

Kvikksølvinnhold i fisk og annen sjømat ved vraket av U-864 vest av Fedje

– Resultater fra fast overvåkning og ekstra prøvetaking i 2016

Sylvia Frantzen, Håkon Otterå, Hilde Elise Heldal og Amund Måge



Prosjektrapport

Rapport: RAPPORT FRA HAVFORSKNINGEN
Nr. – År: 8-2018
Dato: 20.03.2018

Tittel (norsk og engelsk):
Kvikksølvinnhold i fisk og annen sjømat ved vraket av U-864 vest av Fedje
Mercury in fish and other seafood near the wreck of U-864 off Fedje

Forfattere:
Sylvia Frantzen, Håkon Otterå, Hilde Elise Heldal og Amund Måge

Distribusjon: Åpen

Havforskningsprosjektnr.:
15224

Oppdragsgiver(e):
Kystverket

Oppdragsgivers referanse:
3260BHPM

Program:
Trygg og sunn sjømat

Forskningsgruppe:
Fremmed- og smittestoff

Antall sider totalt: 35

Sammendrag (norsk):

Denne rapporten viser resultater fra overvåkingen for Kystverket i 2016 av kvikksølv i sjømat ved ubåtvraket U-864 vest av Fedje. Vi analyserte prøver av brosme, taskekrabbe, lange, torsk, lyr, lusuer, sei, skjellbrosme, håggjel, svarthå, havmus, trollkrabbe og blyantkråkebolle. Femten av 92 brosmes hadde kvikksølvnivå over grenseverdien for mattrygghet, alle relativt stor fisk. Kvikksølvnivået i brosme var likevel ikke høyere enn bakgrunnsnivå for kysten av Vestlandet. Annen fisk og klokjøtt av krabbe hadde kvikksølvnivåer under gjeldende grenseverdier. Kvikksølvnivået i brunmat av taskekrabbe prøvetatt ved vraket av U-864 var noe forhøyet (ingen grenseverdi). Også trollkrabbe hadde relativt høye kvikksølvnivåer i hepatopankreas (fordøyelseskjertelen). Krabbe får trolig i seg metallisk kvikksølv fra det forurensete sedimentet som ikke akkumuleres i klokjøtt. Ingen av resultatene fra prøvetakingen i 2016 tyder på at arbeidet i juni med etablering av en støttefylling medførte økning i innholdet av kvikksølv i organismene.

Summary (English):

This report presents results from the annual monitoring for the Norwegian Coastal Administration in 2016 of mercury in seafood near the wreck of U-864 west of Fedje. We analysed samples of tusk, brown crab, common ling, Atlantic cod, pollack, Norway redfish, saithe, greater forkbeard, blackmouth catshark, velvet belly lanternshark, ratfish, deep sea king crab and slate pen sea urchin. Fifteen of 92 tusk had mercury levels above the maximum level (ML) for food safety, all relatively large fish. The mercury level in tusk was still not higher than the background level for the coast of south-west Norway. Other fish and crab claw meat had mercury levels below MLs. Mercury in brown meat of brown crab sampled most closely to the wreck was somewhat elevated (no ML). Also deep sea king crab had relatively high mercury levels in hepatopankreas. Crab apparently ingest metallic mercury from the contaminated sediment, not accumulating in claw meat. None of the results from the 2016 sampling indicate that the operation in June laying down a supporting counter filling, resulted in increased mercury levels in the organisms.

Emneord (norsk):

U-864, Fedje, kvikksølv, fisk, krabbe

Subject heading (English):

U-864, Fedje, mercury, fish, crab

Sylvia Frantzen

prosjektleder

Monica Sanden

faggrupeleder



Innhold

1	Innledning	4
2	Materiale og metoder	6
	2.1 Ordinær prøveinnsamling	6
	2.2 Ekstraordinær prøveinnsamling før og etter arbeid med støttefylling	6
	2.3 Opparbeiding og analyser	8
3	Resultater og diskusjon	9
	3.1 Brosme.....	9
	3.2 Krabbe	13
	3.2.1 Nivå av kvikksølv i kløkjøtt og brunmat av krabbe.....	13
	3.3 Bunnlus	17
	3.4 Andre arter fisket med garn	20
	3.4.1 Beinfisk	20
	3.4.2 Bruskfisk	21
	3.4.3 Trollkrabbe og blyantkråkebolle.....	22
4	Konklusjoner	24
5	Litteraturliste	26
6	Vedlegg	28

1 Innledning

Den 9. februar 1945 ble den tyske ubåten U-864 torpedert og senket av en britisk ubåt vest av Fedje. Ubåten var på vei til Japan med en last krigsutstyr, og det er estimert at 67 tonn metallisk kvikksølv var lagret i jernflasker i kjølen. Vraket av ubåten og den farlige lasten ble liggende på rundt 150 meters dyp om lag tre kilometer vest for Fedje, og ble lokalisert først i 2003.

Analyser utført i 2003, verifisert gjennom en større kartlegging i 2005 (Uriansrud m.fl., 2005), viste at prøver av sedimenter tatt ved vraket inneholdt høye konsentrasjoner av kvikksølv. Dette bekreftet at det var kvikksølv i lasten og at en del av flaskene med kvikksølv ble ødelagt under torpederingen slik at kvikksølv ble spredd til sedimentet. En ny kartlegging ved vraket i 2013 bekreftet de høye kvikksølvnivåene i sedimentene (Solhjell og Lunne, 2013). De høyeste kvikksølvkonsentrasjonene i sedimentet er funnet nærmest vraket, innenfor en radius på ca. 100 meter, og nivåene avtar gradvis med økende avstand fra vraket. Et forsøk har vist at det er liten grad av metylering i sediment fra vrakområdet på grunn av lite organisk materiale (Kystverket 2015).

Siden 2005 har det vært mye fokus på hva som skal skje med vraket, lasten med kvikksølv og sedimentene rundt, og etter mange utredninger er det ennå ikke kommet noen politisk beslutning om heving eller tildekking. I mai-juni 2016 gjennomførte Kystverket et forebyggende tiltak for å stabilisere ubåtvraket ved å fylle steinmasser i fordypningen nedenfor vraket, en såkalt støttefylling. Dette tiltaket ble gjennomført uavhengig av hva som vil skje videre med vraket.

For å kunne vurdere i hvilken grad kvikksølv fra ubåtvraket og sedimentet rundt påvirker sjømattryggheten har NIFES årlig siden 2004 overvåket kvikksølvinnholdet i fisk og krabbe fra området (Måge m.fl., 2006; 2007; Frantzen m.fl., 2008, 2010, 2011; 2012; Haldorsen m.fl., 2013; Frantzen m.fl., 2014; Frantzen og Måge, 2015; Frantzen og Måge, 2016b). Kvikksølvanalysene har blitt utført på de artene det har vært mulig å få med teiner i området, i hovedsak brosme (Brosme brosme) og taskekrabbe (*Cancer pagurus*), og fra 2009 ble det bare analysert brosme og krabbe, som vi etter hvert har fått gode tidsserier for. For å få med noen representanter for et lavere nivå i næringskjeden har vi fra 2013 dessuten analysert prøver av dypvannsisopoder og –amfipoder, kalt "bunnlus", som det er mye av i området. Så langt, fra 2005 til 2015, har kvikksølvkonsentrasjonen i brosme og krabbe fanget ved ubåten variert en del, men har ikke vist noen økende eller avtakende trend. Det samme gjelder bunnlus i de årene de har vært inkludert.

Overvåkingen viser at det er noe forhøyede nivåer av kvikksølv i brunmat av taskekrabbe fanget i vrakområdet, men ikke i klokjøtt av krabbe og muskel av brosme. Dette skyldes at kvikksølvet i sedimentet i liten grad er metylkvikksølv, som er den formen som tas lettest opp i muskelvev (Bloom, 1992). Metallisk kvikksølv fra sedimentet kan likevel inntas og være i fordøyelseskjertelen til krabben før det eventuelt skilles ut. I 2014 ble krabbeprøvene analysert for metylkvikksølv, og disse analysene viste at kvikksølvet i klokjøttet alltid var rundt 100 % metylkvikksølv, men at det i brunmat var noe lavere andel metylkvikksølv ved vraket og nord for vraket (Frantzen og Måge, 2015). At kvikksølv i brunmat av krabbene stammer fra vraket og sedimentet rundt er nå blitt bekreftet ved analyse for stabile kvikksølvisotoper, gjennomført ved Universitetet i Gent (Rua-Ibarz m.fl., 2016). Her ble det funnet at brunmat av krabbene fisket nærmest vraket hadde en sammensetning av kvikksølvisotoper mer lik metallisk kvikksølv fra vraket og sedimentet enn de krabbene som var fisket fire nautiske mil nord og fire nautiske mil sør for vraket. I 2015 ble det analysert for metylkvikksølv i filet og lever av brosme fanget ved vraket og andre steder i norske farvann. Lav andel metylkvikksølv kjennetegner områder med mye forurensning, og i motsetning til brunmat av krabbe, så det ikke ut til at andelen metylkvikksølv i hverken lever eller muskel av brosme var lavere ved ubåtvraket enn andre steder uten kjent forurensning. Lever og filet av brosme prøvetatt i 2015 ble også analysert for stabile kvikksølvisotoper, og en artikkel fra dette arbeidet er under arbeid (Rua-Ibarz m.fl. In review). De

foreløpige resultatene synes å støtte de tidligere antakelsene om at brosme i svært liten grad tar opp metallisk kvikksølv.

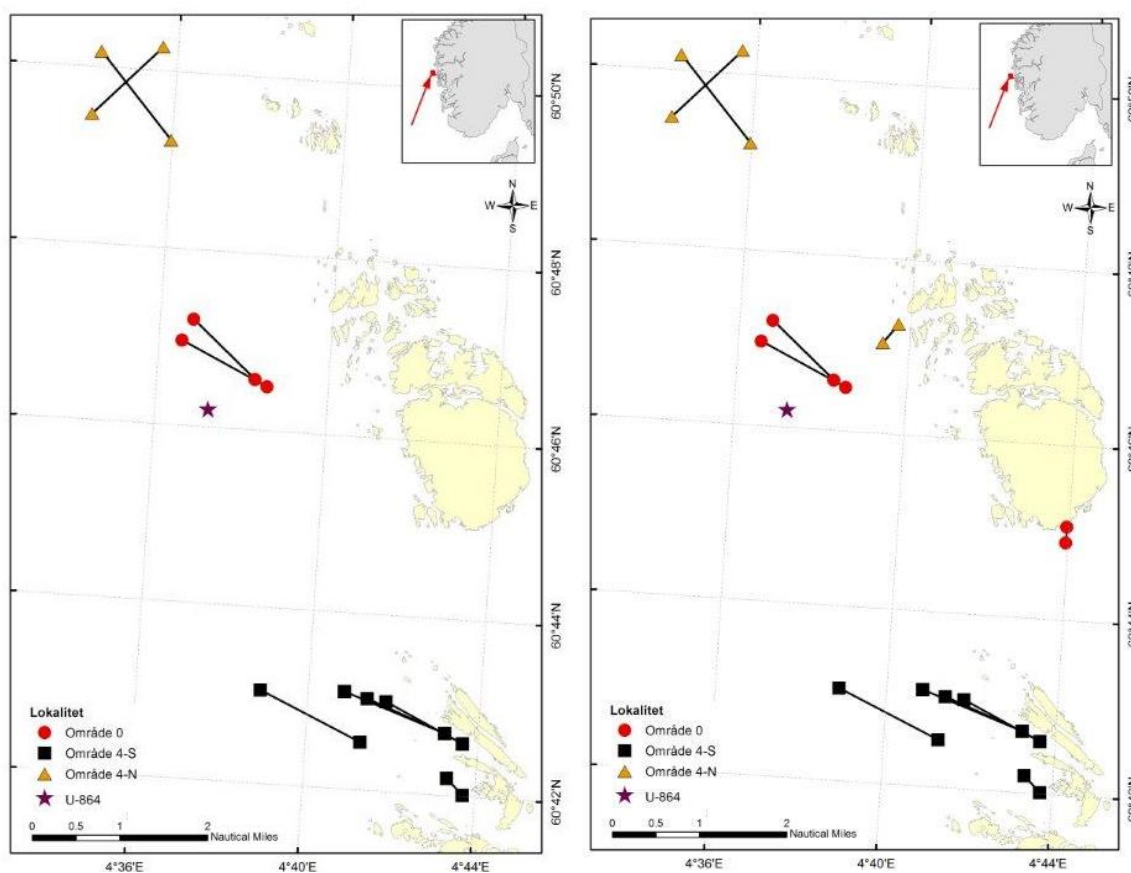
I forbindelse med det planlagte tiltaket med å lage støttefylling i juni 2016, ble det besluttet å ta prøver både før og etter tiltaket dette året. Det har vært vanskelig å få andre arter enn brosme og krabbe ved fisking med teiner i området ved vraket, og for å dokumentere kvikksølvnivåene i et bredere utvalg av arter før og etter tiltaket, ble det i 2016 besluttet å gjennomføre utvidet prøvetaking nær vraket med annen redskap. Dette ble gjort i mai og september med trollgarn tilpasset dypt vann og Havforskningsinstituttets folk var også med under fiskingen. For ikke å bryte den gode tidsserien vi hadde fra tidligere ble det likevel, som i årene 2009-2015, tatt prøver av brosme og taskekrabbe ved vraket, fire mil sør for vraket og fire mil nord for vraket. Det ble også tatt prøver av bunnlus (*Tmetonyx cicada* og *Natantia borealis*) fra de samme områdene. Disse prøvene ble tatt i august.

Prøver av filet av en rekke ulike fiskeslag, klokjøtt og brunmat av taskekrabbe, klokjøtt og hepatopankreas av trollkrabber (*Lithodes maja*), gonader av blyantkråkeboller (*Cidaris cidaris*) og samleprøver av henholdsvis *T. cicada* og *N. borealis* ble analysert for kvikksølv.

2 Materiale og metoder

2.1 Ordinær prøveinnsamling

Vraket av U-864 ligger på 150 meters dyp omlag tre kilometer vest for øya Fedje, ved 60°46' N, 4°37' Ø. Det ordinære prøvefiske etter brosme og krabbe ble koordinert av Havforskningsinstituttet (HI) ved Dag Furevik og ble i 2016 gjennomført i august av kystfisker Helge Torsvik med hans 43 fots fiskebåt M/K Vikingfjord (H-1-A). Av fangsten ble det tatt prøver av 25 brosmer og 25 krabber ved vraket samt rundt fire nautiske mil nord og fire nautiske mil sør for vraket (Figur 1). På grunn av problemer med å få krabber i de ønskede områdene ble det også fisket krabber nærmere øya Fedje. I tillegg ble det tatt samleprøver av bunnlus i agnposer festet til teinene, der makrell og sild var agn. Det ble tatt tre parallelle samleprøver av amfipoden *T. cicada* og tre samleprøver av isopoden *N. borealis* i hvert av de tre områdene.



Figur 1. Kart over havområdene utenfor Fedje med teinelenkene etter brosme (venstre) og krabbe (høyre) inntegnet. Lilla stjerne: ubåt, røde sirkler: område 0, Svarte firkanter: område 4-S, Oransje trekanter: område 4-N.

