

## RAPPORT MA 11-15

Snorre Bakke, Kari Lisbeth Fjørtoft, Trygg Barnung  
og Ola Ween

## Utnyttelse av bunnlus

Fangst, kjemisk karakterisering og  
potensielle anvendelsesområder

© Forfatter/Møreforskning Marin

Forskriftene i åndsverkloven gjelder for materialet i denne publikasjonen. Materialet er publisert for at du skal kunne lese det på skjermen eller fremstille eksemplarer til privat bruk. Uten spesielle avtaler med forfatter/Møreforskning Marin er all annen eksemplarfremstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt så lenge det har hjemmel i lov eller avtale med Kopinor, interesseorgan for rettshavere til åndsverk.

Tittel	<b>Utnyttelse av bunnlus – Fangst, kjemisk karakterisering og potensielle anvendelsesområder</b>
Forfatter(e)	Snorre Bakke, Kari Lisbeth Fjørtoft, Trygg Barnung og Ola Ween
Rapport nr	MA 11-15
Antall sider	53 + Vedlegg
Prosjektnummer	54554
Prosjektets tittel	Utnyttelse av bunnlus
Nøkkelord	Bunnlus, teine, fangst, fremmedstoff, næringsstoff, anvendelse
Oppdragsgiver	Møre og Romsdal Fylkeskommune, (Regionale Utviklings Program)
Referanse oppdragsgiver	Tilsegn nr 111/2008
ISSN	0804-54380
Distribusjon	Åpen
Godkjent av	Inge Fossen
Godkjent dato	08.11.2011

#### Sammendrag

Hensikten med prosjektet var å undersøke muligheten for et direkte teinefiske etter, og kommersiell utnyttelse av bunnlus; små åtselspisende krepsdyr (isopoder og amfipoder) som forekommer i store mengder i visse fjord- og havområder. Gjennom prosjektet har det vært fokus på utvikling og uttesting av teiner, artsbestemmelse, kjemisk karakterisering av de mest tallrike artene (næringsinnhold, fettsyresammensetning, innhold av fremmedstoffer) og innledende arbeid i forhold til aktuelle anvendelsesområder. Man har utviklet en teine som gjennom innledende fangstforsøk har vist relativt gode fangster (~3 kg / teine) med bunnlus. Arter: amfipoden *Tmetonyx cicada*, ~75% av fangsten og isopoden *Natatolana borealis*, ~15% av fangsten. Innhold av protein og fett samt fettsyresammensetning presenteres for *T. cicada* og innhold av utvalgte fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter) presenteres for begge arter. Tidkrevende arbeid i forbindelse med utforming og uttesting av teiner ga liten tid til grundige undersøkelser i forhold til anvendelse. Potensialet og begrensninger for mulig anvendelse innenfor utvalgte områder (humant konsum, fiskefôr, marine oljer marin bioprospektering) diskuteres imidlertid kort.



# FORORD

Bakgrunnen for dette prosjektet var at krepsefiskere i Møre og Romsdal var veldig plaget med at bunnlus spiste opp agnet i agnboksene. Med fokus på fangstteknologi, kjemisk karakterisering og identifikasjon av potensielle anvendelsesområder var det ønskelig å se om det var mulig å utnytte bunnlus i en kommersiell sammenheng, og i så måte å se om fiske av bunnlus kunne bli en ekstra inntektskilde for båter som driver annen aktivitet.

Prosjektet har vært en tidkrevende, men lærerik prosess, hvor flere personer har bidratt med informasjon som har vært til stor hjelp i gjennomførelsen av arbeidet. Vi vil derfor benytte anledningen til å takke følgende personer. Rolv Petter Vetvik for informasjon om det tidligere gjennomførte "minikreps" prosjektet i Måløy. Trond Østrem og flere andre ansatte ved Ålesund Akvarium Atlanterhavsparken for hjelp og rådgiving i forbindelse med utvikling og uttesting av teiner. Knut Ove Tvedt for rådgiving og deling av erfaringer fra sine egne forsøk med fangst av bunnlus. Mette Eilertsen ved Rådgivende Biologer og Per Otto Johansen ved Universitetet i Bergen for litteratur og hjelp i forbindelse med artsbestemming. Iren Stoknes ved EPAX for innspill i forhold til resultatene av fettsyreanalyser og Sylvia Frantzen ved NIFES for kommentarer til resultatene på fremmedstoffer. Til slutt vil vi også takke våre samarbeidspartnere; Bjørn-Eddy Bjerkevoll og Willy Bjerkevoll (Sanden Skjellprodukter) og Roy Willy Hagen (Refa Frøystad Group AS).

Snorre Bakke

Ålesund, 07.11.2011



# INNHOOLD

---

Sammendrag .....	9
Summary .....	11
1 Innledning .....	13
2 Gjennomføring og resultat.....	15
2.1 Utvikling og uttesting av teiner .....	15
2.1.1 Teine 1.....	16
2.1.2 Teine 2.....	17
2.1.3 Teine 3.....	18
2.1.4 Teine 4.....	19
2.1.5 Teine 5.....	20
2.1.6 Teine 6.....	21
2.2 Analyser næringsmessig sammensetning og innhold av fremmedstoffer	24
3 Diskusjon .....	29
3.1 Utvikling og uttesting av teiner .....	29
3.2 Fangstresultat .....	31
3.3 Artssammensetning .....	32
3.4 Næringsmessig sammensetning og fremmedstoffer.....	33
4 Potensielle anvendelsesområder .....	37
5 Konklusjon.....	43
6 Referanser .....	45
7 Vedlegg.....	55





## SAMMENDRAG

Hensikten med prosjektet var å undersøke muligheten for et direkte teinefiske etter, og kommersiell utnyttelse av bunnlus; små åtselspisende krepsdyr (isopoder og amfipoder) som forekommer i store mengder i visse fjord- og havområder. Gjennom prosjektet har det vært fokus på utvikling og uttesting av teiner, artsbestemmelse, kort summering av kjent informasjon og kjemisk karakterisering (næringsinnhold, fettsyresammensetning, innhold av fremmedstoffer) av de mest tallrike artene og innledende arbeid i forhold til aktuelle anvendelsesområder.

I prosjektet ble det utviklet en teine som gjennom innledende fangstforsøk (gjennomført i Valderhaugfjorden, Ålesund) viste relativt gode fangster med bunnlus (~3 kg / teine, 24 timer stå tid og 500 g makrell eller sild som agn). Fangsten besto av amfipoden *Tmetonyx cicada* (~75%) og isopoden *Natatolana borealis*, (~25%). Viktige elementer i forhold til effektiv fangst diskuteres (god luktspredning av agnet, åpninger for inngang av lus samt område for fiske). Resultatene fra de kjemiske analysene viste et innhold av protein og fett hos *T. cicada* fra Valderhaugfjorden på hhv. 10 % og 3.8 % av våtvekt. Næringsstoffer samt innhold av mineraler (jern, kobber, sink, selen og fosfor) er presentert og sammenlignet med andre studier. Innhold av utvalgte fremmedstoffer (arsen, kadmium, kvikksølv, bly, dioksiner, dioksinlignende PCB, PCB7, PBDE7 og HBCD) presenteres for både *T. cicada* (fra Valderhaugfjorden og Midfjorden) og *N. borealis* (fra Valderhaugfjorden). Med unntak av bly (i *T. cicada* fra Valderhaugfjorden) og arsen (i *T. cicada* fra Midfjorden) var innholdet av fremmedstoffer under gjeldende grenseverdier satt for næringsmidler (krepsdyr), fôringredienser i fiskefôr og fullfôr til fisk. Innholdet av tungmetaller og organiske miljøgifter varierte mellom de to artene fra samme område og innholdet av tungmetaller i *T. cicada* var høyere i Valderhaugfjorden sammenlignet med Midfjorden. Tidkrevende arbeid i forbindelse med utforming og uttesting av teiner ga liten tid til grundige undersøkelser i forhold til anvendelse. Som grunnlag for videre arbeid diskuteres potensialer og begrensninger for bruk av bunnlus imidlertid, med fokus på områdene humant konsum, fiskefôr, marine oljer og marin bioprospektering.



## SUMMARY

Scavenging amphipod and isopod species (or as named in Norwegian “bottomlice”) occur in great numbers in the coastal waters of Norway. In many areas they have become a problem for the long-line, gill-net and pot fishery where they consume both bait and catches. To investigate if this “nuisance” could become a commercial resource the possibility for a directed pot fishery for these species was investigated. Important points in the project has been developing and testing of different pot designs, species identification, chemical characterization (nutritional properties, fatty acid composition and content of selected heavy metal and organic pollutants) of the most numerous species and preliminary work regarding potential fields of utilization.

A pot was developed that through preliminary testing in Valderhaugfjorden just outside the town of Ålesund, Norway, was able to catch a total of ~3 kg/pot. The catch consisted of mainly two species the amphipod *Tmetonyx cicada* (~75% of the catch) and the isopod *Natanolana borealis* (~15% of the catch). (Soak-time 24 hours and 500 g of herring as bait). Content of protein and fat together with fatty-acid profile is presented for *T.cicada*, while content of selected heavy metals and organic pollutants is presented for both species. Potential and limitations when it comes to areas of application (human consumption, fish feed, marine oils and marine bio-prospecting) is briefly discussed.



# 1 INNLEDNING

Bunnlus er en fellesbetegnelse som ofte blir benyttet på små bunnlevende krepsdyr innenfor ordenene Isopoda og Amphipoda. De fleste artene av bunnlus er åtseletere og er som følge av denne adferden i dag et problem for fiskerne da de ødelegger og spiser fangstene og agn i teine-, garn- og linefisket (Berland 1983; Vader og Romppainen 1985; Løkkeborg 1990; Conlan 1994; Fossen 2010). I visse områder kan bunnlus (eller "søg" som det ofte blir kalt) være en så stor plage for fiskeriet at et eventuelt agn og fangstet fisk er fortært til bare bein i løpet av få timer (Conlan 1994). Løkkeborg (1990) gjennomførte i 1990 intervju av 10 norske linefiskere om deres oppfatning av utbredelse og forekomst av bunnlus på ulike fiskefelt. I følge deres tilbakemelding forekom lusa i store mengder særlig i bank områdene fra ca. 130 til 230 meters dyp. Spesielt luserike områder som var nevnt var nordvestlige del av Nordsjøen samt på Røstbanken og Tromsøflaket. Siden bunnlusa forekommer i så store mengder og over store områder (Zühlke m.fl. 2001; Jákupsstovu m.fl. 2002) vil der være en mulighet for at disse artene kan utnyttes som en ressurs. Kombinert fiske etter bunnlus sammen med f.eks. line-, teine- og garnfiske i områder hvor det finnes større mengder av disse artene kan også bidra til å redusere tap av agn og fangster i det tradisjonelle fisket.

Trålfiske etter andre små krepsdyr som f.eks. krill og reker er vidt utbredt. Men aktive redskaper som trål og skraper vil mest sannsynlig være en lite egnet måte å fangste større mengder bunnlus, da lusen ofte ligger nedgravd i sedimentene når den ikke beiter (Vetvik m.fl. 1992; Taylor og Moore 1995). Forsøk har blitt gjort på å fangste bunnlus ved bruk av lys og oppsuging, men uten stort hell (Vetvik m.fl. 1992). Bruk av passive og mer selektive redskap som teiner og feller har derfor vist seg å være en mer egnet metode til å fange disse artene (Vader og Romppainen 1985; Christiansen og Diel-Christiansen 1993; Johansen og Brattegard 1998).

Den største kjente innsatsen i forbindelse med utnyttelse av bunnlus i Norge ble lagt ned i Måløy på slutten av 80-tallet og begynnelsen av 90-tallet med det såkalte "Minikrepsprosjektet" (Vetvik m.fl. 1992). Prosjektet var ledet av Fiskerisjefen i Sogn og Fjordane og hadde til hensikt å finne egnede fangstmetoder og potensielle anvendelsesområder av bunnlus. Selv om man kom langt i forbindelse med utvikling av teiner ble det i løpet av prosjektet ikke utviklet et optimalt fangstredskap. Nok mengde lus ble for øvrig skaffet til å kunne gjennomføre ulike undersøkelser. Foruten nærings sammensetning og mindre analyser av kjemisk innhold ble lus bl.a. benyttet i fôringsforsøk på fisk. Fiskens appetitt etter lusa var meget god men ga naturlig nok en dårligere tilvekst til sammenligning med tradisjonelt fiskefôr. TORO (som for øvrig omdøpte bunnlus til "minikreps" da dette virket mer "spiselig" for konsumenten) viste også stor interesse for bunnlusen som smakstilsetning i sine produkter. Innledende undersøkelser gjennomført av TORO var så interessante at produsenten ønsket større mengder for videre undersøkelser. I prosjektet klarte man for øvrig ikke å fangste nok lus til at videre undersøkelser kunne gjennomføres. Konklusjonen fra prosjektet var for øvrig at bunnlus kunne inneholde verdifulle stoffer spesielt som smaksforsterker i fiskefôr og næringsmiddelindustrien.

Etter prosjektet gjennomført av Vetvik m.fl. har det vært lite fokus på utnyttelse av bunnlus i kommersiell sammenheng. Fiske etter bunnlus med finmaska trål har vært omtalt i media (Bolstad 2006), men resultatet av dette forsøket er ikke kjent. Under samtaler mellom Møreforskning og krepsefiskere i Møre og Romsdal i 2008 ble igjen muligheten for utnyttelse av bunnlus diskutert. Bakgrunnen var at bunnlus i visse områder er en stor plage for fiskerne ved at de spiser opp agnet i teinen. Bunnlus har også vært en flaskehals for utvikling av effektivt teinefiske etter sjøkreps i andre land (Morello m.fl. 2009). Gjennom dette prosjektet var det derfor ønskelig og utvikle en teine som kunne benyttes i fangst av bunnlus. Fangstet materiale skulle artsbestemmes og de mest tallrike artene undersøkes videre med hensyn på næringsmessig sammensetning og innhold av fremmedstoffer. En kort sammenfatting av eksisterende kunnskap om fangstede arter skulle også gjennomføres. Resultatene fra disse analysene skulle legge grunnlaget for å finne potensielle anvendelsesområder for bunnlus.

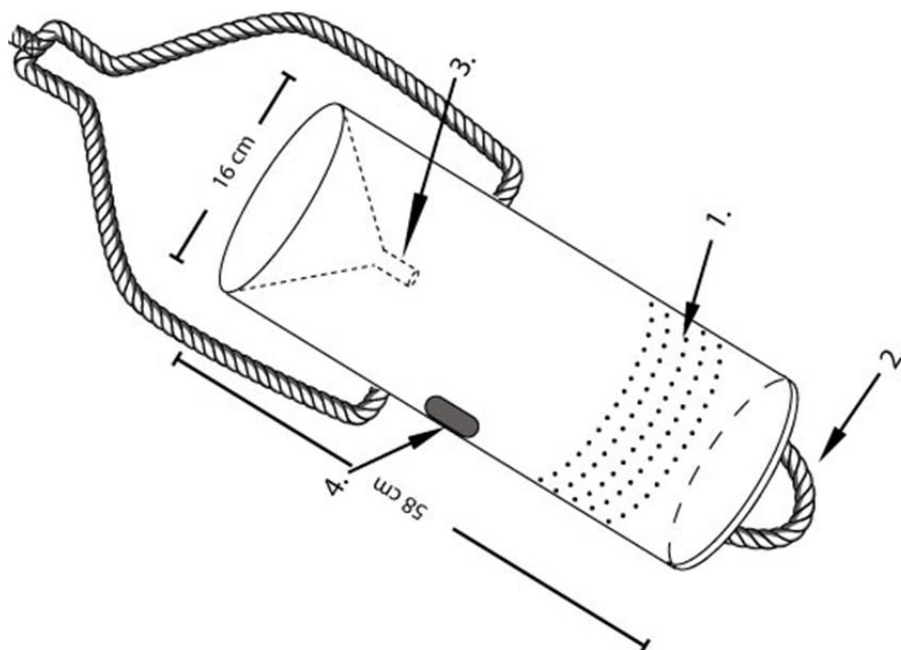
## 2 GJENNOMFØRING OG RESULTAT

### 2.1 Utvikling og uttesting av teiner

Utviklingen av teinene ble gjennomført i samarbeid med Refa Frøystad Group (RFG) AS og Sanden Skjellprodukter. I prosjektet var det ønskelig å utvikle en teine som fangstet bra, var lett å håndtere (egning, haling og setting) og som ikke tok opp for mye plass på dekk. Ulike konsept vart forsøkt og erfaringer fra krepsefiskere og tidligere teineutviklinger og løsninger som har vist lovende fangster ble prioritert (Vetvik m.fl. 1992; Johansen og Brattegard 1996; Knut Ove Tvedt, pers.med.). Gjennom utviklingen ble det foretatt en kontinuerlig evaluering for optimalisering av teinene og etter mye feiling og vurdering ble det gjennom perioden utviklet seks teiner som ble testet ut. Med unntak av en teinetype ble alle løsningene testet i triplikater, dvs. på hver lenke som ble satt ble det benyttet 3 teiner av samme type. I første runde ble 3 ulike teiner testet ut som tok utgangspunkt i et PVC rør (16 cm diameter) som ble modifisert i forhold til inngang for lus og spredning av lukt (Figur 1 til Figur 3). Videre ble det testet ut enheter av større volum. Disse var en modifisert Polar Kongsneglteine (Figur 4) og en 70 liter kasse med hengslet lokk fra Strømbergs Plast AS (Figur 5). Den siste teinen som ble laget var en videreutvikling av teinene som tok utgangspunkt i et PVC rør (Figur 6).

De ulike teinetyperne ble prøvd ut av en krepsefisker på en lokalitet i Midfjorden (100-150 m dyb) (~62.38.500N/6.40.500Ø) hvor han erfaringsmessig hadde stort innhold av bunnlus i agnboksene. En teinetype (Teine 6) ble av praktiske årsaker i første runde testet ut i Valderhaugfjorden (~80 m dyb) (~62.28.80N/6.04.230Ø).

