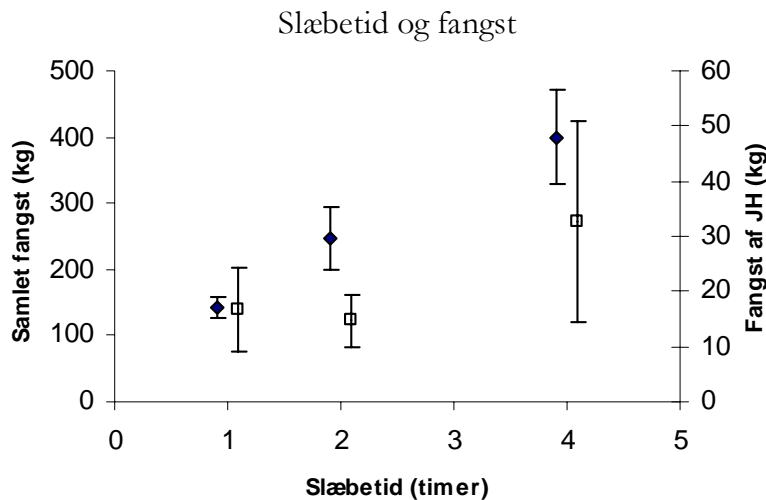
Figur 6. Forsøgssejladser foregik på HG 167 Terpet. Billedet lånt af www.fiskerforum.dk / H.Hansen

4. RESULTATER

4.1. Forsøg med jomfruhummere fanget ved forskellige slæbetider

De samlede resultater fra de seks forsøgssejladser er gengivet i tabel 1. Hver af de seks sejladser omfattede tre trawl-slæb af forskellig varighed. Slæbetiderne på henholdsvis 1, 2 og 4 timer blev tilrettelagt i kombinationer med tilfældig rækkefølge.

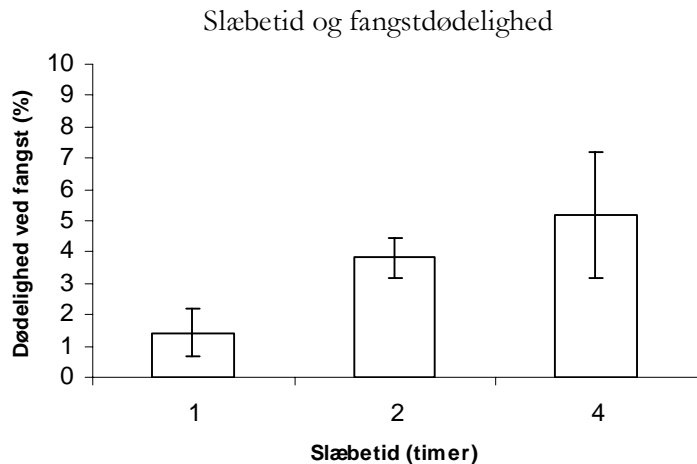
Den samlede fangst per slæb var afhængig af slæbetid og slæbetidspunkt, og fangstmængden varierede fra 75-700 kg, med tilsvarende variation i mængden af landede jomfruhummere per slæb (Figur 7).



Figur 7. Totalfangst fangst (♦) og fangst af jomfruhummere (□) per slæb fra forsøgsfiskeriet (se tabel1). Den totale fangst er positiv korreleret til slæbetiden ($Y=106x$; $R^2 = 0,44$).

4.1.1. Dødelighed umiddelbart efter fangst

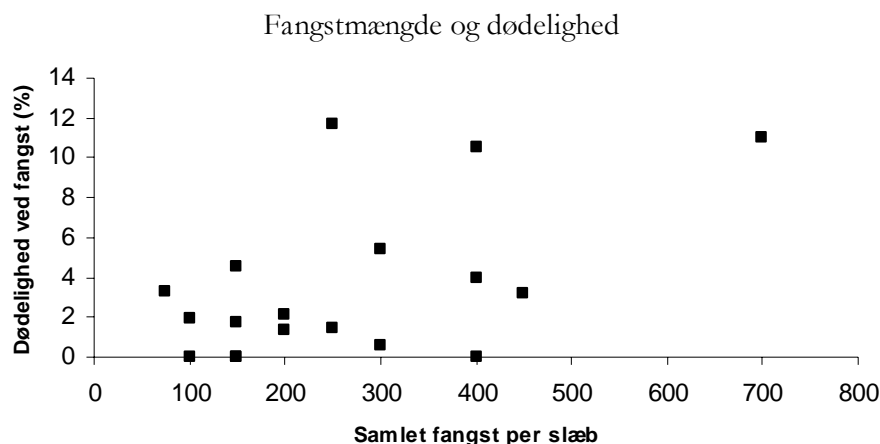
Den umiddelbare dødelighed registreret i forbindelse med fangstsortering var relativ beskeden. Døde individer var maste eller manglede vitale dele af kroppen. På fire forskellige slæb blev der ikke registreret døde jomfruhummere, mens der på de øvrige 14 slæb blev observeret op til 11,6 procent døde (Tabel 1).



Figur 8. Dødelighed af trawlfangede jomfruhummere umiddelbart efter fangst. Den samlede fangstdødelighed er beregnet til $3,5 \pm 1,6$ %.

Den gennemsnitlige fangstdødelighed var $3,5 \pm 1,6$ %, og overlevelsen var knyttet til slæbets varighed om end med stor variation indenfor hvert slæb (Figur 8).

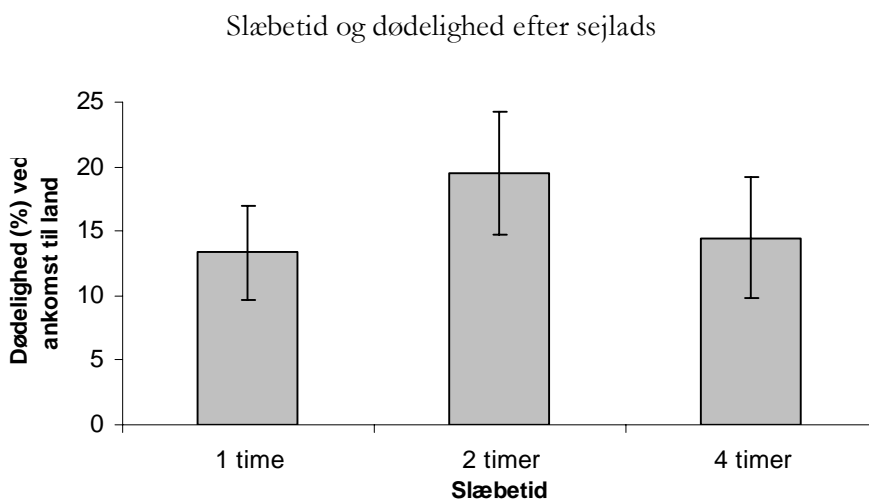
Der var en positiv, men ikke signifikant, sammenhæng mellem fangstmængden og dødeligheden (Fig. 9).



Figur 9. Dødelighed af trawlfangede jomfruhummere umiddelbart efter fangst i forhold til fangstmængden i trawlet ($Y = 0,013kg$; $R^2 = 0,29$)

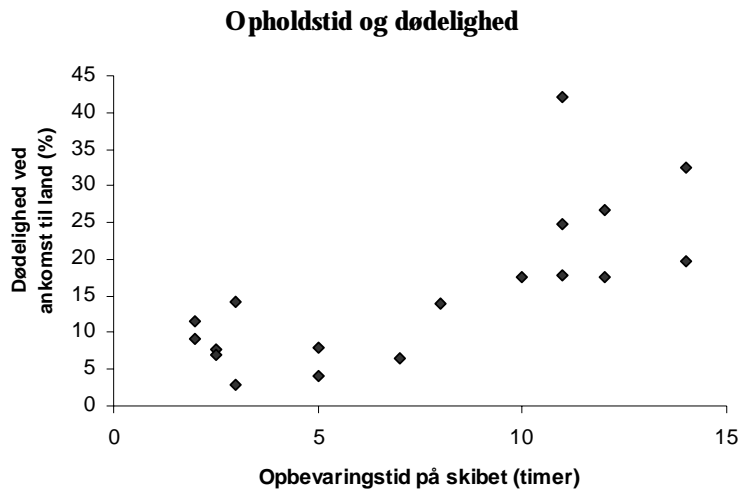
4.1.2. Dødelighed efter opbevaring ombord og efterfølgende transport

Ved samtlige 18 fangster blev der registreret døde jomfruhummere efter opbevaring og transport (Tabel 1). Denne dødelighed varierede fra 3 til 42 % og var uafhængig af slæbetiden (Figur 10). Den gennemsnitlige dødelighed på 15,8 % i perioden fra opbevaring på skibet til overførsel på land var således større end fangstdødeligheden. Dødeligheden kunne relateres til opholdstiden ombord (Figur 11) og fangstmængden; i begge tilfælde positive korrelationer.

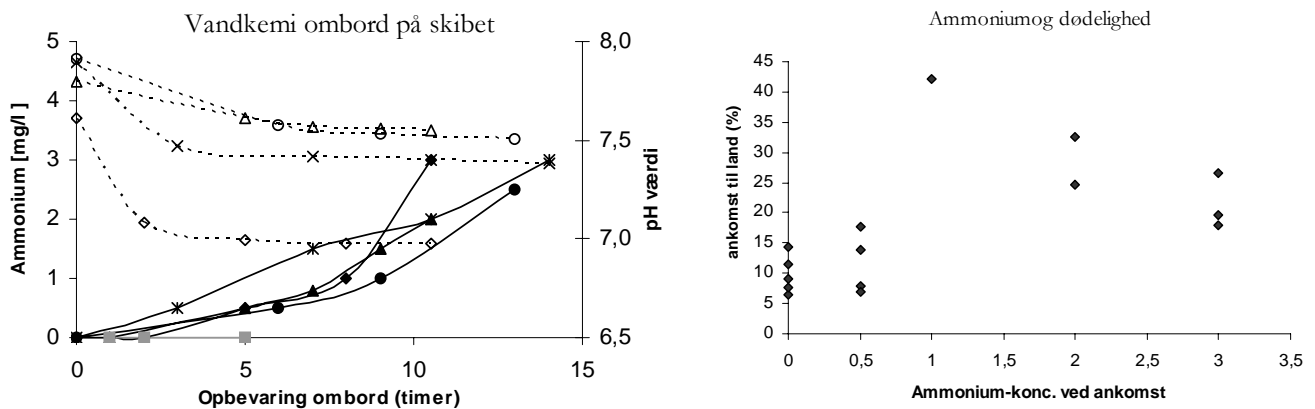


Figur 10. Dødelighed af jomfruhummere som funktion af slæbetidslængde efter opbevaring på skib og transport til landanlæg. Den gennemsnitlige dødelighed er 15,8 procent.

Der blev ved flere forsøg målt ophobning af ammonium i opbevaringskarrene, med koncentrationer op til 3 mg/l (Figur 12). Ved samme forsøg målt reduktion i pH i størrelsesordenen 0,5 enheder, uden registrering af nedgang i iltindholdet. Ændringerne var mindre udtalte i kar med lav biomasse. Blandt de døde jomfruummere blev der registreret mange individer med bidmærker og skader, se afsnit 4.1.5.



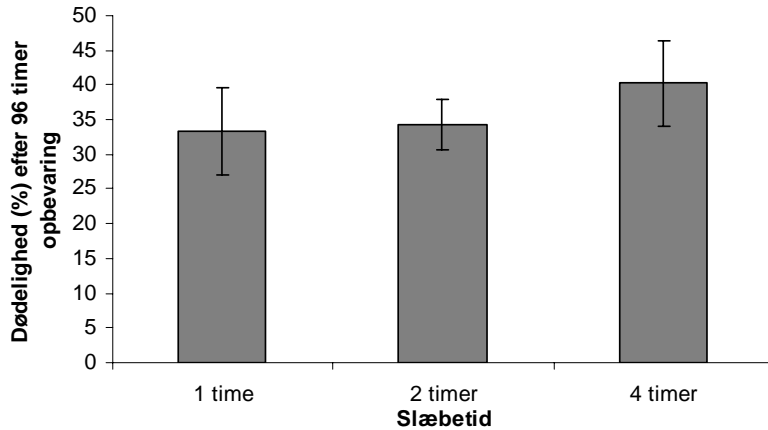
Figur 11. Dødelighed af jomfruummere som funktion af opbevaringstiden på skibet. Sammenhængen kan beskrives med $y=2,02x$; $R^2= 0,55$ eller $y = 5,05e^{0,12x}$, $R^2=0,57$; $p < 0,05$



Figur 12. Ammoniumudvikling (fuldoptrukne linier) og ændring i pH (stiplede linier) i opbevaringsvand ombord på skibet. T.H.: dødelighed af jomfruummere ved ankomst til land i forhold til ammonium koncentration målt i opbevaringsvandet.

4.1.3. Dødelighed ved opbevaring i anlæg (96 timer)

Den gennemsnitlige dødelighed ved opbevaring i anlæg over en 4 døgns periode var 36 %, og spændte fra 11,1 til 68,4 % (Tabel 1 og Figur 13). Der var ingen entydig sammenhæng mellem dødeligheden og forhold vedrørende fangst, så som slæbetid (Figur 13) eller opholdstid ombord på skibet. De døde individers placering var tilfældigt i opbevaringskasserne. Iltmætningen i anlægget var over 90% ($\sim > 8$ mg/l) i hele forsøgsperioden, mens middeltemperaturen holdt sig mellem 9 og 12 °C.