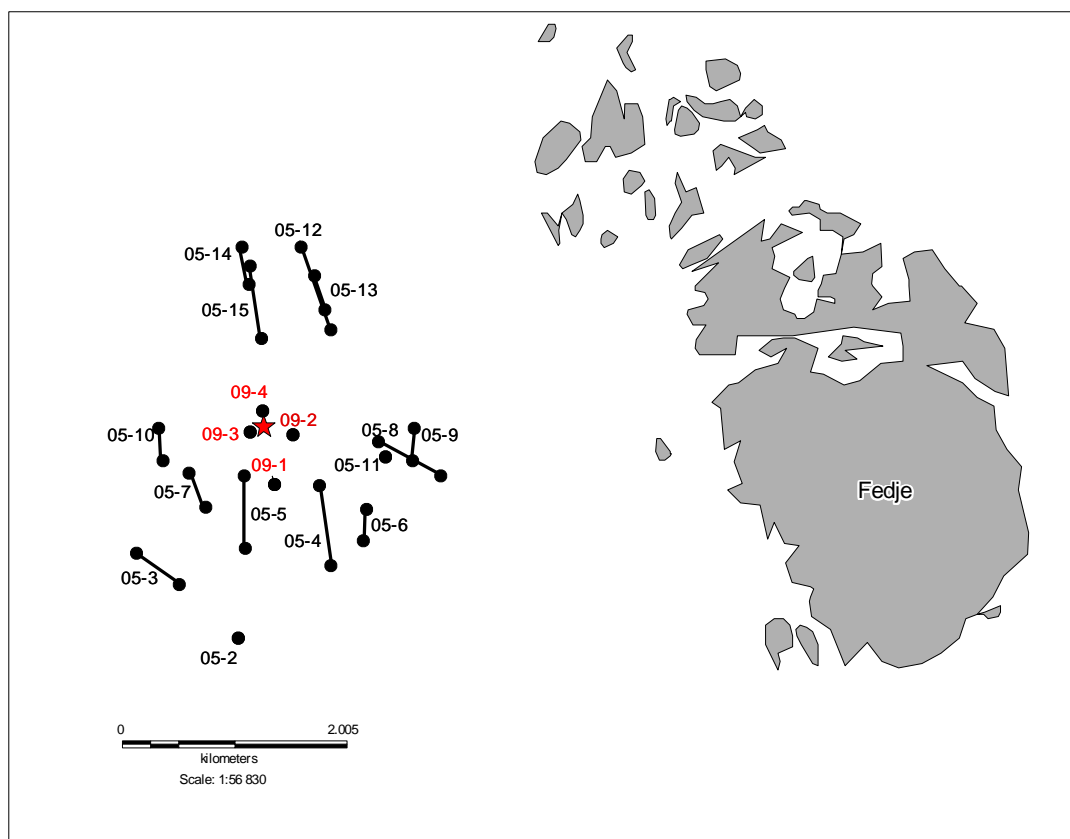
2.2 Ekstraordinær prøveinnsamling før og etter arbeid med støttefylling

Den ekstraordinære prøvetakingen 9.-12. mai og 7.-9. september ble gjennomført av fisker Kjetil Kalgraff med båten Havleik og teknikere fra Havforskningsinstituttet. Som redskap ble det brukt 14 og 17,5 omfar trollgarn som var forsterket for bruk på dypt vann og satt i fire lenker på 5 +5 garn.

Ved prøvetakingen i mai ble det satt garn ved mange ulike stasjoner, angitt med punkter eller linjer i Figur 2. Garnene ble satt inntil 1,1 nautisk mil (2 km) fra vrakstedet. I september ble garnene satt mye nærmere vraket, og bare ved fire ulike posisjoner (Figur 2).

Artene vi fikk i de to prøvetakingsperiodene og totalt er vist i Tabell 1, og tabellen angir antall individer vi fikk i prøvetakingen og antall som ble analysert. I mai fikk vi flest taskekrabber, med 65 stykker, etterfulgt av 61 trollkrabber. Fiskeartene vi fikk mest av var brosme, hågjel og lyr. Vi fikk bare fire torsk i mai, men vi tok de likevel med i analysene. I september var det lettere å få fisk. Da fikk vi flest lusuer, fulgt av trollkrabbe og lyr. Dessuten fikk vi blant annet 36 lange, 36 taskekrabbe, 21 brosme og 15 torsk. Fordi vi ikke kunne analysere alle prøvene som ble fisket i september, ble det besluttet å analysere et utvalg på inntil ti individer per art fra hver av de fire prøvetakingsstasjonene.

I tillegg til artene som er angitt i Tabell 1, var det også noen arter vi bare fikk noen få individer av og som ikke ble analysert, fordi det var for få prøver til å gi et representativt bilde. Vi fikk bl.a. en sypike, en gråsteinbit, en flekkihå, fire pigghå, tre lomre og fem breiflabb (to i mai og tre i september), tre vanlig uer, to vassild og to gapeflyndre. En hovedregel var at vi tok med de artene der vi hadde ti eller flere individer, men i tillegg tok vi med torsk fordi det er en viktig matfisk. En fullstendig oversikt over artene prøvetatt ved de ulike stasjonene er gitt i vedleggstabell A7 og A8 for henholdsvis mai og september.



Figur 2. Kart som viser stasjonene der prøvene ble tatt i mai og september 2016. Prøvetakingsposisjon er gitt som et punkt teller en linje fra-til. Stasjonsnummer er vist, der det første tallet angir prøvetakingsmåned: 05 = 9.-12. mai, 09 = 7.-9. september. Den røde stjernen angir posisjonen til U-864.

Tabell 1. Antall prøver som ble tatt av ulike arter ved prøvetakingen i henholdsvis mai og september, og totalt. Tallene i parentes er antall prøver som ble analysert.

Uttaksdato	Brosme (<i>Brosme brosme</i>)	Lange (<i>Molva molva</i>)	Sei (<i>Pollachius virens</i>)	Torsk (<i>Gadus morhua</i>)	Lyr (<i>Pollachius pollachius</i>)	Lusner (<i>Sebastes viviparus</i>)	Skjellbrosme (<i>Phycis</i>)	Svarthå (<i>Etmopterus spinax</i>)	Hågjel (<i>Galeus melastomus</i>)	Havmus (<i>Chimaera monstrosa</i>)	Taskekrabbe (<i>Cancer pagurus</i>)	Trollkrabbe (<i>Lithodes maja</i>)	Blyantkråkeboller (<i>Cidaris cidaris</i>)
9.-12. mai	47 11 (10)		4	4	34	20 17	17	43 (36)	12	65 (57)	61 (46)	11 (9)	
7.-9. september	21 (20)	36 (32)	39 (33)	15 (14)	69 (40)	76 (40)	27 37 (27)	37 (32)	8	36 (33)	70 (40)	0	
Totalt, mottatt	68	47	43	19	103	96 43	54	81	20	101	131	11	
Antall analysert	67	42	33	18	74	60 44	44	68	12	90	86	9	

2.3 Opparbeiding og analyser

Prøvene ble frosset og levert til NIFES' prøvemottak for opparbeiding. Her ble de oppbevart ved -20 °C frem til opparbeiding. Hver fisk ble lengdemålt og veid, og fisken ble filetert og skinnert fjernet. Krabbene ble veid, og bredden på ryggskjoldet ble målt. Taskekrabbene ble tint og deretter kokt, og mage ("pave") og gjeller ble fjernet før det ble tatt prøver av klør og brunmat fra hver krabbe. "Brunmat" er det vi kaller innmaten i krabbeskjellet, som i tillegg til rogn for en stor del består av hepatopankreas (også kalt fordøyelseskjertelen, eller levermassen). Fem taskekrabber ble prøvetatt rå, og disse ble tint før klokjøtt og hepatopankreas ble tatt ut og analysert etter homogenisering, uten frysetørking.

Trollkrabbene ble behandlet rå. Etter tining ble klørne knekt av, og det ble tatt prøver av rått klokjøtt og rå hepatopankreas. Kråkebollene ble veid og diameteren målt, og gonadene ble tatt ut til analyse.

Bunnlusene ble sortert i amfipoder ("fiskelopper") og isopoder (fiskelus) før det ble laget tre samleprøver av 30, 40 eller 100 individer av hver art fra hvert område, der antallet i samleprøven var til dels avhengig av dyrenes størrelse (totalt ni samleprøver av hver art). Hver samleprøve ble veid og antallet individer notert, og gjennomsnittlig individvekt ble beregnet senere.

Hver prøve ble homogenisert, og med unntak av rå hepatopankreas ble de også frysetørket før analyse for totalkvikksølv med ICPMS (Julshamm m.fl. 2007). Før selve kvikksølvbestemmelsen ble prøven dekomponert med syre i mikrobølgeovn slik at kvikksølvet forelå som ioner i løsning.

De fem krabbene som ble analysert rå ble i tillegg til totalkvikksølv analysert for metylkvikksølv ved GC-ICPMS med isotopfortynning (Frantzen og Måge 2016). Innveid prøve ble tilsatt spikeløsning og tetrametyl ammonium hydroksid (TMAH) og satt på rotator for dekomponering. Løsningen ble pH-justert, tilsatt derivatiseringsreagens, og derivatiserte kvikksølvforbindelser ble ekstrahert over i heksan. Prøvene ble til slutt analysert på GC-ICPMS og kvantifisert ved isotopfortynning.

Metylkvikksølvkonsentrasjon er oppgitt som konsentrasjon kvikksølv og som andel metylkvikksølv-kvikksølv av totalkvikksølv. Andel metylkvikksølv har større måleusikkerhet på grunn av den samlede måleusikkerheten av de to metodene, og er derfor oppgitt med bare ett signifikant siffer.

Analysemetodene for bestemmelse av totalkvikksølv og metylkvikksølv er akkreditert i henhold til ISO-EN 17025.

3 Resultater og diskusjon

3.1 Brosme

I 2016 ble det fanget brosmes ved vraket av U-864 i mai, august og september. I august ble det som vanlig tatt 25 brosmes med teiner ved tre ulike lokaliteter; fire nautiske mil sør for vraket, ved vraket og fire nautiske mil nord for vraket, mens i mai og september ble det tatt henholdsvis 47 og 20 brosmes med trollgarn i området ved vraket. Gjennomsnittsvekt av brosmene ved de ulike stasjonene varierte fra 1,7 til 3,8 kg, og enkeltfiskene varierte i vekt fra 375 g til 7,5 kg (Tabell 2). Brosmene tatt ved den sørlige lokaliteten i august hadde en gjennomsnittsvekt på 3,8 kg med en variasjon fra 1,5 til 7,5 kg. Dette er de største brosmene vi har fått hittil i dette overvåkningsprogrammet, der gjennomsnittsvekt for en stasjon oftest har vært under 2 kg (Tabell A1). Brosme fra de øvrige stasjonene hadde gjennomsnittsvekt på henholdsvis 1,7, 2,2, 2,2 og 2,5 kg. Med unntak av brosmene prøvetatt ved vraket i august, med gjennomsnittsvekt 1,7 kg, var brosmene prøvetatt i 2016 altså i snitt noe større enn de som har blitt tatt de fleste tidligere år (Tabell A1). Det var på forhånd antatt at garnfisket i mai og september muligens ville gi større brosmes enn det vanlige teinefisket. Dette viste seg imidlertid ikke å stemme, da de aller største fiskene ble tatt med teiner i august. Både brosmene tatt med teiner fire mil nord og fire mil sør for vraket i august hadde større gjennomsnittsvekt (2,5 og 3,8 kg) enn de som ble tatt med garn i mai (2,3 kg) og september (2,2 kg). Dermed ser det ikke ut til at fangstmetode i seg selv er årsaken til at vi oftest har fått relativt små brosmes ved denne prøvetakingen.

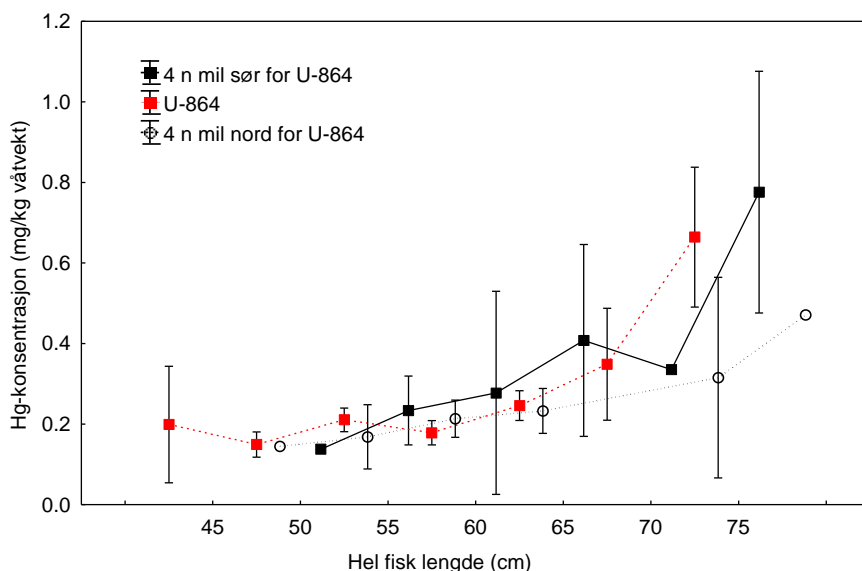
Kvikksølvkonsentrasjonen i filetprøver av de enkelte brosmene fanget i 2016 ved de ulike stasjonene varierte fra 0,055 til 1,3 mg/kg våtvekt (Tabell 2). Kvikksølvnivået i hele 15 fisk var over grenseverdien for mattrygghet på 0,5 mg/kg våtvekt; ni av disse var prøvetatt sør for vraket i august, fem ble tatt ved vraket i mai og en ble tatt ved vraket i september. Fisk med kvikksølvkonsentrasjoner over grenseverdien var alle større enn 3 kg. Gjennomsnittskonsentrasjonene av kvikksølv i brosmes ved de ulike stasjonene var alle under grenseverdien for mattrygghet på 0,5 mg/kg våtvekt, og varierte fra 0,18 mg/kg våtvekt i brosmene prøvetatt ved vraket i september til 0,44 mg/kg våtvekt i brosmene prøvetatt ved den sørlige stasjonen i august. Sistnevnte er den høyeste gjennomsnittskonsentrasjonen målt noen gang i denne overvåkingen (Tabell A1).

Gjennomsnittlig kvikksølvnivå var betydelig høyere i brosmes prøvetatt fire nautiske mil sør for vraket, med hele 0,44 mg/kg våtvekt, enn i brosmene prøvetatt ved vraket totalt (alle prøvetakinger) og fire mil nord for vraket, begge med gjennomsnitt på 0,23 mg/kg (Tabell 2). Forskjellen skyldes at brosmene prøvetatt ved den sørlige lokaliteten var større enn brosmene fra de andre to lokalitetene, og korrigert for størrelse var det ikke forskjell i kvikksølvnivå mellom de tre lokalitetene (Figur 3).

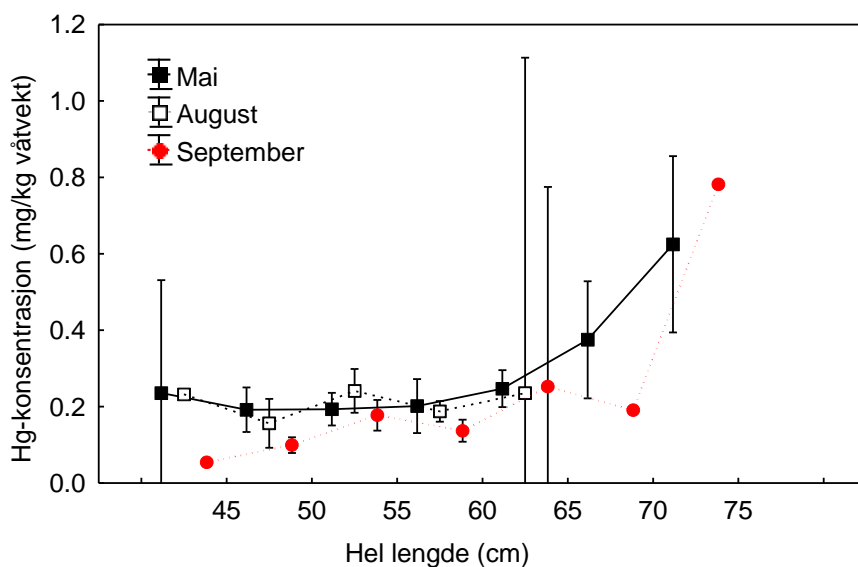
Tabell 2. Fiskens vekt (g), lengde (cm), hepatosomatisk indeks (HSI = $100 \cdot \text{levervekt} / \text{totalvekt}$) samt kvikksølvkonsentrasjon (Hg, mg/kg vv) i filet av brosmes (Brosme brosmes) prøvetatt i august ved tre stasjoner (ved vraket, 4 nautiske mil sør og 4 nautiske mil nord), samt ved vraket i mai og september.