### 2.1.1 Teine 1



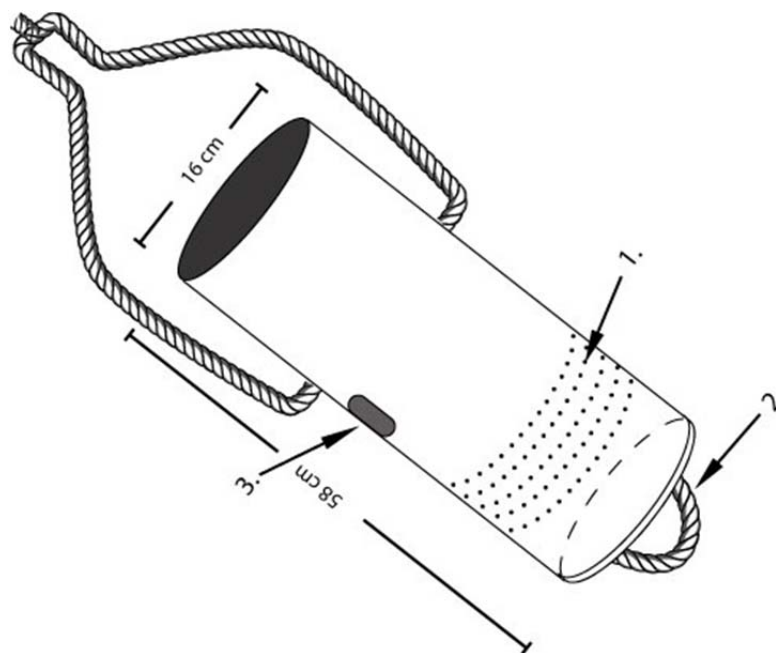
**Figur 1 - Teine 1. PVC rør perforert med 5 mm hull (1.) Med lokk i bunn for åpning og tømming (2.) og en plasttrakt i topp som teinekalv (3.). 500 g lodd plassert sentrert i teinen (4.).**

Teinen (Figur 1) besto av et 58 cm langt PVC rør med 16 cm ytre diameter. I nedre del av teinen ble det boret 5 rader med 5 mm hull (rundt hele røret med ca 1 cm mellomrom mellom hvert hull). I toppen ble en plasttrakt med 1 cm åpning plassert som skulle fungere som teinekalv (inngang for lus), noe som har vist seg å være effektivt i andre fangstforsøk etter bunnlus (Furevik og Løkkeborg 1990). En halv kilos kjettingløkke ble benyttet som lodd.

Teinene (3 stk) ble testet ut i Midfjorden i midten av februar 2010, stod i sjøen i ca 24 timer og var egnet med ca 500 g sild. Uttesting av teinen ga veldig lave fangster av bunnlus (10-50 individ pr teine). Agnet var helt oppspist med bare beingrinden av silden gjenværende. I teinene av denne typen ble det også fangstet større mengder slimål. På grunn av store mengder slim i fangsten ble ikke de fangstede lusene artsbestemt eller analysert videre. Teine 1 ble forkastet fra videre bruk i uttesting.



### 2.1.2 Teine 2



Figur 2 - Teine 2. PVC rør perforert med 5 mm hull (1.) med lokk i bunn for åpning og tømning (2.). Lukket i topp og 500 g lodd plassert sentrert i teinen (3.)

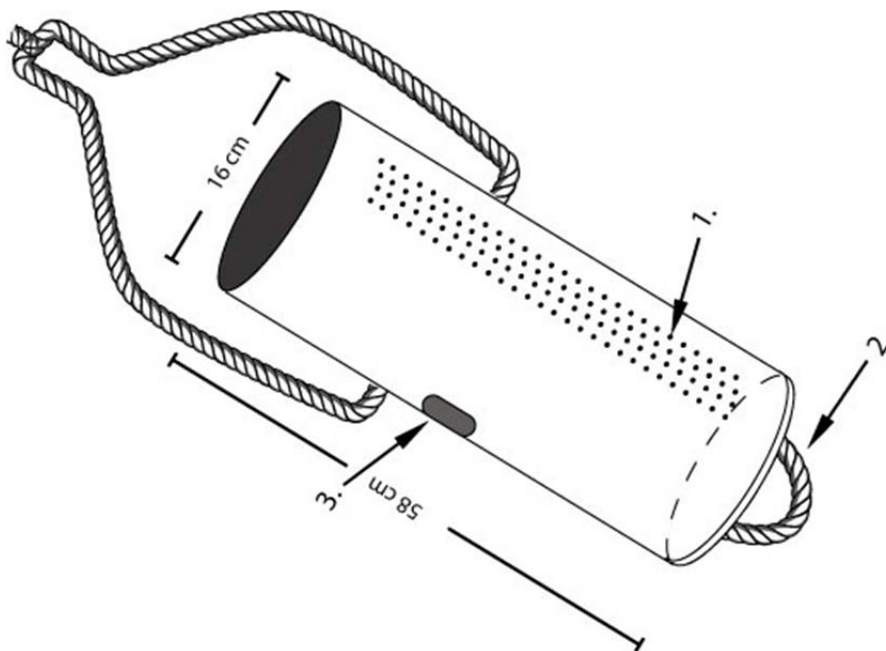
Agnboksene som blir benyttet under teinefiske etter sjøkreps har små hull i seg (3-4 mm), men fylles like vel av bunnlus. Det var derfor ønskelig å se om perforeringer i teinen ville være tilstrekkelig som inngang for lus. Teinen (Figur 2) var identisk med teine 1 bortsett fra at trakten ble fjernet. Toppen ble her istedenfor erstattet av et lokk perforert med små hull (~1 mm).

Teinene (3 stk) ble testet ut i Midfjorden i midten av februar 2010 (samme lenke som teine 1), sto i sjøen i ca. 24 timer og var egnet med ca. 500 g sild. Under haling hadde bunnlokket på en av teinene løsnet noe som medførte tap av eventuell fangst. I de to andre teinene var fangsten dårlig (~100 individ totalt på begge teiner). En god del sand og mudder ble også funnet inne i teinen, noe som tyder på at den hadde gått et stykke ned i sedimentet. Det var fortsatt en del agn igjen i teinene hvor silda bare var delvis spist opp. Den dominerende delen av fangsten besto av amfipoden *Tmetonyx cicada* (Bilde 1). Med unntak av en og annen krepsdyr art (ikke identifisert) besto den resterende fangsten av isopoden *Natatolana borealis* (Bilde 1). Artsidentifikasjon var basert på artsbestemming av 10 tilfeldige individ (Sars 1895; Sars 1899; Enckell 1980). Fangsten var for øvrig for liten til at den kunne benyttes i videre analyser.



Bilde 1 – Amfipoden *Tmetonyx cicada* (til venstre) og isopoden *Natatolana borealis* (til høyre)

### 2.1.3 Teine 3



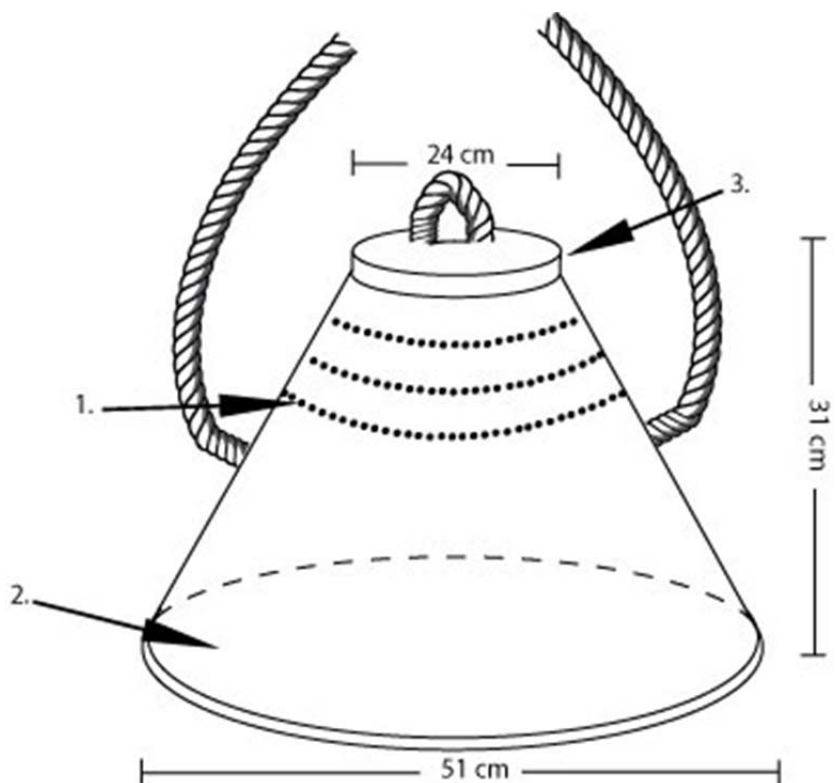
Figur 3 - Teine 3. PVC rør perforert med 5 mm hull langs siden (1.) med 500g lodd (3.) og lokk i bunn for åpning (2.). Lukket i topp.

Teinen (Figur 3) var identisk med teine 2 bortsett fra at røret ble perforert i hele lengden på motsatt side av loddet (slik at åpningen vendte opp).

Teinene (3 stk) ble testet ut i Midfjorden parallelt med uttesting av teine 1 og 2. (Teinene sto i sjøen i ca 24 timer og var egnet med ca 500 g sild). Teinene viste tilsvarende lave fangster som teine 2 med dominerende innhold av *T. cicada*. Mye av agnet var fortsatt igjen i teinen etter haling. Ingen videre analyser ble foretatt av de fangstede lusene.

På grunn av lave fangster av lus i de første modellene av teinene var det ønskelig å prøve ut enheter av større volum i videre uttesting.

#### 2.1.4 Teine 4

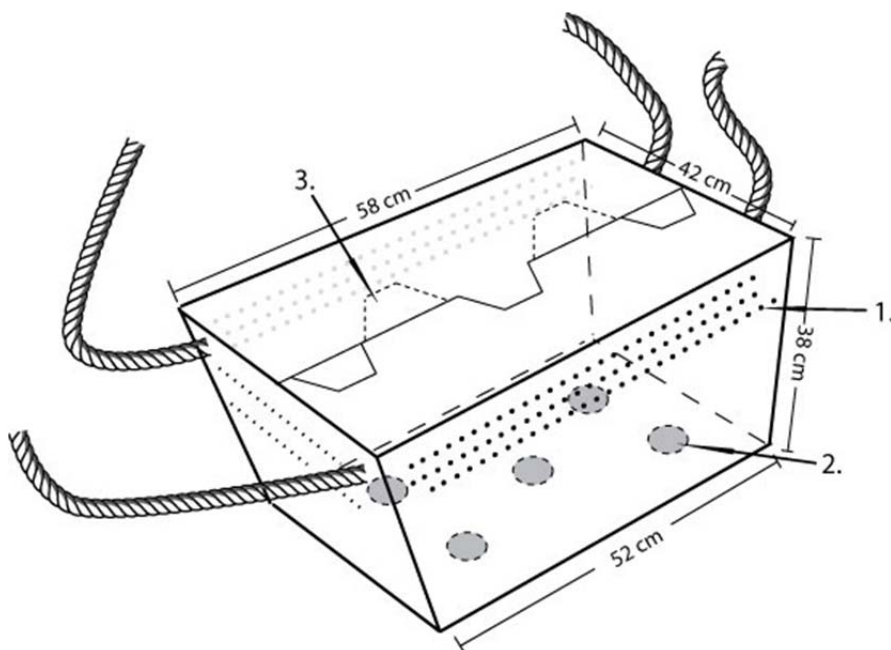


**Figur 4 - Teine 4. Modifisert Polar Kongsnegleiteine (RFG) med 5 mm hull rundt teinen i øvre del (1.), støpt bunn (2.) og lokk på topp (3).**

Teinen (Figur 4) ble utviklet fra en Polar Kongsnegleiteine som produseres av RFG. Den opprinnelige teinekalven ble modifisert til et lokk for egning og tømning av teinen. Lokket ble tettet med epoxy og tau festet til toppen for lett åpning og lukking. Øvre del av teinen ble perforert med 4 rader hull for luktspredning og inngang for lus (5 mm størrelse med ca 1 cm avstand mellom hvert hull). Den opprinnelige kongsnegleiteinen hadde lokk i bunnen som tillot åpning og tømning. Siden bunnlokket hadde flere større hull (>2 cm) ble bunnen støpt tett for å hindre at slimål kom seg inn i teinen. Den støpte bunnen fungerte også som lodd og skulle sikre at teinene posisjonerte seg riktig på bunnen.

Teinene (3 stk) ble testet ut i Midfjorden tidlig i April 2010, sto i sjøen ca 24 timer og var egnet med ca 500 g sild. Kun 2 teiner ble undersøkt for fangst da den ene teinen løsnet under haling. I de to resterende teinene var der fortsatt agn igjen. Med rundt 100 gram bunnlus (*T. cicada* igjen dominerende) i hver teine var fangsten i denne teinetyperen betydelig bedre enn ved teine 1, 2 og 3. Fangstene var forøvrig ubetydelig sett i en fiskerisammenheng. Videre gjorde den støpte bunnen at teinene var tunge og håndtere og en mulig årsak til at den ene teinen løsnet under haling. Teinen ble vurdert som tungvint og lite effektiv i forhold til videre bruk.

### 2.1.5 Teine 5

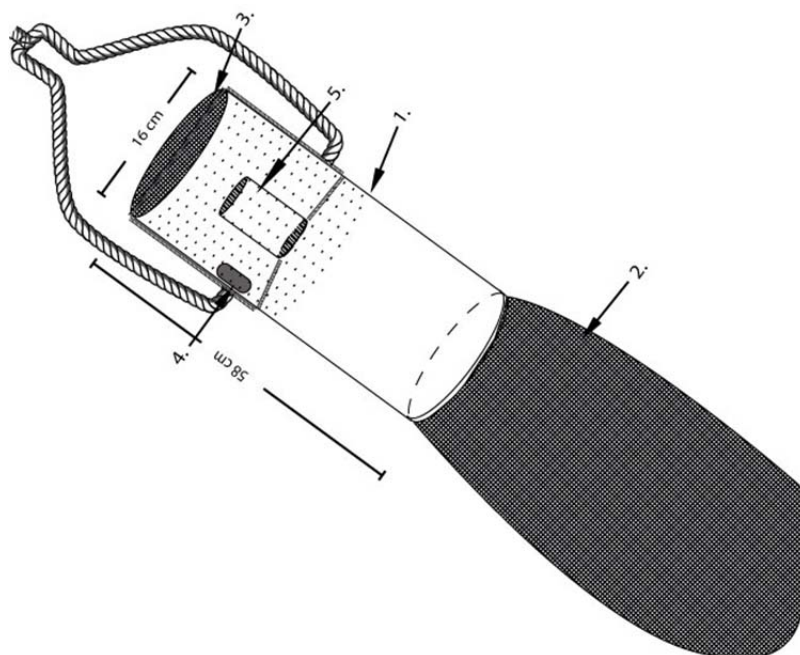


**Figur 5 - Teine 5. 70 liter plastkasse fra Strømbergs Plast AS, perforert i øvre del med 5 mm hull (1.). 5 stk aluminiumsrister i bunn for utløp av vann (1mm hull) (2.). Hengslet tett lokk med ører (3.). Lodd var festet under kassen (ikke vist i figur).**

Teinen (Figur 5) besto av en 70 liter plastkasse kjøpt fra firmaet Strømbergs Plast AS. Kassen hadde to-delt hengslet lokk med ører som gjorde kassen helt tett ved lukking. Øvre del av kassen ble perforert med 5 rader hull på alle sider (5 mm åpning ca 1 cm avstand mellom hvert hull). 5 større hull (10 cm) ble boret i bunnen av kassen for utløp av vann og ekstra luktspredning fra agn. Hullene ble dekket med aluminiums rist med 1 mm perforering. Lodd på ca 1 kg ble festet under kassen.

Teine (3 stk) ble testet ut parallelt med teine 4 (24 timer ståtid og 500 g sild som agn). Det var fortsatt agn igjen i teinene etter haling. Fangsten i de tre teinene var lave og varierte fra ca 10 til 50 gram bunnlus. I forhold til volum samt egnethet for fiskeri ble teinen karakterisert som lite gunstig av fisker.

### 2.1.6 Teine 6



Figur 6 - Teine 6. PVC rør perforert med 5 mm hull (1.) med polyester notpose i bunn (200µm) (2.). Skrulokk på topp med polyesternetting (200µ) (3.). Agnboks sentrert innenfor inngangshull (5.) og lodd i topp (4.).



Bilde 2 - Fangst av bunnlus august 2010. Hhv. 3,1 og 2,6 kg bunnlus i hver teine.