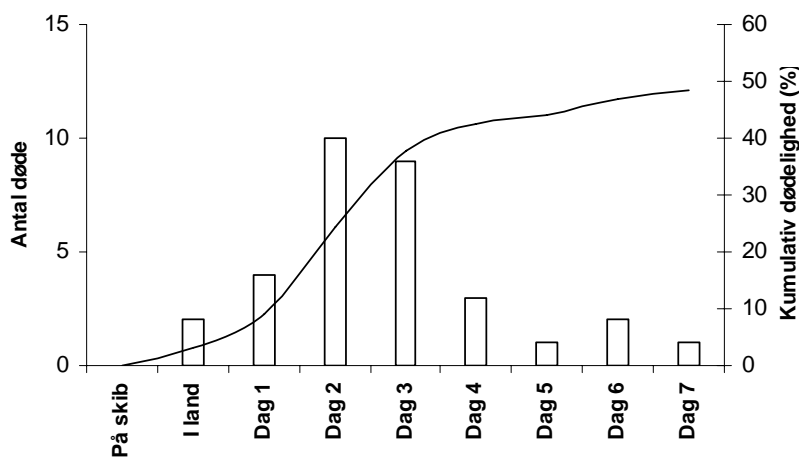


Figur 13. Dødelighed af jomfruhummere efter 4 døgn opbevaring i landbaseret anlæg. Den samlede gennemsnitlige dødelighed er 35,9 %.

4.1.4. Samlet overlevelse fra fangst til endt opbevaring

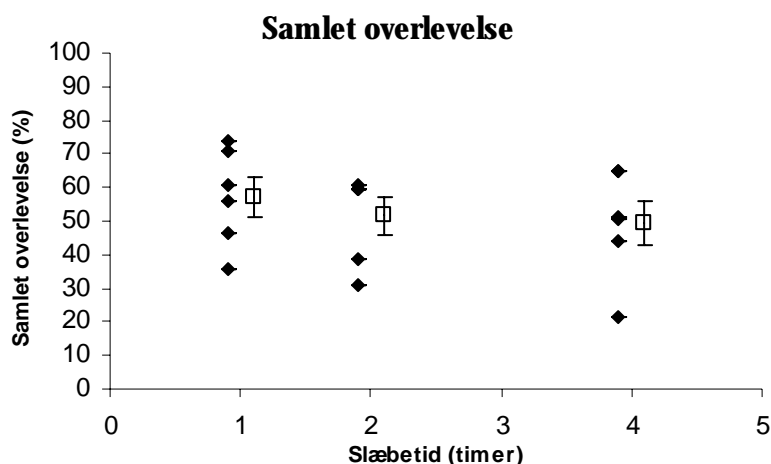
Den samlede overlevelse, baseret på beregninger af overlevelsesfrekvenser fra hver af de tre ovenstående trin (Figur 3; 8, 11 & 13) lå inden for et interval fra 21,2% til 73,5 % (Tabel 1). Den samlede overlevelse var negativt korreleret til slæbetiden (Figur 15), fangstmængden og opholdstiden om end dette ikke var signifikant.

Skæbne af JH efter fangst og opbevaring



Figur 14. Eksempel på jomfruhummeres dødelighed fra fangst og efterfølgende opbevaring på skib og landjord. Data repræsenterer et delforsøg, hvor overlevelsen efter fangst blev fulgt i en uge.

Figur 15 viser overlevelsesdata fra de 18 fangstforsøg, hvor variationen inden for hver slæbetid ses. Den højeste samlede overlevelse blev fundet i gruppen af jomfruhummere fanget ved slæb af en times varighed ($57,1 \pm 5,9$ %), med tilsvarende overlevelse på $51,5 \pm 6,7$ % og $49,4 \pm 6,7$ % for slæb på hhv. 2 og 4 timer.



Figur 15. Resultatet af den samlede overlevelse (fangst, opbevaring og transport, samt mellemlagring i 4 døgn på landbaseret anlæg) angivet som funktion af slæbetid. Gennemsnitlig samlet dødelighed er 52,7 %. Lukkede symboler repræsenterer værdier fra enkeltforsøg (N=18), mens åbne symboler angiver gennemsnit; ($y = 58 - 2,3x$; $R^2 = 0,05$). Bemærk flere datapunkter overlapper hinanden.

4.1.5. Størrelseseffekt, køn og aggression

Under forsøgsfiskeriet blev jomfruhummere udtaget tilfældigt til overlevelsesforsøg. Der blev ikke fundet størrelsesafhængig dødelighed ved forsøgene, hvilket tyder på at overlevelsessandsynligheden er uafhængig af jomfruhummere størrelse (bilag 2). Dog var der en tendens til at de få maste individer under fangsten (registreret på skibet) var større end gennemsnitstørrelsen af den samlede fangst. Undermålere fra de seks sejladser udgjorde antalmæssigt en betydelig andel af den samlede fangst. Disse blev inkluderet for at få usorterede repræsentative prøver, og for at undersøge eventuel størrelsesafhængig dødelighed. Undermålerne var overvejende fra 37 – til 39 mm (SL), men der var individer helt ned til 30 mm (bilag 2).

Der blev ikke observeret signifikante forskelle i overlevelsen mellem de to køn, og blandt den relativt beskedne andel af rognhunner (%) blev der ikke observeret et afvigende mønster i overlevelse i sammenligning med ikke kønsmodne jomfruhummere.



Figur 16. Eksempler på bidskader hos levende jomfruhummere; bidskader i halepartiet øger risikoen for tab af kropsvæske med døden til følge.

Tabel 1. Oversigt over resultater fra forsøgsfiskeri med opbevaring af levende jomfruummere. Sejladserne foregik i perioden fra 7/8 2005 til den 7/9 2005.

			Fangst						Opbevaring på skib + transport				Opbevaring på land				Samlet			
Sejlad #	Slæbetid (t) A	Ophold på skib (t) B	Samlet fangst (kg) C	# døde på skib	Mængde af landet jomfruummer (kg)	# hjembragt D	% døde ved fangst	% Overlevelse ved fangst	# døde ved opbevar./trans.	# isatte til forsøg	# overskydende E	% Overlevelse Opb.+ trans (t=0)	# døde dag 1	# døde dag 2	# døde dag 3	# døde dag 4	Samlet # døde efter 96 timer	# over. 96 timer	% Overlevelse efter 96 timer	Samlet % overlevelse
2	2	10	400	10	4,5	85	10,5	89,5	15	70	0	82,4	6	3	10	14	33	37	52,9	38,9
2	4	5	400	2	3,5	49	3,92	96,1	2	47	0	95,9	3	5	4	2	14	33	70,2	64,7
2	1	3	150	0	2,5	68	0,00	100,0	2	66	0	97,1	4	10	9	5	28	38	57,4	55,7
3	1	11	200	4	22	185	2,12	97,9	33	95	57	82,2	16	7	15	15	53	42	44,2	35,5
3	4	7	400	0	2,5	47	0,00	100,0	3	44	0	93,9	10	3	3	4	20	24	54,5	51,1
3	2	3	300	1	26	161	0,62	99,4	23	92	46	85,7	6	7	5	10	28	64	69,6	59,3
4	4	11	700	13	28	105	11,0	89,0	26	79	0	75,2	11	9	23	11	54	25	31,6	21,2
4	1	5	150	3	3,0	63	4,55	95,4	5	58	0	92,1	2	3	7	6	18	40	69	60,6
4	2	2	300	5	16	87	5,43	94,6	8	79	0	90,8	7	5	8	4	24	55	69,6	59,8
5	1	12	100	3	21	154	1,91	98,1	41	78	35	73,4	1	5	13	9	28	50	64,1	46,1
5	2	8	150	2	6,0	115	1,71	98,3	16	78	21	86,1	6	2	2	12	22	56	71,8	60,8
5	4	2	250	24	16	182	11,7	88,3	21	80	81	88,5	7	5	6	10	28	52	65	50,8
6	2	14	250	2	31	152	1,49	98,5	30	77	45	80,3	2	6	4	7	19	58	75,3	59,7
6	1	12	100	0	1,5	34	0,00	100,0	6	28	0	82,4	0	1	2	0	3	25	88,9	73,5
6	4	2,5	200	2	27	156	1,39	98,6	12	76	68	92,3	9	6	3	4	22	54	71,1	64,8
7	4	14	450	7	120	212	3,20	96,8	69	70	73	67,5	7	3	6	7	23	47	66	43,1
7	2	11	75	3	4,5	88	3,30	96,7	37	51	0	58,0	9	4	5	5	23	28	55,6	31,2
7	1	2,5	150	0	49	186	0,00	100,0	13	75	98	93,0	3	5	4	6	18	57	76	70,7
Middel								96,5				84,2							64,1	52,7

A) Slæbetid angiver antal timer der fiskes med trawl

B) Opholdstid angiver antal timer JH opbevares ombord på skibet

C) Samlet fangst repræsenterer den totale fangstmængde, inkl. fisk.

D) Antal hjembragte JH udgør enten den samlede JH fangst eller en pulje på 6-8 kg

E) Overskydende JH er overlevende individer der ikke indgår i hovedforsøget

En markant andel af de døde jomfruhummere havde bidmærker på rygskjold eller i halen. Dette var særligt udpræget hos døde jomfruhummere registreret døde efter ophold og transport. Ligeledes blev der blandt de døde jomfruhummere fra opbevaringsforsøgene på land registreret en del bidmærker. Ved overførsel på land blev der eksempelvis registreret 30 døde individer (sejlads 6.1). Af disse havde 18 tydelige bidmærker, svarende til 60 %. I overlevelsesforsøget var 7 ud af 19 døde (37 %) med bidmærker og blandt de overlevende jomfruhummere ved forsøgsafslutning efter 4 døgn, havde 4 ud af 51 (7,8 %) bidmærker. Der var ingen effekt på dødeligheden af at miste en eller begge klosakse, idet overlevende individer havde mistet klosakse i tilsvarende forhold. Det bemærkes at beskadigelse af klosakse foregik såvel ved fangst som under håndtering og flytning.

4.1.6. Øvrige forhold

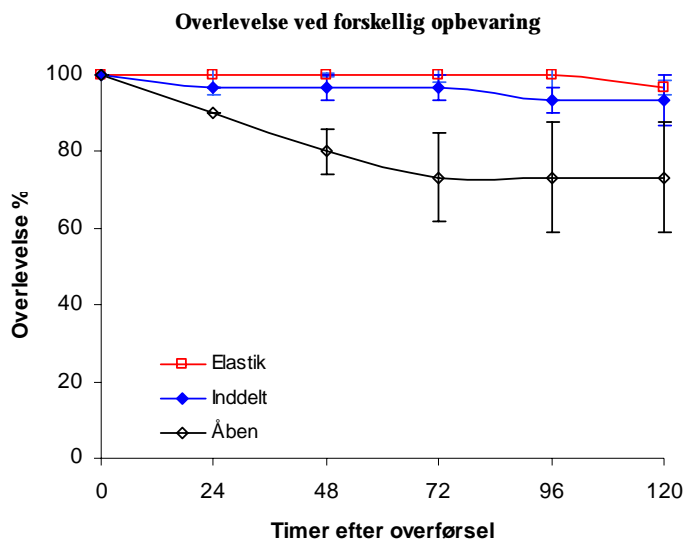
Vandtemperaturen ved bunden var omkring 8-9 grader, med en enkelt registrering ned til 4 grader C. I opbevaringskarrene var vandtemperaturen ens ved forsøgene og var omkring 9 grader i opbevaringsperioden [Bilag 1]. Det er forsøgt at holde øvrige variable faktorer af mulig betydning for den samlede overlevelse konstant, om end flere er udenfor kontrol. Ved forsøgene var slæbehastighederne ens, og der blev ikke fanget jomfruhummere under forhold hvor bundstrømmen afveg betydeligt. Ligeledes er resultaterne baseret på fangster i relativt roligt vejrlig, med bølgehøjde under 1m. Bundkontakten var god jf. lave bølger og presset på fangsten/netposen ved optagning var minimal, ligesom mudrede fangster ikke forekom. Sidstnævnte, samt generelt lave fangster afveg i forhold til traditionelt sommerfiskeri ifølge skipper A.P. Pedersen.

4.2. Forsøg med jomfruhummere opbevaret under kontrollerede betingelser

4.2.1. Overlevelse ved forskellige opbevaringsformer

Ved et forsøg med tre forskellige opbevaringsformer blev der fundet tydelige effekter på den resulterende overlevelse (Figur 17). Jomfruhummere placeret i åbne bakker havde en samlet overlevelse på 75 % efter fem døgn opbevaring. Der var en stor variation i overlevelsen indenfor jomfruhummer grupperne opbevaret i åbne bakker (50 – 80 %).