Sted, mnd	N	Vekt (g)	Lengde (cm)	HSI	Hg (mg/kg vv)
4 nm sør, aug	25	3784 (1452 - 7539)	67,7 (53,0 - 87,5)	-	0,44 (0,14 - 1,3)
4 nm nord, aug	25	2536 (1109 - 5117)	61,0 (46,5 - 79,0)	-	0,23 (0,10 - 0,47)
Ved vraket, aug	25	1739 (901 - 2741)	53,8 (44,5 - 63,5)	-	0,21 (0,11 - 0,39)
Ved vraket, mai	47	2292 (848 - 4952)	57,9 (44,5 - 74,0)	3,9 (1,7 - 9,2)	0,26 (0,090 - 0,72)
Ved vraket, sept	20	2179 (375 - 4576)	55,6 (33,5 - 73,0)	6,3 (1,6 - 9,3)	0,18 (0,055 - 0,78)
Ved vraket, tot	92	2117 (375 - 4952)	56,3 (33,5 - 74,0)	-	0,23 (0,055 - 0,78)

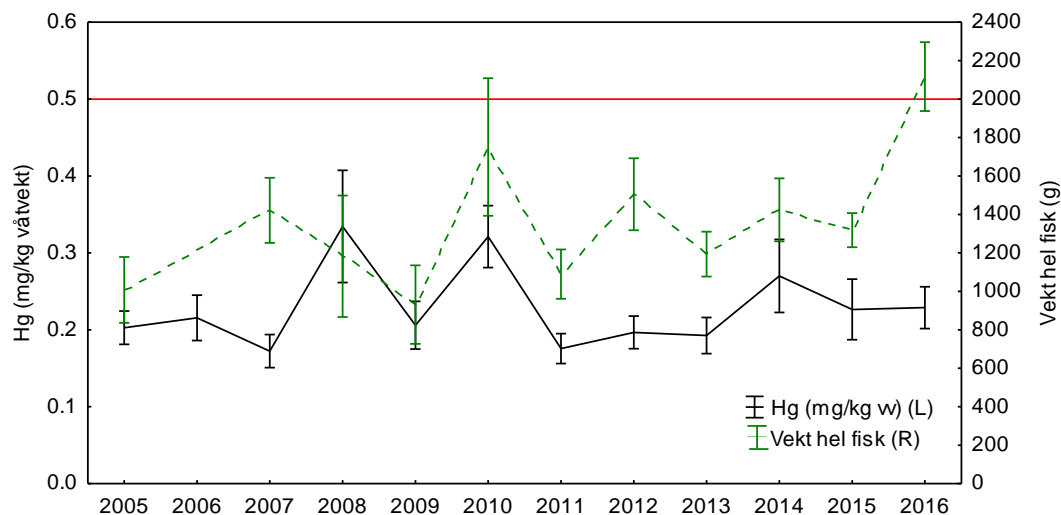
Det at vi fikk så mange store brosmer i 2016, og dessuten nesten dobbelt så mange fisk som normalt (142 mot 75 fisk), medførte flere overskridelser av grenseverdien enn tidligere år. Det totale antallet overskridelser i løpet av de tolv årene overvåkingen av kvikksølv i brosme har pågått ved ubåtvraket økte dette året fra 28 av 772 (3,6 %) til 43 av 914 prøver (4,7 %). Ingen gjennomsnittskonsentrasjoner av kvikksølv for noen stasjoner noe år har for øvrig vært over 0,5 mg/kg våtvekt.



Figur 3. Konsentrasjon av kvikksølv (mg/kg våtvekt) i filet av brosme fisket i 2016 henholdsvis fire nautiske mil (n mil) sør for U-864, ved U-864 og fire n mil nord for U-864, fordelt på ulike størrelsesintervaller (<45, 45-50, 50-55, 55-60, 60-65, 65-70, 70-75 og >75 cm). For hvert størrelsesintervall er gjennomsnitt ± 95 % konfidensintervall gitt.



Figur 4. Konsentrasjon av kvikksølv (mg/kg våtvekt) i filet av brosme fisket ved vraket av U-864 henholdsvis i mai, august og september 2016, fordelt på ulike størrelsesintervaller (<45, 45-50, 50-55, 55-60, 60-65, 65-70, 70-75 og >75 cm). For hvert størrelsesintervall er gjennomsnitt ± 95 % konfidensintervall gitt.



Figur 5. Svart, heltrukken linje viser kvikksølvkonsentrasjoner (mg/kg våtvekt) i filet av brosmefilet fanget like ved vraket av U-864 hvert år fra 2005 til og med 2016, 25 fisk hvert år bortsett fra 2016 da det var 92 fisk. Grønn stiplede linje angir vekten (g) på fisken som ble analysert. Gjennomsnitt \pm 95 % konfidensintervall er vist, og den røde rette linjen angir EU og Norges grenseverdi for Hg i fisk til human konsum.

Gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon ved vraket i 2016, beregnet totalt for alle de tre prøvetakingene i mai, august og september, var 0,23 mg/kg våtvekt, og gjennomsnittet for de tre prøvetakingene var 0,26; 0,21 og 0,18 mg/kg våtvekt i henholdsvis mai, august og september (Tabell 2). Gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i brosmefilet var lavere i september enn i mai, noe som ikke bare skyldes størrelse på fisken (Figur 4). Noe av forskjellen kan skyldes bedret kondisjon i løpet av sommeren pga. økt mattilgang. Kondisjon hos mager fisk kan måles i form av en leverindeks (hepatosomatisk indeks, HSI), og HSI var betydelig høyere i september enn i mai (Tabell 3). Det er mulig at økt kondisjon kan gi økt volum på fiskens muskulatur og medføre fortynning av kvikksølvkonsentrasjonen. Det ser altså ikke ut til at tiltaket med etablering av støttefylling har påvirket kvikksølvkonsentrasjonene i brosmefilet.

Brosmefilet fanget like ved vraket av U-864 i 2016 hadde gjennomsnittlig konsentrasjon av kvikksølv på nivå med 2014 og 2015, noen høyere enn 2011-2013 og noe lavere enn 2008 og 2010 (Figur 5; tabell A1). I Figur 5 er resultatene for prøvetakingen i 2016 like ved vraket både i mai, august og september tatt med. Kvikksølvkonsentrasjonene varierer en del fra år til år, og det er ikke mulig å se noen økende eller avtakende trend. Noe av variasjonen fra år til år skyldes trolig variasjon i størrelse, selv om kvikksølvnivået i 2016 ut fra fiskens størrelse skulle ha vært enda høyere. Gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon bestemt i filet av brosmefilet fra alle tre lokalitetene i 2016 var nokså likt gjennomsnittet for hele perioden 2005-2015, med 0,23 mg/kg våtvekt i 2016 mot 0,26 mg/kg våtvekt i 2005-2015.

Kvikksølvnivået i brosmefilet i området rundt U-864 er på nivå med brosmefilet andre steder langs kysten av Vestlandet, i åpent hav i Nordsjøen og Norskehavet, og betydelig lavere enn i brosmefilet i fjorder på Vestlandet (Tabell 3). Også når vi tar hensyn til fiskens størrelse er kvikksølvnivåene i brosmefilet fra Fedje omtrent på samme nivå som brosmefilet fra kysten av Vestlandet og fra Nordsjøen (Figur 6). Det er altså ikke noe som tyder på at brosmefilet ved vraket av U-864 har forhøyet kvikksølvnivå som følge av forurensning fra vraket.

Vi finner ikke forhøyet kvikksølvnivå i muskel av brosmefilet fanget nær U-864 i forhold til bakgrunnsnivå for kysten eller i forhold til referansestasjoner fire nautiske mil nord og sør for U-864. Analyser av metylkvikksølv i brosmefilet i 2015 viste at nær 100 % av kvikksølvet i muskel av brosmefilet er metylkvikksølv (Frantzen og Måge 2016). Til sammen tyder dette på at mengden metylkvikksølv tilgjengelig for opptak i næringskjeden ikke er høyere ved U-864 enn ellers langs kysten. Det stemmer

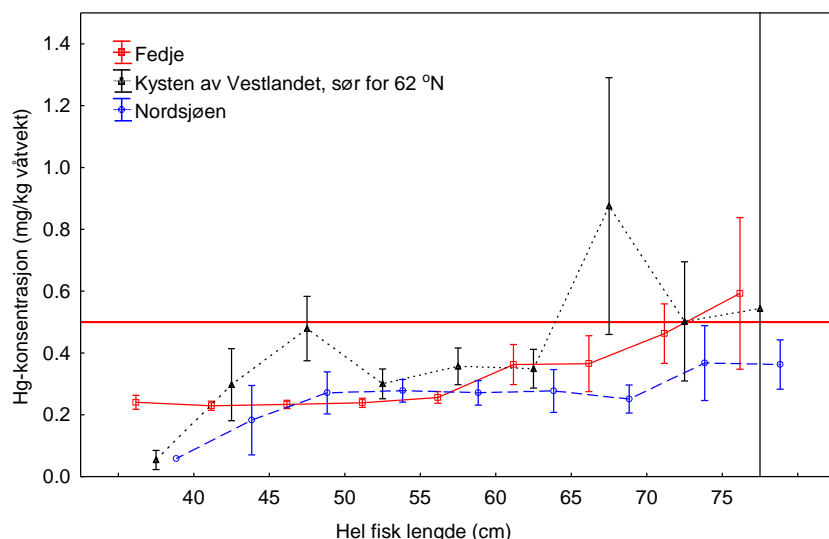
Tabell 3. Kvikksølvkonsentrasjoner i brosme fanget i ulike områder i to ulike undersøkelser samt i denne overvåkningen ved U-864 2005-2017.

Uttaksområde	N	Snitt	SD	Min	Maks	Kilde
Fjord, Nordsjø	445	0.68	0.48	0.10	2.7	1, 2
Kyst, Skagerrak	90	0.53	0.19	0.15	1.0	1, 2
Kyst, Nordsjø	76	0.39	0.19	0.052	1.0	1, 2
Kyst, Norskehav	271	0.29	0.21	0.0050	0.98	2
Nordsjøen	123	0.28	0.12	0.059	0.75	1, 2
Fedje	869	0.26	0.12	0.070	1.3	Denne overvåkningen
Atlanterhavet	125	0.25	0.16	0.060	1.0	1, 2
Norskehavet	340	0.182	0.093	0.055	0.97	1, 2
Barentshavet	141	0.133	0.073	0.030	0.46	1, 2
Kyst, Barentshav	93	0.100	0.076	0.035	0.47	2
Fjord, Barentshav	94	0.086	0.055	0.032	0.30	2
All Grps	2667	0.32	0.29	0.0050	2.7	

1) Kvangarsnes m.fl. 2012; 2) Frantzen og Måge 2016

med undersøkelsene som har vist at det er liten grad av metylering i sedimentet rundt U-864 på grunn av lite organisk materiale.

Brosme har generelt nokså høyt nivå av kvikksølv sammenlignet med andre fiskeslag (Tabell 3), med gjennomsnittskonsentrasjoner langs Vestlandskysten sør for Stadt på 0,39 mg/kg våtvekt og i Vestlandsfjorder på 0,68 mg/kg våtvekt. Til sammenligning har basisundersøkelser vist at torsk fra vestlandske fjorder hadde gjennomsnittlig kvikksølvinnhold mellom 0,13 og 0,19 mg/kg våtvekt (Julshamn m.fl. 2013) og sei fra vestlandske kyst- og fjordområder hadde et totalgjennomsnitt på 0,065 mg/kg våtvekt (Nilsen m.fl. 2013). En ny stor kartlegging av brosme, lange og 14 andre arter av dypvannsfisk viste at brosme er en av artene som fiskes i Norge som har høyest kvikksølvkonsentrasjoner (Frantzen og Måge 2016). De eneste artene som ble undersøkt som hadde like høyt kvikksølvinnhold som brosme eller høyere var blålange samt brusfiskartene havmus og hågjel.



Figur 6. Konsentrasjon av kvikksølv (mg/kg våtvekt) i filet av brosme fra Fedje, kysten mot Nordfjorden og Nordfjorden, fordelt på ulike størrelsesintervaller (<40, 40-50, 50-60, 60-70, 70-75 og >75 cm). For hvert størrelsesintervall er gjennomsnitt \pm 95 % konfidensintervall vist. Data er fra denne overvåkningen (Fedje 2005-2016), Kvangarsnes m.fl. (2012) og Grunnaleite (2014) og Måge (2016).

3.2 Krabbe

Krabbene som ble fanget ved vraket av U-864, fire nautiske mil nord for vraket og fire nautiske mil sør for vraket i 2016 varierte i skallbredde fra 10,4 til 17,2 cm (Tabell 4). Gjennomsnittlig skallbredde ved de tre lokalitetene prøvetatt i august var 13,8 cm ved vraket, 13,6 cm fire mil sør for vraket og 15,0 fire mil nord for vraket. Krabbene prøvetatt i mai hadde gjennomsnittlig skallbredde 13,6 cm og ved krabbene prøvetatt ved vraket i september 13,0 cm. Med unntak av krabbene fra den nordlige lokaliteten i august som var større, var gjennomsnittsstørrelsen på krabbene prøvetatt i 2016 tilsvarende tidligere år (Tabell A4). Kjønnssammensetningen i de ulike prøvetakingene varierte fra 29 til 44 % hunner. Det ble imidlertid ikke funnet noen sammenheng mellom kvikksølvnivå og krabbenes størrelse eller kjønn.

3.2.1 Nivå av kvikksølv i klokjøtt og brunmat av krabbe

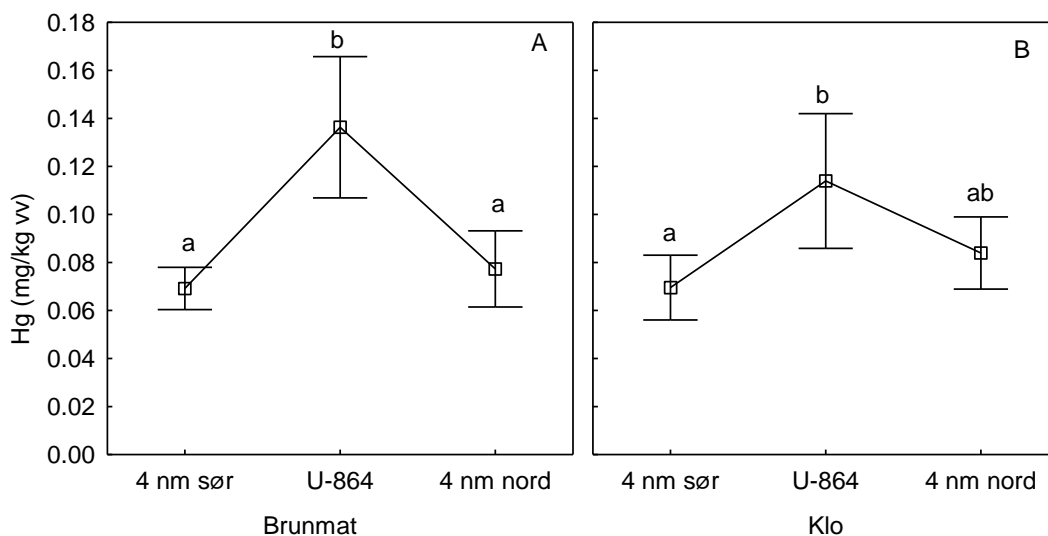
Krabbene hadde kvikksølvkonsentrasjoner fra 0,026 til 0,40 mg/kg våtvekt i kokt klokjøtt, med et totalt gjennomsnitt på 0,10 mg/kg våtvekt (Tabell A5; Tabell 3). Ingen enkeltindivider av krabbe prøvetatt i området nær vraket av U-864 i 2016 hadde konsentrasjoner av kvikksølv i klokjøtt høyere enn EUs og Norges grenseverdi på 0,5 mg/kg våtvekt som for krabbe bare gjelder klokjøtt. Kvikksølvkonsentrasjonene i brunmat av de kokte krabbene varierte i 2016 fra 0,016 til 2,6 mg/kg våtvekt, med et totalt gjennomsnitt av 159 krabber på 0,20 mg/kg. Verdien på 2,6 mg/kg skilte seg ut som særlig høy sammen med den nest høyeste konsentrasjonen som var på 1,0 mg/kg våtvekt. Det var ellers til sammen syv brunmatprøver med konsentrasjoner over 0,5 mg/kg våtvekt, men det er ingen grenseverdier som gjelder for brunmat av krabbe.