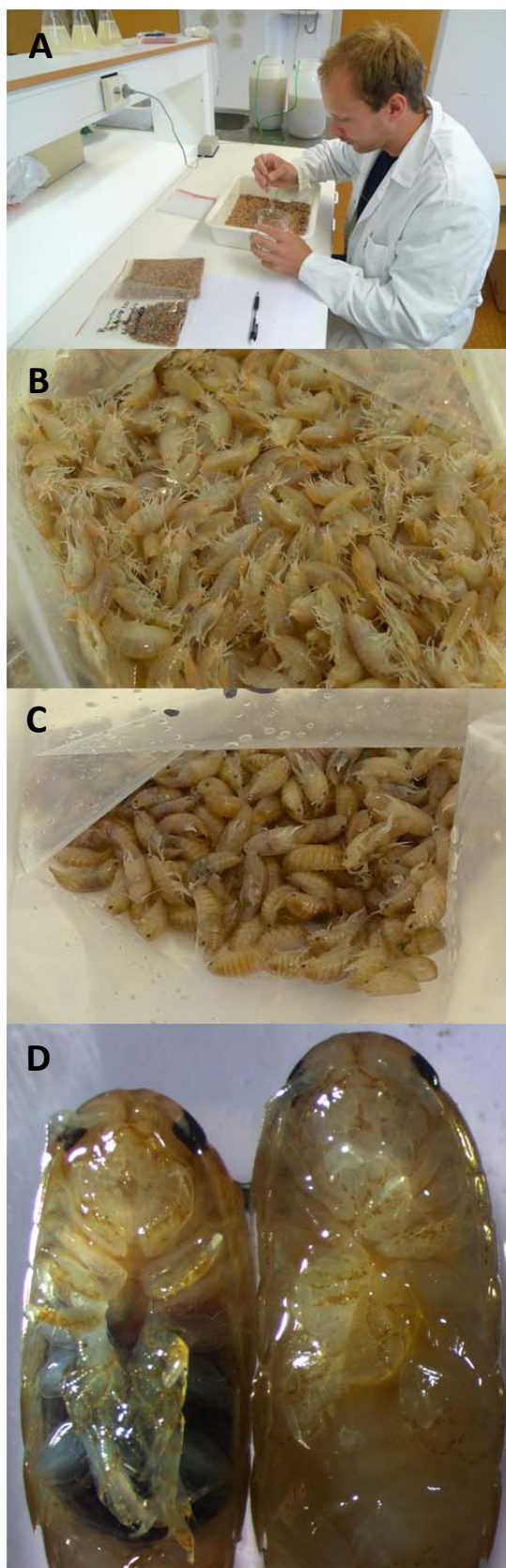
Basert på erfaringene på de tidligere teineutviklingene ble nye vurderinger gjort i forhold til å optimalisere både luktspredning og fangst av lus. Teine 6 (Figur 6) besto av et PVC rør (som for teine 1-3) med 5 mm perforeringer i topp (15 rader rundt røret med ca 1 cm mellom hvert hull og rad). I bunnen av teinen ble det montert en notpose av nylon (200 µm maskestørrelse) med et volum på ca 20 liter. På toppen av teinen ble det montert et skrulokk som holdt på plass en notduk av samme materiale som notposen. Duk i topp og bunn skulle sørge for god gjennomstrømming av vann gjennom teinen og luktspredning fra agnet. Inne i teinen ble det plassert en agnboks med tilhørende elastisk tau som strekte seg over lokket på teinen (i lukket tilstand). Dette plasserte agnboksen

sentrert innenfor perforeringene og skulle sikre god luktspredning.

Teinene (2 stykk) ble testet ut i samarbeid med Ålesund Akvarium Atlanterhavsparken. Teinene ble satt i Valderhaugfjorden i 28 august 2010, sto i sjøen i ca. 24 timer og var egnet med ca. 500 g makrell (Tabell 1). Fangstene her var betydelig bedre enn tidligere uttestinger, med ca. 3 kg bunnlus i hver av teine (Bilde 2). Det var ikke noe agn igjen i agnbeholderen hvor kun beingrinden fra makrellen var gjenværende. Måten teinen var utformet på gjorde den effektiv til innsamling av lus for analyse, da transportbeholder kunne skrues rett på teinen for lett overføring av fangst til beholder med vann (Bilde 4).

De fangstede lusene ble transportert i beholdere (med vann) tilbake til laboratoriet for artsbestemning og sortering (Bilde 3 A). Av lusene som ble fanget utgjorde *T. cicada* 85 % (Bilde 3 B) og *N. borealis* 15 % (Bilde 3 C) av fangsten (basert på 3 stikkprøver, hver på ~400 g av fangsten).

Artsbestemming var basert på tilfeldig utvalg at 10 individ. Etter sortering ble fangstet materiale frosset ned ved -36 °C før påfølgende analyser. I forsøk på å skaffe magetom lus til analyser ble teinen satt på samme lokalitet påfølgende uke (02.09.2010) med 2 lag polyester netting rundt agnbeholderen. Fangstene ble nå betydelig lavere med kun 60 gram bunnlus fordelt på de to teinene (Tabell 1). For tett agnbeholder så derfor ut til å redusere spredningen av agnlukt. Ingen lus ble funnet inne i agnbeholderen hvor agnet fortsatt virket urørt, men undersøkelser og disseksjon i stereolupe av en del individ fra teinen viste at de fleste av de undersøkte dyrene hadde mageinnhold. Det ble konkludert med at dette må ha kommet fra andre kilder



**Bilde 3 – Sortering av bunnlus for analyser (A), *Tmetonyx cicada* (B) og *Natatolana borealis* (C). *N. borealis* med og uten synlig mageinnhold (D).**



**Bilde 4 - Overføring av lus til transportbeholder**

enn agnet. For både *T. cidada* og *N. borealis* kunne mageinnhold lett identifiseres med det blotte øyet på flere lus som et mørkt område i dyret, enten langs ryggen (*T. cidada*) eller ventralt (*N. borealis*, Bilde 3 D). Mageinnhold ble tatt ut fra et par individ fra begge arter, men var ikke mulig å bestemme. Det ble forøvrig observert en del grus og små stein, noe som er naturlig å forvente fra dyr som ligger nedgravd i sedimentet store deler av tiden.

For å bekrefte effektiviteten av teinen ble nye uttestinger gjennomført senere på samme lokalitet (Valderhaugfjorden) samt ved lokaliteten i Midfjorden (hvor de andre teinetyper ble testet ut). Tabell 1 viser resultatet fra uttestingene av teine 6.

**Tabell 1 - Resultater fra uttesting av teine 6.**

Dato	Lokalitet	Dyp (m)	Agn	Ståtid	Fangst
28.08.2010	Valderhaugfjorden (~62.28.80N/6.04.230Ø)	80-90	500 g makrell	~24 t	5,7 kg (3,1 + 2,6)
02.09.2010	Valderhaugfjorden (~62.28.80N/6.04.230Ø)	80-90	500 g makrell (isolert agn)	~24 t	~ 60 g
24.06.2011	Valderhaugfjorden (~62.28.71N/6.04.90Ø)	~ 100	500 g sild	~24 t	~30 g
25.06.2011	Valderhaugfjorden (~62.28.80N/6.04.230Ø)	80-90	500 g sild	~24 t	7,0 kg (3,3 + 3,4)
10.06.2011	Midfjorden (~62.38.500N/6.40.500Ø)	130-150	500 g sild	~24 t	110 g (51 + 65)

I gjentatt uttesting av teinen i Valderhaugfjorden ble det i første setning (halt 24.06.11) ikke fanget mer en et ~30 gram lus. Dette skyldes at lenken hadde drevet vekk til dypere vann (~110 m) ca. 500 m fra hvor teinene ble testet tidligere. Teinene ble igjen flyttet tilbake til riktig posisjon og latt stå i et døgn. Fangst påfølgende dag (25.06.11) var vellykket med 7 kg lus fordelt på de to teinene. (Også denne gangen med *T. cicada* som dominerende art.) Ved gjentatt uttesting i Midfjorden var imidlertid resultatet nedslående, med kun litt over 100 g lus til sammen på de to teinene. Mye tydet derfor på at lokaliteten hvor teiner 1-5 ble testet ut ikke hadde de forekomstene av lus som man trodde. Gjentatt uttesting av de andre teinene på lokaliteten i Valderhaugfjorden var ønskelig, men de tidligere teinekonstruksjonene hadde ved et uhell blitt kastet i forbindelse med flytting og opprydding på anlegget hvor disse var lagret. Det var derfor ikke mulig å bekrefte fangstegenskapene til disse teinene. Implikasjonene dette har for resultatene i forhold til uttesting av teinene diskuteres nærmere i diskusjonskapittelet.

## 2.2 Analyser næringsmessig sammensetning og innhold av fremmedstoffer

Bunnlus fangstet i Valderhaugfjorden i august 2010 ble benyttet i analyser av næringsmessig sammensetning. Det ble valgt å prioritere amfipoden (*T. cicada*) i disse analysene da denne utgjorde hoveddelen av fangstene. For analyser av fettsyresammensetning ble det benyttet lus som tilsynelatende var uten mageinnhold (uten synlige mørke felt). For fettsyreanalyser ble fett ekstrahert i henhold til metode av Blight & Dyer (1959). Metylerte fettsyrer ble analysert på en carbowax 20M-kolonne på en Perkin Elmer GC med FID-detektor. Undersøkelser av tungmetaller og organiske miljøgifter ble gjennomført for *T. cicada* og *N. borealis* fangstet i Valderhaugfjorden august 2010 for å avdekke om slike stoffer potensielt kunne være til hinder for bruk av bunnlus i næringsmiddelsammenheng. Innhold av tungmetaller ble også undersøkt i *T. cicada* fangstet i Midfjorden Juni 2011. Innhold av næringsstoffer og fremmedstoffer i lus fra Valderhaugfjorden ble gjennomført av Eurofins Norsk Matanalyse AS, avd. Moss. Innhold av tungmetaller i *T. cicada* fra Midfjorden ble gjennomført av NIFES.

### Næringsmessig sammensetning og fettsyrer

Tabell 2 og Tabell 3 viser resultatene fra hhv. analysene av næringsstoff og fettsyresammensetning for amfipoden *T. cicada*. Resultatene er presentert sammen med analyser gjennomført på samme art av Vetvik m.fl. (1992).

Tabell 2 – Næringsmessig sammensetning *T. cicada*

Næringsstoff (% av våtvekt)	Innhold <i>T. cicada</i> Valderhaugfjorden (28.08.10)	Resultater fra Vetvik m.fl (1992) <sup>(*)</sup>
Fett	3.8	8.6
Protein	10.0	8.4
Tørrstoff	ia	35.9
Aske	ia	11.9
<b>Mineraler (mg/kg)</b>		
Jern (Fe)	32	23
Kobber (Cu)	6.4	8.1
Sink (Zn)	31	35
Selen (Se)	ia	0.4
Fosfor (P)	ia	1100

\* Amfipoden *T. cicada* definert i rapporten fra Vetvik m.fl. som tanglopper.

ia = ikke analysert

Innhold av fett i amfipoden (3.8 %) var under halvparten av det som ble funnet hos samme art av Vetvik m.fl (8.6 %), mens et noe høyere proteininnhold ble funnet i våre analyser (10.0 % mot 8.4 % hos Vetvik m.fl). Innhold av mineraler var forholdsvis lik i begge undersøkelsene, men det ble registrert en noe høyere verdi av jern og en noe lavere verdi av kobber i lus fra Valderhaugfjorden.



**Tabell 3 - Fettsyresammensetning *T. cicada* (% av fettsyrene og forholdstall)**

<i>Fettsyrer</i>	<b>Innhold <i>T.cicada</i> Valderhaugfjorden (28.08.2010)</b>	<b>Resultater fra Vetvik m.fl (1992)<sup>(*)</sup></b>
C14:0	3.65	5.0
C14:1	0.23	<i>io</i>
C15:0	0.58	<i>io</i>
C16:0	17.85	13.2
C16:1 n-7	4.95	5.6
C18:0	1.8	1.9
C18:1 n-9	23.94	<i>io</i>
C18:1 n-7	2.53	<i>io</i>
C18:1 n-5	0.39	<i>io</i>
<i>C18:1 sum</i>	26.86	19.6
C18:2 n-6	1.55	1.7
C18:3 n-3	0.84	1.4
C18:4 n-3	1.72	3.7
C20:1 n-11	2.16	<i>io</i>
C20:1 n-9	6.01	<i>io</i>
C20:1 n-7	0.47	<i>io</i>
<i>C20:1 sum</i>	8.64	8.9
C20:2 n-6	0.3	<i>io</i>
C20:4 n-6	1.21	<i>io</i>
C20:4 n-3	0.5	<i>io</i>
C20:5 n-3 (EPA)	6.55	8.4
C22:1 n-11	7.18	<i>io</i>
C22:1 n-9	0.82	<i>io</i>
<i>C22:1 sum</i>	8.0	11.3
C21:5 n-3	0.19	<i>io</i>
C22:5 n-3	1.53	1.4
C22:6 n-3 (DHA)	9.16	11.6
C24:1	0.38	<i>io</i>
Metta fettsyrer	23.88	20.7
Umetta fettsyrer	72.61	76.9
Monoumetta fettsyrer	49.06	45.4
Flerumetta fettsyrer	23.55	31.5
<i>Forhold umetta/metta</i>	3.04	3.71
<i>Forhold 18:1 n-9/18:1 n-7</i>	9.46	<i>io</i>
EPA+DHA	15.71	20.0

\* Amfipoden *T. cicada* definert i rapporten fra Vetvik m.fl. som tanglopper.

*io* = ikke oppgitt.

En forholdsvis lik fettsyreprofil kunne observeres når man sammenlignet lus fangstet i Valderhaugfjorden med analysene gjennomført av Vetvik m.fl. (1992). I begge tilfellene ble det funnet et høyt innhold av monoumetta fettsyrer (45 – 49 %), og spesielt oljesyre (C18:1 n-9) i lusene fangstet i Valderhaugfjorden. Innhold av

både EPA (Eikosapentaensyre) og DHA (Dokosaheksaensyre) var høyere for lus analysert av Vetvik m.fl. (sum EPA-DHA, 20%) til sammenligning med *T. cicada* fra Valderhaugfjorden (sum EPA-DHA, 15.71%).

Tabell 4 - Innhold av fremmedstoffer i *T.cicada* og *N.borealis* samt ulike grenseverdier

Fremmedstoffer	Innhold og grenseverdier (GV)					
	<i>T. cicada</i> (* Lok 1)	<i>T. cicada</i> (* Lok 2)	<i>N. borealis</i> (*Lok 1)	GV <sup>(a)</sup>	GV fôrmidler <sup>(b)</sup>	GV fullfôr <sup>(c)</sup>
<b>Metaller (mg/kg)</b>						
Arsen (As)	9.1	12.2	8.1	ig	25	10
Kadmium (Cd)	0.28	0.145	0.11	0.5 <sup>(d)</sup>	2	1
Kvikksølv (Hg)	0.066	0.051	0.049	0.5 <sup>(d)</sup>	0.5	0.2
Bly (Pb)	1.2	0.313	0.26	0.5 <sup>(d)</sup>	10.0	5.0
<b>Organiske miljøgifter (pg/g våtvekt)</b>						
PCDD/F <sup>(e)</sup>	1.08	ia	0.343	4.0	1.25 <sup>(g)</sup>	2.25
PCDD/F+PCB <sup>(f)</sup>	2.73	ia	0.359	8.0	4.5 <sup>(g)</sup>	7.0
PCB7 <sup>(h)</sup>	17800	ia	4000	ig <sup>(i)</sup>	ig	ig
PBDE(7) <sup>(j)</sup>	720	ia	330	ig	ig	ig
HBCD	<2.0	ia	<2.0	ig	ig	ig
<b>Organiske miljøgifter (pg/g lipid)<sup>(k)</sup></b>						
PCDD/F <sup>(e)</sup>	28.42	ia	ia	2.0 <sup>(l)</sup>	6 <sup>(l)</sup>	ig
PCDD/F+PCB <sup>(f)</sup>	71.84	ia	ia	5.0 <sup>(l)</sup>	24 <sup>(l)</sup>	ig
PCB7 <sup>(h)</sup>	468420	ia	ia	ig	ig	ig
PBDE(7) <sup>(j)</sup>	18940	ia	ia	ig	ig	ig

\* Lok 1 = Fangstet i Valderhaugfjorden 28.08.2010

\* Lok 2 = Fangstet i Midfjorden 10.06.2011

<sup>a</sup> Grenseverdi i næringsmidler henhold til EUs kommisjonsforordning (EC) 1881/2006 eller Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler (FOR 2002-09-27 nr 1028) m/vedlegg.

<sup>b</sup> Grenseverdi i fôrmidler til fisk og/eller andre akvatiske dyr henhold til EUs kommisjonsforordning 2002/32/EC samt Vedlegg 1 A i Forskrift om fôrvarer (FOR 2002-11-07).

<sup>c</sup> Grenseverdi i fullfôr til fisk og/eller andre akvatiske dyr henhold til EUs kommisjonsforordning 2002/32/EC samt Vedlegg 1 A i Forskrift om fôrvarer (FOR 2002-11-07).

<sup>d</sup> Grenseverdi for skalldyr henhold til EUs kommisjonsforordning (EC) 1881/2006

<sup>e</sup> WHO(1998) – PCB-TEQ

<sup>f</sup> WHO(1998)-PCDD/F+PCB TEQ

<sup>g</sup> Grenseverdi for produkter med mer enn 20 % fettinnhold

<sup>h</sup> PCB – 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180

<sup>i</sup> Foreslått grenseverdi : 75 µg/kg (75 000 pg/g) våtvekt (Sylvia Frantzen, NIFES, pers.med).

<sup>j</sup> PBDE – 28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183.

<sup>k</sup> Kalkulasjoner gjort basert på innhold av stoffer i våtvekt og fettinnhold på 3.8 %

<sup>l</sup> Grenseverdi fiskeolje.

ia = ikke analysert

ig = ingen grenseverdi gitt.

Tabell 4 og Vedlegg 1 og 2 viser innhold av tungmetaller og organiske miljøgifter fra *T. cicada* og *N. borealis* fangstet i Valderhaugfjorden August 2010 (Vedlegg 1) samt tungmetaller for *T. cicada* fangstet i Midfjorden Juni 2011 (Vedlegg 2). Tabellen viser også grenseverdier satt i gjeldende regelverk fra EU (og som er gjeldende for Norge) for næringsmidler, fôrmidler til fisk samt fullfôr til fisk. Der Norge har egne grenseverdier er laveste verdi benyttet (Grenseverdi for summen av dioksiner og dioksinlignende PCB (PCDD/F+PCB) i marine oljer til humant konsum.) Av tungmetaller var det fleste verdiene som ble undersøkt under grenseverdiene, med to unntak. Innhold av bly i *T. cicada* fra Valderhaugfjorden (Lok 1) var mer enn det dobbelte av grenseverdien satt for skalldyr og innhold av Arsen i *T. cicada* fra Midfjorden (Lok 2) var høyere enn grenseverdien satt for fullfôr til fisk. Med unntak av arsen hadde *T. cicada* fra Midfjorden et lavere innhold av tungmetaller sammenlignet med samme art fra Valderhaugfjorden. Isopoden (*N. borealis*) fra Valderhaugfjorden hadde lavere verdier av både tungmetaller og organiske miljøgifter sammenlignet med ampfipoden (*T. cicada*).