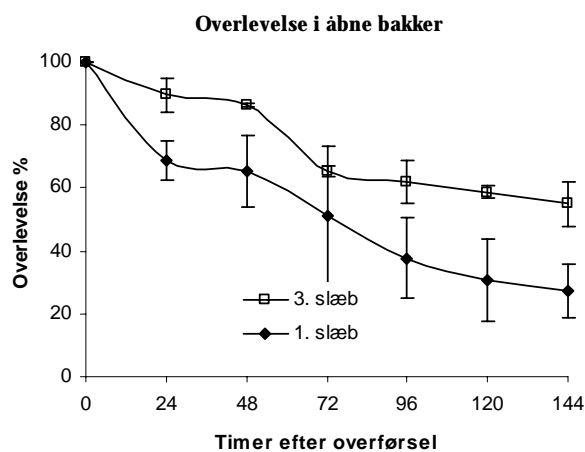
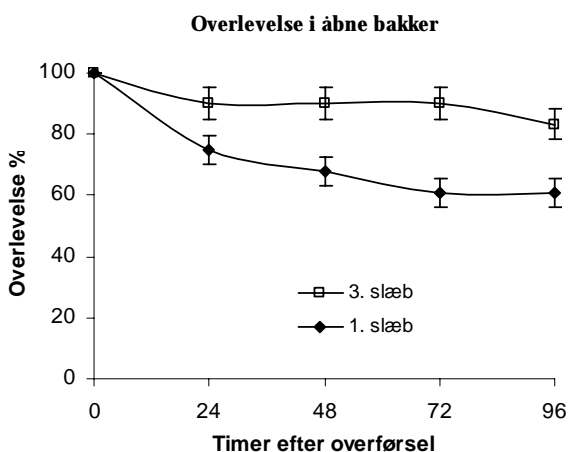
Til sammenligning opnåede grupper af jomfruhummere opbevaret i inddelte rum en samlet overlevelse på 96%, i lighed med grupper af jomfruhummere opbevaret sammen med elastik om klosaksene. Der var ingen størrelses- eller kønsrelateret dødelighed, men enkelte døde individer i den åbne bakke havde bidmærker.



Figur 17. Overlevelse af tre grupper af jomfruhummere efter 5 døgn opbevaring (jomfruhummere med elastik om klosaksene var anbragt i åbne bakker). Antal individer per opbevaringsform = 30 styk; forsøget er udført som triplikatsforsøg med 10 individer per delforsøg (N=90).

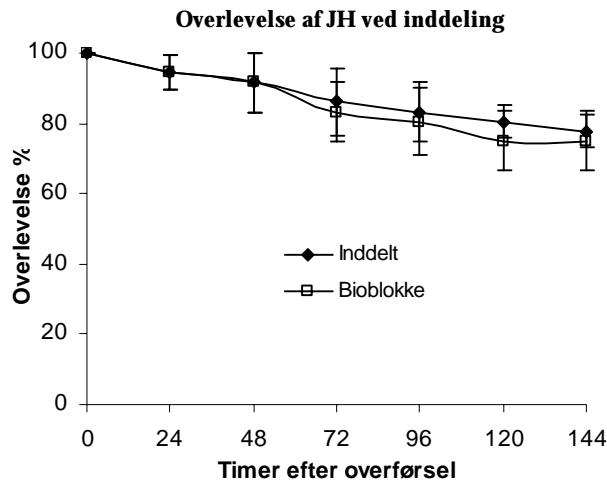
Et andet forsøg (sejlads 6) med opbevaring af jomfruhummere i åbne bakker blev udført med to grupper af nylandede jomfruhummere (Figur 18a). Her blev der registreret tydelig forskel i overlevelsen, idet jomfruhummere fra 1. slæb (med lang opholdstid på skibet) havde en overlevelse på 60 % efter 5 døgn. Jomfruhummere fra 3. slæb opnåede til sammenligning en signifikant højere overlevelse, som efter 5 døgn var på 82 %.

Forsøget blev gentaget med friskfangede jomfruhummere fra 7. sejlads (Figur 18b), og her blev samme tendens observeret. Jomfruhummere fra 1. slæb havde en betydelig højere dødelighed (40 % overlevende efter 4 døgn) end jomfruhummere fra 3. slæb, hvor 60 % overlevede 4 døgn.



Figur 18a,b. Overlevelse af nylandede jomfruhummere efter 4 døgn opbevaring i åbne bakker. De to grupper repræsenterer jomfruhummere fanget ved to forskellige slæb fra 6. og 7. sejlads (hvh. venstre og højre graf). Antal individer per opbevaringsform = 28-30 styk, og forsøgene er udført som duplikatsforsøg med 14-15 individer per delforsøg (N=58-60).

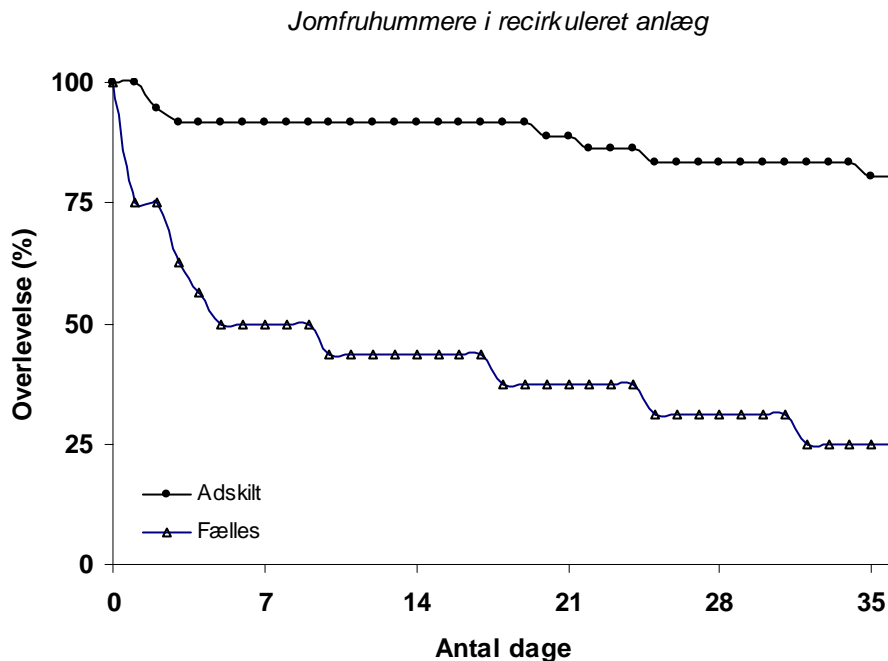
Et fjerde forsøg sammenlignede overlevelsesgraden ved adskilt opbevaring. En gruppe blev opbevaret i inddelte bakker, mens en anden gruppe blev holdt i Bioblok® rør. Der blev der registreret en vis variation inden for grupperne, men den samlede overlevelse efter en uge for begge gruppers vedkommende ca. 80% (Figur 19)



Figur 19. Overlevelse af jomfruhummere efter 6 døgns opbevaring i inddelte bakker (I) og i bakker med bioblok rør. Antal individer per opbevaringsform = 36 styk; forsøget udført som triplikatsforsøg med 12 individer per delforsøg (N=72).

4.2.2. Overlevelse ved længerevarende opbevaring i recirkulationsanlæg

Forskellige grupper af jomfruhummere blev overført i opbevaringsbakker til et recirkulationsanlæg, hvor de regelmæssigt blev tilset. Der blev holdt levende jomfruhummere i op til 3 måneder inden de forskellige delforsøg afsluttedes.



Figur 20. Overlevelse af jomfruhummere opbevaret i recirkuleret saltvandsanlæg. Den ene gruppe jomfruhummere blev opbevaret adskilt i inddelte bakker (Adskilt, n= 35), mens den anden gruppe blev opbevaret i tilsvarende bakke uden inddeling (Fælles, n= 16). Jomfruhummere blev fodret med kogt kød fra blåmusling i perioden; vandtemperatur $12,8 \pm 0,2$ °C.

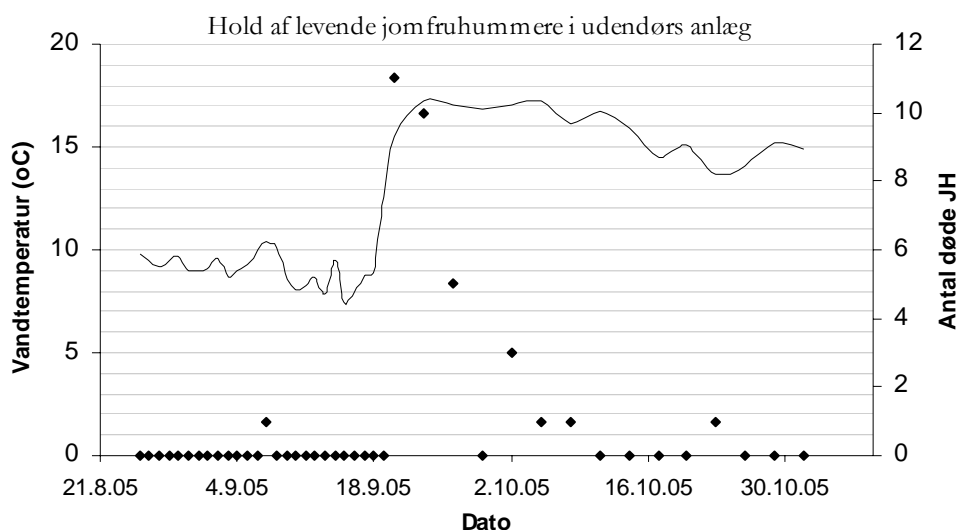
Forsøgene viste entydigt at der opnås den største overlevelse når jomfruhummerne holdes adskilt. Forsøg med jomfruhummere, adskilt i inddelte bakker, viste en generel høj overlevelse på over 85 % (Figur 20).

I ikke inddelte opbevaringsbakker, hvor jomfruhummere blev opbevaret samlet, blev der registreret en overlevelse i samme periode på under 10%. Dødeligheden indtraf umiddelbart efter overførslen, og fortsatte indtil der kun var enkelte overlevende individer. Dødeligheden var ikke størrelsesrelateret eller knyttet til et af kønnet, men der blev observeret tydelig konkurrence individerne imellem og mere end halvdelen af de døde jomfruhummere havde tydelige bidmærker. [Øvrige delforsøg ej vist]

I den indledende fase var biofiltret ikke stabilt, og der blev målt ammonium op til 3 mg/l, som under forsøgsperioden forsvandt fuldstændig med udvikling af nitrat (Bilag). Vandtemperaturen i forsøgsperioden var 12,5-13,5 °C, med konstant høj iltmætning (> 90 %) og pH i intervallet fra 7,5 til 7,7.

4.2.3. Overlevelse i gennemstrømninganlæg

Jomfruhummere fra afsluttede forsøg blev benyttet som bufferbestand til supplerende forsøg. Disse individer, omkring 120 styk forblev i udendørsanlægget, men opholdt sig frit i karret. I forsøgsperioden, hvor der blev gennemstrømmet afkølet havvand blev der kun registreret enkelte døde jomfruhummere. Umiddelbart efter hovedforsøgenes afslutning (20/9) hvor kølingen blev indstillet (direkte vandforsyningen fra havet) opstod der en betydelig dødelighed [Figur 21]. Dette var sammenfaldende med en markant temperaturændring, hvor middeltemperaturen steg fra 8 °C til 14 °C. I løbet af 4-6 dage aftog dødeligheden, og herefter var overlevelsen stabil. [Figur 21, bilag 1].



Figur 21. Udsnit fra forsøgsperiode hvor levende jomfruhummere opbevares frit i 2 meter kar med saltvandsforsyning. Den 19. sept. 2005 indstilles kølingen af havvand med brat vandtemperatur stigning til følge. Datapunkter angiver registreringer af døde jomfruhummere ud af en samlet pulje på ca. 120 individer.

5. DISKUSSION

5.1. Forhold vedrørende fangst

Det er velkendt at fisk og skaldyr fanget i trawl udsættes for en række betydelige påvirkninger under og efter fangsten (stuvning, mekaniske skader eksponering til luft og lys, temperaturændringer m.m.). Ekstreme påvirkninger i forbindelse med fangst omfatter ligeledes hummernes vedvarende forsøg på undvigelse, hvilket fører til øget iltforbrug og mælkesyreophobning som igen kan påføre vævshenfald og øget dødelighed som følge af "spontan muskel nekrose/henfald" (Stentiford & Neil, 2000). Beskadigelse ved fangst og ophobning af affaldsstoffer som følge af ændret stofskifte (fysiologiske stresspåvirkninger ved øget aktivitet og ændring i vandtemperatur, lys, tryk og salinitet) påvirker jomfruhummernes evne til at restituere sig på kort sigt og evne til at overleve på længere sigt (Harris & Andrews 2005a,b).

Slæbetidens betydning

Hovedformålet i dette projekt var at undersøge om jomfruhummeres overlevelse påvirkes af trawlslæbets varighed. Der var en forventning om at jomfruhummere overlevelse ville være direkte knyttet til opholdstiden i trawlets netpose, og at der kunne opnås en højere overlevelse af jomfruhummere ved at reducere den traditionelle slæbetid på 4 timer. Hovedforsøgene viste at slæbetiden kun i mindre grad påvirkede den samlede overlevelse af jomfruhummerne negativt, og dette var ikke signifikant. Den samlede overlevelse på ca. 52 % i de 18 forsøg er væsentlig mere stabil end resultaterne fra tidligere forsøg (uddybes i 5.2). Resultaterne viser også, at der er en betydelig variation i jomfruhummernes overlevelse inden for slæb af samme varighed. Et indbygget problem ved forsøget er at det præcise fangsttidspunkt under et slæb ikke er kendt eller kan kontrolleres. Det kan medføre at jomfruhummere i visse forsøg er fanget ved slæbets begyndelse og i andre forsøg ved slæbets afslutning, hvilket fører til afvigelser mellem forventet og faktisk slæbetid.