Krabbene prøvetatt ved vraket av U-864 i 2016 hadde høyere kvikksølvkonsentrasjoner enn de som ble tatt ved referansestasjonene fire nautiske mil nord og sør for vraket (Tabell 4; Figur 7). Gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i brunmat av krabber fisket ved den ordinære prøvetakingen i august var 0,14 mg/kg våtvekt ved vraket, 0,069 mg/kg våtvekt fire mil sør for vraket og 0,077 mg/kg fire mil nord for vraket. Snittkonsentrasjonen i klokjøtt ved de tre lokalitetene prøvetatt i august var henholdsvis 0,11 mg/kg ved vraket, 0,070 mg/kg fire mil sør og 0,084 mg/kg fire mil nord. Forskjellen mellom lokalitetene var mest markert for brunmat, der konsentrasjonen var signifikant høyere ved vraket enn ved begge de to referansestasjonene. I klokjøtt var kvikksølvkonsentrasjonen ved vraket bare signifikant høyere enn fire mil sør (Figur 7).

Tabell 4 Konsentrasjoner av totalkvikksølv (TotHg, mg/kg våtvekt) i brunmat og klokjøtt av krabbe fanget ved vraket av ubåten U-864 og ved referansestasjoner i 2016. Vekt (g) og skallbredde (cm) på krabbene er også gitt. Alle resultater er oppgitt som gjennomsnitt, minste og største verdi. I september ble prøver tatt ved vraket, 4 nautiske mil nord for vraket og 4 n mil sør for vraket.

Omr., mnd	Vekt (g)		Skallbredde (cm)		Kjønn		Hg brunmat (mg/kg vv)		Hg klo (mg/kg vv)	
	N	Snitt (min-maks)	Snitt (min-maks)		% ♀	N	Snitt (min-maks)	N	Snitt (min-maks)	
U-864, mai	57	292 (108 – 633)	13,6 (11,1 – 17,2)		31,6	57	0,23 (0,067 - 0,64)	48	0,096 (0,046 - 0,26)	
U-864, aug	25	385 (164 – 652)	13,8 (11,8 – 16,6)		44,0	25	0,136 (0,016 - 0,27)	25	0,114 (0,031 - 0,27)	
U-864, sept	28	302 (165 – 480)	13,1 (11,6 – 15,3)		28,6	28	0,42 (0,11 - 2,6)	27	0,151 (0,073 - 0,40)	
4 nm S, aug	25	357 (140 – 715)	13,6 (10,4 – 17,1)		60,0	25	0,069 (0,033 - 0,10)	23	0,070 (0,026 - 0,15)	
4 nm N, aug	25	462 (261 – 808)	15,0 (12,7 – 16,9)		64,0	24	0,077 (0,033 - 0,17)	23	0,084 (0,040 - 0,15)	
U-864, sep, rå	5	397 (217 – 596)	14,8 (12,8 – 16,9)		5*		12 (0,32 – 26)	5	0,174 (0,11 - 0,23)	

*Kun hepatopankreas



Figur 7. Kvikksølvkonsentrasjon (mg/kg våtvekt) i A) brunmat og B) klokjøtt av taskekrabbe prøvetatt i august ved de tre ulike lokalitetene: fire mil sør for vraket (4 nm sør), ved vraket (U-864) og fire mil nord for vraket (4 nm nord). Gjennomsnitt \pm 95 % konfidensintervall er gitt, og ulike små bokstaver (a, b) over grafen markerer signifikante forskjeller ($p < 0,05$) mellom grupper, testet på log-transformerte kvikksølvkonsentrasjoner med enveis ANOVA og Tukeys post hoc test.

Gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i brunmat av krabbe prøvetatt ved vraket på 0,14 mg/kg våtvekt er noe høyere enn bakgrunnsnivå for kysten på 0,067 mg/kg våtvekt (Julshamn m.fl., 2012), mens nivåene ved de to referanselokalitetene var i samme konsentrasjonsområde som bakgrunnsnivået med snitt på 0,069 og 0,077 mg/kg. Gjennomsnittet for klokjøtt på 0,11 mg/kg var imidlertid ikke mye høyere enn bakgrunnsnivået for klokjøtt på 0,095 mg/kg våtvekt (Julshamn m.fl., 2012). De to referanselokalitetene hadde på sin side enda lavere gjennomsnittskonsentrasjoner i klokjøtt enn det såkalte bakgrunnsnivået (Tabell 4).

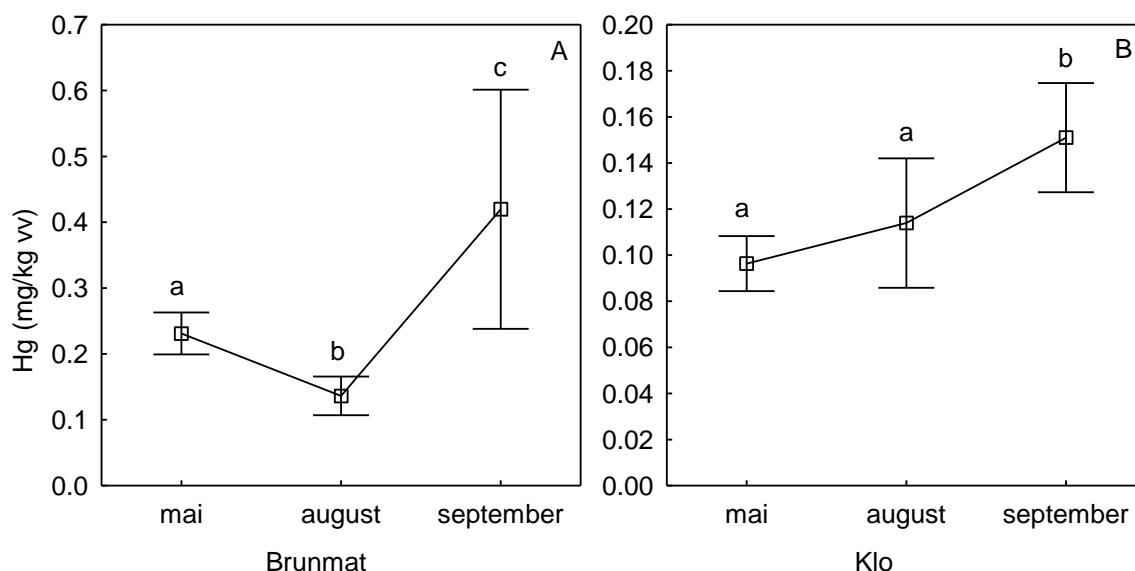
Resultatene for 2016 viser en tydelig forhøyet konsentrasjon av kvikksølv i brunmat av krabbe fanget ved vraket sammenlignet med referanselokalitetene. I tidligere år har det imidlertid ikke alltid vært høyere nivå ved vraket enn fire nautiske mil sør og nord for vraket (Tabell A3).

Høyere konsentrasjon i brunmat av krabbe fanget ved vraket samt fire mil sør og nord for vraket har variert mye fra år til år, og ofte har kvikksølvnivået ved alle tre lokalitetene vært høyere enn det gjennomsnittlige bakgrunnsnivået for kysten på 0,067 mg/kg (Tabell A3). Analyser for metylkvikksølv i 2014 viste at konsentrasjonen av metylkvikksølv ikke var forhøyet, noe som indikerte at det forhøyede kvikksølvnivået er uorganisk kvikksølv som krabben har fått i seg fra det forurensede sedimentet, men som ikke blir akkumulert i muskulaturen (klokjøttet) (Knutzen m.fl. 2002). Det er tidligere vist at det er liten metyleringsrate for kvikksølv i sedimentet rundt vraket, og at dette skyldes at det er lite organisk materiale til stede (DNV-GL, 2015 #692). Analyser for stabile kvikksølv isotoper i krabbene fra 2014 viste dessuten at brunmat av krabber tatt nærmest vraket har en isotopsammensetning som er mer lik kvikksølvet fra ubåten og fra sedimentet rundt enn brunmat av krabber tatt nord og sør for vraket (Rua-Ibarz m.fl. 2016). Dette viser at brunmat av krabber fisket i området rundt vraket inneholder noe av det metalliske kvikksølvet fra sedimentet rundt vraket, og krabbene fisket nærmest vraket har fått i seg mest av dette kvikksølvet. Isotopstudien viste imidlertid også at klokjøttet, som hadde en andel metylkvikksølv av totalkvikksølv på bortimot 100 %, hadde en annen isotopsammensetning enn kvikksølvet fra vraket, og at metylkvikksølv i klokjøttet sannsynligvis ikke stammer fra vraket, men er et resultat av mer diffuse kilder. Metylvikksølv er den mest biotilgjengelige formen av kvikksølv og den som akkumuleres i næringskjeden, mens metallisk kvikksølv normalt blir skilt ut av organismen.

3.2.1.1 Sammenligning av krabber prøvetatt ved vraket i mai, august og september

I 2016 ble det til forskjell fra tidligere år tatt prøver av krabber både i mai, august og september, og krabbene prøvetatt ved vraket i mai og september hadde høyere kvikksølvkonsentrasjoner enn de som ble prøvetatt ved vraket i august (Tabell 4; Figur 8). Brunmat av krabbe prøvetatt i mai og september hadde gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon på henholdsvis 0,23 og 0,42 mg/kg våtvekt. Brunmaten hadde signifikant høyere kvikksølvnivå i mai og september enn i august, og dessuten signifikant høyere kvikksølvnivå i september enn i mai (Figur 8). Klokjøttet, på sin side, hadde noe lavere gjennomsnittlig kvikksølvnivå i mai enn i august, med et snitt på 0,094 mg/kg i mai og 0,11 i august (Tabell 4). I september var kvikksølvnivået i klokjøtt høyere, med 0,15 mg/kg. Krabbene fra september hadde statistisk signifikant høyere klokjøttkonsentrasjoner enn krabbene prøvetatt både i mai og i august ($p < 0,05$; Figur 8).

Det er mulig å spekulere i om arbeidet med å etablere støttefylling juni kan ha hatt betydning for kvikksølvkonsentrasjonene i krabbene, siden det var høyere kvikksølvnivå i september enn i mai og august. Men dette virker lite sannsynlig siden kvikksølvnivået i brunmat var høyere før tiltaket, i mai, enn etter tiltaket, i august, før det igjen var høyere i september. Siden det er fastslått at det er metallisk kvikksølv fra sedimentet som gir de forhøyede kvikksølvnivåene i brunmat, vil hvor krabbene har oppholdt seg før prøvetakingen være av stor betydning for kvikksølvnivåene. De høyeste konsentrasjonene av kvikksølvforurensning i sedimentet er målt nærmest ubåtvraket innenfor en 100 m radius, og nivåene avtar med økende avstand fra vraket (Uriansrud m.fl. 2005; EFSA 2012). Ved prøvetakingen i mai ble prøvene tatt i et relativt stort område, innenfor en radius på ca. 2 km fra vraket, fordi det var vanskelig å få nok prøver. I september var det imidlertid lettere å få prøver, og alle prøvene ble tatt nokså tett innpå vraket. Ved den ordinære prøvetakingen i august ble teinelenker satt ca. ½ nautisk mil nord for vraket, og fordi det var vanskelig å få nok krabber, ble noen tatt nærmere Fedje, det vil si sør for øya, mer enn 2,5 nautisk mil fra vraket. Siden vi ikke fikk oppgitt posisjon for hver enkelt krabbe er det ikke mulig å vite hvilke av krabbene som ble tatt nærmest vraket og hvilke som ble tatt sør for Fedje. Uansett, nærhet til det forurensede sedimentet er sannsynligvis årsaken til at krabbene prøvetatt i september hadde såpass mye høyere kvikksølvnivå enn de som ble prøvetatt i mai og august. Så forskjellene har trolig mer geografisk enn sesongmessig årsak. Ved



Figur 8. Kvikksølvkonsentrasjon (mg/kg våtvekt) i taskekrabber prøvetatt ved vraket ved de tre ulike prøvetakingstidspunktene i mai, august og september. Resultatene er gitt for A) brunmat og B) klokjøtt. Gjennomsnitt ± 95 % konfidensintervall er gitt, og ulike små bokstaver (a, b, c) over grafene markerer signifikante forskjeller ($p < 0,05$) mellom grupper, testet på log-transformerte kvikksølvkonsentrasjoner med enveis ANOVA og Tukey's post hoc test. Legge merke til at y-aksen har ulik skala på de ulike grafene.

garnfisket i mai var det også noen garn som ble satt nært vraket, mens andre var lenger borte fra vraket, mens i august var alle teinelenkene satt et godt stykke unna vraket. Det kan forklare hvorfor det gjennomsnittlige kvikksølvnivået i brunmat var høyere i mai enn i august.

Flekkvis fordeling av kvikksølv i sedimentet og vandring av krabber inn og ut av det mest forurensede området kan også være en forklaring på de store individuelle forskjellene i kvikksølvkonsentrasjon, samt forskjeller mellom år.

3.2.1.2 *Totalkvikksølv og metylkvikksølv i rå krabber*

De fleste krabbene benyttet i prosjektet ble kokt før opparbeiding og analyse, men fem av krabbene tatt i september ble analysert i rå tilstand for å undersøke om koking kunne ha noen effekt på nivået av kvikksølv. I stedet for å analysere hele brunmaten slik det er gjort for kokte krabber, ble bare hepatopankreas av de rå krabbene tatt ut og analysert. Hepatopankreas fra de rå krabbene hadde mye høyere kvikksølvkonsentrasjoner enn brunmaten av de kokte krabbene (kvikksølvet fordamper, og til sammen kan koking og frysetørking medføre et betydelig tap av kvikksølv fra krabbene. Når en skal vurdere om kvikksølv påvirker mattrygghet er det riktig å analysere kokte krabber fordi koking er slik krabbe vanligvis tilberedes. Men krabbekjøttet blir ikke normalt frysetørket ved tilbereding, og hvor stor effekt frysetørking har på nivået av ikke-metylkvikksølv er så langt ukjent og bør undersøkes nærmere.

Tabell 5). Gjennomsnittlig konsentrasjon av kvikksølv i hepatopankreas av rå krabber var hele 12 mg/kg våtvekt, med et spenn fra 0,32 til 26 mg/kg. I klokjøttet var det ikke like stor forskjell mellom rå og kokte krabber, her var gjennomsnittskonsentrasjonen i de rå krabbene 0,17 mg/kg våtvekt, med en variasjon fra 0,11 til 0,23 mg/kg våtvekt. De rå krabbene ble også analysert for metylkvikksølv, og for hepatopankreas varierte nivået av metylkvikksølv fra 0,032 til 0,27 mg/kg våtvekt, som er i samme område eller litt høyere enn det som ble målt i brunmat av kokte krabber i 2014, da metylkvikksølvkonsentrasjonen ved vraket varierte fra 0,011 til 0,084 mg/kg.