Målt i våtvekt viste ingen av de organiske miljøgiftene som ble undersøkt nivåer over grenseverdiene. Målt som innhold pr gram fett var imidlertid verdiene av både PCDD/F (sum av polyklorinerte dibenso-para-dioksiner og polyklorinerte dibenso-furaner) samt PCDD/F+PCB (summen av PCDD/F og dioksinlignende PCB) høyere enn grenseverdiene satt for marine oljer til humant konsum samt fiskeolje i fiskefôr.



## 3 DISKUSJON

### 3.1 Utvikling og uttesting av teiner

Det har også i andre studier vært fokus på å finne teiner for fangst av bunnlus. Hensikten med fangst har da vært både vitenskapelig innsamling (Macdonald og Gilchrist 1978; Johansen og Brattegard 1996) og fiskerirettet (Vetvik m.fl. 1992; Knut Ove Tvedt, pers.med). En rekke andre studier har også vist at feller/teiner med agn fungerer godt i innsamling av ulike arter bunnlus (se f.eks. Vader og Romppainen 1985 for en oppsummering). I prosjektet gjennomført av Vetvik m. fl. (1992) var mangel på en effektiv teine en av de største flaskehalsene for videre gjennomføringer av prosjektet. Utvikling og uttesting av teinene i dette prosjektet ble også noe mer utfordrende en først beregnet. En rekke tekniske problemer, tap av teiner og dårlige værforhold gjorde uttestingen vanskelig. Mye tyder også på at lokaliteten i Midfjorden (hvor teinene 1 til 5 ble testet ut) ikke var optimal for uttesting. Hvis man ser bort fra teine 1 (som også inneholdt store mengder slimål) så hadde alle teinene som ble testet ut i Midfjorden lave fangster og fortsatt agn igjen etter 24 timer ståtid, mens under fangstforsøkene med teine 6 i Valderhaugfjorden var alt agnet spist opp etter haling (også 24 t ståtid). I følge fiskeren som testet ut teinene skulle det være nok av lus da han fikk agnbokser fulle når han satt krepseteiner i dette området. Uttesting av teine 6 som ble gjennomført i Valderhaugfjorden i 2011 viste at når teinene flyttet seg 500 m vekk og noe dypere i forhold til området hvor det ble fangstet godt med lus, ble fangstene redusert til et minimum (~7 kg vs. ~ 30 g). Det har ved tidligere anledninger blitt poengtert at gode forekomster av lus ser ut til å være veldig geografisk isolert (Sangolt 1991). En mulig årsak til de lave fangstene kan derfor være at man ikke plasserte teinene riktig (dyp og område) på lokaliteten i Midfjorden i forhold til å fangste lusa. En annen mulighet er forskjell i mengde lus på de to lokalitetene (Midfjorden og Valderhaugfjorden). Buhl-Mortensen (1996) fant lavere forekomster av amfipoder inne i fjordene sammenlignet med offshorelokaliteter, hvor bl.a. *T.cicada* kun ble registrert offshore. Under fangstforsøk gjennomført i forbindelse med "Minikreps"-prosjektet i Måløy ble det også funnet forskjeller mellom "indre" og "ytre" lokaliteter (Vetvik m.fl. 1992). For eksempel ble det i Hjeltefjorden fangstet større mengder bunnlus sammenlignet med den mer isolerte Byfjorden. Videre ble det rapportert fra en fisker som fisket etter bunnlus i Troms (Vågsfjorden og utenforliggende områder) at fangstene utenfor grunnlinjen var bedre enn innenfor og i fjordene. Lavere fangster i Midfjorden sammenlignet med Valderhaugfjorden, som ligger mer eksponert like ved åpningen av Breisundet ut mot åpent hav, kan derfor skyldes at det er en generelt lavere forekomst av lus i Midfjorden.

I forhold til effektiviteten av teiner 1-5 er det dermed mulig at disse teinene hadde hatt et betydelig bedre fangstresultat om de hadde blitt forsøkt på lokaliteten i Valderhaugfjorden hvor teine 6 fangstet godt med lus. Når det er sagt er det andre faktorer som muligens eliminerer disse teinene fra bruk i en kommersiell sammenheng.

Teine 1, som hadde en trakt med 1 cm åpning som teinekalv (for inngang av lus), hadde stor innblanding av slimål i fangsten, noe som medførte at en stor mengde slim ble produsert etter kort tid med håndtering av fangsten. Fangstforsøket gjennomført av Furevik og Løkkeborg (1990) viste at teiner/lusefeller som benyttet trakt som teinekalv var mest effektiv i forhold til fangst av bunnlus, men også det fangstredskapet som hadde størst innslag av slimål. Teine 2 og 3 i vårt forsøk (som hadde perforeringer som inngang for bunnlus) ble satt på samme lenke som teine 1 men hadde ikke slimål i seg etter haling. Dette viser at det ved selektiv fangst av bunnlus er viktig at inngangene til teinen ikke blir for store. Fem til seks millimeter inngangsåpninger ser etter vår erfaring ut til å være tilstrekkelig for å tillate inngang av de artene som ble fangstet i dette prosjektet og samtidig hindre at teinen fylles med slimål. Etter å ha sett fangstene av lus i teine 6 (med tilknyttet notpose for oppsamling av lus) er det imidlertid klart at teine 2 og 3 begrenser seg ved at de manglet volumet for å kunne samle opp en større mengde lus, og ekskluderes derfor som alternativer i en kommersiell sammenheng. Teine 4 (modifisert Polar kongsnegl teine) og teine 5 (modifisert Strømberg plastkasse) var de som ga best (eller minst dårlig) fangst på lokaliteten i Midfjorden, og hadde dermed vært interessante og fått testet ut videre på en mer egnet lokalitet. Tilbakemelding fra fisker var imidlertid at disse teinene var tungvinte å håndtere og tok opp for mye plass, spesielt dersom flere lenker med teiner skulle håndteres i et fiskeri.

Det gode fangstresultatet med teine 6 (~3 kg lus/teine og alt agn spist) viser at det er mulig å fangste "større" mengder med bunnlus ved hjelp av teiner. Bunnlus benytter kjemoresepsjon for å detektere og navigere seg til føden eller agnet som sprer luktstoffer med vannstrømmen (Dahl 1979; Busdosh m.fl. 1982; Sainte-Marie og Hargrave 1987; Sainte-Marie 1992; Kaïm-Malka 1999). Nylonduk i lokket og nylon notpose i bunn som tillot vann å strømme gjennom teinen, samt agnbeholder plassert sentrert innenfor inngangsåpningene ser derfor ut til å ha fungert effektivt i forhold til å tiltrekke seg lus. Under uttesting av teinen hvor agnet i agnbeholderen ble isolert med nylonduk ble det kun fangstet ca. 60 g lus. En reduksjon i fangsten av lus ved bruk av agnpose har også blitt vist tidligere (Nyhammer 1991), og gjør det klart at hvis teiner skal være effektive må de gi en god spredning av agnlukt. Dette gir imidlertid noen utfordringer i forhold til å skaffe "magnetom" lus. Vetvik m.fl. (1992) rapporterte om tap av kvaliteten på bunnlus dersom denne ble fangstet med mageinnhold (agn), og foreslo utvikling og uttesting av ulike agnbeholdere og/eller kunstig agn for hindre at lusen tar til seg føde. Flere bunnlusarter har evnen til å lagre relativt store mengder mat i mage- og tarmsystemet over tid (Dahl 1979; Sainte-Marie 1984; Briones-Fourzán og Lozano-Alvarez 1991; Sainte-Marie 1992). Vårt forsøk viste også at flere av lusene inneholdt mageinnhold selv om den ble isolert fra agnet, noe som må ha kommet fra tidligere fødeinntak. For å bevare kvaliteten på lusen ser vi det derfor som mer viktig å sørge for riktig håndtering av fangsten om bord og under transport til mottak (frysing, kjøling eller levende transport). Fangster av bunnlus øker med mengde agn som blir benyttet (Sainte-Marie 1986; Nyhammer 1991; Sangolt 1991). I forhold til å redusere agnforbruket (og kostnaden i et fiskeri) ser vi det for øvrig som nødvendig med videre uttesting med tanke på egnede agnbeholdere, kunstig agn eller bruk av andre agntyper.

Det har vist seg at om luseteiner står i vannet for lenge (4-8 timer) vil lusen spise opp agnet og svømme ut igjen (Nyhammer 1991). Det er ikke kjent hvor store

mengder lus som gikk ut igjen fra teine 6 under utprøving i Valderhaugfjorden. I forbindelse med prosjektet til Vetvik m.fl. (1992) ble det forsøkt å lage ulike innganger for lusen som gjorde det vanskelig for den å komme seg ut igjen. Vår vurdering etter uttestingen er at, i en kommersiell sammenheng vil slike løsninger lett kunne komplisere teinen for mye og skape ekstra vedlikehold og potensielle kilder til skader. Resultatet fra teine 6 i dette forsøket viser også at selv med "åpne" innganger så vil man kunne fangste større mengder lus. I forhold til å øke fangstene vil det imidlertid være interessant å prøve ut tilsvarende teiner av større dimensjon.

### 3.2 Fangstresultat

Under de to vellykkede uttestingene av teine 6 i Valderhaugfjorden vårt forsøk lå fangstene på rundt 3 kg/teine. Resultater fra fangst baserer seg imidlertid på få uttestinger, og gjentatte uttestinger i samme og i andre områder er nødvendig for å bekrefte effektiviteten til teinen. I prosjektet gjennomført av Vetvik m.fl. (1992) ble det gjennomført flere fangstforsøk hvor det ble eksperimentert med ulike teiner, agn og ståtid. Resultatene er imidlertid noe uoversiktlige i forhold til hvilke teiner som ble benyttet og effektiviteten til disse. I et av forsøkene som ble gjennomført ble det benyttet perforerte "matbokser" som ble plassert inne i 30 havteiner (3 bokser per teine). Total fangst varierte da mellom 40 kg og 5 kg med bunnlus (estimert til 0.45 – 0.05 kg/boks). Tre ulike fangstforsøk ble også gjennomført ved Jan Mayen, et område hvor det viste seg at *T. cicada* kunne fangstes på relativt grunt vann (13,5-21 m dyp). Så mye som 8,4 kg ble fangstet i en teine, men fangstene varierte hovedsakelig mellom noen hundre gram til ca. 2 kg. Til sammenligning med disse resultatene er teine 6 lovende i forhold til bruk i en kommersiell sammenheng, gitt at målet er å fangste *T. cicada* (og *N. borealis*). Under fangstforsøk etter bunnlus i Raunefjorden ble det fangstet mer av *N. borealis* (75 %) sammenlignet med *T. cicada* (25%) (Sangolt 1991), dvs. nesten et invertert forhold til sammenligning med våre fangstresultat (85% *T. cicada* og 15% *N. borealis*). Det er ukjent om forskjellen i forholdet mellom disse to artene skyldes teinens egenskaper (selektivitet ovenfor en art fremfor den andre) eller forskjeller i forekomst. Hvilke arter som dominerer (artssammensetning av bunnlus) i ulike områder varierer geografisk og med dyp (Vader og Romppainen 1985; Britton og Morton 1994; Christiansen 1996; Horton 2006), hvor noen dypt levende bunnlus kan nå en betydelig størrelse. *Eurythenes gryllus* er i samme familie som *T. cicada* og kan nå en størrelse på 14 cm (Ingram og Hessler 1983), mens noen arter av isopoder innenfor samme familie som *N. borealis* kan nå en størrelse på over 35 cm (!) (*Bathynomus giganteus*, Briones-Fourzán og Lozano-Alvarez 1991). Teiner bør derfor utformes i forhold til hvilke område man fisker på og hvilke arter som er målsetningen.

Som tidligere diskutert kan det se ut til at områder med forekomst av lus (i mer kystnære strøk og fjorder) kan være isolert til ganske begrensede områder. Dette setter muligens begrensninger i forhold til å drive et regelmessig kommersielt fiskeri. Videre uttesting av teinene bør derfor gjennomføres i mer utenforliggende områder med større areal og hvor det er rapportert om store forekomster av lus

(såkalt "lusebotn") (Løkkeborg 1990; Zühlke m.fl. 2001; Jákupsstovu m.fl. 2002). Uttesting bør også gjennomføres over tid da undersøkelser har vist at relativ forekomst av bl.a. *T. cicada* kan variere fra år til år innenfor samme område (Stransky og Svavarsson 2010). Også fangststudier av *N. borealis* har også vist store variasjoner fra måned til måned i fangstet mengde (Wong og Moore 1996).

I forhold til forvaltning av et fiskeri er også kunnskap om utbredelse og forekomst viktig. Mye tyder på at åtselspisende krepsdyr har en viktig funksjon i økosystemet (Sainte-Marie 1992; Britton og Morton 1994; Conlan 1994). Så om et fiske settes i gang vil det være behov for å gjennomføre forvaltningsrettede biologiske undersøkelser som legger grunnlaget for et bærekraftig fiskeri av bunnlus. Da generasjonstid hos disse artene ser ut til å være relativt kort (jfr. diskusjon om Artssammensetning), samt at eggberende hunner ser ut til å være fraværende i teinefangstene (Saint-Marine 1981; Johansen og Brattegård 1996) taler dette positivt i forhold til rekruttering av bestanden. Studier av stabile isotoper ( $^{15}\text{N}$ ) (Duineveld m.fl. 2007; Jeffreys m.fl. 2011) og forholdet mellom fettsyrene 18:1 n9 og 18:1 n7 (Bühning og Christiansen 2001 samt våre resultat) har imidlertid vist at *T. cicada* står relativt høyt i den trofiske næringskjeden, noe som er naturlig å forvente for en åtseleter. Forvaltning av ressursen kan på så måte by på noen utfordringer i forhold til en økosystemtilnærming (effekt av fiskeri på konkurrerende arter, høsting av en viktig "rense" organisme, tilgjengeligheten av mat for andre åtselspisere og lus som føde til fisk og andre arter).

### 3.3 Artssammensetning

Artsbestemmelse av amfipoder er et omfattende arbeid, og forskjellige arter kan ofte være vanskelig å skille fra hverandre. Det kan derfor ikke ekskluderes at fangstene også inneholdt andre arter enn de som her er oppgitt. Artsbestemmelse av artene som ble fangstet i dette forsøket baserte seg på stikkprøver av 10 (tilsynelatende) like individer fra fangstene. I samtlige artsbestemmelser ble fangsten identifisert som amfipoden *Tmetonyx cicada* (tidligere beskrevet som *Hoplonyx cicada*, Fabricius 1780) (~75% av fangsten) og isopoden *Natatolana borealis* (tidligere beskrevet som *Cirolana borealis*, Lilljeborg 1851) (~15% av fangsten). Generelt går disse artene igjen i litteraturen som noen av de mest vanlige åtselspisende bunnlusene og skadedyrene i fiskeriet (Britton og Morton 1994). Begge artene blir også ofte funnet i rogn hos (torske)fisk fanget med passive redskaper som har stått i sjøen en tid (Raitt 1929; Berland 1983), en nedtur for en som har sett fram til kokt rogn en fin vår-kveld.

*Tmetonyx cicada* er en amfipode tilhørende den taksonomiske familien Lysianassidae, en familie hvor de aller fleste åtselspisende amfipodene inngår (Conlan 1994). Arten forekommer fra grunne områder til flere tusen meters dyp og har en stor geografisk utbredelse (Nord-atlanteren, Arktis, Bering havet og fra nordlige Stillehavet ned til Japanhavet) (Stephensen 1935-1942; Dahl 1972; Macdonald og Gilchrist 1978). G.O. Sars skrev i sin tid at innenfor sin familie er denne arten uten sammenligning den mest vanlige langs norskekysten (Sars 1895). Men til tross for sin tilsynelatende viktige rolle i økosystemet, dens høye



tilgjengelighet med stor utbredelse og store forekomster i ulike områder er det blitt gjennomført overraskende lite forskning på denne arten. Enkelte fysiologiske studier som trykktoleranse (Macdonald og Gilchrist 1978) og respirasjon (Christiansen og Diel-Christiansen 1993) har blitt gjennomført og vist at *T. cicada* er en robust art som tåler relativt store endringer i trykkforskjeller og kan overleve lengre perioder (60 dager) uten mat. Informasjon om livssyklus, kjønnsmodning og demografi er undersøkt for en nært beslektet art (*Tmetonyx similis*) i Middelhavet (Kaïm-Malka 2005), og viser bl.a. en større andel hanner i populasjonen og at hunner lever lengre enn hanner. Sammenligning med en annen art i et annet klima (Middelhavet sammenlignet med norskekysten) er imidlertid risikabelt, så egne biologiske undersøkelser bør gjennomføres for *T. cicada* langs Norskekysten.