Variation fra slæb til slæb kan ligeledes skyldes vekselvirkningen med øvrige faktorer af betydning som ikke kan kontrolleres. Det antages at mængden af sediment og bifangst øges med stigende slæbetid, mens vejrmæssige variationer fra sejlads til sejlads kan sløre billedet af slæbetidens effekt på jomfruhummernes overlevelse. Alle fangsterne foregik imidlertid over en periode med relativt roligt vejr, og tydelige sammenhænge mellem vejrforhold og overlevelse blev ikke fundet.

Bjærgning af trawlet og løft og tømning af sækken foregik på samme måde ved alle forsøg, og det blev tilstræbt at gøre dette så skånsomt så muligt. I de få minutter hvor nettet ligger i overfladen kan bølger sammenstuve fangsten, ligesom selve løftet vil kunne give anledning til beskadigelse af jomfruhummerne. Det tidsrum hvori fangstposen er ude af vandet vil øge risiko for indbyrdes strid med skader til følge, og jomfruhummerne kan ved hyperaktivitet (sprællende halebevægelse) nærmest kæmpe sig selv ihjel som følge af uoprettelige syre-base forstyrrelser i kropsvæsken.

Den fundne marginale effekt af slæbetiden for overlevelsen kan synes at medføre det positive, at jomfruhummerfiskere ikke er nødsaget til at forkorte fiskeriet væsentligt, da dette er forbundet med reduceret fisketid og ekstra arbejde. Det bemærkes dog at skotterne anbefaler kortere slæbetider (1½ - 2 timer) når der landes levende jomfruhummer.

Temperatur, lys, tryk og salinitet

Forsøgsbetingelserne var ensartede fra sejlads til sejlads. Jomfruhummere blev fanget ved vandtemperaturer omkring 8-9 °C, og halet op i overfladevand ved 16-17 grader C. Fangsterne foregik fra skumring til daggry hvor den naturlige lysintensitet var minimal. I forbindelse med fangstbehandlingen blev der benyttet spotlys, som jomfruhummere befandt sig i, i op til 30 minutter. Fangsterne foregik på samme dybde (28-32 favn; ca. 50 meter), hvilket ikke medfører nævneværdige trykforskelle forsøgene imellem. Salinitetsgradienten blev ikke målt, men overfladevandets saltholdighed var mellem 29-32 ppm over hele forsøgsperioden; sandsynligvis kun en anelse lavere end ved havbunden. Forskelle i vandtemperatur ved bunden, gennem vandsøjlen og i luften kan påvirke jomfruhummere negativt (Harris & Ulmestrand, 2004, Harris & Andrew, 2005a). Temperaturændringer i det omgivende miljø påvirker jomfruhummernes aktivitet og stofskifte hvilket kan være en fysiologisk belastning. Da de trives bedst i et temperatur-interval fra 4-10 grader (Farmer, 1975), vil yderligere temperaturstigninger medføre stofskifteforandringer og indebære en fysiologisk kompensation for at rette op på det. Da forsøget er udført i den periode hvor forskellen mellem overflade og bund er størst, må dødeligheden forventes at være mindre på andre årstider.

Den fysiologiske respons ved temperaturændringer forstærkes når øvrige abiotiske forhold som lys og tryk ændres. Betydningen af lys er velundersøgt, og det er i flere studier fastlagt at jomfruhummernes nethinde ødelægges ved påvirkning. Ud over hormonale forstyrrelser påvirker det tilsyneladende ikke direkte overlevelse, vækst eller reproduktion (Chapman et al, 2000).

Forskelle i saltholdighed i vandsøjlen, øger risikoen for osmotiske forstyrrelser hos jomfruhummere ved bjærgning, og dette har været foreslået som en medvirkende årsag til dødelighed i forbindelse med fangsten (Harris & Ulmestrand, 2004). Jomfruhummere er tilpasset et miljø med høj og stabil salinitet. De har et snævert toleranceområde² hvad angår salinitet, og har vanskeligt ved at omstille sig til og leve under betingelser hvor saltholdigheden er væsentlig reduceret (Mantel & Farmer, 1983). Fortyndet havvand medfører en opsvulmning af jomfruhummerne som følge af vandindtrængningen, og dette kan være kritisk p.g.a. jomfruhummerens ydre skelet.

Springlagsdannelse er mest udbredt i de indre farvande, og således er temperatur og saltgradienten mere udtalt i Kattegat sammenlignet med Skagerrak. Det er sandsynligt at jomfruhummerfiskeriet i Kattegat i sommerperioden indebærer at jomfruhummere udsættes for større forskelle i salinitet og temperatur, sammenlignet med indeværende forsøg. I så fald vil man forvente en øget dødelighed i Kattegat i forhold til Skagerrak.

5.1.3. Fangst og håndtering

De frasorterede jomfruhummere blev anbragt samlet i en fiskekurv med gennemstrømning af overfladevand inden de blev flyttet til opbevaringskarret. Denne behandling foregik skånsomt, men kunne med fordel optimeres. Ulempen ved metoden er dels at 1) jomfruhummere ligger sammen med risiko for mekaniske skader/bid, 2) jomfruhummerne opbevares midlertidigt i ikke-afkølet havvand, og 3) jomfruhummerne løftes op af vandet ved overflytning til nyt opbevaringskar. Alternativt kunne jomfruhummerne sluses direkte i nedkølet havvand, og/eller pakkes adskilt i forbindelse med fangst-

² Saltkoncentrationerne i jomfruhummerens kropsvæske er stærkt påvirkelig af det omgivende miljø. Den manglende evne til at kunne regulere ionbalancen betyder at jomfruhummere kun kan trives i fuldstyrke havvand med ganske små udsving i salinitet (de er *stenohaline*)

sortering. Pakningen kunne enten være i kasser med skillerum eller ved brug af elastikker, og metoden kunne muliggøre sortering. Begge dele vil reducere den samlede stresspåvirkning, og sidstnævnte rutine ville tillige lette såvel salg som den efterfølgende håndtering.

Det bemærkes i øvrigt at jomfruhummere fra dette forsøg blev udvalgt tilfældigt, i modsætning til tidligere procedurer hvor udvælgelsen var selektiv. Den opnåede samlede overlevelse af jomfruhummere fundet i indeværende forsøg er således et minimumsestimater af den samlede overlevelse man ville opnå ved selektiv sortering.

5.2. Opbevaring på skibet

Opbevaringsforhold ombord på skibet

De benyttede opbevaringskar på skibets indeholdt hver en fiskekurv med maksimalt 8 kilo jomfruhummere, hvilket svarer til ca. 60 kg/m³ vand. Iltindholdet var tilstrækkeligt højt i hele opbevaringsperioden (> 80%), hvilket blev opnået ved kraftig beluftning, og lav vandtemperatur på 8-10 °C. Der blev målt ophobning af ammonium på op til 3 mg/l i flere af karrene, og denne udvikling var som forventeligt positiv korreleret til biomasse og opbevaringstid. Tilsvarende måltes et fald i vandet pH forårsaget af CO₂ udskillelse fra jomfruhummerne. I karrene blev der ligeledes registreret udskillelse af betydelige mængder brunligt skum, hvor mængden på tilsvarende vis var afhængig af biomasse og opbevaringstid. Denne udskillelse kan forventes at være mere udtalt såfremt jomfruhummerne var blevet landet i en mudret fangst.

Jomfruhummerne var tilsyneladende rolige under opbevaringen på skibet, om end dette forsøg ikke muliggjorde en tydelig dokumentation deraf. Yderligere afkølet havvand vil sandsynligvis være endnu bedre for jomfruhummerne, da iltindholdet øges direkte og indirekte via jomfruhummernes inaktivering; sidstnævnte med positiv afsmitning på den aggressions-forårsagede dødelighed. Fra udenlandske undersøgelser med hold af levende krebsdyr anbefales sænkelse af temperaturen og en kraftig beluftning. Sidstnævnte kan være den afgørende faktor for tætheden af jomfruhummere p.g.a. kuldioxidophobning og ammoniumudskillelse ved opbevaring.

Transport fra skib til opbevaring

De tre grupper af indbragte jomfruhummere blev flyttet fra lastrummet og placeret i en overdækket opbevaringstønde med nedkølet (7-10 °C), kraftigt beluftet havvand. Den kortvarige overflytning af fiskekurvene foregik i direkte lys og varede få minutter hvor de ikke var i vand. Det bemærkedes at jomfruhummernes aktivitet tiltog ved denne behandling; sandsynligvis stress betinget af en kombination af forandrede lys og temperaturforhold. Betydningen af denne ekstra behandling er ikke undersøgt i forsøget, men det kan ikke udelukkes at forstyrrelserne kan have bidraget til forringelse af jomfruhummernes tilstand. Den samlede transporttid fra havnen til opbevaringsanlæg var på omtrent 15 minutter, og i denne periode blev der ikke registreret nævneværdige ændringer i vandkemien.

5.3. Opbevaringsforhold på land

Medie til opbevaring

Det blev fra forsøgets start besluttet at opbevare jomfruhummerne individuelt i kasser med skillerum. Dette var for at undgå variation i overlevelse som følge af strid mellem aggressive artsfæller, og samtidig have et system der kunne håndteres i forbindelse med

daglig tæk af dødelighed. Denne form for opbevaring benyttes ved kommercielt fiskeri efter levende jomfruhummere i Skotland (Myers & Combes, 2004), og systemet er benyttet i andre undersøgelser af jomfruhummeres overlevelse (Ulmestrand et al, 1997). Ved at placere jomfruhummere i skillerum nedsættes aktiviteten øjeblikkeligt, og der er ingen mulighed for indbyrdes fysisk kontakt. Skillerrummene var 22 cm lange med et tværsnit på 3·3 cm; dog blev de største jomfruhummere placeret i dobbelte skillerum (6·3 cm). Beluftning under kasserne skabte en vandcirkulation gennem skillerrummene og sikrede tilførsel af ilt og fjernelse af affaldsstoffer. Der blev ikke observeret forskelle i overlevelse ud fra placeringen i opbevarings-kasserne, og der kunne ikke registreres størrelseseffekter. I få tilfælde blev enkelte individer klemt i forbindelse med opbevaringen, men dette havde ikke særlig betydning for overlevelsen.

Jomfruhummerne var inaktive ved opbevaring i de lodrette skillerum. Når skillevæggene blev fjernet ved forsøgets afslutning blev jomfruhummerne øjeblikkeligt meget aktive og røg direkte i kløerne på hinanden. Hvorvidt dette fænomen var styret af sult, indespærring eller territorialitet er uklart, men jomfruhummerne var gennemgående meget mere aktive end ved forsøgets begyndelse.

Forsøget tillod ikke sammenligning mellem vandret og lodret placerede skillerør, og det kan derfor ikke udelukkes at længerevarende opbevaring i samme position kan være u hensigtsmæssig.

Indledende forsøg med jomfruhummere fra sejlads 1 samt resultater fra øvrige undersøgelser angiver at dødeligheden langt overvejende forekommer de første dage efter påbegyndt opbevaring (Paterson & Spanoghe, 1997; Stentiford & Neil, 2000). Dette skyldes at stresspåvirkningerne er aftaget og individernes tilstand i vid omfang er blevet stabiliseret. Det er derfor vigtigt at sikre stabile og gunstige opbevaringsforhold i denne *kritiske fase*. Individer med bidskader risikerer at dø relativt hurtigt (forsinket fangst dødelighed) men klares de første dage efter fangst er chancerne for fortsat overlevelse gode under stabile forhold.

Overlevelsen af jomfruhummere i de lodrette skillerum fulgte imidlertid ikke dette mønster. Der var i flere tilfælde ikke tegn på en aftagende dødelighed, hvilket må tilskrives en kombination af flere forhold omkring forsøget. De daglige individuelle registrering i lys kan have påført yderligere stress, og den vedvarende oprette og fastlåste position i de lodrette skillerum kan have været u hensigtsmæssig. Der blev udført supplerende forsøg efter normal forsøgsafslutning efter 96 timer. På trods af betydelig håndtering (registrering af tilstand og størrelse) var der en meget beskedent efterfølgende dødelighed når jomfruhummere blev opbevaret i åbent anlæg med skjul.

De udførte tillæggsforsøg med alternative opbevaringsmedier viste at overlevelsen kan øges hvis jomfruhummerens stridslyst kan holdes i ave. Dette kan enten ske ved at pacificere dem med elastikker på klosaksene eller holde dem indbyrdes adskilt. Ulempen ved elastikmetoden er det øgede tidsforbrug som klo-fikseringen medfører samt risikoen for at elastikken falder af. Metoden burde imidlertid let kunne operationaliseres, og eventuelt benyttes til store fraserterede levende jomfruhummere. Ulempen ved rum-inddelte opbevaringsbakker er dels håndteringen og dels en dårligere pladsudnyttelse. Placeringen af jomfruhummere i enkelte rum forudsætter at de er sløve/inaktive, hvilket kan opnås ved at sænke vandtemperaturen. Når de skal tilses er det tilsvarende et problem hvis de er for aktive, idet der er risiko for flugt eller maste individer.

Opbevaringsmetoden kan optimeres så rummene tilpasses forskellige størrelser af jomfruhummere, men vil nok i sammenligning med opbevaring i åbne bakker give anledning til relativ mindre biomasse.

Overlevelsesgraden af jomfruhummere i åbne kasser er afhængig af behandlingen forud for opbevaring. Foruden betydningen af fysiologisk tilstand forud for opbevaring, indikerer resultaterne fra forsøgene at øvrige forhold som køn- og størrelsesfordeling kan påvirke den samlede overlevelse hvis jomfruhummere ikke holdes adskilt.