Andelen metylkvikksølv i hepatopankreas av de fem krabbene analysert rå i 2016 var fra bare 0,19 til hele 84 %, og andelen var lavest i de krabbene med høyest totalkvikksølvnivå og høyest i de med lavest totalkvikksølv (kvikksølvet fordamper, og til sammen kan koking og frysetørking medføre et betydelig tap av kvikksølv fra krabbene. Når en skal vurdere om kvikksølv påvirker mattrygghet er det riktig å analysere kokte krabber fordi koking er slik krabbe vanligvis tilberedes. Men krabbekjøttet blir ikke normalt frysetørket ved tilbereding, og hvor stor effekt frysetørking har på nivået av ikke-metylkvikksølv er så langt ukjent og bør undersøkes nærmere.

Tabell 5). I klokjøtt var konsentrasjonene av total- og metylkvikksølv ikke spesielt høye, og mellom 75 og 100 % av kvikksølvet i det rå klokjøttet var metylkvikksølv i fire av fem krabber.

Høyere kvikksølvinnhold i de rå krabbene enn i kokte krabber var ikke forventet, fordi vi er vant til å tenke at kvikksølv er så sterkt bundet i vevet. Men det gjelder metylkvikksølvet. Det metalliske kvikksølvet som dominerer i sedimentet rundt ubåtvraket er flyktig, og koking medfører nok at en betydelig del av det metalliske kvikksølvet fordamper. Frysetørking vil også kunne ha den effekten at kvikksølvet fordamper, og til sammen kan koking og frysetørking medføre et betydelig tap av kvikksølv fra krabbene. Når en skal vurdere om kvikksølv påvirker mattrygghet er det riktig å analysere kokte krabber fordi koking er slik krabbe vanligvis tilberedes. Men krabbekjøttet blir ikke normalt frysetørket ved tilbereding, og hvor stor effekt frysetørking har på nivået av ikke-metylkvikksølv er så langt ukjent og bør undersøkes nærmere.

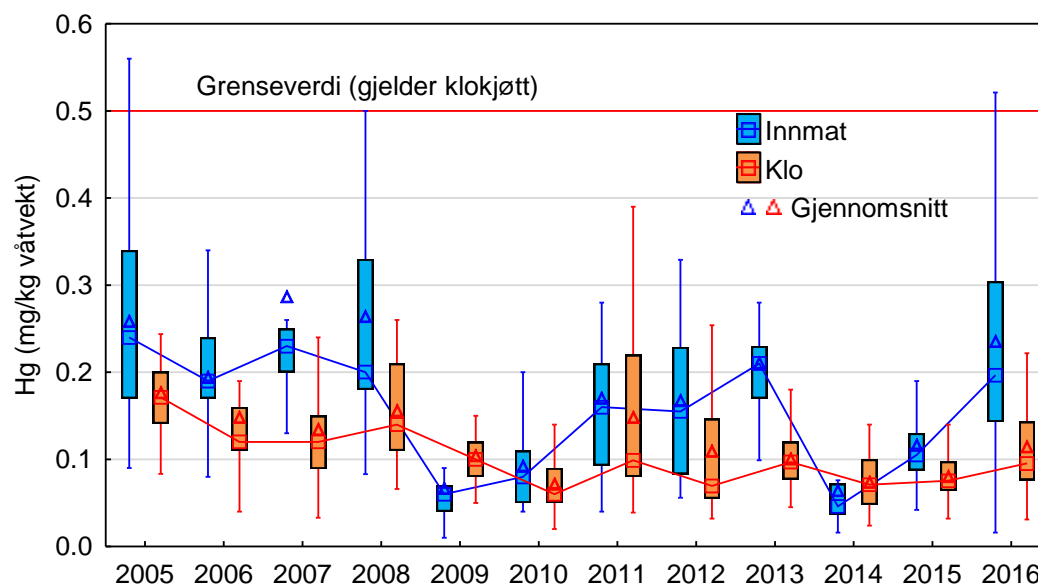
Tabell 5. Konsentrasjoner av totalkvikksølv og metylkvikksølv (MMeHg), samt metylkvikksølv i prosentandel av totalkvikksølv (MMeHg%) i henholdsvis klokjøtt og hepatopankreas av fem krabber analysert i rå tilstand i 2016. Resultat er vist for hver krabbe, pluss gjennomsnitt og minste og største verdi for alle fem.

Krabbe	Hepatopankreas			Klo		
	THg	MMeHg	MMeHg%	THg	MMeHg	MMeHg%
1	1.1	0.069	7	0.12	0.12	100
2	0.32	0.27	80	0.23	0.25	100
3	26	0.053	0.2	0.11	0.083	80
4	17	0.032	0.2	0.21	0.079	40
5	15	0.11	0.7	0.20	0.15	80
Snitt, N=5	12	0.107	18	0.174	0.137	80

Ved prøvetaking til overvåking i juni 2017 er det derfor gjort endringer i rutinene. For å opprettholde tidsserien for kokte krabber ble rundt halvparten av krabbene kokt. Den andre halvparten ble avlivet ved stikking og opparbeidet rå. Ingen av prøvene av brunmat og hepatopankreas ble frysetørket før analyse. På denne måten håper vi at resultatene for 2017 vil gi et "riktigere" resultat i forhold til mattrygghet og gi mer kunnskap om hvor mye kvikksølv som er tatt opp i krabbene ved vraket samt ved den nordlige og sørlige referansestasjonen. Disse prøvene vil bli analysert høsten 2017 og resultatene vil bli rapportert i 2018.

3.2.1.3 Sammenligning med tidligere år

Nivåene av kvikksølv i kokt brunmat av krabber fanget ved vraket var relativt høyt i 2016 (mai, august og september samlet) sammenlignet med de foregående årene, bortsett fra 2005-2008 og muligens 2013 da det også var relativt høyt nivå (Figur 9; Tabell A3, A4). For klokjøtt var ikke nivået i 2016 like høyt, men innenfor samme konsentrasjonsområde som de fleste år. Det er i



Figur 9 Kvikksølvkonsentrasjoner (mg/kg våtvekt) i taskekrabbe, henholdsvis brunmat (blå) og klokjøtt (orange), fanget like ved vraket av U-864 hvert år fra 2005 til og med 2016, 25 krabber per år og 110 i 2016 (mai, august og september). Median, 25 % persentiler og minste-største verdi utenom "uteliggere" er vist. Trekantene viser gjennomsnittsverdier.

det hele tatt nokså varierende kvikksølvkonsentrasjoner fra år til år, særlig i brunmat, og en del av forklaringen kan som nevnt være at krabbene har oppholdt seg og blitt fanget i ulik avstand fra vraket.

Ulikt prøvetakingstidspunkt fra år til år kan også påvirke variasjonen i kvikksølvnivå på grunn av årstidsvariasjoner i fødeopptak, vekst, skallskifte og ikke minst vandring inn og ut av området med forhøyet kvikksølvnivå. Vi har tidligere sett at krabber fisket i slutten av mai eller helt i begynnelsen av juni har svært lave kvikksølvkonsentrasjoner, samtidig som de har svært liten matfylde, og at krabber tatt lenger ute i juni har høyere kvikksølvkonsentrasjoner og større matfylde. På grunn av arbeidet med etablering av støttefylling i juni ble det i 2016 tatt prøver i mai, august og september, men ikke i juni.

3.3 Bunnlus

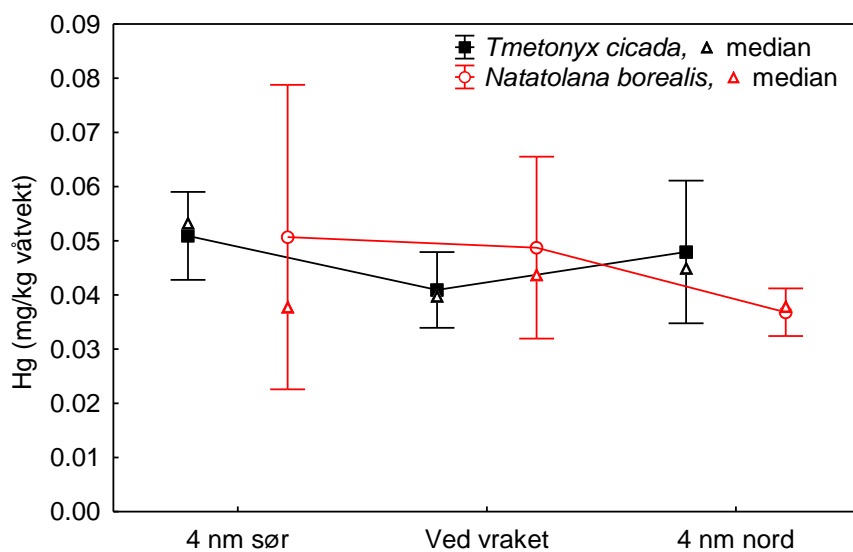
Resultat av analysene av kvikksølvinnhold i samleprøver av bunnlus prøvetatt i 2016 er vist i Tabell 6. Hver samleprøve inneholdt, litt avhengig av størrelsen på dyrene, 30, 40 eller 100 individer av enten isopoden *N. borealis* ("fiskelus") eller amfipoden *T. cicada* ("fiskelopper"). Kvikksølvkonsentrasjonen i isopodene fanget i 2016 varierte fra 0,024 til 0,12 mg/kg våtvekt, med den høyeste gjennomsnittskonsentrasjonen på 0,072 mg/kg fire nautiske mil sør for vraket og den laveste gjennomsnittskonsentrasjonen på 0,035 mg/kg våtvekt fire nautiske mil nord for vraket. I amfipodene var kvikksølvkonsentrasjonene innenfor samme område, med gjennomsnitt fra 0,039 mg/kg våtvekt ved vraket og fire mil nord for vraket til 0,057 mg/kg våtvekt fire nautiske mil sør for vraket. Det var ingen signifikant forskjell i kvikksølvkonsentrasjon mellom de tre områdene for noen av de to bunnlusartene (Figur 10).

Ved sammenligning av de fire årene bunnlus har vært analysert, alle lokalitetene under ett, var det betydelig lavere konsentrasjoner av kvikksølv i bunnlusene analysert i 2014 - 2016 enn de som ble analysert i 2013 (Figur 11). Forskjellene mellom årene skyldes trolig naturlig variasjon. Størrelse på dyrene har stor betydning for variasjonen i kvikksølvkonsentrasjon innenfor hver artene (Figur 12), men siden bunnlusene ikke ble veid i 2013, er det ikke mulig å si om de høye nivåene i 2013 skyldes størrelse.

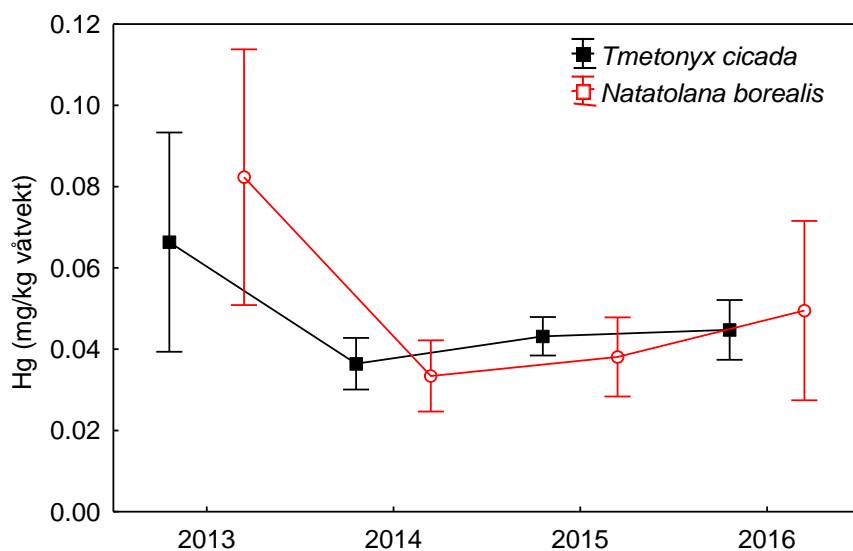
Alle bunnlusprøvene hadde kvikksølvkonsentrasjoner som var betydelig lavere enn det som er funnet både i brosme og krabbe. Det er lite data på kvikksølv i bunnlus å sammenligne med, men det ble rapportert resultater fra analyser av to prøver av *Tmetonyx* og en prøve av *Natatolana* i 2011 (Bakke m.fl. 2011). De fant konsentrasjoner av kvikksølv i *Tmetonyx* på henholdsvis 0,051 og 0,066 mg/kg våtvekt, som er litt høyt i forhold til det som er målt i denne undersøkelsen. I *Natatolana* fant de en konsentrasjon på 0,049 mg/kg våtvekt, som er i samme område som er målt nær U-864.

Tabell 6 Konsentrasjon av kvikksølv (mg/kg våtvekt) i samleprøver av *Natatolana borealis* og *Tmetonyx cicada*, prøvetatt henholdsvis ved vraket av U-864, fire nautiske mil (nm) nord for vraket og fire nm sør for vraket i august 2016.

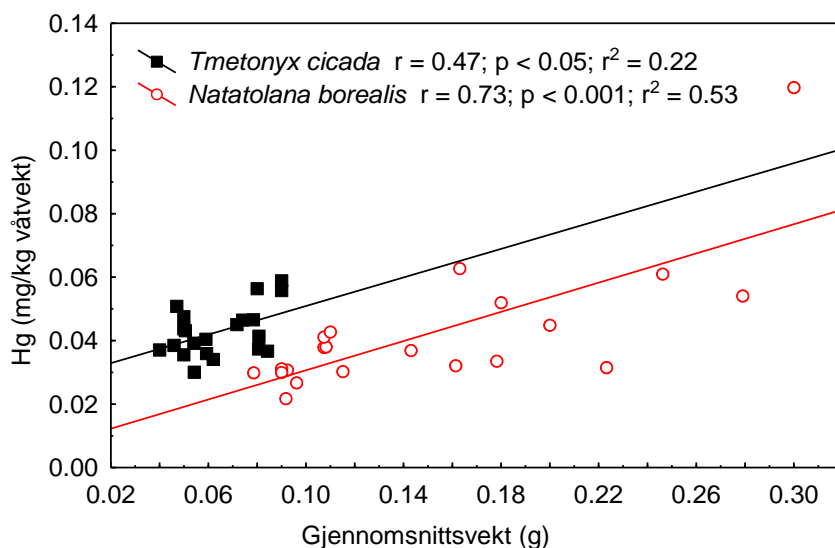
		Isopode, <i>Natatolana borealis</i>		Amfipode, <i>Tmetonyx cicada</i>
Uttakssted	Uttaksdato	N	Hg (mg/kg vv)	Hg (mg/kg vv)
Ved vraket	15.08.2016	3	0,042 (0,030 - 0,063)	0,0385 (0,037 - 0,041)
4 nm nord	15.08.2016	3	0,0346 (0,030 - 0,043)	0,0388 (0,036 - 0,044)
4 nm sør	15.08.2016	3	0,072 (0,045 - 0,12)	0,0570 (0,056 - 0,059)



Figur 10. Kvikksølvkonsentrasjon i to arter bunnlus: "fiskelus" (*Natatolana borealis*) og "fiskelopper" (*Tmetonyx cicada*). Variasjon mellom de tre ulike lokalitetene er vist med gjennomsnitt \pm 95 % konfidensintervall for hver lokalitet.



Figur 11. Kvikksølvkonsentrasjon i to arter bunnlus: "fiskelus" (*Natatolana borealis*) og "fiskelopper" (*Tmetonyx cicada*). Variasjon mellom årene 2013, 2014 og 2015 er vist med gjennomsnitt \pm 95 % konfidensintervall for hvert av årene.