I motsetning til *T. cicada* finnes det mer informasjon om isopoden *Natatolana borealis* i litteraturen, mye grunnet arbeidet gjennomført av Per-Otto Johansen og kollegaer ved Universitetet i Bergen (Johansen 1980; Johansen 1992; Johansen og Brattegard 1996; Johansen 1996; Johansen og Brattegard 1998; Johansen 1999). *N. borealis* er en opportunistisk omnivor isopode i familien Cirolanidae. Den er utbredt i østlige Atlanterhavet fra Troms i nord til Nord-Afrika og Adriaterhavet i sør og lever hovedsakelig på sand og mudderbund fra 20 m ned mot 1500 m (Johansen 1992; Johansen og Brattegard 1998). Livssyklusstudier av *N. borealis* i Norge og Skottland har vist en levetid på ca. 2.5 år, hvor hunner blir kjønnsmodne etter 12-18 måneder (19 for Skottland) og kan produsere 1-2 kull gjennom en livssyklus (Johansen 1996; Wong og Moore 1996). Biologien ser for øvrig ut til å variere geografisk, hvor bl.a. en studie fra Middelhavet har vist en øvre alder på 6 år, kjønnsmodning først etter 2.5 år og produksjon av avkom minst 4 ganger gjennom livet (Kaïm-Malka 1997). I henhold til alle tre studiene foregår reproduksjon gjennom hele året uten identifiserte sesongmessige sykluser. Som *T. cicada* har arten en evne til å overleve lengre perioder uten å ta til seg føde (over 6 mnd med full mage) (Johansen og Brattegard 1998). Den har videre vist evne og fysiologiske tilpasninger i forhold til å overleve lengre perioder uten oksygen (Skjoldal og Bakke 1978; de Zwaan og Skjoldal 1979; Taylor og Moore 1995), en viktig egenskap når den ligger nedgravd i sedimenter mellom måltider og når den oppholder seg inne i åtselet som den beiter på. *N. borealis* har imidlertid vist seg følsom for endringer i salinitet (Johansen 1999), hvor det spekuleres i om det kan være en medvirkende faktor som har begrenset utbredelsen av arten.

### 3.4 Næringsmessig sammensetning og fremmedstoffer

#### *Næringsstoffer*

Innhold av fett og protein i *T. cicada* var på hhv. 3.8 % og 10 % av våtvekt. Til forskjell hadde samme art analysert i forbindelse med forsøket i Måløy et høyere fettinnhold og et noe lavere proteininnhold. (Vetvik m.fl. 1992, 8.6% fett og 8.4 % protein) Hargrave m.fl. (1993) rapporterte om et fettinnhold for *T. cicada* på mellom 5.0 og 6.6 %. Disse verdiene ligger innenfor det som er rapportert tidligere for en rekke bunnlus fra samme familie (Lysianassidae) (se Sainte-Marie 1992 for en oppsummering). Noen variasjoner forekommer imidlertid både mellom arter og

mellom individer av samme art og det er ukjent om disse variasjonene skyldes sesong eller geografisk område. Sesongvariasjoner i fettinnhold er særlig tydelige hos amfipoder som beiter på organisk avfallsmateriale, som synker til bunnen (f.eks. etter perioder med planktonoppblomstringer) (Hill m.fl. 1992; Lehtonen 1996), men i forhold til åtselspisende amfipoder (som *T. cicada*) er bildet mer komplekst. Da disse dyrene er opportunistiske vil den kjemiske sammensetningen mest sannsynlig være påvirket av hva som er tilgjengelig, hva den beiter på og ikke minst hvor lenge det er siden siste måltid. *T. cicada* fangstet i Malangen, Troms, i forbindelse med en studie gjennomført av Christiansen og Diel- Christiansen (1993) hadde et vanninnhold på 60-70 %, og med et signifikant høyere vanninnhold for sultede individer. I prosjektet til Vetvik m.fl. (1992) ble det funnet et tørrstoff innhold på 35.9 %, dvs et vanninnhold på rundt 65 % for *T. cicada*, mens Hargrave m.fl. (1993) rapporterte om et vanninnhold i *T. cicada* på 75 %. Tørrstoff og vanninnhold ble ikke undersøkt for lusene fangstet i Valderhaugfjorden, men ut fra hva man kan se fra andre studier forekommer det variasjoner, noe som kan være knytt til tidspunkt for siste fødeinntak.

Innhold av fett og protein ble ikke undersøkt for *N. borealis*, men i henhold til andre undersøkelser ser innholdet ut til å ligge i tilsvarende område som for *T. cicada*. I undersøkelsene gjennomført av Vetvik m.fl. (1992) ble det funnet et våtvektinnhold av fett på 8.3 %, et innhold av protein på 8.9 % og et tørrstoffinnhold på 28.5 % for *N. borealis*. Målt i tørrvekt ble det i andre analyser funnet et innhold av fett og protein på hhv. 19.3 og 36.7 %. Andre studier på samme art har vist 15 % fett og 32-39 % protein av tørrvekt (de Zwaan og Skjoldal 1979). Estimert til våtvektinnhold (~70% vanninnhold) gir dette verdier på mellom 4.5-5.8 % fett og 9.6-11.7 % protein, og viser at det også for denne arten kan forekomme variasjoner i næringsinnhold. Johansen (1980) fant sesongvariasjoner i kaloriinnhold for adulte hunnlus av *N. borealis*, mens det ikke ble funnet slike forskjeller for hanner og juvenile. Da kjønnsmodne hunnlus av denne arten (og flere andre bunnlusarter) sjelden blir fanget i teiner (Sainte-Marie 1992; Johansen og Brattegard 1996; Wong og Moore 1996) kan det tyde på at forskjeller i næringsmessig sammensetning er mer påvirket av lokal fødetilgang enn sesongmessige variasjoner. Dette gjenstår imidlertid å undersøke nærmere.

Generelt for begge arter bør mer omfattende analyser av næringsmessig sammensetning gjennomføres (i ulike områder og på ulike tider av året) for å identifisere eventuelle variasjoner, da dette kan ha implikasjoner i forhold til en kommersiell anvendelse av artene.

### *Fettsyresammensetning*

En relativ lik fettsyreprofil kan observeres når man sammenligner *T. cicada* fra Valderhaugfjorden med analysene gjennomført av Vetvik m.fl. Noen forskjeller forekommer imidlertid hvor lus fra Valderhaugfjorden har et generelt lavere innhold av flerumetta fettsyrer. Dette kan skyldes at våre analyser ble gjennomført på individ som tilsynelatende var uten mageinnhold. Men i store trekk er denne fettsyresammensetningen tilsvarende med fettprofilen som er rapportert fra andre amfipoder innenfor samme familie med tilsvarende levesett (Graeve m.fl. 1997;

Bühning og Christiansen 2001; Drazen m.fl. 2008). Spesielt kjennetegnes disse artene av det høye innholdet av fettsyren 18:1 n-9 og det høye forholdstallet mellom 18:1 n-9 og 18:1 n-7, som er typisk for åtselspisende amfipoder hvor en stor del dietten ofte består av arter på et høyere trofisk nivå (Se forestående referanser for beskrivelse og utfyllende informasjon). I en studie gjennomført av Jeffreys m.fl. (2011) ble det rapportert om et innhold av 18:1 n-9 på hele 70% (og et 18:1 n-9/18:1 n-7 forhold på 174.7) hos *T.cicada*. Samme studien viste også individuelle forskjeller hos *T.cicada*, hvor to eksemplare fanget på samme tid og på samme lokalitet hadde innhold av EPA+DHA på hhv. 17.2 og 50 %. Resultatene fra vår undersøkelse samt Vetvik m.fl. viste et innhold av disse fetttsyrene på hhv. 15.7 og 20 % (EPA+DHA). Demografi kan også være en faktor av betydning for fangstens fettsyresammensetning. For eksempel har en studie på amfipoden *Gammarus locusta* (tangloppe) vist tydelige forskjeller i fettsyresammensetning mellom kjønn og ulike livsstadier (Correia m.fl. 2003). Det ser med andre ord ut til at fettsyresammensetning kan avhenge av flere faktorer som art, fødeinntak (type og tid for siste måltid), kjønn og livsstadie. I en kommersiell sammenheng vil det imidlertid kun være relevant med kunnskap om den totale fangstens (gjennomsnittlige) kjemiske sammensetning, spesielt i forhold til en potensiell anvendelse av lipider fra disse artene (jfr. avsnitt "Potensielle anvendelsesområder"). I en slik sammenheng vil det være nødvendig med undersøkelser hvor man kartlegger ulike fangstfelt i forhold til kjemisk sammensetning og eventuelle variasjoner med sesong.

### *Fremmedstoffer*

Med unntak av bly (Pb) i *T. cicada* fra Valderhaugfjorden og arsen (As) i samme art fra Midfjorden var innholdet av tungmetaller og organiske miljøgifter (målt i våtvekt) under grenseverdiene satt for næringsmidler (krepsdyr), føringredienser i fiskefôr og fullfôr til fisk. Det relativt høye innholdet av bly i *T.cicada* fra Valderhaugfjorden kan skyldes fangstområdets nærhet til skipstrafikk og nærliggende industri, hvor noen omliggende områder har vist relativt høye verdier av miljøgifter i sedimentene (Fagerhaug 2003; Berge 2008). Til sammenligning har lokaliteten i Midfjorden, hvor *T. cicada* (med unntak av arsen) viser et generelt lavere innhold av tungmetaller, en betydelig lavere påvirkning av omliggende industri. I forhold til arsen er det ikke skilt mellom organisk arsen og uorganisk arsen i analysene, hvor uorganisk arsen er den toksiske varianten av dette halvmetallet. Det er imidlertid velkjent at en del sjømat har et høyt innhold av totalarsen (NIFES), hvor betydelig høyere total arsen nivå enn våre resultater har blitt målt f.eks. i taskekrabbe (Frantzen m.fl. 2010). Dette kan forklare de forhøyede verdiene av arsen vi ser (over grenseverdien satt for fullfôr til fisk) hos *T.cicada* fra Midfjorden. Høyt innhold av tungmetaller i marine amfipoder har blitt dokumentert ved flere anledninger (Hamanaka og Tsujita 1981; Macdonald og Sprague 1988; Rainbow 1989; Ritterhoff og Zauke 1997; Philip S 2002). Våre nivåer av tungmetaller er imidlertid langt under hva som er rapportert i flere av disse studiene. Siden et eventuelt fiskeri mest sannsynlig vil foregå i mer åpne farvann (jfr. 3.2 Fangstresultat) er det videre sannsynlig at innholdet av fremmedstoffer vil være lavere, da disse områdene har en lavere eksponering i form av utslipp fra industri.

Det relativt høye innholdet av bly (og arsen) indikerer imidlertid at en form for klassifisering og regelmessig overvåking av fremtidige fangstområder med hensyn på fremmedstoff bør gjennomføres.

I forhold til organiske miljøgifter var heller her ingen verdier over grenseverdiene. Høye nivåer av organiske miljøgifter er velkjent for åtselspisende amfipoder (inclusive *T.cicada*) i arktiske strøk, hvor føden ofte består av kadavre fra marine pattedyr som har akkumulert disse stoffene over tid (Bidleman m.fl. 1989; Hargrave m.fl. 1992; Hargrave m.fl. 1993; Fisk m.fl. 2003; Svendsen m.fl. 2007). Bunnlus i fjordene og i kystnære områder norskekysten har et helt annet fødegrunnlag, og vil av den grunn ikke i like stor grad kunne akkumulere disse fremmedstoffene. Studier fra Bottenhavet har undersøkt innholdet av PCB i den detritus- og planktonspisende amfipoden *Monoporeia affinis* (van Bavel m.fl. 1996), men vi har ikke funnet noen studier som har målt innhold av fremmedstoffer i åtselspisende amfipoder eller isopoder langs norskekysten (eller andre kystnære områder utenfor polare strøk). Men til sammenligning med andre krepsdyr ser innholdet av organiske miljøgifter ut til å være relativt likt våre resultat, men med noen variasjoner. Målinger gjennomført av NIFES på reker med skall har vist verdier fra 0.15 til 0.24 ng/kg (pg/g) for PBDE(7), 1.6 til 3.8 µg/kg (16000 til 38000 pg/g) for PCB7 og 0.35 til 0.47 for PCDD/F+PCB (dioksiner + dioksinlignende PCB) ([www.nifes.no/sjømadata](http://www.nifes.no/sjømadata)). I forhold til PCB7 er dette tilsvarende verdier som ble funnet i *T.cicada* fra Valderhaugfjorden og et høyere nivå enn for *N. borealis*. Innholdet av flammehemmere (PBDE) og summen av dioksiner og dioksinlignende PCB (PCDD/F+PCB) (i reker) er tilsvarende nivåene i *N. borealis* men lavere enn for *T.cicada*. Innholdet av PBDE og PCDD/F+PCB er for øvrig lavere for begge arter sammenlignet med analyser gjort på brunmat fra taskekrabbe (*Cancer pagurus*) (Bethune m.fl. 2004). Videre sammenligninger og implikasjoner i forhold til bruk av bunnlus i næringsmiddelsammenheng diskuteres videre under avsnitt " 4 Potensielle anvendelsesområder"

Forskjellen mellom *N. borealis* og *T.cicada* i forhold til innhold av organiske fremmedstoffer, med et generelt lavere nivå for førstnevnte, er noe overaskende da begge ble fisket på samme tid og lokalitet (fra samme teine). Innhold av fett vil ha betydning for innholdet av disse stoffene da de hovedsakelig er fettløselig og akkumuleres i fettvev. Våre resultater tyder imidlertid ikke på noen forskjell i fettinnhold mellom de to artene, hvor det heller ser ut til at *N. borealis* har et noen høyere fettinnhold enn amfipoden (jfr. diskusjon Næringsstoffer). Mulige årsaker til denne forskjellen kan være at dyrene har ulike preferanse for føde (som har påvirket innholdet av fremmedstoffer) eller at forskjeller i fysiologi (evne til å kvitte seg med stoffer eller motvirke opptak) gjør at *N. borealis* har en lavere akkumulasjon av disse stoffene.

## 4 POTENSIELLE ANVENDELSOMRÅDER

Bortsett fra forsøket gjennomført av Vetvik m.fl. er der ingen kjente forsøk som har undersøkt potensialet for kommersiell utnyttelse av bunnlus. Det har blitt rapportert at bunnlus kan brukes som “rensedyr” i rengjøring skjeletter til museumsutstillinger o.l. (Conlan 1994). Denne bruken av bunnlus kan i så måte være av interesse for den som f.eks. ønsker å preparere et trofe (skalle eller gevir), men i en kommersiell sammenheng er det vanskelig å forestille seg denne type bruk vil kunne gi noen form for lønnsomhet. For å kunne drive et fiskeri av bunnlus er man avhengig av at man har et marked som betaler og som har en regelmessig etterspørsel av produktet. På grunn av tidkrevende arbeid i forhold til å utvikle og teste ut teiner var der ikke gjenværende midler til å gjennomføre grundige undersøkelser av potensielt lønnsomme anvendelsesområder. Understående forslag til anvendelsesområder har derfor kun som hensikt å legge et grunnlag for videre undersøkelser i forhold til utnyttelse av bunnlus.

### *Bunnlus som næringsmiddel*

I forbindelse med “minikreps”-prosjektet i Måløy ble det laget suppe med bunnlus som i følge “smakspanelet” smakte fortreffelig (Rolf Petter Vetvik, pers. med). Et direkte konsum av bunnlus hvor hele dyret blir spist er vanskelig å forestille seg for oss i Norge hvor konsum av sjømat først og fremst har vært knytt til “kjøttrike” arter som fisk, skalldyr (krabbe, hummer og sjøkreps) og til en viss (og økende) grad av skjell. Bunnlus som “mat” kan imidlertid være mulig i andre land som har en annen tradisjon i forhold til denne type produkter. I flere asiatiske land finnes det en rekke produktvarianter av tørkede små reker eller pasta av små krepsdyr som brukes i supper og andre middagsretter som smaksforsterker (Wikipedia: “Dried shrimp” og “Shrimp paste”). I forbindelse med prosjektet i Måløy viste TORO stor interesse for bunnlus som et mulig smakstilsetningsstoff i sine produkter, men oppfølgende undersøkelser var dessverre ikke mulig på grunn av mangel på nok råstoff (Vetvik m.fl. 1992). De lovende fangstresultatene vi har oppnådd i dette forsøket åpner imidlertid igjen for å skaffe bunnlus i forhold til å teste disse ut i en næringsmiddelsammenheng. Bunnlus vil i tillegg være et naturlig råstoff, noe som er positivt i forhold til et marked med økende fokus på såkalte “clean-label” produkter uten kunstige tilsetningsstoffer.

I forhold til fremmedstoffer er det viktig at dette blir kartlagt bedre for å sikre at slike stoff ikke overskrider grenseverdier satt i mottakerlandet hvor bunnlusa skal eksporteres. For eksempel var innholdet av bly fra *T. cicada* fra Valderhaugfjorden over grenseverdien satt for skalldyr. I forhold til organiske miljøgifter varierte imidlertid ikke innholdet betydelig fra hva som er rapportert fra andre arter og sjømatprodukter (Tabell 5).

Tabell 5 - Innhold av organiske miljøgifter i andre arter og sjømatprodukter

Prøve	PCDD/F+dIPCB (pg/g)	PCB7 (ng/g)	PBDE(7) (ng/g)	Referanse
<i>T. cicada</i>	2.73	17.8	0,72	Tabell 4
<i>N. borealis</i>	0.359	4.0	0,33	Tabell 4
Oppdrettslaks			1.33 - 2.48	(Bethune m.fl. 2005)
			2.51	(Bethune m.fl. 2004)
	1.0	6.7	1.3	(Hove m.fl. 2009)
Makrell			1.44 - 1.46	(Bethune m.fl. 2004)
	1.2	3.9	0.66	(Julshamn m.fl. 2008)
	1.1 - 1.5		0.64 - 1.30	(Julshamn og Frantzen 2009)
Sild			1.34 - 1.93	(Bethune m.fl. 2005)
Ål	7.3 - 54.0		0.66 - 0.79	(Julshamn og Frantzen 2009)
Blåkveite		25.0	1.0	(Julshamn m.fl. 2008)
Atlantisk kveite	6.1	29.0	3.9	(Julshamn m.fl. 2008)
Blåskjell			0.15 - 0.43	(Bethune m.fl. 2005)
	0.12 - 0.24	<dn - 4.7	0.01 - 0.22	(Frantzen m.fl. 2010)
Torskelever	13 - 600			(Nilsen m.fl. 2011)
Svolværpostei	4.5 - 2.8		1.6 - 1.9	(Julshamn og Frantzen 2009)

dn = deteksjons nivå

I henhold til regelverket gjelder grenseverdiene for fremmedstoffene som er undersøkt i dette prosjektet ikke for brunmat i krabbe eller hode og forkropp av hummer. Hel bunnlus vil kanskje i så måte være mer sammenlignbar med disse, men inntil spesifiseringer om dette eksisterer i lovverket bør man forholde seg til grenseverdier gjeldene for krepsdyr generelt. Innhold av disse fremmedstoffene, sammen med andre hvor det er satt grenseverdier for skalldyr (f.eks. Benzo(a)pyren, grenseverdi 5.0 µg/kg) bør derfor kartlegges nærmere i forhold til å bekrefte at dette ikke er til hindring for bruk i en næringsmiddelsammenheng.