Temperatur

Det blev tilstræbt at holde en vandtemperatur på omkring 10 grader, til afvikling af hovedforsøgene i udendørsanlægget. Dette temperaturområde blev valgt ud fra anbefalinger fra litteraturen og hensyn til fangsttemperatur. Anderledes vandtemperaturer kunne med fordel være benyttet, dog med risiko for væsentlige øgede driftsomkostninger eller ugunstige påvirkning på jomfruhummernes overlevelse.

Anlæggets vandtemperatur varierede op til 3 grader i løbet af et døgn som følge af varmeudveksling, og i forsøgsperioden aftog den gennemsnitlige vandtemperatur med ca. 0,3 °C om ugen. Dette forhold kan have påvirket de fundne overlevelsesrater, idet betydelige temperatursvingning er u hensigtsmæssige. I så fald kan de fundne overlevelsesrater være underestimeret. Vandtemperaturen og udsvingene var højest i begyndelsen af forsøgsrækken, og det kan være en medvirkende årsag til at overlevelsen var en anelse lavere fra de første sejladsere.

Temperaturen er en afgørende parameter for såvel jomfruhummernes overlevelse som driftsøkonomi. Det er vigtigt at temperaturen holdes tilstrækkelig lav i dagene efter fangst, af hensyn til iltindhold, ophobning og udskillelse af affaldsstoffer og jomfruhummernes stofskifte generelt. Ved akutte temperaturstigninger øges stofskiftet betydeligt og syre-base balancen vil påvirkes som følge af øget CO₂ dannelse og eventuel ophobning af mælkesyre. Såfremt aktiv ion-udskillelse og enzymatisk aktivitet ikke kan afværge denne fysiologiske ubalance, dør individerne. Efter hovedforsøgenes afslutning medio september 2005, steg vandtemperaturen på kort tid fra ca. 10 grader til over 17 grader C. Effekten af denne temperaturændring var en akut høj dødelighed (dag 1-4), hvorefter dødeligheden ophørte.

Nogle undersøgelser anbefaler hurtig nedkøling til inaktivering i forbindelse med sortering, og lav temperatur øger også vandkvaliteten i form af øget tilgængeligt ilt. Hvorvidt den lave temperatur, med risiko for at påføre temperatursving (stress), er gavnligt eller ej for jomfruhummernes evne til restituering og overlevelse er ikke afklaret, men det er vigtigt at undgå betydelige temperaturskift (eksempelvis vand/luft ved sortering). Jomfruhummernes nedre temperaturtolerance ligger angiveligt omkring 1-2 °C, da de befinder sig i et habitat hvor temperaturen ikke kommer under 3-4 °C.

Når jomfruhummere er kommet gennem den kritiske fase tyder det på, at vandtemperaturen kan hæves, hvis det foregår i små intervaller. Det blev illustreret i forskellige forsøg med overflytning af jomfruhummere fra udendørsanlægget (ca. 10 °C) til det kølede recirkuleringsanlæg hvor vandtemperaturen var stabil omkring 13,5 °C.

Ligeledes viste indledende forsøg af en mindre del af indbragte jomfruhummere overlevede flere uger ved 17- 18 °C.

Jomfruhummere er temperatur-tolerante når de er blevet akklimatiseret, og det normalt forekommende temperaturinterval omkring 4-10 grader kan hæves betydeligt.

Dette aspekt er interessant i opbevaringsøjemed, hvor køling er forbundet med ekstra udgift-er og hvor lave temperaturer kan være den begrænsende faktor for produktion. I recirkuleringsanlæg hvor udskilte affaldsstoffer nedbrydes i biologiske filtre, vil ammonium omsætningen kunne blive problematisk ved lave temperaturer. Af den grund vil det være hensigtsmæssigt at etablere mellemlagringsfaciliteter med en tilpas høj temperatur.

Vandkemiske forhold

Ved opbevaring ombord på skibet blev der målt udvikling i ammonium koncentration som var positiv korreleret til mængden af jomfruhummere. Denne affaldsophobning er u hensigtsmæssig da små mængder ammoniak er toksisk og derved begrænsende for den samlede overlevelse. Det vides ikke i hvilken grad ammonium er udskilt fra levende individer eller stammer fra døde/døende individer. For at imødegå dette kan vandet udskiftes (problematiske ved brug af nedkølet vand), eller i teorien nedbrydes momentant ved brug af eksisterende rensningsteknikker (zeolitfilter eller elektrolyse).

Med de benyttede biomasser var det ikke problematisk at sikre tilstrækkelig iltindhold ved beluftning, men der var tilsyneladende problemer med CO₂ ophobning. Markant pH fald indikerer ophobning af CO₂ som en reaktion på øget stofskifte, og syre-base forstyrrelser hos jomfruhummerne kan have været så udtalte at skaden er uoprettelig (T. Taylor, *pers. komm.*).

På skibet blev det bemærket at der aflejredes en bræmme af brunligt skidt/proteinskum. Aflejringen tiltog med opbevaringstiden og mængden af jomfruhummere. En nærmere karakteristik og undersøgelse af ophavet dertil er ikke foretaget, men det kan ikke udelukkes at skumdannelsen kan være en problematik (mikrobiel nedbrydning til NH₃/NH₄⁺) og være en indikation på ubalance. Udskillelsen kan med fordel løses i en eventuel kommercialisering af opbevaring af levende jomfruhummere (Scarrett, 2001).

5.4. Betydende faktorer for jomfruhummernes overlevelse

Forsøgene viste at dødeligheden var uafhængig af jomfruhummernes størrelse (bilag 2), d.v.s. små som store individer overlevede med samme sandsynlighed. Dette er også fundet i andre undersøgelser (Ulmestrand et al, 1997) og er sammenfaldende med eksportør J. Kasten's erfaringen med hold af levende jomfruhummere. Der blev ikke observeret forskelle mellem kønnene, hvor også rognhunner overlevede fangst, ophold på skib og opbevaring i land. De få hjembragte bløde jomfruhummere var døde ved ankomst eller døde under opbevaring i land.

Der er en lang række generelle forhold af afgørende betydning for jomfruhummernes overlevelse gennem den kritiske fase fra fangst til længerevarende opbevaring. Summen af disse varierende og indbyrdes vekselvirkende faktorer afgør hvorvidt det enkelte individ formår at komme sig og overleve på længere sigt.

Følgende forhold nedsætter den samlede stresspåvirkning for jomfruhummere:

KØLIGT – MØRKT – VÅDT –ILTRIGT- ADSKILT

Såfremt vandkvaliteten er i orden og jomfruhummerne håndteres skånsomt vil de betydende tilbageblevne faktorer være de mekaniske skader som er forvoldt under fiskeriet og stofskifteproblemer i forbindelse med ekstrem aktivitet (*tail-flipping*). I det følgende gives et oprids over faktorer der alle kan tænkes at påvirke jomfruhummernes tilstand i den kritiske fase, og der er angivet forslag til ændret praksis.

- Brug af mere skånsomme redskaber så som tejn er fremført ved flere lejligheder. Metoden er imidlertid ikke praktisk realiserbar i det danske fiskeri, da udstyrsbehov og arbejdskraft langt overgår en tilsvarende trawlet fangstmængde, og samtidig vil brug af tejn være uforeneligt med det eksisterende fiskeri med trawl.
 - Dybden hvorpå jomfruhummere er fanget kan tænkes at have betydning for den efterfølgende overlevelse (i denne undersøgelse foregik fiskeriet i ca. 50 meters dybde), idet dybtfangede jomfruhummere påvirkes i form af længere ophalingsperiode og samtidig udsættes for større trykforskel.
 - Konsekvenserne af jomfruhummernes aggressive adfærd kan minimeres/begrænses ved at foretage hurtig sortering og adskillelse. Dette kunne være i form af differentieret sortering, hvor eksempelvis udelukkende store individer sorteres fra og holdes afskilt. Herved begrænses den tid hvori individerne kan strides og volde skader på hinanden.
 - Ved at pakke jomfruhummere enkeltvis allerede ombord på skibet, evt. i kolonneinddelte kasser kan aggression, stress og det efterfølgende håndteringsbehov reduceres. Der bør derfor sættes på en sådan løsning. Vælges alternative opbevaringsløsninger kan det være en mulighed at nedkøle jomfruhummere betydeligt inden disse skal håndteres.
 - Såfremt større mængder jomfruhummere skal holdes levende i længere tid skal vandkvaliteten sikres. Dette skal foregå så surhedsgraden/pH opretholdes og mængden af ammonium/ammoniak holdes lavt. Ligeledes vil store mængder bundsediment forplumre fangsten med forringet vandkvalitet til følge.
 - En løsning til at pacificere jomfruhummeres indbyrdes strid/adfærd ved længerevarende opbevaring er at indrette et anlæg med høj vandcirkulation /gennemstrømning. Dette har ifølge Jan Kasten (Eksportør) tidligere været benyttet med succes, om end tilsyn og fjernelse af døde individer besværliggøres.
 - Opbevaringsformen på land bør indrettes så forholdene i videst muligt omfang er stabile og minder om fangst- og transportbetingelser. Dette kan sikres i recirkulationsanlæg, hvor en af fordelene netop er stabilitet og vandrensning. Forundersøgelsen indikerer at ammonium-ophobning kan være et problem, hvilket kan afhjælpes med forskellige tekniske løsninger. Da biologiske filters effektivitet forringes med faldende temperaturer, er der behov for et system der sikrer tilfredsstillende vandkvalitet ved kommercielle tætheder af jomfruhummere på en driftsøkonomisk måde.
 - Forringet vandkvalitet i form af ophobning af partikulært materiale kan undgås ved at bruge mekaniske filtre, eventuelt i form af en mikrosigte. Dette kan blive aktuelt i de situationer hvor der landes beskidte jomfruhummere eller såfremt der fodres i mellem-lagringsfasen. Ligeledes kan proteinskimmere være en mulig løsning (Scarrett, 2001).
- Det bemærkes, at resultaterne fra dette projekt er fundet ved forsøgsfiskeri i august og september. Da fangst- og opbevaringsprocedurerne af forsøgsmæssige hensyn blev holdt ens under hele forsøget, er der ikke testet for effekter af yderligere forbedringer.

5.5. Foreløbige anbefalinger til håndtering af levende jomfruhummere

I en skotsk erhvervsmanual for jomfruhummerfiskeri (Myers & Combes, 2004), står der følgende retningslinier vedrørende levende jomfruhummere:

”For at undgå strid, skader og dødelighed forårsaget af blødning, anbefales det at jomfruhummere, tiltænkt levende markedssalg, overflyttes direkte fra tejn [eller trawl] til rørkasser eller lukkede bakker i passende mål. Jomfruhummerne i rør skal placeres med halen nederst, og rørrangementet skal stå lodret for bedst muligt at efterligne jomfruhummernes naturlige stilling i hulerne på havbunden. Midlertidig overførsel af jomfruhummere fra tejn [eller trawl] til en bakke for efterfølgende sortering er ikke anbefalesværdig, idet jomfruhummere slås i bakkerne. Ved håndtering tilstræbes det at begrænse lys-ekponeringen og hurtige temperaturskift hvilket er stressforvoldende for dyrene. Levende jomfruhummere bør opbevares i våde, kølige omgivelser.”

Ovenstående gælder fangst med passive redskaber, men kan også bruges til trawlfiskeri efter jomfruhummere. Baseret på dette samt erfaringerne fra indeværende undersøgelse, gælder disse foreløbige anbefalinger:

- Fartøjer der foretager korte fangstrejser (nat/dagfiskeri) egner sig foreløbigt til fangst og opbevaring af levende jomfruhummere.
- Skånsom fangsthåndtering og adskillelse/pakning af levende jomfruhummere på skibet, herunder begrænsning af det tidsrum hvor jomfruhummerne ikke er i køligt vand
- Brug af opbevaringskar med køligt fuldstyrke havvand og kraftig beluftning
- Benyt begrænset mængde af jomfruhummere per vandvolumen (eks. tæthed på 50 kg/m³)
- Perioder med meget varmt vejr eller hård frost vil vanskeliggøre fangst af jomfruhummere med henblik på levende salg.
- Store total fangster, eller fangster med store mængder bund/ler vil tilsvarende reducere jomfruhummernes overlevelseschancer

I land skal der tilsvarende udføres en række tiltag der kan imødekomme jomfruhummernes krav til opbevaring og derved sikre maksimal overlevelse. Disse tiltag kunne omfatte:

- Hurtig og skånsom håndtering samt adskillelse af jomfruhummere.
- Stabile opbevaringsfaciliteter der omfatter køligt havvand (4-8 °C) af høj kvalitet (højt iltindhold, lav ammoniumindhold, stabil pH)
- Tilsynsrutiner; afvejning af behov fjernelse af døde individer og der af følgende stresspåvirkning ved lys og forstyrrelse ved håndtering

6. KONKLUSION OG PERSPEKTIVER

6.1. Muligheder for hold af levende jomfruhummere

Dette pilotprojekt har dokumenteret at jomfruhummere kan fanges med trawl og efterfølgende opbevares på land med en gennemsnitlig samlet overlevelse på 52 procent. Den kritiske fase, fra bjærgning af fangst, håndtering og opbevaring varer 3-4 dage og kan optimeres på flere områder, hvorefter den i forvejen relativt stabile samlede overlevelse kan forøges. Reduktion i trawlslebets varighed havde ikke en afgørende positiv effekt på den samlede overlevelse som forventet, og nuværende fangstrutiner kan fortsat benyttes. Der er i projektet identificeret en række potentielle muligheder for at optimere delprocesser i kæden, og det forventes at metoden derved kan realiseres i storskala og på sigt kommercialiseres. Optimeringen bør omfatte sorterings- og pakningsrutiner, forbedringer af opbevaringsforhold ombord på skibet og udvikling af driftsøkonomiske landbaserede anlæg og transportsystemer.