Figur 12. Kvikksølvkonsentrasjon (mg/kg våtvekt) mot størrelse (gjennomsnittlig individvekt, g) for hver av de to artene "fiskelus" (*Natatolana borealis*) og "fiskelopper" (*Tmetonyx cicada*). Resultat av lineær korrelasjon er vist for hver av artene.

Resultatene så langt tyder på at bunnlus ikke er særlig påvirket av kvikksølv i sedimentet rundt U-864. Det kan skyldes at kvikksølv er lite metylert og derfor lite tilgjengelig for opptak.

Siden det var relativt stor forskjell mellom konsentrasjonene av kvikksølv i bunnlus i to påfølgende år er det usikkert om disse organismene er egnet som indikator for kvikksølvforurensning.

3.4 Andre arter fisket med garn

3.4.1 Beinfisk

Andre arter av beinfisk enn brosme som ble fanget i garnfisket i mai og september var torsk, lyr, lange, skjellbrosme og lusuer (Tabell 7). Av disse artene var det lusuer fisket i mai som hadde høyest gjennomsnittlig kvikksølvnivå i filet, med 0,22 mg/kg våtvekt, mens lange fisket i mai hadde nest høyest gjennomsnitt med 0,19 mg/kg. En lange fisket i mai hadde aller høyest kvikksølvkonsentrasjon med 0,48 mg/kg, og det vil si at ingen enkeltfisk av andre fiskeslag enn brosme hadde konsentrasjoner over grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt. Sei hadde lavest gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon, med 0,048 mg/kg våtvekt, og av alle enkeltindividene var det en sei som hadde den laveste kvikksølvkonsentrasjonen, med 0,022 mg/kg. Torsk, lyr og skjellbrosme hadde alle gjennomsnittskonsentrasjoner av kvikksølv i filet rundt 0,1 mg/kg våtvekt, og det hadde også lange fisket i september.

Torsk hadde gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon 0,091 mg/kg våtvekt i mai og 0,11 mg/kg i september (Tabell 7). Til sammenligning i den store basisundersøkelsen var gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i torsk fra den nordlige delen av Nordsjøen 0,12 mg/kg våtvekt og fra Fensfjorden (nær Fedje) 0,086 mg/kg våtvekt (Julshamm.fl. 2013). Torsken fra Nordsjøen var en del større (snitt 68 cm) og torsken fra Fensfjorden litt mindre (snitt 55 cm) sammenlignet med fisken undersøkt her (snitt 57 cm i mai, 65 cm i september, Tabell 7).

Lyr prøvetatt ved ubåtvraket hadde gjennomsnittskonsentrasjon på 0,089 mg/kg i mai og 0,13 mg/kg i september (Tabell 7). Også her skyldes forskjellen mellom de to prøvetakingene trolig forskjell i

størrelse på fisken som ble fanget, da lyr fisket i mai i gjennomsnitt var 50 cm og den fisket i september 57 cm.

Tabell 7. Vekt (g), lengde (cm) og kvikksølvkonsentrasjon (Hg, mg/kg vv) i ulike andre arter av beinfisk tatt med garn ved vraket av U-864 ved prøvetaking henholdsvis i mai og september og totalt. Antall prøver (n), gjennomsnitt, minste og største verdi er vist.

Art	Mnd	N	Hel vekt (g)	Hel lengde (cm)	Hg (mg/kg vv)
			Snitt (min – maks)	Snitt (min – maks)	Snitt (min – maks)
Torsk	mai	4	2073 (996 – 3124)	56,6 (48,5 – 64,0)	0,091 (0,066 - 0,11)
<i>Gadus morhua</i>	sep	14	2959 (1408 – 5317)	64,5 (51,5 – 81,0)	0,11 (0,032 - 0,25)
	tot	18	2762 (996 - 5317)	62,8 (48,5 – 81,0)	0,11 (0,032 – 0,25)
Lyr	mai	34	1040 (695 – 2155)	49,8 (44,0 – 63,0)	0,089 (0,056 - 0,15)
<i>Pollachius pollachius</i>	sep	40	1647 (760 – 2964)	56,5 (44,5 – 71,0) (N=33)	0,13 (0,063 - 0,31)
	tot	74	1368 (695 – 2964)	53,1 (44,0 – 70,5) (N=67)	0,11 (0,056 – 0,31))
Lange	mai	10	3699 (1351 – 11025)	84,4 (63,5 – 125)	0,19 (0,10 - 0,45)
<i>Molva molva</i>	sep	32	2657 (492 – 8996)	71,6 (46,0 – 124)	0,11 (0,049 - 0,48)
	tot	42	2905 (492 – 11025))	74,6 (46 - 125)	0,13 (0,049-0,48)
Skjellbrosme	mai	17	1026 (401 – 1752)	45,9 (36,5 – 53,0)	0,10 (0,076 - 0,13)
<i>Phycis blennoides</i>	sep	27	1477 (595 – 2432)	50,5 (40,5 – 64,5)	0,12 (0,067 - 0,18)
	tot	44	1303 (401 - 2432)	48,7 (36,5 – 64,5)	0,11 (0,067 – 0,18))
Lusuer	mai	20	190 (77 – 320)	22,6 (18,0 – 26,0)	0,22 (0,064 - 0,40)
<i>Sebastes viviparus</i>	sep	40	207 (133 – 361)	22,7 (19,5 – 27,0)	0,17 (0,048 - 0,30)
	tot	60	201 (77 - 361)	22,6 (18,0 – 26,5)	0,19 (0,048 – 0,40)
Sei <i>Pollachius virens</i>	sep	33	880 (230 – 3941)	43,2 (32,0 – 78,0)	0,048 (0,022 - 0,14)

Lyr ble tatt som bifangst i det store brosmes-, lange- og bifangstprosjektet, der totalt 31 lyr ble analysert. Lyr fisket ved U-864 i denne undersøkelsen hadde kvikksølvkonsentrasjoner på nivå med lyr fra kysten av Norskehavet (Frantzen og Måge 2016). Gjennomsnittskonsentrasjonen av 100 lyr analysert gjennom stikkprøvebasert overvåking i 2014 var 0,14 mg/kg våtvekt NIFES 2017. Resultatene fra Fedje tyder altså på at kvikksølvnivået i lyr ikke er forhøyet.

Lange prøvetatt i mai hadde en gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon på 0,19 mg/kg våtvekt (Tabell 7), som er på samme nivå som lange fisket både ved kysten av Vestlandet og i åpent hav i Nordsjøen, der gjennomsnittskonsentrasjon var 0,17 mg/kg våtvekt i den store brosmes-, lange- og bifangstundersøkelsen (Frantzen og Måge 2016). Lange prøvetatt i september hadde konsentrasjoner betydelig lavere enn dette, med et gjennomsnitt på 0,11 mg/kg. Forskjellen mellom mai og september kan til dels skyldes størrelse, da langene prøvetatt i mai var større enn langene prøvetatt i september, i gjennomsnitt (Tabell 7). Men innenfor samme størrelsesgruppe var det også høyere kvikksølvnivå i lange prøvetatt i mai sammenlignet med lange prøvetatt i september. Det kan muligens ha med fiskens ernæringsstatus å gjøre.

Skjellbrosme hadde gjennomsnittlig kvikksølvnivå 0,10 og 0,12 mg/kg våtvekt i henholdsvis mai og september, og også for denne arten var det trolig størrelsen som var grunnen til de ulike nivåene. Gjennomsnittsnivået i september var det samme som gjennomsnittet av 59 skjellbrosmer tatt som bifangst i ulike områder i det store kartleggingsprogrammet i 2013-2015 (Frantzen og Måge 2016), hvorav to skjellbrosmer prøvetatt i Fensfjorden hadde konsentrasjoner på hhv. 0,11 og 0,13 mg/kg.

Sei ble bare prøvetatt i september og hadde lavest gjennomsnittlig kvikksølvnivå av alle de undersøkte fiskeartene, med 0,048 mg/kg våtvekt (Tabell 4). Til sammenligning hadde sei fra kysten av

Nordsjøen i basisundersøkelsen for sei gjennomsnittskonsentrasjon på 0,065 mg/kg våtvekt, og sei fra åpent hav i Nordsjøen et gjennomsnitt på 0,066 mg/kg våtvekt ((Nilsen, 2013 #449)). De ulike nivåene skyldes i alle fall delvis ulik størrelse på fisken. I motsetning til flere av de andre fiskeslagene som ble analysert, er sei fisk som vandrer mye (Havforskningsinstituttet, 2016), og det kan være en av forklaringene på de lave kvikksølvnivåene i sei sammenlignet med de andre artene.

Lusuer hadde en gjennomsnittskonsentrasjon av kvikksølv på 0,22 mg/kg i mai og 0,17 mg/kg i september, med høyeste nivå 0,40 mg/kg våtvekt i september (Tabell 7). Utenom brosme var lusuer en av artene i denne undersøkelsen som hadde høyest kvikksølvnivå. Vi har ikke lyktes i få finne data å sammenligne med for denne arten, men nivåene målt i lusuer i denne undersøkelsen er i samme område det som er målt i noen få prøver av snabeluer og vanlig uer fra Norskehavet/Lofoten Frantzen og Måge 2016. I likhet med snabeluer og vanlig uer vokser lusuer sakte og den kan være over 20 år gammel ved en lengde på 20 cm (Nedreaas 1990), noe som kan forklare de relativt høye kvikksølvnivåene. Lusuer har imidlertid liten betydning som sjømat.

3.4.2 Bruskfisk

Av fiskeslag av gruppen bruskfisk ble det tatt 12 havmus ved U-864 i mai, 35 og 32 hågjel i henholdsvis mai og september, samt 17 og 27 svarthå i henholdsvis mai og september. Alle disse artene hadde høye kvikksølvkonsentrasjoner, det vil si med et gjennomsnittsnivå over 0,5 mg/kg våtvekt. Grenseverdien som gjelder kvikksølv er for haiartene satt høyere enn for de fleste fiskeslag, med 1,0 mg/kg våtvekt. Havmus er bruskfisk men ikke hai, og er derfor ikke omfattet av den spesielle grenseverdien som gjelder hai, men har "vanlig" grenseverdi på 0,5 mg/kg våtvekt.

Gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i de 12 prøvene av **havmus** var 0,61 mg/kg våtvekt. Dette er over den nevnte grenseverdien, men omtrent på nivå med 25 havmus tatt som bifangst ved Færøyene i 2015, der gjennomsnittlig kvikksølvnivå var 0,59 mg/kg (Frantzen og Måge 2016). Havmus fiskes ikke direkte, men tas en del som bifangst (Havforskningsinstituttet 2016). Den nyttes trolig i noen grad til produksjon av havmusleverolje, men fileten nyttes i liten eller ingen grad som mat.

Tabell 8. Vekt (g), lengde (cm) og kvikksølvkonsentrasjon (Hg, mg/kg vv) i ulike arter av bruskfisk tatt med garn ved vraket av U-864 ved prøvetaking henholdsvis i mai og september. Antall prøver (n), gjennomsnitt, minste og største verdi er vist.

Art	Mnd	N	Hel vekt (g)	Hel lengde (cm)	Hg (mg/kg vv)
			Snitt (min – maks)	Snitt (min – maks)	Snitt (min – maks)
Havmus <i>Chimaera monstrosa</i>	mai	12	1187 (780 – 1582)	79,5 (67,5 – 88,0)	0,61 (0,30 - 0,79)
Hågjel	mai	35	600 (125 – 1186)	59,0 (38,5 – 70,0)	0,54 (0,15 - 1,5)
Galeus melastomus	sept	32	758 (264 – 1156)	63,8 (47,5 – 75,0)	0,63 (0,19 - 1,2)
	tot	67	675 (125 – 1186)	61,3 (38,5 – 75,0)	0,58 (0,15 – 1,5)
Svarthå	mai	17	187 (55 – 534)	38,9 (30,0 – 49,0)	0,64 (0,23 - 1,4)
Etmopterus spinax	sept	27	275 (159 – 393)	44,0 (39,0 – 76,0)	0,80 (0,34 - 1,2)
	tot	44	241 (55 – 534)	42,1 (30,0 – 76,0)	0,74 (0,23 – 1,4)

Filet av haiarten **hågjel** hadde en gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon på 0,54 mg/kg i mai og 0,63 mg/kg i september (Tabell 8). Største målt kvikksølvkonsentrasjon i mai og september var 1,5 og 1,2 mg/kg våtvekt. I mai var tre av 35 fisk over grenseverdien for hai på 1,0 mg/kg våtvekt, og i september var 4 av 32 fisk over denne grensen. Ulikt gjennomsnittlig kvikksølvnivå mellom de to prøvetakingene skyldes trolig ulik gjennomsnittsstørrelse (Tabell 8). Tre hågjel har blitt analysert tidligere ved NIFES, prøvetatt i åpent hav i Nordsjøen. Disse hadde litt høyere gjennomsnittlig kvikksølvnivå enn hågjel prøvetatt ved Fedje, men det er et lite datagrunnlag å nytte til sammenligning. Hågjel er lite benyttet som mat, utnyttes ikke kommersielt, og har derfor liten betydning for mattrygghet.

Svarthå er en annen liten haiart, og denne hadde gjennomsnittskonsentrasjoner av kvikksølv på henholdsvis 0,64 og 0,80 mg/kg våtvekt i mai og september (Tabell 8). Også for denne arten skyldtes høyere gjennomsnittlig kvikksølvnivå i september at fisken i snitt var større. Fire svarthå prøvetatt i mai og åtte fra september var over grenseverdien for hai på 1,0 mg/kg våtvekt. Det er interessant å merke seg at kvikksølvkonsentrasjonene i svarthå var i samme område som eller høyere enn i hågjel, mens fisken var betydelig mindre. For svarthå finnes det ikke data for sammenligning for å kunne si om nivåene ved ubåtvraket var spesielt høye i forhold til andre områder. Svarthå er i likhet med hågjel lite benyttet som mat.

3.4.3 Trollkrabbe og blyantkråkebolle

Trollkrabbe fikk vi prøver av både i mai og i september, og for denne arten analyserte vi klokjøtt og hepatopankreas rått. Kvikksølvkonsentrasjonen i klokjøtt var svært lav, i gjennomsnitt henholdsvis 0,021 og 0,025 mg/kg våtvekt i mai og september (Tabell 9). Største målte kvikksølvverdi i klokjøtt var 0,088 mg/kg våtvekt. Til sammenligning hadde rått klokjøtt av taskekrabbe en gjennomsnittlig konsentrasjon av totalkvikksølv på 0,17 mg/kg (Tabell 5). Det er bare klokjøtt av trollkrabbe som er aktuell som mat, og konsentrasjonen av kvikksølv i klokjøtt var langt under grenseverdi på 0,5 mg/kg våtvekt som for krabber bare gjelder klokjøtt.

Hepatopankreas av trollkrabbene hadde høyere kvikksølvnivå og viste større variasjon enn klokjøttprøvene (Tabell 9). Gjennomsnittskonsentrasjon av kvikksølv i hepatopankreas av trollkrabbe var 0,14 mg/kg i mai og 0,39 mg/kg våtvekt i september. I september var altså gjennomsnittskonsentrasjonen høyere enn i mai, og i september var det flere krabber med nokså høye konsentrasjoner av kvikksølv, med fire krabber med konsentrasjoner mellom 0,64 og 3,5 mg/kg våtvekt. I trollkrabber prøvetatt i mai var høyeste kvikksølvnivå i hepatopankreas 0,27 mg/kg våtvekt. Forskjellene var ikke knyttet til størrelse. En sannsynlig forklaring på forskjellene kan, som for taskekrabbe, være at prøvetakingen i september ble gjort nærmere vraket enn prøvetakingen i mai (Figur 2), og at flere av trollkrabbene fanget i september har fått i seg en del av det kvikksølvet som er i sedimentet like rundt vraket. Det er dessverre ikke analysert metylkvikksølv i disse prøvene, men det

Tabell 9. Vekt (g), skallbredde eller -diameter (mm) og kvikksølvkonsentrasjon (Hg, mg/kg vv) i trollkrabbe og blyantkråkebolle tatt med garn ved vraket av U-864 ved prøvetaking henholdsvis i mai og september. Antall prøver (n), gjennomsnitt, minste og største verdi er vist.