#### Bunnlus som fôringrediens i fiskefôr

Med unntak av et forsøk som undersøkte evnen ulike fisker har til å fordøye bl.a. *T. cicada* (Stevenson Macdonald m.fl. 1982), har vi funnet få studier hvor bunnlus har blitt benyttet som fôr eller ingrediens i fôr til fisk. I et forsøk gjennomført av Suontama m.fl. (2007), ble krill og amfipoder (*T. libellula*) benyttet som erstatting av fiskemel i fôr til laks og kveite. Forsøket viste at erstatning av fiskemelet med 40 % mel fra amfipoder ikke ga signifikant forskjellig tilvekst eller fôrfaktor sammenlignet med fisk som ble fôret fiskemel diett. Et lavere proteininnhold i amfipoden gjorde imidlertid det nødvendig å benytte en betydelig større mengde råstoff for å produsere samme mengde protein. Høyt volum for å oppnå riktig proteinmengde kan i så måte være en bakdel ved bruk av krepsdyr i fôr siden det er et høyt innholdet av kitin i disse artene, noe som kan påvirke fordøyelsesprosesser negativt hos fisken (Hansen m.fl. 2010). Lavt næringsinnhold (til sammenligning med tørrfôr) og kitin er mest sannsynlig årsaken til at det under fôringsforsøkene til Vetvik m.fl.(1992) ble funnet lavere tilvekst med en ren lusediett til sammenligning med tradisjonelt tørrfôr. Alle fôringsforsøkene viste imidlertid at fisken hadde en "glupende appetitt" etter bunnlusa, og det konkluderes med at bunnlus som

smaksattraktant er særdeles interessant og bør undersøkes videre. Krepsdyr (hovedsakelig krill) i fiskefôr har flere ganger vist seg å fungere som en god smaksattraktant (se f.eks. Hansen 2011 og referanser i denne). En annen fordel med bruk av krepsdyr i fôr er at skalldyr som reker og krill (og bunnlus, Vetvik m.fl. (1992)) har et høyt innhold av astaxanthin, som gir farge til laks og fungerer som antioksidant. Med tanke på volumene som blir benyttet innen produksjon av fiskemel (hovedsakelig til laksenæringen) er det vanskelig å forestille seg at bunnlus kan bli en substitutt til eksisterende råvarer. Som ingrediens (antioksidant), fargestoff eller smaksforsterker i mer "spesielle" fôr er imidlertid bunnlus mer interessant. Rekemel er en viktig, men kostbar ingrediens i tørrforet til leppefisk, et fôr som foreløpig produseres i liten skala (Hamre og Sæle 2011). Med en fôrpris på rundt 1000 kr kilo (Helge Ressem, Profunda AS) er denne type fôrprodukter helt klart aktuelle anvendelsesområder, om (mel av) bunnlus viser seg å ha tilsvarende egenskaper som rekemel (næringsmessig sammensetning og attraktantverdi). Å benytte bunnlus som attraktant eller maskør av uønskede smaker i f.eks. medisinfôr eller fôr med høyt innhold av vegetabiliske råvarer er også en mulighet som vi ser det som interessant og undersøke videre.

#### *Bunnlus som kilde til marine lipider og omega-3 industri*

Omega 3 industrien er voksende og aktører er stadig på utkikk etter råstoff som har gode egenskaper i forhold til fettsyresammensetning. De vanligste typene råstoff som i dag blir benyttet i produksjon av marine oljer (til humant konsum) er fra pelagiske fiskearter (industrifisk som anchoveta, sardiner, sild, m.m.), avskjær (inkl. oljer fra lakseindustrien), lever fra villfisk, krill og marine pattedyr (seloljer), hvor det totalt sett blir produsert rundt 1 million tonn olje (Lekang og Gutierrez 2007). Som for fiskefôr ser vi det derfor som lite realistisk at bunnlus kan konkurrere på volum ovenfor tradisjonelt råstoff. I forhold til bruk av bunnlus i omega 3 produkter er en derfor avhengig av å konkurrere på kvalitet.

Basert på våre resultater og andre studier (Vetvik m.fl. 1992; Hargrave m.fl. 1993) ser fettinnholdet til *T. cicada* (og *N. borealis*) ut til å ligge mellom 4-9 %. Dette er tilsvarende eller noe lavere fettinnhold enn for arter som i dag blir benyttet i produksjon av marine oljer (se Lekang og Gutierrez 2007 for en oppsummering). Om man antar at et vanninnhold på 70 % kan innhold av fett i *T. cicada* fra vår studie og Vetvik m.fl. (1992) kalkuleres til hhv. 12.7 og 28.6 % av tørrvekt. Dette er også tilsvarende med hva som er rapportert for Nord-atlantisk krill (Saether m.fl. 1986), som kanskje er det råstoffet som er mest naturlig og sammenlignende med. Basert på fettinnhold ser derfor de artene av bunnlus vi har undersøkt ikke ut til å ha noen fortrinn fremfor tradisjonelle råvarer. Krill (fra Arktis og Antarktis) viser tydelige og til en viss grad forutsigbare sesongvariasjoner i fettinnhold gjennom året, noe som er knytt til planktonoppblomstringer i disse områdene (Clarke 1984; Saether m.fl. 1986; Hagen m.fl. 1996). Også for bunnlus ser det ut til at det er variasjoner i fettinnhold, men disse variasjonene er muligens ikke så markante som for krill da bunnlus er en åtselspiser og påvirkes i så måte mer av lokal fødetilgang. I forhold til å levere et produkt som har en stabil og forutsigbar kvalitet er en

imidlertid avhengig av å gjennomføre en bedre kartlegging av fettinnhold hos disse artene.

Innholdet av metta og umetta fettsyrer hos *T. cicada* fra Valderhaugfjorden var på hhv. ~23 % og ~73 %, med tilsvarende verdier hos Vetvik m.fl. (1992). Dette er også på linje med hva som er rapportert for andre arter som benyttes i produksjon av marine oljer (Lekang og Gutierrez 2007). Innholdet av de verdifulle fettsyrene EPA og DHA og sum EPA+DHA var på hhv. 6.55, 9.16 og 15.71 % (8.4, 11.6 og 20.0 % for Vetvik m.fl. (1992)). Heller ikke innholdet av disse fettsyrene ser ut til å variere stort fra det som er rapportert for tradisjonelt omega-3 råstoff (Lekang og Gutierrez 2007). En fordel bunnlusen har framfor f.eks. sildeolje er at bunnlusoen ser ut for å ha mindre av de monoumetta fettsyrene C22:1n-9 og C22:1n-11. Disse befinner seg størrelsesmessig mellom EPA og DHA, som ved oppkonsentrering av EPA og DHA er vanskelige å fjerne (når det er ønskelig) (Iren Stoknes, EPAX, pers.med).

En av fordelene som fremheves med krill er at fettene forekommer i stor del som fosforlipider og triglyserider. Lipidklasser ble ikke undersøkt i våre analyser, men undersøkelser gjennomført på andre (beslektede) åtselspisende amfipoder innenfor familien Lysianassidae, har vist at det meste av fettene hos disse artene hovedsakelig også forekommer som triglyserider eller fosforlipider (Sainte-Marie 1992; Graeve m.fl. 1997; Bühring og Christiansen 2001; Drazen m.fl. 2008). Krill får også ofte fremhevet sine positive egenskaper ved at den inneholder et naturlig høyt innhold av astaxanthin, som fungerer som antioksidant og hindrer oksidasjon av fettsyrer (Wahren og Mehlin 2008). Innhold av astaxanthin i bunnlus (antatt en mix av *T. cicada* og *N. borealis*) ble målt til 72 ppm (mg/kg) av Vetvik m.fl. (1992), noe som samsvarer med verdier i rekeskall. Dette er innenfor de verdiene av astaxanthin som er målt bl.a. krill, reke og hoppekreps tidligere (Torrissen m.fl. 1989). Effekten av astaxanthin avhenger imidlertid av hvilken form denne forekommer i (Ytrestøl 2006), noe som ikke har blitt undersøkt for bunnlus så langt vi kjenner til.

Målt som innhold (pg) per gram fett var innholdet av organiske miljøgifter relativt høyt (Tabell 4), og langt over gjeldende grenseverdier for marine oljer til humant konsum og marine oljer i fôr til fisk (fôrmidler). Det er imidlertid viktig å påpeke at dette er verdier før en eventuell rensing av produktet. Analyser gjennomført på fôrøljer fra bl.a. brisling har vist tilsvarende verdier av dioksiner (PCDD/F) og dioksinlignende PCB (dlPCB) som ble funnet for bunnlusen (Usydus m.fl. 2009). Bruk av aktivt kull bidrar imidlertid til å redusere innholdet med mer enn 50 % for dl-PCB og 95.5 % for PCDD/F. Oljer som blir benyttet i omega-3 industrien går også gjennom en rekke renseprosesser (avsyring, destillasjon og bleking) som effektivt fjerner eventuelle miljøgifter (Iren Stoknes, EPAX, pers.med). Som nevnt tidligere vil muligens innholdet av disse fremmedstoffene være mindre i arter som blir fangstet i forbindelse med et fiskeri i mer åpne farvann.

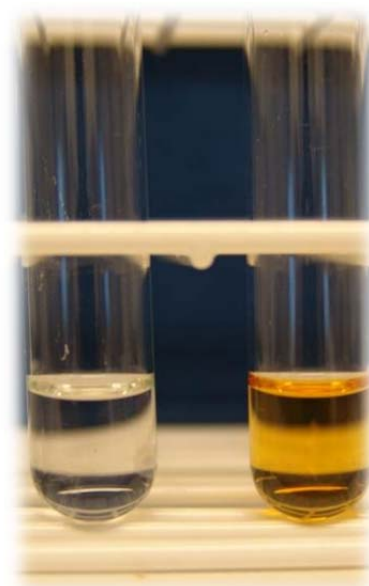
Summert kan man si at bunnlus ikke skiller seg mye fra andre råstoff som blir benyttet i produksjon av marine oljer til humant konsum, og vil mest sannsynlig tape kampen med tanke på volum som er nødvendig i en kommersiell produksjon. Her er imidlertid noen potensielle fordeler som er verdt og undersøke videre, for å se om bunnlus kan bli en kilde til mer "spesielle" omega 3 produkter. Om et eventuelt fiskeri etableres og produktet utnyttes i ulike sammenhenger kan der



videre være mulighet for å ta vare på oljene om dette skulle bli et biprodukt av råstoffet.

### *Marin bioprospektering*

Marin bioprospektering er et nasjonalt strategisk satsingsområde og det er i økende grad fokus på leting etter nye verdifulle stoffer i ulike forskningsprosjekter. Ved å foreta detaljerte karakteriseringer av marine organismer er det mulig å identifisere enzymer, antioksidanter, antibakterielle stoffer eller andre bioaktive stoffer med ønskede egenskaper. Ulike enzymer som fungerer under høyt trykk eller ekstreme temperaturer som kan benyttes i ulike biokjemiske eller industrielle prosesser, er eksempel på slike. Bunnlus har en veldig spesiell ernæringsfysiologi ved at de lever lange perioder uten å ta til seg mat, hvor det hos noen arter kan gå ett helt år mellom måltidene (Sainte-Marie 1992). Dette medfører med all sannsynlighet fysiologiske tilpasninger av ulike fordøyelsesprosesser. Innhold av ulike fordøyelighetsenzymer er i så måte veldig interessant å se nærmere på fordi de kan ha ekstreme egenskaper som er etterspurt i industrien. F.eks. viser preliminære undersøkelser som vi har gjennomført på proteinekstrakt av *T.cicada* at arten har høy aktivitet av såkalte proteolytiske enzymer, som er involvert i degradering av proteiner (Bilde 5). Det er nærliggende å anta at disse artene også inneholder andre bioteknologisk interessante enzymer involvert i fett- og karbohydratspalting. En del arter av bunnlus har en bred dybdeutbredelse og lever i bunnsediment som spenner fra flere tusen meters dybde opp til grunne områder nær land. Bunnsediment er næringsrike områder og har spesielt en rik mikroflora av bakterier og virus (Jørgensen og Boetius 2007). Med et liv i sedimentet vil bunnlus derfor være under konstant angrep av mikroorganismer noe som kan bety at bunnlusarter inneholder interessante antimikrobielle stoffer. Generelt ser vi på bioprospektering i bunnlus som potensielt lovende i forhold til identifisering av kommersielt interessante, bioaktive forbindelser.



**Bilde 5 - Demonstrasjon av proteaseaktivitet i proteinekstrakt av *T.cicada* (til høyre). Deaktiverte protein til venstre som kontroll (blankt rør).**



## 5 KONKLUSJON

Prosjektet har vist at det er mulig å benytte teiner til effektiv og selektiv fangst av bunnlus. Viktige punkter i forhold til fangst er god luktspredning, riktig størrelse på inngangsåpninger for lus (for å hindre inngang av slimål) og oppsamlingsenhet (notpose e.l.) med tilstrekkelig volum. Fangst inne i fjordene varierer fra lokalitet til lokalitet, hvor luserike områder kan se ut til å være relativt isolerte. Utvidede undersøkelser bør gjennomføres i og utenfor fjordområder for å få en bedre oversikt over fangspotensialet i ulike områder. Spesielt interessante områder å undersøke nærmere er bank-områdene hvor fiskere rapporterer om store mengder lus.

Våre resultater og resultatene fra andre studier vi har funnet viser at bunnlusartene fangstet i dette forsøket (*Tmetonyx cicada* og *Natantolana borealis*) har et fettinnhold på mellom 4-10 % og et proteininnhold på 8-12%. Variasjoner i innhold av næringsmidler forekommer og kan skyldes forskjeller mellom områder, sesong og fødehistorikk (type og tid for siste fødeinntak).

I forhold til fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter) er innholdet mye likt med hva som er rapportert hos andre krepsdyr, fisk og sjømatprodukter. Et noe forhøyet nivå av tungmetaller (bly og arsen) i *T. cicada* viser imidlertid et behov for videre undersøkelser om forekomst av miljøgifter i bunnlus, for å bekrefte at slike stoffer ikke er til hinder for bruk i næringsmidler eller fôr. En slik kartlegging vil i tillegg belyse behovet for klassifisering av fremtidige fangstområder.

Om det skulle vise seg at det lar seg fangste større mengder av denne arten bør det utføres mer detaljerte studier i forhold til anvendelse av bunnlus. Interessante områder å undersøke videre er bunnlus som smakstilsetning i næringsmiddel, attraktant i fiskefôr samt innhold av biologisk aktive stoffer.



## 6 REFERANSER

Berge, J. A. (2008). Miljøgifter i sedimenter rundt Ålesund havn. Resultater fra supplerende prøver fra tiltaksplanområdet. . Oslo, KLIF/NIVA.

Berland, B. (1983). "Sjølus i fiskerogn og pigghå." Fiskets Gang nr. 6/7: 175-179.

Bethune, C., J. Nielsen, m.fl. (2004). "Current levels of primary polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in Norwegian seafood." Organohalogen compd **66**: 3814–3819.

Bethune, C., J. Nielsen, m.fl. (2005). "Current levels (2003-2004) of brominated flame retardants in feed and selected Norwegian seafood." Organohalogen compounds **67**: 619-621.

Bidleman, T., G. Patton, m.fl. (1989). "Toxaphene and other organochlorines in Arctic Ocean fauna: evidence for atmospheric delivery." Arctic **42**(4): 307.

Bligh, E. G. og W. J. Dyer (1959). "A rapid method of total lipid extraction and purification." Canadian Journal of Physiology and Pharmacology **37**(8): 911-917.

Bolstad, H. A. (2006). Får fiske botnlus med finmaska trål. Fiskaren. Bergen, Norge 27. desember 2006: s. 10.

Briones-Fourzán, P. og E. Lozano-Alvarez (1991). "Aspects of the biology of the giant isopod *Bathynomus giganteus* A. Milne Edwards, 1879 (Flabellifera: Cirolanidae), off the Yucatan Peninsula." Journal of Crustacean Biology: 375-385.

Britton, J. og B. Morton (1994). "Marine carrion and scavengers." Oceanography and Marine Biology: an annual review **32**: 369-434.

Buhl-Mortensen, L. (1996). "Amphipod fauna along an offshore-fjord gradient." Journal of Natural History **30**(1): 23-49.

Busdosh, M., G. Robilliard, m.fl. (1982). "Chemoreception in an arctic amphipod crustacean: a field study." Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **62**(3): 261-269.

Bühning, S. I. og B. Christiansen (2001). "Lipids in selected abyssal benthopelagic animals: links to the epipelagic zone?" Progress in Oceanography **50**(1-4): 369-382.

Christiansen, B. (1996). "Bait-Attending Amphipods in the Deep Sea: A Comparison of Three Localities in the North-Eastern Atlantic." Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom **76**(02): 345-360.

Christiansen, B. og S. Diel-Christiansen (1993). "Respiration of lysianassoid amphipods in a subarctic fjord and some implications on their feeding ecology." Sarsia **78**(1): 9-15.

Clarke, A. (1984). "Lipid content and composition of Antarctic krill, *Euphausia superba* Dana." Journal of crustacean biology. Washington DC[J. CRUST. BIOL.]. **4**.

Conlan, K. E. (1994). "Amphipod crustaceans and environmental disturbance: a review." Journal of Natural History **28**(3): 519-554.