STYRKER	SVAGHEDER
<ul style="list-style-type: none">- Optimering af fangstværdi- Uudnyttet nicheprodukt- Relativ lave investering for fiskere/muligt for eksisterende fiskeflåde- Forbedret værdiskabning i hele værdikæden	<ul style="list-style-type: none">- Driftsomkostninger; evt. kølebehov- Anlægsinvesteringer for eksportør- Øget håndtering og pladsbehov- Begrænset erfaring med opbevaring i stor skala
MULIGHEDER	UDFORDRINGER
<ul style="list-style-type: none">- Forsyningssikkerhed- Eksport- Certificering- Jobskabelse regionalt	<ul style="list-style-type: none">- Driftssikre landanlæg- Veterinære forhold (konflikter)- Udenlandsk konkurrence- Markedet

Figur 22. Oversigt over betydende forhold for fangst og slag af levende jomfruhummere

Figur 22 gengiver udviklingsmulighederne for hold af levende jomfruhummere. Den optimerede fangstværdi vil kunne opnås ved salg til danske detailhandlere, eller i endnu højere grad ved eksport til Sydeuropa. Ifølge udenlandske kilder er det sydeuropæiske marked for levende jomfruhummere, som p.t. overvejende forsynes med skotske leverancer, fortsat stort. En af styrkerne ved denne produktforædling er at der opnås en øget værdiskabning i hele værdikæden, uden at hæve det nuværende udtag af jomfruhummere. For at kunne opnå maksimal konkurrenceevne kræver det at udvikling og specialisering i hele værdikæden. Der mangler p.t. væsentlige forskningsindsatser i spørgsmål vedrørende økonomisk optimering af landbaserede anlæg og undersøgelser af de bedste transportmuligheder. Samtidig er der behov for en stabil og betydelig leverance af levende jomfruhummere såfremt en mellemlagringsfacilitet skal kunne opføres og holdes i drift. Et uafklaret aspekt ved opbevaring af levende jomfruhummere er risikoen for veterinære problemer, eventuel i form af parasitære eller bakterielle infektion (Paterson & Spanoghe, 1997; Stentiford et al, 2000).

Dette vil i givet fald kræve at eksisterende foranstaltninger til vanddesinfektion (eks. ozon, UV eller filtrering) inddrages. Dette tiltag kan ligeledes være nødvendigt for at sikre at hygiejnekrav³ til produkt og procesvand i recirkulerede anlæg efterleves. Med Danmarks gode position inden for recirkulationsteknologi er det overvejende sandsynligt at driftstekniske problemer kan løses på en konkurrence dygtig måde. Øget forskning vil ligeledes kunne angive retningslinier for hold af levende jomfruhummere, der tilgodeser såvel jomfruhummernes temperaturbehov som ønsket om en driftsøkonomisk produktion.

6.2. Perspektiver

Det danske jomfruhummerfiskeri indbringer årligt 300 millioner kroner i førstehåndsværdi, hvilket kun overgås af silde- og torskefiskeriet. Danmark er ligeledes blandt de førende europæiske fiskerinationer når det drejer sig om jomfruhummere, og kan blive endnu mere konkurrencedygtige hvis en del af jomfruhummerne kan landes og sælges levende. Ved ændrede fangstrutiner og relativt lave engangsinvesteringer for den eksisterende fiskeflåde, kan der opnås betydelig værdiforøgelse på fangst- og salgsværdien af jomfruhummere.

Forudsætning for kommercialisering af salg af levende jomfruhummere er, at en række delprocesser identificeres og optimeres. Forundersøgelsen har vist at der er store perspektiver i fangst af jomfruhummere med henblik på salg og eksport af levende jomfruhummere. Jomfruhummere fanget med trawl kan opbevares med stabil høj overlevelse, og det forventes at forbedringer i håndteringsprocesserne samt inddragelse af eksisterende viden fra tilsvarende skotsk fiskeri vil forbedre overlevelsen yderligere. Kommende kritisk viden vedrørende fangsthåndtering, opbevaring og transport under danske forhold vil derfor være en betydende faktor i styrkelsen af en fremtidig kommercialisering af salg og eksport af levende jomfruhummere.

Forsyningssikkerhed af levende jomfruhummere vil kunne imødekomme det sydeuropæiske markedets efterspørgsel og følgende høje markedspriser for levende jomfruhummere. Alle de berørte led i erhvervet vil kunne opnå forøgede indtjeningsmuligheder, idet ændring af fiskeriet med henblik på salg af levende jomfruhummere vil give nye muligheder for værdiforøgelse af hele værdikæden. Fiskerne vil blive direkte økonomisk belønnet ved en øget landingsværdi for levende jomfruhummere, hvilket forudsætter relativt beskedne investeringsomkostningerne (eksempelvis opbevaringsfaciliteter og ændret dæksarrangement).

Forudsætningen for dette er erhvervets fortsatte interesse og opbakning, samt yderligere forskning og udvikling af ny kritisk viden om trawlfangst af jomfruhummere, optimal håndtering, sortering, opbevaring og transport af disse.

³ Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EF) nr. 852/2004 af 29. april 2004 om fødevarerhygiejne, samt nr. 853/2004 af 29. april 2004 om særlige hygiejnebestemmelser for animalske fødevarer.

7. REFERENCER

- Bertelsen, M. 1996. Jomfruhummerfiskeriet og bestandene i de danske farvande. DFU rapport 14-96, p. 110
- Chapman,C.J., Shelton,P.M.J., Shanks,A.M., and Gaten,E. 2000. Survival and growth of the Norway lobster in relation to light-induced eye damage. *Marine Biology* **136**: 233-241
- Eksternt forum 2005. Fangster skal udnyttes bedre. Fødevarerministeriets eksterne ugebrev nr. 33 af 17. august 2005. www.fvm.dk/nyheder
- Eriksson, SP and Baden, SP. 1997. Behaviour and tolerance to hypoxia in juvenile Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) of different ages. *Marine Biology*, Vol. 128(1) 49-54
- FAO, 2005: FAO yearbook. Fishery statistics. Capture production 2003. Vol. 96/1.
- Farmer, A.S.D. 1975. Synopsis of biological data on the Norway lobster *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). FAO Fisheries Synopsis No. 112, p.97
- Fishing News International, Dec. 2005 - <http://www.saeplast.com/index.html>
- Harris R.R., Ulmestrand M. 2004. Discarding Norway lobster (*Nephrops norvegicus* L.) through low salinity layers – mortality and damage seen in simulation experiments. *ICES Journal of Marine Science*, 61, 127-139.
- Harris,R.R. and Andrews,M.B. 2005. Physiological changes in the Norway lobster *Nephrops norvegicus* (L.) escaping and discarded from commercial trawls on the West Coast of Scotland - I. Body fluid volumes and haemolymph composition after capture and during recovery. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **320**: 179-193.
- Harris,R.R. and Andrews,M.B. 2005. Physiological changes in the Norway lobster *Nephrops norvegicus* (L.) escaping and discarded from commercial trawls on the West Coast of Scotland: II. Disturbances in haemolymph respiratory gases, tissue metabolites and swimming performance after capture and during recovery. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **320**: 195-210.
- Hosie, D.A., R.F. Uglow, L. Hagerman, T. Sondegaard, and K. Weile. 1991. Some effects of hypoxia and medium ammonia enrichment on efflux rates and circulating levels of ammonia in *Nephrops norvegicus*. *Marine Biology* 110:273-279.
- Jacklin, M. 1996. Assessment of Stress and Mortality of the Prawn (*Nephrops norvegicus*) During Live Handling from Vessel to Market. Seafish Report no. 424; 24 sider + bilag.
- Kern-Jespersen, 2005. Rene og sprællevende. Politiken, søndag den 9. oktober, 5. sekt. s 14-15.
- Linnane,A., Uglem,I., Grimsen,S., and Mercer,J.P. 1997. Survival and cheliped loss of juvenile lobster *Homarus gammarus* during simulated out-of-water transport. *Progressive Fish-Culturist* **59**: 47-53.
- Mantal, L.H & L.L. Farmer, 1983. Osmotic and ionic regulation. *In* The Biology of Crustacea, Vol. 5. Academic Press,
- Maynou, F. and Sarda,F. 2001. Influence of environmental factors on commercial trawl catches

of *Nephrops norvegicus* (L.). ICES Journal of Marine Science **58**: 1318-1325.

Myers, M. and J. Combes. 2004. Good manufacturing practices: Guidelines for nephrops fishermen. Seafish Report No. SR 559; 12 sider. ISBN 0-903941-27-9 (www.seafish.org)

Paterson, B.D. and Spanoghe, P.T. 1997. Stress indicators in marine decapod crustaceans, with particular reference to the grading of western rock lobsters (*Panulirus cygnus*) during commercial handling. Marine and Freshwater Research **48**: 829-834.

Scarrett, D.J. 2001. Short term storage and live transport of aquatic animals: An overview of problems and some historic solutions. In Paust, B.C. & A.A. Rice. 2001. Marketing and shipping live aquatic products: Proc. of the second International Conference and Exhibition, Nov. 1999, Seattle, Washington. University of Alaska Sea Grant, AK-SG-01-03, Fairbanks.

Schmitt, A.S.C and R. F. Uglow. Metabolic responses of *Nephrops norvegicus* to progressive hypoxia. *Aquatic Living Resources* 11 (2):87-92, 1998.

Spicer J.I., Hill A.D., Taylor A.D., Strang R.H.C., 1990. Effect of aerial exposure on concentrations of selected metabolites in blood of the Norwegian lobster *Nephrops norvegicus* (Crustacea: Nephropidae). *Marine biology*, 105, 129-135.

Stentiford, G. D, Neil, DM, Atkinson, RJA and Bailey, N. 2000. An analysis of swimming performance in the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* L. infected by a parasitic dinoflagellate of the genus *Hematodinium*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 247(2)169-181

Stentiford, GD and Neil, DM. 2000. A rapid onset, post-capture muscle necrosis in the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.), from the West coast of Scotland *Journal of Fish diseases*, Vol. 23(4): 251-263

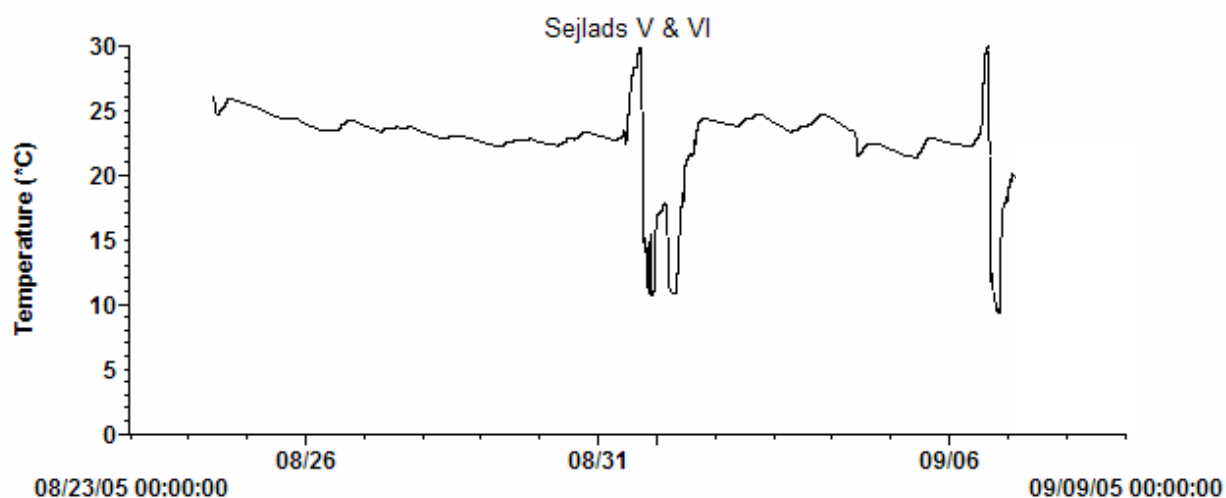
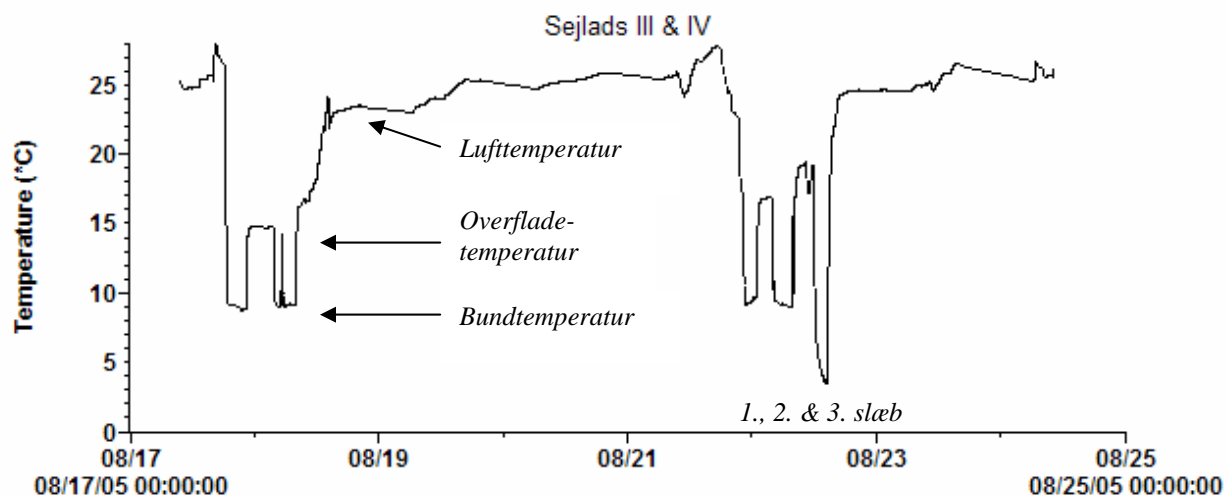
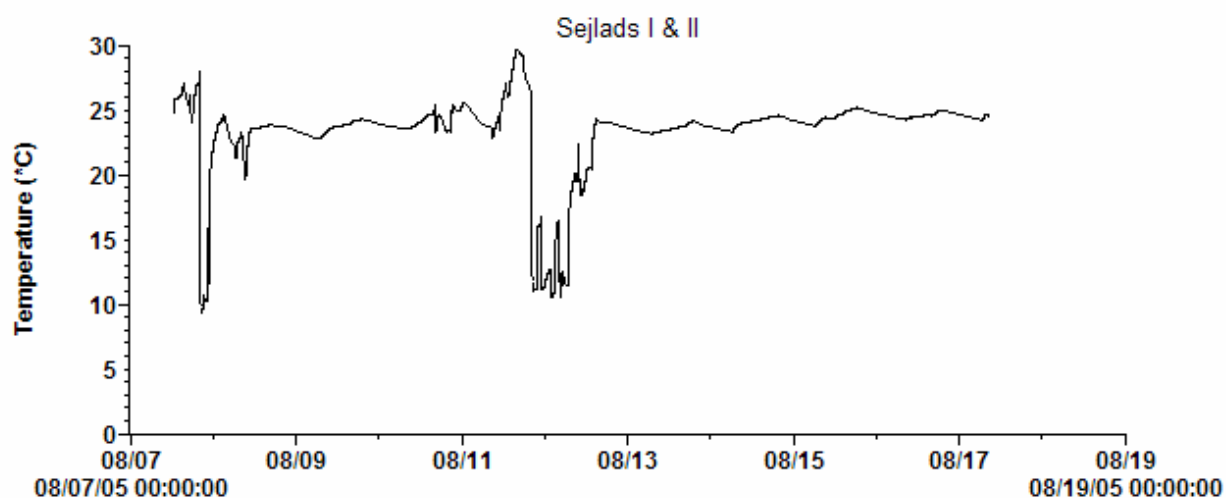
Tune, C.J. 1985. A Study of the Export System of Live Crustacea & The Benefits of an Improved Transport System. SeaFish Report No. 1233; 35 sider + bilag