Art	Organ	Mnd	N	Hel vekt (g)	Bredde/diam (mm)	Hg (mg/kg vv)
Trollkrabbe	Hep	mai	43	230 (29 - 738)	73,6 (42,2 – 104)	0,143 (0,013 - 0,27)
Lithodes maja	Hep	sept	36	191 (43 – 447)	70,7 (46,3 – 99,1)	0,39 (0,028 - 3,5)
	Hep	tot	79	208 (29 – 738)	72,3 (42,2 – 104)	0,25 (0,013 – 3,5)
	Klo	mai	45	224 (29 – 738)	72,9 (42,2 – 104)	0,021 (0,006 – 0,072)
	Klo	sept	40	207 (43 – 677)	72,0 (46,3 – 106)	0,025 (0,008 - 0,088)
	Klo	tot	85	216 (29 – 738)	72,5 (42,2 – 106)	0,023 (0,006 – 0,088)
Blyantkråkebolle <i>Cidaris cidaris</i>	Rogn	mai	9	133 (94 – 191)	58,8 (54,0 – 81,0)	0,154 (0,042 - 0,22)

er sannsynlig at de forhøyede hepatopankreasnivåene ikke skyldes metylkvikksølv, men metallisk kvikksølv fra vraket.

Blyantkråkebolle (*Cidaris cidaris*) er en dyptlevende kråkebolleart som ikke nyttes mye som mat, men vi fikk noen i garn ved prøvetakingen i mai og valgte å analysere rogn for kvikksølv. Kvikksølvkonsentrasjonen i rogn varierte fra 0,042 til 0,22 mg/kg våtvekt med et gjennomsnitt på 0,15 mg/kg. Vi har ikke data på andre kråkeboller å sammenligne med for å kunne si nivået i disse kråkebollene kan være forhøyet eller ikke.

4 Konklusjoner

Av til sammen 92 brosme analysert for kvikksølv nær vraket av U-864 i mai, august og september 2016, hadde 15 kvikksølvnivå i filet over EUs og Norges grenseverdi for humant konsum på 0,5 mg/kg våtvekt. Ni av disse var prøvetatt fire nautiske mil sør for vraket i august, fem ved vraket i mai og en ved vraket i september. Alle brosmene som var over grenseverdien, var forholdsvis store (3 – 7,5 kg), og det relativt høye antallet overskridelser skyldtes at det ble tatt flere stor fisk dette året enn tidligere. Dette skyldtes ikke fangstmetode, ettersom mange av de store fiskene ble tatt ved den ordinære prøvetakingen med teiner i august. Gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon var under grenseverdien ved alle prøvelokalitetene.

Sett i forhold til fiskens størrelse var det ikke forhøyet kvikksølvnivå i brosme fanget ved vraket av U-864, sammenlignet med referanselokaliteter fire nautiske mil nord og fire nautiske mil sør for vraket og med bakgrunnsnivå for kysten av Vestlandet.

Det var lavere kvikksølvkonsentrasjon i brosme fisket ved vraket i september sammenlignet med brosme fisket ved vraket i mai, men dette var også knyttet til størrelse på fisken.

I de tolv årene overvåking av brosme ved U-864 har pågått, har 43 av 914 enkeltfisk, 4,7 %, vært over grenseverdien.

Ingen taskekrabber fisket ved vraket av U-864 i mai, august og september 2016 eller fire nautiske mil nord eller sør for vraket i august hadde kvikksølvnivå i klokjøtt over EU og Norges grenseverdi på 0,5 mg/kg våtvekt. Klokjøtt hadde heller ikke forhøyet nivå sammenlignet med bakgrunnsnivå for kysten, selv om det var betydelig høyere konsentrasjon ved vraket enn sør for vraket.

Brunmat av taskekrabbe prøvetatt ved vraket hadde, som tidligere, forhøyet kvikksølvkonsentrasjon sammenlignet med taskekrabbe fra de to referanselokalitetene fire nautiske mil sør og fire nautiske mil nord for vraket, og i forhold til bakgrunnsnivå for kysten. Det var ingen sammenheng mellom kvikksølvnivå og krabbens størrelse.

Fem krabber ble analysert i fersk tilstand, uten koking. Disse hadde mye høyere kvikksølvkonsentrasjon i hepatopankreas enn de kokte krabbene, med et gjennomsnitt på hele 12 mg/kg våtvekt. Metylkvikksølvkonsentrasjonen i disse krabbene var imidlertid ikke unormalt høy, og hepatopankreas fra de krabbene med høyest totalkvikksølv hadde svært lav andel metylikvikksølv, 0,2-0,7 %. Det bekrefter tidligere antakelser om at det forhøyede kvikksølvet i brunmat skyldes inntak av sediment med metallisk kvikksølv. Og det at disse krabbene som ikke var kokt og frysetørket hadde så høyt totalkvikksølv, betyr sannsynligvis at koking og/eller frysetørring medfører tap av betydelige mengder av det flyktige uorganiske eller metalliske kvikksølvet. Det er gode nyheter for mattryggheten, siden krabbe vanligvis kokes før de spises, samtidig som vi må revurdere metodene ved fremtidig overvåking for å få et "riktig" bilde. En ny metode er allerede tatt i bruk i 2017, med analyse av både kokte ferske krabber og krabber som ikke er kokt, og ingen frysetørring av brunmat.

Brunmat og klokjøtt av krabber prøvetatt i september hadde betydelig høyere kvikksølvnivå enn krabber prøvetatt i mai og august, og brunmat av krabber prøvetatt i mai hadde høyere kvikksølv enn krabber prøvetatt i august. Forskjellene skyldes sannsynligvis at prøvene ble tatt i ulik avstand fra vraket og det sterkt forurensede sedimentet rundt. Prøvene tatt i september var helt klart tatt mye nærmere vraket enn de som ble tatt i mai og august.

Kvikksølvnivå i to arter av bunnlus, *Tmetonyx cicada* og *Natanolana borealis*, prøvetatt i august, var ikke høyere ved vraket enn fire nautiske mil nord og fire nautiske mil sør for vraket. Varierende konsentrasjoner mellom ulike samleprøver var knyttet til variasjon i gjennomsnittsstørrelse.

Filet av andre fiskeslag enn brosme tatt med garn i mai og september viste ikke forhøyet kvikksølvnivå sammenlignet med det vi har av data på bakgrunnsnivå. Ingen av de andre beinfiskartene hadde høyere kvikksølvnivå enn brosme, og ingen fisk utenom brosme var over grenseverdien for kvikksølv på 0,5 mg/kg våtvekt. Lususer hadde høyest kvikksølvkonsentrasjon, med et gjennomsnitt på 0,22 mg/kg, men dette er en art med liten eller ingen betydning som mat. Lususer er en sentvoksende art som har blitt gitt en forhøyet grenseverdi på 1,0 mg/kg våtvekt sammen med vanlig uer og snabeluer. Lange hadde nest høyest kvikksølvnivå av de prøvetatte artene, med et gjennomsnitt på 0,19 mg/kg.

Havmus, hågjel og svarthå hadde høye kvikksølvnivå, som forventet. Alle hadde gjennomsnittskonsentrasjoner over 0,5 mg/kg, men grenseverdien som gjelder for haiarter er på 1,0 mg/kg våtvekt. Havmus og hågjel hadde ikke forhøyet nivå sammenlignet med noen få prøver fra åpent hav som har blitt analysert tidligere.

Trollkrabbe hadde muligens forhøyet kvikksølv i hepatopankreas på samme måte som taskekrabbe. Noen individer av trollkrabbe hadde nemlig et relativt høyt kvikksølvnivå, opp til 3,5 mg/kg våtvekt, i september da prøvene ble tatt nærmest vraket. Men konsentrasjonene i hepatopankreas av trollkrabbe var ikke like høye som de høyeste nivåene som ble målt i hepatopankreas av fersk taskekrabbe. Vi har ikke bakgrunnsdata på kvikksølv i trollkrabbe tilgjengelig for sammenligning. Det samme gjelder rogn av blyantkråkeboller, som hadde relativt høyt kvikksølvnivå sammenlignet med andre arter av kråkeboller.

Samlet sett er det ikke noe som tyder på at arbeidet i juni med å lage støttefylling i området nær ubåtvraket har medført økte kvikksølvkonsentrasjoner i organismene. Men det er behov for overvåking over lengre tid for å kunne fange opp eventuelle endrede nivåer av kvikksølv som kan oppstå på lengre sikt.

Ut fra disse resultatene ser det ut til at kvikksølvnivåene i sjømat ved U-864 er relativt stabile over tid.

5 Litteraturliste

- Bakke, S., K. L. Fjørtoft, T. Barnung og O. Ween (2011). Utnyttelse av bunnlus - Fangst, kjemisk karakterisering og potensielle anvendelsesområder. Ålesund, Møreforskning. 11-15: 53 s.
- EFSA (2012). Scientific opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. *EFSA Journal* 10(12): 2985.
- Frantzen, S. og A. Måge (2016). Fremmedstoffer i villfisk med vekt på kystnære farvann. Brosme lange og bifangstarter. Gjelder tall for prøver samlet inn i 2013 - 2015. Bergen, NIFES: 115 p. In Norwegian, English summary.
- Frantzen, S. og A. Måge (2016). Kvikksølvinnhold i fisk og annen sjømat ved vraket av U-864 vest av Fedje. Nye analyser i 2015. Bergen, NIFES: 31.
- Frantzen, S. og A. Måge (2016). Kvikksølvinnhold i fisk og annen sjømat ved vraket av U-864 vest av Fedje. Nye analyser i 2015. Bergen, NIFES: 32.
- Julshamn, K., A. Duinker, B. M. Nilsen, K. Nedreaas og A. Maage (2013). A baseline study of metals in cod (*Gadus morhua*) from the North Sea and coastal Norwegian waters, with focus on mercury, arsenic, cadmium and lead. *Marine Pollution Bulletin* 72(1): 264-273.
- Julshamn, K., A. Måge, H. Norli Skaar, K. Grobecker, L. Jorheim og P. Fecher (2007). Determination of arsenic, cadmium, mercury, and lead by inductively coupled plasma/mass spectrometry in foods after pressure digestion: NMKL Interlaboratory Study. *Journal of AOAC International* 90: 844-456.
- Knutzen, J., M. T. Schaanning og J. Skei (2002). Orienterende observasjoner av tinnorganiske forbindelser i fisk og krabbe - relasjon til spiselighet, NIVA. L.NR. 4495-2002: 26 s.
- Kvangarsnes, K., S. Frantzen, K. Julshamn, L. J. Sætre, K. Nedreaas og A. Maage (2012). Distribution of mercury in a gadoid fish species, tusk (*Brosme brosme*), and its implication for food safety. *Journal of Food Science and Engineering* 2: 603-615.
- Kystverket (2015). Oppsummering av metyleringsforsøk på kvikksølvforurensede sedimenter ved U-864, DNV GL AS Oil & Gas. 2015-8063: 58.
- Nedreaas, K. (1990). Age determination of Northeast Atlantic *Sebastes* species. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 47: 208-230.
- NIFES (2017). Sjømatdata. Retrieved 02.05.2017, 2017, from <https://sjomatdata.nifes.no/#search/>.
- Nilsen, B. M., S. Frantzen, K. Julshamn, K. Nedreaas og A. Måge (2013). Basisundersøkelse av fremmedstoffer i sei (*Pollachius virens*) fra Nordsjøen. Sluttrapport for prosjektet "Fremmedstoffer i villfisk med vekt på kystnære farvann". Bergen, NIFES: 56 s.

Rua-Ibarz, A., E. Bolea-Fernandez, A. Maage, S. Frantzen, S. Valdersnes og F. Vanhaecke (2016). Assessment of Hg pollution released from a WWII Submarine Wreck (U-864) by Hg isotopic analysis of sediments and *Cancer pagurus* tissues. *Environmental Science and Technology* 50(19): 10361-10369.

Rua-Ibarz, A., E. B. Fernandez, A. Maage, S. Frantzen, M. Sanden og F. Vanhaecke (In review). Tracing mercury pollution along the Norwegian coast via elemental and isotopic analysis of deep-water marine fish (*Brosme brosme*). *Environmental Science & Technology*.

Uriansrud, F., J. Skei og P. Stenstrøm (2005). Miljøovervåkning, strømundersøkelser, sedimentkartlegging og miljørisikovurdering knyttet til Fase 1, kartlegging og fjerning av kvikksølvforurensing ved U-864. *NIVA-rapport*, NIVA. 2092-2005: 61 s.

6 Vedlegg

Tabell A1. Kvikksølvkonsentrasjoner (mg/kg våtvekt) i filet av brosme fanget ved og i nærheten av vraket av ubåten U-864 ved Fedje fra 2005 til 2014. Hel fisk vekt (g) og Hg (mg/kg våtvekt) er vist med gjennomsnitt, minste og største verdi. Prøvene ble tatt ved vraket, og 4 nautiske mil (n mil) nord for vraket, samt 4 n mil sør.

År	Lokalitet	Dato	N	Vekt (g)			Hg (mg/kg våtvekt)			# > 0,5
				snitt	min	maks	snitt	min	maks	
2016	Ved vraket	12.05.2016	47	2292	848	4952	0,26	0,090	0,72	5
		15.08.2016	25	1739	901	2741	0,212	0,11	0,39	
		09.09.2016	20	2179	375	4576	0,18	0,055	0,78	1
	4 n mil nord	15.08.2016	25	2536	1109	5117	0,234	0,10	0,47	
	4 n mil sør	15.08.2016	25	3784	1452	7539	0,44	0,14	1,3	9
2015	Ved vraket	04.07.15	25	1318	931	2204	0,26	0,11	0,44	
	4 n mil nord	04.07.15	25	1573	960	2164	0,24	0,15	0,41	
	4 n mil sør	04.07.15	25	1791	834	4004	0,24	0,099	0,57	1
2014	Ved vraket	01.06.14	25	1424	850	2112	0,27	0,11	0,69	1
	4 n mil nord	01.06.14	25	1310	757	2270	0,25	0,13	0,38	
	4 n mil sør	01.06.14	25	1554	885	2260	0,23	0,070	0,49	
2013	Ved vraket	30.05.13	25	1194	656	1708	0,19	0,084	0,32	
	4 n mil nord	29.05.13	25	1033	434	2036	0,25	0,15	0,34	
	4 n mil sør	31.05.13	25	1401	462	4035	0,27	0,11	0,56	1
2012	Ved vraket		25	1384	528	3029	0,19	0,10	0,32	
	4 n mil nord		25	1307	451	2395	0,24	0,15	0,42	
	4 n mil sør		25	1548	680	2274	0,25	0,16	0,48	
2011	Ved vraket	10.06.11	25	1090	391	1660	0,18	0,10	0,28	
	4 n mil nord	10.06.11	25	963	449	1707	0,22	0,11	0,37	
	4 n mil sør	10.06.11	25	1472	551	2321	0,29	0,12	0,59	
2010	Ved vraket	20.05.10	25	1751	451	3540	0,32	0,14	0,46	
	4 n mil nord	20.05.10	25	1751	605	5053	0,36	0,15	0,60	
	4 n mil sør	20.05.10	25	1893	644	3209	0,27	0,13	0,80	
2009	Ved vraket	15.07.09	25	931	380	2640	0,21	0,11	0,41	
	4 n mil nord	10.07.09	25	1036	420	1900	0,35	0,21	0,54	
	4 n mil sør	22.10.09	25	837	480	1620	0,22	0,10	0,53	
2008	Ved vraket	30.06.08	25	1182	340	3360	0,33	0,16	0,73	
	2 n mil nord	30.06.08	25	1383	420	3600	0,39	0,14	0,62	
	4 n mil sør	30.06.08	25	1290	520	2780	0,42	0,28	0,58	
2007	Ved vraket	19.06.07	25	1422	540	2840	0,16	0,09	0,26	
	2 n mil nord	26.06.07	22	783	320	2160	0,24	0,10	0,39	
	4 n mil nord	22.06.07	25	1148	480	2440	0,25	0,14	0,64	
2006	Ved vraket	12.06.06	25	964	340	2080	0,22	0,13	0,49	
	1 n mil nord	13.06.06	25	1222	360	3540	0,28	0,19	0,53	
	2 n mil nord	17.06.06	25	1142	280	3000	0,28	0,16	0,53	
2005	Ved vraket	27.10.05	25	1007	539	2195	0,20	0,08	0,35	

Tabell A2. Kvikksølvkonsentrasjoner (mg/kg våtvekt) i filet av brosme fanget i området rundt U-864, der resultater er slått sammen for alle lokalitetene. For hvert år og totalt er gjennomsnitt, antall prøver (N) minste (min) og største (maks) verdi, standardavvik (SD), median samt 25 % og 75 % kvartiler (Q25 og Q75) vist.