Correia, A. D., M. H. Costa, m.fl. (2003). "Age-related changes in antioxidant enzyme activities, fatty acid composition and lipid peroxidation in whole body *Gammarus locusta* (Crustacea: Amphipoda)." Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **289**(1): 83-101.

Dahl, E. (1972). "The Norwegian Sea deep water fauna and its derivation." Ambio Special Report(2): 19-24.

Dahl, E. (1979). "Deep-sea carrion feeding amphipods: evolutionary patterns in niche adaptation." Oikos **33**(2): 167-175.

de Zwaan, A. og H. Skjoldal (1979). "Anaerobic energy metabolism of the scavenging isopod *Cirolana borealis* (Lilljeborg)." Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology **129**(4): 327-331.

Drazen, J., C. Phleger, m.fl. (2008). "Lipid, sterols and fatty acids of abyssal polychaetes, crustaceans, and a cnidarian from the northeast Pacific Ocean: food web implications." Marine Ecology Progress Series **372**: 157-167.

Duineveld, G., M. Lavaleye, m.fl. (2007). "Trophic structure of a cold-water coral mound community (Rockall Bank, NE Atlantic) in relation to the near-bottom particle supply and current regime." Bulletin of Marine Science **81**(3): 449-467.

Enckell, P. H. (1980). Kräftdjur Lund, Sweden, Bokförlaget Signum.

Fagerhaug, A. (2003). Tiltaksplan for Borgundfjorden, Ålesund og Sula, Møre og Romsdal - Fase 1: Gjennomgang, oversikt og nærmere prioriteringer. Ålesund, Norge, Multiconsult.

Fisk, A. T., P. F. Hoekstra, m.fl. (2003). "Influence of habitat, trophic ecology and lipids on, and spatial trends of, organochlorine contaminants in Arctic marine invertebrates." Marine Ecology Progress Series **262**: 201-214.

Fossen, I. (2010). Kvalitet på garnfanget blåkkeite i relasjon til ståtid. Ålesund, Møreforskning, avd. Marin. **Rapport MA 10/09**.

Frantzen, S., B. T. Lunestad, m.fl. (2010). Årsrapport 2009 Mattilsynet - Tilsynsprogrammet for skjell 2009. Bergen, Norway, NIFES - Norsk institutt for ernærings- og sjømatforskning.

Furevik, D. og S. Løkkeborg (1990). "Fangstforsøk med lusefeller." Vedlegg 4.2 i Vetvik m.fl. - 1992 - Minikrepsprosjektet, Nasjonalt prosjekt på utvikling av fangst og utnytting av minikreps: 6 sider.

Graeve, M., G. Kattner, m.fl. (1997). "Lipids in Arctic benthos: does the fatty acid and alcohol composition reflect feeding and trophic interactions?" Polar Biology **18**(1): 53-61.

Hagen, W., E. Van Vleet, m.fl. (1996). "Seasonal lipid storage as overwintering strategy of Antarctic krill." Marine ecology progress series. Oldendorf **134**(1): 85-89.

Hamanaka, T. og T. Tsujita (1981). "Cadmium and zinc concentrations in zooplankton in the subarctic region of the North Pacific." Journal of Oceanography **37**(4): 160-172.

Hamre, K. og Ø. Sæle (2011). Oppdrett av leppefisk til lakselusbekjempelse: Hva står på menyen? Norsk fiskeoppdrett. **Nr. 9**.

Hansen, J. Ø. (2011). Antarctic krill (*Euphausia superba*) as a feed ingredient for salmonids with focus on the shell fraction and fluoride. Department of Animal and Aquacultural Sciences. Ås, Norwegian University of Life Sciences. **Philosophiae Doctor (PhD)**.

Hansen, J. Ø., M. Penn, m.fl. (2010). "High inclusion of partially deshelled and whole krill meals in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*)."  
Aquaculture.

Hargrave, B., D. Muir, m.fl. (1993). "Toxaphene in amphipods and zooplankton from the Arctic Ocean."  
Chemosphere **27**(10): 1949-1963.

Hargrave, B. T., G. C. Harding, m.fl. (1992). "Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in the Arctic Ocean food web."  
Archives of environmental contamination and toxicology **22**(1): 41-54.

Hill, C., M. Quigley, m.fl. (1992). "Seasonal changes in lipid content and composition in the benthic amphipods *Monoporeia affinis* and *Pontoporeia femorata*."  
Limnology and oceanography: 1280-1289.

Horton, T. (2006). "Deep-Sea Scavenging Amphipods from the Faroe-Shetland Channel."  
Porcupine Marine Natural History Society (PMNHS) Newsletter **No. 19**.

Hove, H. T., B. T. Lunestad, m.fl. (2009). Annual report for 2008 - Monitoring program for residues of therapeutic agents, illegal substances, pollutants and other undesirables in farmed fish. (In accordance with Council Directive 96/23/EC)  
Bergen, Norge, NIFES.

Ingram, C. L. og R. R. Hessler (1983). "Distribution and behavior of scavenging amphipods from the central North Pacific."  
Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers **30**(7): 683-706.

Jákupsstovu, H. í., K. Zachariassen, m.fl. (2002). Seismikkur og fiskiskapur. Hvat halda fiskimenn? Fiskirannsóknarstovan.

Jeffreys, R. M., M. S. S. Lavaleye, m.fl. (2011). "Do abyssal scavengers use phytodetritus as a food resource? Video and biochemical evidence from the Atlantic and Mediterranean."  
Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers **58**(4): 415-428.

Johansen, P.-O. (1980). Veks, reproduksjon, energiinnhold og ernæringsbiologi hos *Cirolana borealis* LILLJEBORG (Crustacea, Isopoda) i Skogsvåg, Raunefjorden.  
Institutt for marinbiologi. Bergen, Universitetet i Bergen. **Hovedfagsoppgave**.

Johansen, P.-O. (1992). "Den åtselsetende isopoden *Cirolana borealis* (LILLJEBORG) og åtselsetende amphipoder."  
Vedlegg 1.1 i Vetvik m.fl. - 1992 -



Minikrepsprosjektet, Nasjonalt prosjekt på utvikling av fangst og utnytting av minikreps

6 sider.

Johansen, P.-O. og T. Brattegard (1996). Fangst av *Natanolana borealis* (Lilljeborg) (Crustacea:Flabellifera), med ulike typer feller med åte. IFM Rapport. Bergen, Institutt for Fiskeri- og Marinbiologi, Universitetet i Bergen. **15**: 29 sider.

Johansen, P.-O. og T. Brattegard (1998). "Observations on behaviour and distribution of *Natanolana borealis* (Lilljeborg)(Crustacea,isopoda)." Sarsia **83**: 347-360.

Johansen, P. (1996). "Reproduction and sexual maturation of the scavenging deepwater isopod *Natanolana borealis* (Lilljeborg) from Western Norway." Sarsia: a Norwegian journal of marine biology.

Johansen, P. (1999). "Observations on the tolerance of *Natanolana borealis* (Lilljeborg)(Crustacea, Isopoda) to reduced salinity." Sarsia **84(2)**: 169-172.

Julshamn, K. og S. Frantzen (2009). Årsrapport 2008: Miljøgifter i fisk og fiskevarer - en rapport om dioksiner og dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og tungmetaller i oljer, makrell, ål og Svolværpostei. Bergen, Norway, Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES).

Julshamn, K., J. Øygard, m.fl. (2008). Rapport 2007 - Kartleggingsprosjektene: Dioksiner, dioksinlignende PCB og andre PCBer i fiskevarer og konsumferdige fiskeoljer, bromerte flammehemmere og andre nye miljøgifter i sjømat og tungmetaller i sjømat. Bergen, Norway, Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES).

Jørgensen, B. B. og A. Boetius (2007). "Feast and famine—microbial life in the deep-sea bed." Nature Reviews Microbiology **5(10)**: 770-781.

Kaïm-Malka, R. (1997). "Biology and life cycle of *Natanolana borealis* Lilj. 1851, a scavenging isopod from the continental slope of the Mediterranean." Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers **44(12)**: 2045-2067.

Kaïm-Malka, R. (1999). "Antennal sense organs of *Natanolana borealis* (Lilljeborg 1851)(Crustacea: Isopoda)." Journal of Natural History **33(1)**: 65-88.

Kaïm-Malka, R. A. (2005). "Biology and life cycle of Tmetonyx similis (G. O. Sars, 1891) (Amphipoda, Lysianassidae), a scavenging amphipod from the continental slope of the Mediterranean." Journal of Natural History **39**(35): 3163-3186.

Lehtonen, K. (1996). "Ecophysiology of the benthic amphipod Monoporeia affinis in an open-sea area of the northern Baltic Sea: seasonal variations in body composition, with bioenergetic considerations." Marine Ecology Progress Series **143**(1): 87-98.

Lekang, O.-I. og M. Gutierrez (2007). Råvarekilder for omega 3 oljer - Potensialer, ernæring/helse, bærekraftighet og miljøstatus. Trondheim, RUBIN rapport. **144**.

Løkkeborg, S. (1990). Utbredelse og årsvariasjoner i forekomster av åtseletende krepsdyr - en intervju-undersøkelse blant fiskeskippere. Vedlegg 7.1 i Vetvik m.fl. - 1992 - Minikrepsprosjektet, Nasjonalt prosjekt på utvikling av fangst og utnytting av minikreps

3 sider.

Macdonald, A. G. og I. Gilchrist (1978). "Further studies on the pressure tolerance of deep-sea crustacea, with observations using a new high-pressure trap." Marine Biology **45**(1): 9-21.

Macdonald, C. og J. Sprague (1988). "Cadmium in marine invertebrates and Arctic cod in the Canadian Arctic. Distribution and ecological implications." Marine ecology progress series. Oldendorf **47**(1): 17-30.

Morello, E. B., B. Antolini, m.fl. (2009). "The fishery for Nephrops norvegicus (Linnaeus, 1758) in the central Adriatic Sea (Italy): Preliminary observations comparing bottom trawl and baited creels." Fisheries Research **95**(2-3): 325-331.

Nilsen, B. M., S. Frantzen, m.fl. (2011). Fremmedstoffer i Villfisk med vekt på Kystnære Farvann - En undersøkelse av innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra 15 fjorder og havner langs norskekysten. Bergen, NIFES.

Nyhammer, G. (1991). "Rapport frå forsøk med luseteiner ved Jan Mayen August 1991." Vedlegg 7.2 i Vetvik m.fl. - 1992 - Minikrepsprosjektet, Nasjonalt prosjekt på utvikling av fangst og utnytting av minikreps

6 sider.

Philip S, R. (2002). "Trace metal concentrations in aquatic invertebrates: why and so what?" Environmental Pollution **120**(3): 497-507.

Rainbow, P. S. (1989). "Copper, cadmium and zinc concentrations in oceanic amphipod and euphausiid crustaceans, as a source of heavy metals to pelagic seabirds." Marine Biology **103**(4): 513-518.

Raitt, D. S. (1929). Cod roe attacked by amphipods. The Scottish Naturalist.  
Edinburgh.

Ritterhoff, J. og G.-P. Zauke (1997). "Influence of body length, life-history status and sex on trace metal concentrations in selected zooplankton collectives from the Greenland Sea." Marine Pollution Bulletin **34**(8): 614-621.

Saether, O., T. E. Ellingsen, m.fl. (1986). "Lipids of North Atlantic krill." Journal of Lipid Research **27**(3): 274-285.

Sainte-Marie, B. (1984). "Morphological adaptations for carrion feeding in four species of littoral or circalittoral lysianassid amphipods." Canadian journal of zoology **62**(9): 1668-1674.

Sainte-Marie, B. (1986). "Effect of bait size and sampling time on the attraction of the lysianassid amphipods *Anonyx sarsi* Steele & Brunel and *Orchomenella pinguis* (Boeck)." Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **99**(1): 63-77.

Sainte-Marie, B. (1992). "Foraging of scavenging deep-sea lysianassoid amphipods." Deep-Sea Food Chains and the Global Carbon Cycle. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 105-124.

Sainte-Marie, B. og B. T. Hargrave (1987). "Estimation of scavenger abundance and distance of attraction to bait." Marine Biology **94**(3): 431-443.

Sangolt, G. (1991). "Rapport frå forsøk med luseteiner i Raunefjorden i oktober - 91." Vedlegg 7.7 i Vetvik m.fl. - 1992 - Minikrepsprosjektet, Nasjonalt prosjekt på utvikling av fangst og utnytting av minikreps

6 sider.

Sars, G. O. (1895). Amphipoda. An account of the crustacea of Norway. **Vol. 1**.  
Christiania and Copenhagen, Alb. Cammermeyers forlag.

Sars, G. O. (1899). Isopoda. An account of the crustacea of Norway. **Vol. 2**.  
Christiania and Copenhagen, Alb. Cammermeyers forlag.

Skjoldal, H. og T. Bakke (1978). "Relationship between ATP and energy charge during lethal metabolic stress of the marine isopod *Cirolana borealis*." Journal of Biological Chemistry **253**(10): 3355.

Stephensen, K. (1935-1942). "The Amphipoda of N. Norway and Spitsbergen with adjacent waters." Tromsø Museums Skrifter **3**(1).

Stevenson Macdonald, J., K. Waiwood, m.fl. (1982). "Rates of digestion of different prey in Atlantic cod (*Gadus morhua*), ocean pout (*Macrozoarces americanus*), winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus*), and American plaice (*Hippoglossoides platessoides*)." Canadian journal of fisheries and aquatic sciences **39**(5): 651-659.

Stransky, B. og J. Svavarsson (2010). "Diversity and species composition of peracarids (Crustacea: Malacostraca) on the South Greenland shelf: spatial and temporal variation." Polar Biology **33**(2): 125-139.

Suontama, J., Ø. Karlsen, m.fl. (2007). "Growth, feed conversion and chemical composition of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) fed diets supplemented with krill or amphipods." Aquaculture Nutrition **13**(4): 241-255.

Svendsen, T. C., L. Camus, m.fl. (2007). "Polyaromatic hydrocarbons, chlorinated and brominated organic contaminants as tracers of feeding ecology in polar benthic amphipods." Marine Ecology Progress Series **337**: 155-164.

Taylor, A. og P. Moore (1995). "The burrows and physiological adaptations to a burrowing lifestyle of *Natatolana borealis* (Isopoda: Cirolanidae)." Marine Biology **123**(4): 805-814.

Taylor, A. C. og P. G. Moore (1995). "The burrows and physiological adaptations to a burrowing lifestyle of *Natatolana borealis* (Isopoda: Cirolanidae)." Marine Biology **123**(4): 805-814.

Torrissen, O., R. Hardy, m.fl. (1989). "Pigmentation of salmonids-carotenoid deposition and metabolism." CRC Crit. Rev. Aquat. Sci **1**(2): 209-225.

Usydus, Z., J. Szlinder-Richert, m.fl. (2009). "Study on the raw fish oil purification from PCDD/F and dl-PCB-industrial tests." Chemosphere **74**(11): 1495-1501.

- Vader, W. og K. Romppainen (1985). "Notes on Norwegian marine Amphipoda. 10. Scavengers and fish associates." Fauna norvegica **Ser. A.(6)**: 3-8.
- van Bavel, B., C. Näf, m.fl. (1996). "Levels of PCBs in the aquatic environment of the Gulf of Bothnia: Benthic species and sediments." Marine Pollution Bulletin **32(2)**: 210-218.
- Vetvik, R. P., G. Sangolt, m.fl. (1992). Minikrepsprosjektet - Nasjonalt prosjekt på utvikling av fangst og utnytting av minikreps. Prosjektrapport. Måløy, Fiskerisjefen i Sogn og fjordane.
- Wahren, R. og B. Mehlin (2008). Internasjonal markeds- og industrianalyse for biomarine ingredienser. Oppdatering av oktober 2008. . Trondheim, RUBIN rapport. **Nr. 167**.
- Wong, Y. og P. Moore (1996). "Observations on the Activity and Life History of the Scavenging Isopod *Natatolana borealis* Lilljeborg (Isopoda: Cirolanidae) from Loch Fyne, Scotland." Estuarine, Coastal and Shelf Science **42(2)**: 247-262.
- Ytrestøyl, T. (2006). Factors Affecting Utilisation of Carotenoids in Salmonid Fishes: Faktorer Som Påvirker Utnyttelse Af Karotenoider i Laksefisk. Department of Animal and Aquacultural Sciences. Ås, Norwegian University of Life Sciences, Department of Animal and Aquacultural Sciences. **Doctoral thesis**.
- Zühlke, R., J. Alvsvåg, m.fl. (2001). "Epibenthic diversity in the North Sea." Marine Biodiversity **31(2)**: 269-281.



## **7 VEDLEGG**



Møreforskning Marin  
pb. 5075  
6021 ÅLESUND  
Attn: Trygg N. Barnung

**Eurofins Norsk Matanalyse AS, avd. Moss**  
F. reg. 982 571 146 MVA  
Møllebakken 50  
NO-1506 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
Fax: +47 69 27 98 10

**AR-10-MO-003357-01**



**EUNOMO2-00004289**

Prøvemottak: 16.11.2010  
Temperatur:  
Analyseperiode: 16.11.2010-02.12.2010  
Referanse: P.nr: 54554/Snorre  
Bakke

## ANALYSERAPPORT

---

Tegnforklaring:

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).