Uglow, R.F, D.A. Hosie, I.T Johnson and P.H. MacMullen. 1986. Live Handling & Transport of Crustacean Shellfish: An Investigation of Mortalities, Seafish Report 280; 24 sider + bilag

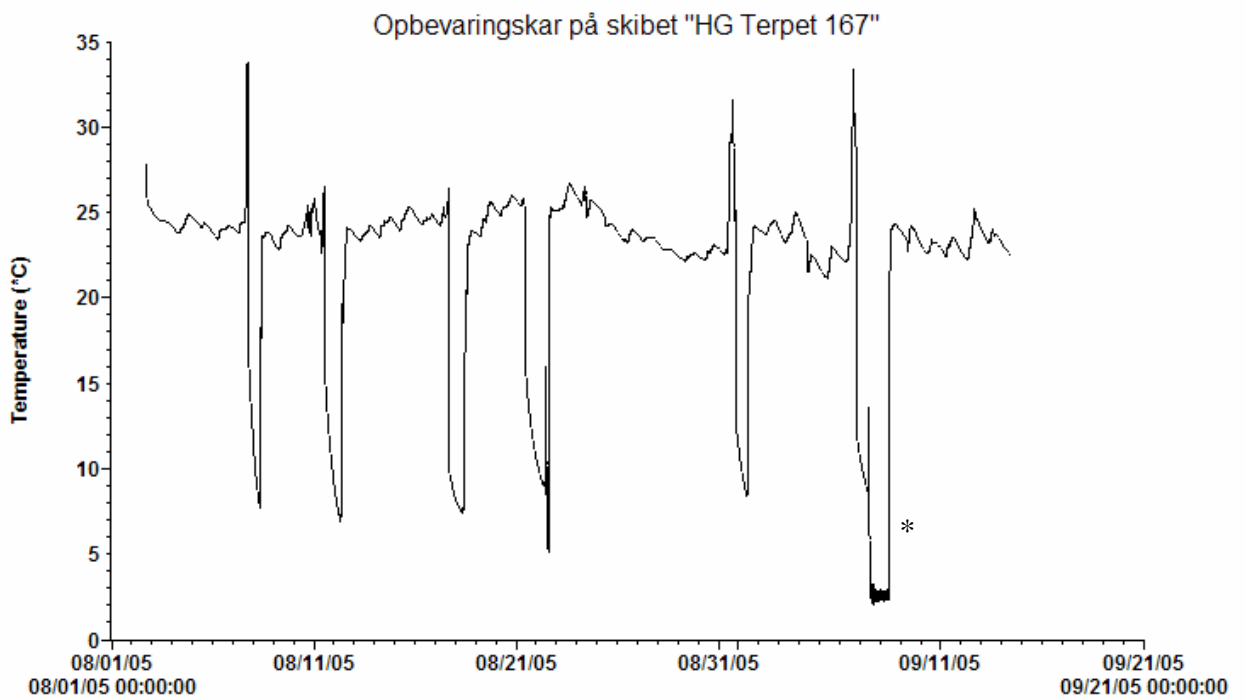
Ulmestrand, M., D. Valentinsson and H. Hallbäck. 1997. Roundfish and *Nephrops* survival after escape from commercial fishing gear. Progress report; EC Contract No: FAIR-CT95-0753

8. BILAG

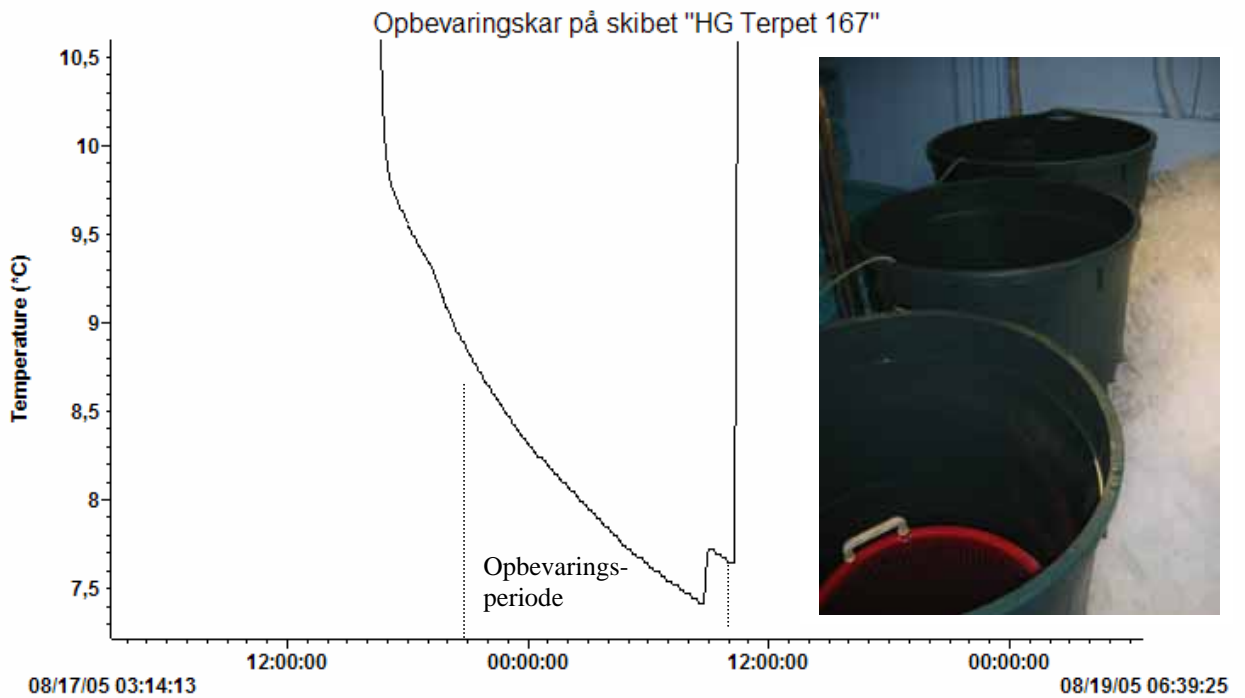
Bilag 1: Anlæg og temp.-målinger



Temperaturdata ved trawlfiskeri fra seks sejlads i perioden fra den 5. aug. 2005 til den 7. sept. 2005. Målinger mellem sejladserne angiver lufttemperatur.

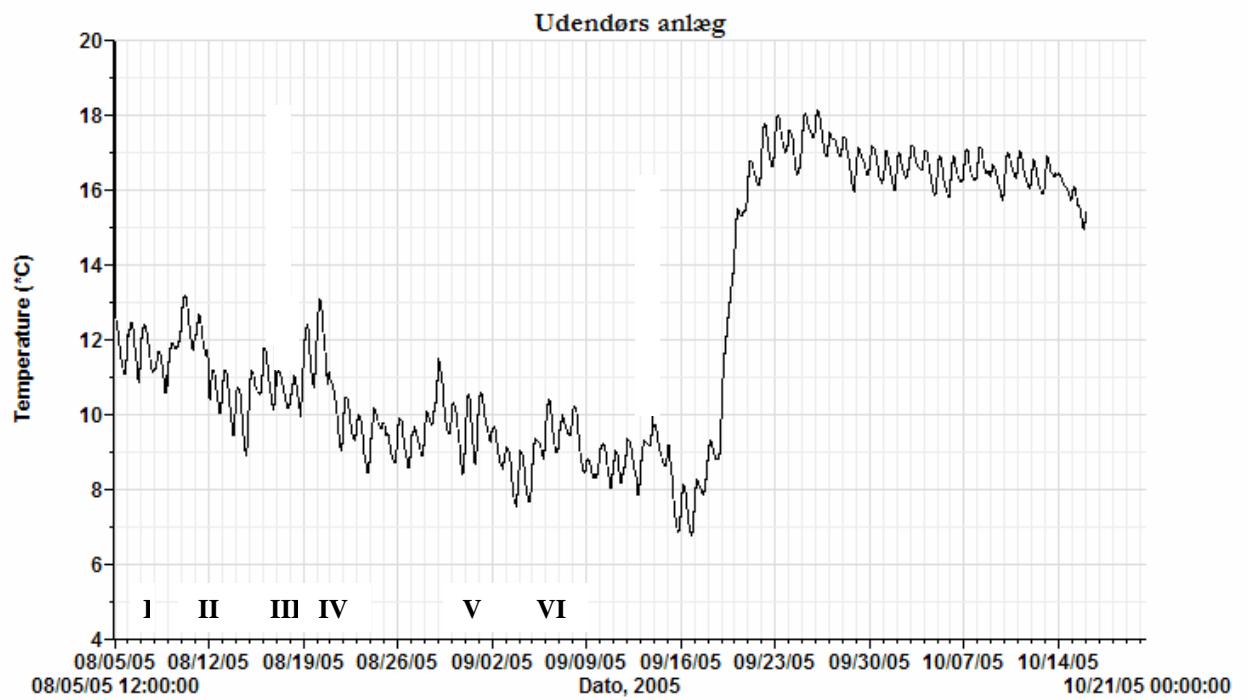


Figur: Registrering af vandtemperaturen i opbevaringskarrene til levede jomfruhummere ombord på skibet for de 6 sejlads. *) Uregelmæssigheden ved 6. sejlads skyldes at temperaturloggeren efterfølgende blev opbevaret i kølerum.



Figur: Udsnit af temperaturforhold i opbevaringskar ved sejlads. Forsøgsfiskeriet foregik i perioden fra solnedgang til daggry, og jomfruhummerne blev opbevaret fra fangst (mellem kl. 21 og 05.) til landing ved havnen kl. 10.00. Karrene blev fyldt med ca. 125 l saltvand og kølet udvendigt med is.

BILAG



Figur: Oversigt over temperaturudvikling i udendørsanlæg til opbevaring af jomfruummere. Den 20/9 blev kølingen af havvandet indstillet, og fra da blev anlægget forsynes med frisk havvand.



Udendørsanlæg til opbevaring af jomfruummere ved DFU, Hirtshals.

Bilag 2: Størrelsesfordeling af jomfruhummere fra de forskellige sejladser. Middel, median, minimum og maksimum værdi angivet i mm

2. sejlad	1. slæb						2. slæb						3.slæb					
	Skib	Land	Overs.	96 t.	Overl.	Total	Skib	Land	Overs.	96 t.	Overl.	Total	Skib	Land	Overs.	96 t.	Overl.	Total
middel	42,2	48,2		44,2	42,6	44,0	45,0	53,5		44,2	44,8	45,0		44,0		39,1	42,4	41,1
median	42	47		43	42	43	45	53,5		44	45	45		44		39	42	41
st.afv	5,6	5,6		6,6	4,6	5,9	4,2	0,7		4,8	6,0	5,7		5,7		3,1	4,8	4,5
st.fejl	1,8	1,5		1,1	0,8	0,6	3,0	0,5		1,3	1,0	0,8		4,0		0,6	0,8	0,5
95 % KI	4,0	3,1		2,3	1,5	1,2	36,1	6,0		2,8	2,1	1,6		48,1		1,2	1,6	1,1
antal	10	15		33	37	95	2	2		14	33	51		2		28	38	68
min	36	37		35	35	35	42	53		37	33	33		40		33	31	31
max	55	57		59	53	59	48	54		51	59	59		48		44	53	53

3. sejlad	1. slæb						2. slæb						3.slæb					
	Skib	Land	Overs.	96 t.	Overl.	Total	Skib	Land	Overs.	96 t.	Overl.	Total	Skib	Land	Overs.	96 t.	Overl.	Total
middel	43,8	39,8		41,9	42,0	41,7		49,3		41,2	44,8	43,5	45,0	44,0		39,2	45,1	41,5
median	43,5	40		42	40	41		47		41	43	42	45	43		38,5	45	41
st.afv.	3,9	5,7		5,2	7,0	5,9		10,7		4,0	7,7	6,8	-	5,7		5,4	5,1	5,7
st.fejl	1,9	1,0		0,7	1,0	0,4		6,2		0,9	1,6	1,0	0,0	1,2		0,8	1,0	0,4
95 % KI	6,1	2,0		1,4	1,9	0,9		26,5		1,9	3,2	2,0	--	2,5		1,6	2,0	0,9
antal	4	33		57	53	189		3		20	24	47	1	23		46	28	162
min	40	30		30	32	30		40		34	34	34	45	37		30	38	30
max	48	52		57	63	63		61		48	63	63	45	62		57	59	62

4. sejlad	1. slæb						2. slæb						3.slæb					
	Skib	Land	Overs.	96 t.	Overl.	Total	Skib	Land	Overs.	96 t.	Overl.	Total	Skib	Land	Overs.	96 t.	Overl.	Total
middel	40,1	39,5		41,9	42,6	41,3	50,3	38,8		41,2	40,6	41,1	46,8	39,6		42,9	41,2	41,8
median	40	38		40	43	40	50	35		40,5	40	40,5	45	40		40,5	41	41
st.afv.	3,1	3,9		5,5	4,4	4,8	5,5	7,2		4,6	6,2	6,1	7,9	3,5		6,1	5,4	5,7
st.fejl	0,9	0,8		0,7	0,9	0,4	3,2	3,2		1,1	1,0	0,8	3,5	1,2		1,2	0,7	0,6
95 % KI	1,9	1,6		1,5	1,8	0,9	13,7	8,9		2,3	2,0	1,5	9,8	2,9		2,6	1,5	1,2
antal	13	26		54	25	118	3	5		18	40	66	5	8		24	55	92
min	36	33		31	35	31	45	33		35	30	30	40	34		35	32	32
max	45	47		55	54	55	56	50		53	61	61	60	44		59	55	60

(Tabel 2 fortsat.)

5. sejlad	1. slæb						2. slæb						3.slæb					
	Skib	Land	Overs.	96 t.	Overl.	Total	Skib	Land	Overs.	96 t.	Overl.	Total	Skib	Land	Overs.	96 t.	Overl.	Total
middel	37,0	40,9	42,3	40,9	41,1	40,9	45,0	42,6	38,6	41,7	42,1	41,5	41,8	41,0	39,7	41,5	41,4	40,8
median	37	40	40	40	40	40	45	42	40	41	40	41	42	40	39	41	41,5	40
st.afv.	2,0	5,1	5,7	4,1	5,1	4,8	4,2	4,4	4,3	4,8	6,4	5,6	5,0	4,7	4,7	6,4	4,7	5,0
st.fejl	1,2	0,8	1,0	0,8	0,7	0,4	3,0	1,1	0,9	1,0	0,8	0,5	1,0	1,0	0,5	1,2	0,7	0,4
95 % KI	5,0	1,6	1,9	1,6	1,4	0,9	36,1	2,3	1,9	2,1	1,7	1,0	2,1	2,1	1,0	2,5	1,3	0,7
antal	3	41	35	28	50	122	2	16	21	22	56	117	24	21	81	28	52	206
min	35	32	35	35	33	32	42	34	30	35	32	30	36	34	30	30	32	30
max	39	53	57	55	56	56	48	52	44	54	57	57	54	50	54	56	53	56

6. sejlad	1. slæb						2. slæb						3.slæb					
	Skib	Land	Overs.	96 t.	Overl.	Total	Skib	Land	Overs.	96 t.	Overl.	Total	Skib	Land	Overs.	96 t.	Overl.	Total
middel	57,0	42,9	41,1	41,6	41,5	41,7		44,0		39,3	42,9	42,8	46,0	43,3	42,1	42,0	42,0	42,2
median	57	41,5	40	40	41	41		42,5		38	39	40	46	42	41	41	41,5	41
st.afv.	8,5	5,8	5,4	6,1	5,8	5,8		6,9		5,1	7,8	7,4	11,3	6,4	5,5	4,7	4,9	5,3
st.fejl	6,0	1,1	0,8	1,4	0,8	0,5		2,8		3,0	1,6	1,3	8,0	1,8	0,7	1,0	0,7	0,4
95 % KI	72,2	2,2	1,6	3,0	1,5	0,9		7,2		12,7	3,2	2,6	96,3	4,1	1,3	2,1	1,3	0,8
antal	2	30	45	19	58	154		6		3	25	34	2	12	68	22	54	158
min	51	34	33	35	30	30		35		35	35	35	38	34	30	36	32	30
max	63	57	57	56	57	63		54		45	58	58	54	59	57	54	56	59

7. sejlad	1. slæb						2. slæb						3.slæb					
	Skib	Land	Overs.	96 t.	Overl.	Total	Skib	Land	Overs.	96 t.	Overl.	Total	Skib	Land	Overs.	96 t.	Overl.	Total
middel	45,4	40,3	40,4	41,6	40,3	40,6	48,0	40,5		43,2	40,3	41,4		44,5	38,3	40,8	41,5	40,0
median	47	39	40	41	39	40	48	41		43	40,5	41		43	38	40	41	39
st.afv.	3,3	5,2	5,5	6,4	5,8	5,5	1,0	5,5		3,7	5,1	5,1		8,0	4,9	3,9	5,4	5,5
st.fejl	1,2	0,6	0,6	1,3	0,8	0,4	0,6	0,9		0,8	1,0	0,5		2,2	0,5	0,9	0,7	0,4
95 % KI	3,0	1,2	1,3	2,8	1,7	0,7	2,5	1,8		1,6	2,0	1,1		4,8	1,0	1,9	1,4	0,8
antal	7	69	73	23	47	219	3	37		23	28	91		13	98	18	57	186
min	41	32	31	32	30	30	47	31		37	30	30		35	30	34	32	30
max	49	58	54	58	59	59	49	57		49	53	57		61	58	52	58	61

DFU-rapporter – index

Denne liste dækker rapporter udgivet i indeværende år samt de foregående to kalenderår. Hele listen kan ses på DFU's hjemmeside www.dfu.min.dk, hvor de fleste nyere rapporter også findes som PDF-filer.

- Nr. 130-04 Bestanden af blåmuslinger i Limfjorden 1993 til 2003. Per Sand Kristensen og Erik Hoffmann.
- Nr. 131-04 Udsætningsforsøg med ørred (*Salmo trutta*) i Gudenåen og Randers Fjord, gennemført i 1982-83, 1987-89 og 1994-96. Stig Pedersen og Gorm Rasmussen
- Nr. 132-04 En undersøgelse af muligheder for etablering af måleprogram på såkaldte modeldambrug. Lars M. Svendsen og Per Bovbjerg Pedersen
- Nr. 133-04 Udnyttelse af strandkrabber. Knud Fischer, Ole S. Rasmussen, Ulrik Cold og Erling P. Larsen
- Nr. 134-04 Skjern Å's lampretter. Nicolaj Ørskov Olsen og Anders Koed
- Nr. 135-04 Undersøgelse af biologiske halveringstider, sedimentation og omdannelse af hjælpestoffer og medicin i dam- og havbrug, samt parameterfastsættelse og verifikation af udviklet dambrugsmodel. Lars-Flemming Pedersen, Ole Sortkjær, Morten Sichlau Bruun, Inger Dalsgaard & Per Bovbjerg Pedersen
- Nr. 135a-04 Supplerende teknisk rapport (Anneks 1 – 8) til DFU-rapport nr. 135-04. Undersøgelse af biologiske halveringstider, sedimentation og omdannelse af hjælpestoffer og medicin i dam- og havbrug, samt parameterfastsættelse og verifikation af udviklet dambrugsmodel. Lars-Flemming Pedersen, Ole Sortkjær, Morten Sichlau Bruun, Inger Dalsgaard og Per Bovbjerg Pedersen
- Nr. 136-04 Østersfiskeri i Limfjorden – sammenligning af redskaber. Per Dolmer og Erik Hoffmann
- Nr. 137-04 Hjertemuslinger (*Cerastoderma edule*) på fiskebankerne omkring Grådyb i Vadehavet, 2004. Per Sand Kristensen og Niels Jørgen Pihl
- Nr. 138-04 Blåmuslinger (*Mytilus edulis* L.) og molboøsters (*Arctica islandica* L.) i det nordlige Lillebælt i 2004 (fiskerizone 37 og 39). Forekomster og fiskeri. Per Sand Kristensen
- Nr. 139-05 Smoltdødeligheder i Årslev Engsø, en nydannet Vandmiljøplan II-sø, og Brabrand Sø i foråret 2004. Kasper Rasmussen og Anders Koed
- Nr. 140-05 Omplantede blåmuslinger fra Horns Rev på bankerne i Jørgens Lo og Ribe Strøm 2002-2004. Per Sand Kristensen og Niels Jørgen Pihl

- Nr. 141-05 Blåmuslingebestanden i det danske Vadehav efteråret 2004. Per Sand Kristensen, Niels Jørgen Pihl og Rasmus Borgstrøm
- Nr. 142-05 Fiskebestande og fiskeri i 2005. Sten Munch-Petersen
- Nr. 143-05 Opdræt af torskeyngel til udsætning i Østersøen (forprojekt). Josianne G. Støttrup, Julia L. Overton, Christian Möllmann, Helge Paulsen, Per Bovbjerg Pedersen og Peter Lauesen
- Nr. 144-05 Skrubbeundersøgelser i Limfjorden 1993-2004. Hanne Nicolajsen
- Nr. 145-05 Overlevelsen af laksesmolt i Karlsgårde Sø i foråret 2004. Anders Koed, Michael Deacon, Kim Aarestrup og Gorm Rasmussen
- Nr. 146-05 Introduktion af økologi og kvalitetsmærkning på danske pionerdambrug. Lars-Flemming Pedersen, Villy J. Larsen og Niels Henrik Henriksen
- Nr. 147-05 Fisk, Fiskeri og Epifauna. Limfjorden 1984 – 2004. Erik Hoffmann
- Nr. 148-05 Rødspætter og Isinger i Århus Bugt. Christian A. Jensen, Else Nielsen og Anne Margrethe Wegeberg
- Nr. 149-05 Udvikling af opdræt af aborre (*Perca fluviatilis*), en mulig alternativ art i ferskvandsopdræt. Helge Paulsen, Julia L. Overton og Lars Brünner
- Nr. 150-05 First feeding of Perch (*Perca fluviatilis*) larvae. Julia L. Overton og Helge Paulsen. (Kun udgivet elektronisk)
- Nr. 151-05 Ongrowing of Perch (*Perca fluviatilis*) juveniles. Julia L. Overton og Helge Paulsen. (Kun udgivet elektronisk)
- Nr. 152-05 Vurdering af ernæringstilstand for aborre. Helge Paulsen, Julia L. Overton, Dorthe Frandsen, Mia G.G. Larsen og Kathrine B. Hansen. (Kun udgivet elektronisk)
- Nr. 153-05 Myndighedssamarbejdet om fiskeriet i Ringkøbing og Nissum fjorde. Redaktion: Henrik Baktoft og Anders Koed
- Nr. 154-05 Undersøgelse af umodne havørreders (grønlændere) optræk i ferskvand om vinteren. Anders Koed og Dennis Søndergård Thomsen
- Nr. 155-05 Registreringer af fangster i indre danske farvande 2002, 2003 og 2004. Slutrapport. Søren Anker Pedersen, Josianne Støttrup, Claus R. Sparrevohn og Hanne Nicolajsen
- Nr. 156-05 Kystfodring og godt fiskeri. Josianne Støttrup, Per Dolmer, Maria Røjbek, Else Nielsen, Signe Ingvarsen, Christian Lastrup og Sune Riis Sørensen
- Nr. 157-05 Nordatlantiske havøkosystemer under forandring – effekter af klima, havstrømme og fiskeri. Søren Anker Pedersen

- Nr. 158-06 Østers (*Ostrea edulis*) i Limfjorden. Per Sand Kristensen og Erik Hoffmann
- Nr. 159-06 Optimering af fangstværdien for jomfruhummere (*Nephtys norvegicus*) – forsøg med fangst og opbevaring af levende jomfruhummere. Lars-Flemming Pedersen