Prøvenr.:	<b>440-2010-1116-004</b>	Prøvetakingsdato:	15.11.2010		
Prøvetype:	Amfipoder	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvermerking:	Sample 1	Analysestartdato:	16.11.2010		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
<b>a) PBDE (LR) ~ mat / for / biota</b>					
2,2',4'-TriBDE (BDE-17)	< 0.01	ng/g		SOP QMA504-333	
2,4,4'-TriBDE (BDE-28)	0.02	ng/g		SOP QMA504-333	
Sum TriBDE	0.02	ng/g		SOP QMA504-333	
2,2',4,4'-TetraBDE (BDE-47)	0.25	ng/g		SOP QMA504-333	
2,2',4,5'-TetraBDE (BDE-49)	0.05	ng/g		SOP QMA504-333	
2,3',4,4'-TetraBDE (BDE-66)	< 0.01	ng/g		SOP QMA504-333	
2,3',4',6'-TetraBDE (BDE-71)	< 0.01	ng/g		SOP QMA504-333	
3,3',4,4'-TetraBDE (BDE-77)	< 0.01	ng/g		SOP QMA504-333	
Sum TetraBDE	0.31	ng/g		SOP QMA504-333	
2,2',3,4,4'-PentaBDE (BDE-85)	< 0.02	ng/g		SOP QMA504-333	
2,2',4,4',5'-PentaBDE (BDE-99)	0.04	ng/g		SOP QMA504-333	
2,2',4,4',6'-PentaBDE (BDE-100)	0.30	ng/g		SOP QMA504-333	
2,3',4,4',6'-PentaBDE (BDE-119)	< 0.02	ng/g		SOP QMA504-333	
3,3',4,4',5'-PentaBDE (BDE-126)	< 0.02	ng/g		SOP QMA504-333	
Sum PentaBDE	0.34	ng/g		SOP QMA504-333	
2,2',3,4,4',5'-HeksaBDE (BDE-138)	< 0.03	ng/g		SOP QMA504-333	
2,2',4,4',5,5'-HeksaBDE (BDE-153)	< 0.03	ng/g		SOP QMA504-333	
2,2',4,4',5,6'-HeksaBDE (BDE-154)	0.11	ng/g		SOP QMA504-333	
2,3,3',4,4',5'-HeksaBDE (BDE-156)	< 0.03	ng/g		SOP QMA504-333	
Sum HeksaBDE	0.11	ng/g		SOP QMA504-333	
2,2',3',4,4',5,6'-HeptaBDE (BDE-183)	< 0.05	ng/g		SOP QMA504-333	
Sum HeptaBDE	ND	ng/g		SOP QMA504-333	
2,2',3,4,4',5,5',6'-OktaBDE (BDE-196)	< 0.1	ng/g		SOP QMA504-333	
2,2',3,3',4,4',6,6'-OktaBDE (BDE-197)	< 0.1	ng/g		SOP QMA504-333	
Sum OktaBDE	ND	ng/g		SOP QMA504-333	
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonaBDE (BDE-206)	< 0.20	ng/g		SOP QMA504-333	
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NonaBDE (BDE-207)	< 0.20	ng/g		SOP QMA504-333	
Sum NonaBDE	ND	ng/g		SOP QMA504-333	
DekaBDE (BDE-209)	< 0.99	ng/g		SOP QMA504-333	
<b>a) HBCD (heksabromsyklododekan)</b>					
Heksabromsyklododekan HBCD (alfa, beta, gamma)	< 2.00	ng/g		SOP QMA504-332	
<b>a) PBDE (LR) ~ mat / for / biota</b>					
2,2',3,4,4',6,6'-HeptaBDE (BDE-184)	< 0.05	ng/g		SOP QMA504-333	
2,3,3',4,4',5,6'-HeptaBDE (BDE-191)	< 0.05	ng/g		SOP QMA504-333	
<b>a) Dioksiner og furaner</b>					
2,3,7,8-TetraCDD	0.15	pg/g		SOP QMA504-341	
1,2,3,7,8-PentaCDD	0.24	pg/g		SOP QMA504-341	
1,2,3,4,7,8-HeksaCDD	0.10	pg/g		SOP QMA504-341	
1,2,3,6,7,8-HeksaCDD	0.34	pg/g		SOP QMA504-341	
1,2,3,7,8,9-HeksaCDD	0.10	pg/g		SOP QMA504-341	
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	1.50	pg/g		SOP QMA504-341	

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



OktaCDD	4.17	pg/g	SOP QMA504-341
2,3,7,8-TetraCDF	1.42	pg/g	SOP QMA504-341
1,2,3,7,8-PentaCDF	0.25	pg/g	SOP QMA504-341
2,3,4,7,8-PentaCDF	0.79	pg/g	SOP QMA504-341
1,2,3,4,7,8-HeksaCDF	0.19	pg/g	SOP QMA504-341
1,2,3,6,7,8-HeksaCDF	0.1	pg/g	SOP QMA504-341
1,2,3,7,8,9-HeksaCDF	< 0.01	pg/g	SOP QMA504-341
2,3,4,6,7,8-HeksaCDF	0.38	pg/g	SOP QMA504-341
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0.13	pg/g	SOP QMA504-341
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	0.05	pg/g	SOP QMA504-341
OktaCDF	0.31	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(1998)-PCDD/F TEQ eksl. LOQ	1.08	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(1998) - PCDD/F-TEQ inkl. LOQ	1.08	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(2005)-PCDD/F TEQ eksl. LOQ	0.920	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(2005)-PCDD/F TEQ inkl. LOQ	0.921	pg/g	SOP QMA504-341
<b>a) PCB - dioksinlike</b>			
PCB 77	24.9	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 81	0.78	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 105	626	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 114	33.1	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 118	2520	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 123	22.4	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 126	11.3	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 156	241	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 157	57.0	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 167	142	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 169	2.83	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 189	29.1	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(1998) - PCB-TEQ eksl. LOQ	1.65	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(1998)- PCB TEQ inkl. LOQ	1.65	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(2005)-PCB TEQ eksl. LOQ	1.33	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(2005)-PCB TEQ inkl. LOQ	1.33	pg/g	SOP QMA504-341
<b>a) WHO-PCDD/F+PCB TEQ</b>			
WHO(1998)-PCDD/F+PCB TEQ excl. LOQ	2.73	pg/g	
WHO(1998)-PCDD/F+PCB TEQ incl. LOQ	2.73	pg/g	
WHO(2005)-PCDD/F+PCB TEQ excl. LOQ	2.25	pg/g	
WHO(2005)-PCDD/F+PCB TEQ incl. LOQ	2.251	pg/g	
<b>a) PCB (7 Dutch)</b>			
PCB 28	301	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 52	966	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 101	1960	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 118	2520	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 138	3040	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 153	7270	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 180	1720	pg/g	SOP QMA504-341
Sum 7 indikator PCB eksl LOQ	17800	pg/g	SOP QMA504-341

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	17800	pg/g	SOP QMA504-341
Sum 6 DIN-PCB ekskl. LOQ	15300	pg/g	SOP QMA504-341
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	15300	pg/g	SOP QMA504-341
<b>Arsenic (ICP-OES, food)</b>			
Arsen (As)	9.1	mg/kg	EN ISO 11885, mod. 0.5
<b>Cadmium(ICP-MS, food)</b>			
Kadmium (Cd)	0.28	mg/kg	EN 15763:2009 0.01
<b>Copper (ICP-OES, food)</b>			
Kobber (Cu)	6.4	mg/kg	EN ISO 11885, mod. 0.1
<b>Iron (ICP-MS, food)</b>			
Jern (Fe)	32	mg/kg	EN ISO 17294-2-E29 0.1
<b>Kvikksølv</b>			
Kvikksølv (Hg)	0.066	mg/kg	§64 LFGB L00.00-19/4 0.005
<b>Lead(ICP-MS, food)</b>			
Lead	1.2	mg/kg	EN 15763:2009 0.05
<b>Tin (ICP-MS, food)</b>			
Tinn (Sn)	0.4	mg/kg	EN ISO 17294-2-E29 0.2
<b>Zinc (ICP-OES, food)</b>			
Sink (Zn)	31	mg/kg	EN ISO 11885, mod. 0.5

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>440-2010-1116-005</b>	Prøvetakingsdato:	15.11.2010
Prøvetype:	Isopoder	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Sample 2	Analysestartdato:	16.11.2010
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode: LOQ:
<b>b) Homogenisering</b>			
Preparering, mikrobølgeovn	blank value/Imported		§64 LFGB L 00.00-19/1
<b>a) PBDE (LR) ~ mat / for / biota</b>			
2,2',4'-TriBDE (BDE-17)	< 0.009	ng/g	SOP QMA504-333
2,4,4'-TriBDE (BDE-28)	< 0.009	ng/g	SOP QMA504-333
Sum TriBDE	0.009	ng/g	SOP QMA504-333
2,2',4,4'-TetraBDE (BDE-47)	0.24	ng/g	SOP QMA504-333
2,2',4,5'-TetraBDE (BDE-49)	0.05	ng/g	SOP QMA504-333
2,3',4,4'-TetraBDE (BDE-66)	< 0.009	ng/g	SOP QMA504-333
2,3',4',6'-TetraBDE (BDE-71)	< 0.009	ng/g	SOP QMA504-333
3,3',4,4'-TetraBDE (BDE-77)	< 0.009	ng/g	SOP QMA504-333
Sum TetraBDE	0.30	ng/g	SOP QMA504-333
2,2',3,4,4'-PentaBDE (BDE-85)	< 0.02	ng/g	SOP QMA504-333
2,2',4,4',5'-PentaBDE (BDE-99)	0.05	ng/g	SOP QMA504-333
2,2',4,4',6'-PentaBDE (BDE-100)	0.04	ng/g	SOP QMA504-333
2,3',4,4',6'-PentaBDE (BDE-119)	< 0.02	ng/g	SOP QMA504-333
3,3',4,4',5'-PentaBDE (BDE-126)	< 0.02	ng/g	SOP QMA504-333
Sum PentaBDE	0.1	ng/g	SOP QMA504-333
2,2',3,4,4',5'-HeksaBDE (BDE-138)	< 0.03	ng/g	SOP QMA504-333
2,2',4,4',5,5'-HeksaBDE (BDE-153)	< 0.03	ng/g	SOP QMA504-333
2,2',4,4',5,6'-HeksaBDE (BDE-154)	< 0.03	ng/g	SOP QMA504-333
2,3,3',4,4',5-HeksaBDE (BDE-156)	< 0.03	ng/g	SOP QMA504-333
Sum HeksaBDE	0.04	ng/g	SOP QMA504-333
2,2',3',4,4',5,6'-HeptaBDE (BDE-183)	< 0.05	ng/g	SOP QMA504-333
Sum HeptaBDE	ND	ng/g	SOP QMA504-333
2,2',3,4,4',5,5',6'-OktaBDE (BDE-196)	< 0.09	ng/g	SOP QMA504-333
2,2',3,3',4,4',6,6'-OktaBDE (BDE-197)	< 0.09	ng/g	SOP QMA504-333
Sum OktaBDE	ND	ng/g	SOP QMA504-333
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonaBDE (BDE-206)	< 0.18	ng/g	SOP QMA504-333
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NonaBDE (BDE-207)	< 0.18	ng/g	SOP QMA504-333
Sum NonaBDE	ND	ng/g	SOP QMA504-333
DekaBDE (BDE-209)	< 0.91	ng/g	SOP QMA504-333
<b>a) HBCD (heksabromsyklododekan)</b>			
Heksabromsyklodekan HBCD (alfa, beta, gamma)	< 2.00	ng/g	SOP QMA504-332
<b>a) PBDE (LR) ~ mat / for / biota</b>			
2,2',3,4,4',6,6'-HeptaBDE (BDE-184)	< 0.05	ng/g	SOP QMA504-333
2,3,3',4,4',5,6'-HeptaBDE (BDE-191)	< 0.05	ng/g	SOP QMA504-333
<b>a) Dioksiner og furaner</b>			
2,3,7,8-TetraCDD	0.04	pg/g	SOP QMA504-341
1,2,3,7,8-PentaCDD	0.08	pg/g	SOP QMA504-341
1,2,3,4,7,8-HeksaCDD	0.04	pg/g	SOP QMA504-341
1,2,3,6,7,8-HeksaCDD	0.09	pg/g	SOP QMA504-341

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



1,2,3,7,8,9-HeksaCDD	0.03	pg/g	SOP QMA504-341
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	0.25	pg/g	SOP QMA504-341
OktaCDD	< 1.27	pg/g	SOP QMA504-341
2,3,7,8-TetraCDF	0.51	pg/g	SOP QMA504-341
1,2,3,7,8-PentaCDF	0.09	pg/g	SOP QMA504-341
2,3,4,7,8-PentaCDF	0.26	pg/g	SOP QMA504-341
1,2,3,4,7,8-HeksaCDF	0.09	pg/g	SOP QMA504-341
1,2,3,6,7,8-HeksaCDF	0.03	pg/g	SOP QMA504-341
1,2,3,7,8,9-HeksaCDF	< 0.01	pg/g	SOP QMA504-341
2,3,4,6,7,8-HeksaCDF	0.09	pg/g	SOP QMA504-341
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0.07	pg/g	SOP QMA504-341
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	< 0.01	pg/g	SOP QMA504-341
OktaCDF	< 0.07	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(1998)-PCDD/F TEQ eksl. LOQ	0.341	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(1998) - PCDD/F-TEQ inkl. LOQ	0.343	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(2005)-PCDD/F TEQ eksl. LOQ	0.287	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(2005)-PCDD/F TEQ inkl. LOQ	0.289	pg/g	SOP QMA504-341
<b>a) PCB - dioksinlike</b>			
PCB 77	10.6	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 81	0.25	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 105	135	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 114	5.68	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 118	428	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 123	5.50	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 126	2.62	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 156	45.1	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 157	15.6	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 167	30.8	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 169	0.53	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 189	5.19	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(1998) - PCB-TEQ eksl. LOQ	0.359	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(1998)- PCB TEQ inkl. LOQ	0.359	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(2005)-PCB TEQ eksl. LOQ	0.299	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(2005)-PCB TEQ inkl. LOQ	0.299	pg/g	SOP QMA504-341
<b>a) WHO-PCDD/F+PCB TEQ</b>			
WHO(1998)-PCDD/F+PCB TEQ excl. LOQ	0.7	pg/g	
WHO(1998)-PCDD/F+PCB TEQ incl. LOQ	0.702	pg/g	
WHO(2005)-PCDD/F+PCB TEQ excl. LOQ	0.586	pg/g	
WHO(2005)-PCDD/F+PCB TEQ incl. LOQ	0.588	pg/g	
<b>a) PCB (7 Dutch)</b>			
PCB 28	86.6	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 52	212	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 101	454	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 118	428	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 138	888	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 153	1620	pg/g	SOP QMA504-341

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).




PCB 180	310	pg/g	SOP QMA504-341	
Sum 7 indikator PCB eksl. LOQ	4000	pg/g	SOP QMA504-341	
Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	4000	pg/g	SOP QMA504-341	
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	3570	pg/g	SOP QMA504-341	
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	3570	pg/g	SOP QMA504-341	
<b>Arsenic (ICP-OES, food)</b>				
Arsen (As)	8.1	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	0.5
<b>Cadmium (ICP-MS, food)</b>				
Kadmium (Cd)	0.11	mg/kg	EN 15763:2009	0.01
<b>Copper (ICP-OES, food)</b>				
Kobber (Cu)	2.7	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	0.1
<b>Iron (ICP-MS, food)</b>				
Jern (Fe)	44	mg/kg	EN ISO 17294-2-E29	0.1
<b>Kvikksølv</b>				
Kvikksølv (Hg)	0.049	mg/kg	§64 LFGB L00.00-19/4	0.005
<b>Lead (ICP-MS, food)</b>				
Lead	0.26	mg/kg	EN 15763:2009	0.05
<b>Tin (ICP-MS, food)</b>				
Tinn (Sn)	<0.2	mg/kg	EN ISO 17294-2-E29	0.2
<b>Zinc (ICP-OES, food)</b>				
Sink (Zn)	22	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	0.5

Prøvenr.:	<b>440-2010-1116-006</b>	Prøvetakingsdato:	15.11.2010		
Prøvetype:	Amfipoder	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Sample 3	Analysestartdato:	16.11.2010		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
<b>c) Fett, SBR</b>					
Fat, SBR	3.8	g/100 g	30%	NMKL 131	0.1
<b>c) Protein</b>					
Crude Protein Nx6.25	10.0	g/100 g	10%	NMKL 6	0.3

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

- a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 DGA-PL-6540-07-05 - Eurofins GfA GmbH Hamburg  
 b) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 DGA-PL-6526.07.07 - Eurofins WEJ Contaminants GmbH  
 c) ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1977 - Eurofins Food/Agro Lidköping

**Moss 02.12.2010**


Heidi Brusethaug

Kundesupport Mat og Fôr

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



# ANALYSEBEVIS

J.nr: 2011-1181

Dato: 16.08.2011

**Oppdragsgiver:**

Møreforskning Marin  
 Postboks 5075  
 6021 Ålesund

Att: Snorre Bakke

Mottatt dato:	18.07.11			
Prøvemerkning:	Bunnlus			
Prøvemateriale:	Bunnlus			
J.nr.	2011-1181			
Analyse dato:	12.08.11			

Resultat i mg/kg tilsendt prøve

Ag*	As	Ba*	Cd	Co*	Cu	Fe*	Hg
0,126	12,2	1,93	0,145	0,095	9,12	260	0,051

Mn*	Mo*	Pb	Se	Sn*	Sr*	V*	Zn
1,07	<0,1	0,313	0,410	0,012	557	0,238	32,2

Metode: 197—Multielementbestemmelse vha. ICP-MS

Kommentarer:

*Jorun Haugsnes*

Jorun Haugsnes  
 Underskriftsberettiget

Resultatene gjelder kun de mottatte prøver. Måleusikkerhet kan fås på forespørsel.  
 Analysebeviset kan ikke gjengis i utdrag, uten skriftlig godkjenning fra Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES).  
 Stjerne \* angir analyse som ikke er akkreditert.



**MØREFORSKING**

**MØREFORSKING MARIN**  
Postboks 5075, NO-6021 Ålesund

Telefon +47 70 11 16 00  
Telefaks +47 70 11 16 01

epost@mfaa.no  
www.moreforsk.no



**HØGSKOLEN  
I ÅLESUND**

**HØGSKOLEN I ÅLESUND**  
Serviceboks 17, NO-6025 Ålesund

Telefon +47 70 16 12 00  
Telefaks +47 70 16 13 00

postmottak@hials.no  
www.hias.no