År	Hg filet (mg/kg ww)							
	Snitt	N	Min	Maks	SD	Q25	Median	Q75
2005	0,203	25	0,082	0,35	0,052	0,18	0,20	0,24
2006	0,257	75	0,130	0,53	0,083	0,20	0,24	0,29
2007	0,217	72	0,088	0,64	0,083	0,16	0,21	0,25
2008	0,383	75	0,140	0,73	0,134	0,28	0,36	0,48
2009	0,259	75	0,100	0,54	0,103	0,17	0,24	0,34
2010	0,316	75	0,130	0,80	0,128	0,23	0,30	0,39
2011	0,227	75	0,100	0,59	0,092	0,15	0,22	0,27
2012	0,230	75	0,096	0,48	0,079	0,17	0,23	0,26
2013	0,236	75	0,084	0,56	0,086	0,17	0,22	0,29
2014	0,250	75	0,070	0,69	0,094	0,18	0,23	0,30
2015	0,247	75	0,099	0,57	0,095	0,18	0,23	0,28
2016	0,27	142	0,055	1,3	0,198	0,16	0,21	0,30
Totalt	0,26	914	0,055	1,3	0,12	0,18	0,23	0,31

Tabell A3, Kvikksølvkonsentrasjoner (Hg, mg/kg våtvekt) i brunmat av krabbe fanget ved og i nærheten av vraket av ubåten U-864 ved Fedje fra 2004 til 2012. Krabbevekt (g) og Hg er vist med gjennomsnitt, minste og største verdi. Prøvene ble tatt ved vraket, 4 nautiske mil (n mil) nord for vraket, samt 4 n mil sør for vraket.

Brunmat			Vekt (g)			Hg (mg/kg våtvekt)			
År	Lokalitet	Dato	N	snitt	min	maks	snitt	min	maks
2016	Ved vraket	12.05.2016	57	292	108	633	0,23	0,067	0,64
		15.08.2016	25	385	164	652	0,136	0,016	0,27
		09.09.2016	28	302	165	480	0,42	0,11	2,6
	4 nm nord	04.08.2016	24	462	261	808	0,077	0,033	0,17
	4 nm sør	13.08.2016	25	357	140	715	0,069	0,033	0,10
2015	Ved vraket	04.07.2015	25	334	148	554	0,21	0,042	2,4
	4 n mil nord	04.07.2015	24	374	170	671	0,15	0,075	0,24
	4 n mil sør	04.07.2015	25	358	145	635	0,090	0,039	0,20
2014	Ved vraket	01.06.2014	25	394	218	818	0,065	0,016	0,17
	4 n mil nord	01.06.2014	25	395	247	632	0,11	0,012	0,22
	4 n mil sør	01.06.2014	25	423	235	1026	0,077	0,019	0,44
2013	Ved vraket	05.06.2013	25	339	159	515	0,21	0,099	0,39
	4 n mil nord	29.05.2013	25	349	199	742	0,21	0,059	0,44
	4 n mil sør	05.06.2013	25	431	247	788	0,12	0,042	0,28
2012	Ved vraket	18-21.06.12	25	395	205	689	0,17	0,056	0,33
	4 n mil nord	18-21.06.12	25	387	182	636	0,18	0,050	0,54
	4 n mil sør	18-21.06.12	25	427	249	742	0,13	0,049	0,33
2011	Ved vraket	10.06.11	25	386	182	634	0,17	0,040	0,70
	4 n mil nord	10.06.11	25	308	183	457	0,13	0,050	0,24
	4 n mil sør	10.06.11	25	385	164	704	0,16	0,031	0,34
2010	Ved vraket	20.05.10	23	343	136	578	0,09	0,04	0,20
	4 n mil nord	20.05.10	24	272	155	417	0,12	0,04	0,21
	4 n mil sør	20.05.10	22	371	200	577	0,06	0,03	0,13
2009	Ved vraket	16.11.09	25	375	212	531	0,07	0,01	0,26
	4 n mil nord	16.11.09	21	457	260	718	0,05	0,03	0,12
	4 n mil sør	16.11.09	24	505	316	754	0,05	0,03	0,10
2008	Ved vraket	30.06.08	23	314	217	463	0,26	0,08	0,77
	2 n mil nord	30.06.08	18	373	144	675	0,21	0,09	0,49
	4 n mil sør	30.06.08	17	368	209	685	0,18	0,06	0,34
2007	Ved vraket	19.06.07	25	326	168	485	0,29	0,11	1,3
	2 n mil nord	20.06.07	22	377	162	621	0,24	0,05	1,7
	4 n mil nord	21.06.07	24	333	137	558	0,16	0,06	0,29
2006	Ved vraket	17.06.06	25				0,19	0,06	0,34
	1 n mil nord	13.06.06	24				0,22	0,04	0,41
	2 n mil nord	17.06.06	25				0,18	0,08	0,33
2005	Ved vraket	27.10.05	25	350	199	486	0,26	0,09	0,56
2004	Ved vraket	16.1.04	24				0,20	0,08	0,50

Tabell A4, Kvikksølvkonsentrasjoner (Hg, mg/kg våtvekt) i klokjøtt av krabbe fanget ved og i nærheten av vraket av ubåten U-864 ved Fedje fra 2004 til 2012. Krabbevekt (g) og Hg er vist med gjennomsnitt, minste og største verdi. Prøvene ble tatt ved vraket, 4 nautiske mil (n mil) nord for vraket, samt 4 n mil sør for vraket.

Klokjøtt			Skallbredde (cm)			Hg (mg/kg våtvekt) EU-grense: 0,5			
År	Lokalitet	Dato	N	snitt	min	maks	snitt	min	maks
2016	Ved vraket	12.05.2016	48	13,6	11,1	17,2	0,096	0,046	0,26
		15.08.2016	25	13,8	11,8	16,6	0,114	0,031	0,27
		09.09.2016	27	13,1	11,6	15,3	0,151	0,073	0,40
	4 nm nord	04.08.2016	23	15,0	12,7	16,9	0,084	0,040	0,15
	4 nm sør	13.08.2016	23	13,6	10,4	17,1	0,070	0,026	0,15
2015	Ved vraket	04.07.2015	25	13,5	10,8	16,5	0,082	0,032	0,14
	4 n mil nord	04.07.2015	24	14,0	10,5	17,2	0,084	0,033	0,16
	4 n mil sør	04.07.2015	25	13,7	10,0	16,7	0,079	0,031	0,20
2014	Ved vraket	01.06.2014	25	14,2	11,3	17,9	0,074	0,024	0,14
	4 n mil nord	01.06.2014	25	14,4	12,0	16,9	0,094	0,019	0,29
	4 n mil sør	01.06.2014	24	14,4	12,0	18,0	0,075	0,019	0,18
2013	Ved vraket	05.06.2013	25	13,6	11,4	16,5	0,10	0,045	0,19
	4 n mil nord	29.05.2013	25	13,6	11,4	17,2	0,12	0,033	0,21
	4 n mil sør	05.06.2013	25	14,1	11,7	16,5	0,10	0,037	0,20
2012	Ved vraket	18-21.06.12	25	14,0	10,8	18,0	0,11	0,032	0,32
	4 n mil nord	18-21.06.12	25	14,2	11,1	17,0	0,11	0,039	0,27
	4 n mil sør	18-21.06.12	25	14,4	11,6	17,6	0,10	0,046	0,21
2011	Ved vraket	10.06.11	25	13,6	10,5	16,7	0,15	0,039	0,48
	4 n mil nord	10.06.11	25	12,8	10,7	15,4	0,085	0,002	0,18
	4 n mil sør	10.06.11	24	14,0	10,7	16,6	0,097	0,034	0,18
2010	Ved vraket	20.05.10	25	14,3	10,8	17,5	0,07	0,02	0,17
	4 n mil nord	20.05.10	25	13,3	10,3	18,9	0,07	0,02	0,23
	4 n mil sør	20.05.10	25	14,2	11,3	16,2	0,06	0,02	0,18
2009	Ved vraket		25	14,7	13,0	17,0	0,11	0,05	0,22
	4 n mil nord		21	14,5	11,7	17,1	0,11	0,05	0,25
	4 n mil sør		24	15,2	12,7	17,4	0,11	0,05	0,17
2008	Ved vraket	30.06.08	23	13,5	12,0	16,0	0,16	0,07	0,26
	2 n mil nord	30.06.08	18	14,0	12,0	17,0	0,14	0,06	0,30
	4 n mil sør	30.06.08	17	13,9	12,0	16,5	0,14	0,04	0,29
2007	Ved vraket	19.06.07	25	13,8	11,0	17,0	0,13	0,03	0,27
	2 n mil nord	20.06.07	23	14,1	12,0	17,0	0,14	0,07	0,31
	4 n mil nord	21.06.07	22	14,1	11,0	18,0	0,14	0,06	0,27
2006	Ved vraket	17.06.06	25				0,15	0,04	0,60
	1 n mil nord	13.06.06	24				0,15	0,05	0,45
	2 n mil nord	17.06.06	25				0,12	0,05	0,21
2005	Ved vraket	27.10.05	25				0,18	0,08	0,37

Tabell A5 Konsentrasjon av kvikksølv (mg/kg våtvekt) i samleprøver av *Natolana borealis* og *Tmetonyx cicada*, prøvetatt henholdsvis ved vraket av U-864, fire nautiske mil (nm) nord for vraket og fire nm sør for vraket i 2016, 2015, 2014 og 2013.

Uttakssted	Uttaksdato	N	Isopode, <i>Natolana borealis</i>	Amfipode, <i>Tmetonyx cicada</i>
			Hg (mg/kg vv)	Hg (mg/kg vv)
Ved vraket	15.08.2016	3	0,042 (0,030 - 0,063)	0,0385 (0,037 - 0,041)
4 nm nord	15.08.2016	3	0,0346 (0,030 - 0,043)	0,0388 (0,036 - 0,044)
4 nm sør	15.08.2016	3	0,072 (0,045 - 0,12)	0,0570 (0,056 - 0,059)
Ved vraket	06.07.2015	3*	0,050 (0,034 - 0,061)	0,039 (0,034 - 0,043)
4 nm nord	06.07.2015	3*	0,040 (0,040 - 0,042)	0,045 (0,043 - 0,047)
4 nm sør	06.07.2015	3*	0,025 (0,024 - 0,027)	0,044 (0,043 - 0,047)
Ved vraket	26.06.2014	1*	0,033	0,034
4 nm nord	26.06.2014	1*	0,034	0,037
4 nm sør	26.06.2014	1*	0,036	0,036
Ved vraket	31.05.2013	1*	0,085	0,059
4 nm nord	29.05.2013	1*	0,091	0,052
4 nm sør	06.06.2013	1*	0,080	0,063

*Samleprøve av >100 individer

Tabell A6. Kvikksølvkonsentrasjoner i krabbe fanget i området rundt U-864, der resultater er slått sammen for alle lokalitetene. For hvert år og totalt er gjennomsnitt, antall prøver (N) minste (min) og største (maks) verdi, standardavvik (SD), median samt 25 % og 75 % kvartiler (Q25 og Q75) vist for henholdsvis klokjøtt og innmat.

År	Hg klo									Hg innmat						
	Mean	N	Min	Max	SD	Q25	Median	Q75	Mean	N	Min	Max	SD	Q75	Median	Q75
2005	0,177	25	0,083	0,37	0,065	0,14	0,17	0,20	0,26	25	0,090	0,56	0,12	0,17	0,24	0,34
2006	0,138	74	0,040	0,60	0,084	0,090	0,12	0,16	0,198	74	0,040	0,41	0,073	0,15	0,19	0,24
2007	0,139	70	0,033	0,31	0,063	0,089	0,12	0,18	0,23	71	0,053	1,70	0,24	0,14	0,19	0,24
2008	0,146	58	0,041	0,30	0,064	0,084	0,14	0,19	0,22	58	0,059	0,77	0,14	0,13	0,19	0,26
2009	0,110	70	0,050	0,25	0,045	0,080	0,10	0,13	0,057	70	0,010	0,26	0,034	0,040	0,050	0,06
2010	0,069	75	0,020	0,23	0,039	0,040	0,060	0,080	0,089	69	0,030	0,21	0,048	0,050	0,080	0,12
2011	0,110	74	0,002	0,48	0,077	0,066	0,092	0,13	0,153	75	0,031	0,70	0,095	0,089	0,14	0,21
2012	0,106	74	0,032	0,32	0,059	0,061	0,086	0,14	0,160	75	0,049	0,54	0,092	0,084	0,14	0,21
2013	0,110	75	0,033	0,21	0,043	0,077	0,10	0,13	0,181	75	0,042	0,44	0,085	0,12	0,17	0,22
2014	0,081	75	0,019	0,29	0,052	0,045	0,069	0,11	0,083	73	0,012	0,44	0,065	0,042	0,066	0,12
2015	0,0817	74	0,031	0,20	0,038	0,051	0,074	0,10	0,15	74	0,039	2,4	0,27	0,079	0,11	0,17
2016	0,103	146	0,026	0,40	0,055	0,065	0,090	0,13	0,20	159	0,016	2,6	0,24	0,081	0,15	0,25
Alle	0,109	890	0,002	0,60	0,063	0,065	0,094	0,14	0,16	898	0,010	2,6	0,17	0,074	0,14	0,21

Tabell A7. Prøvefiske ved U-864 i mai 2016. Oversikt over stasjoner og antall individer som ble tatt av de ulike artene ved hver stasjon. Posisjoner er oppgitt som grader, minutter og desimalminutter.

Stasjon	Dato	Pose	Posisjon (fra-til)	Taskekrabbe	Trollkrabbe	Brosme	Hågjel	Lyr	Lusuer	Svarthå	Skjellbrosme	Havmus	Lange	Blyantkråkebolle	Sei	Torsk	Pigghå	Piggtron?	Lomre	Breflabb	Sypike	Ilkjeer?	Gråsteinbit	Flekkhå
5-2	09.mai	5	60.45.18 - 4.37.004	6	2				2	1	2	1		3			1							
5-3	12.mai	1	60.45.44 - 4.36.42 - 60.45.59 - 4.36.00	4	4	1	3		1	8	1						1							
5-4	10.mai	14	60.45.53 - 4.37.91 - 60.45.91 - 4.37.80	4	3	5	2				2	1	2					3					1	
5-5	12.mai	9	60.45.61 - 4.37.07 - 60.45.96 - 4.37.06	1	1	8					2	1												
5-6	11.mai	8	60.45.65 - 4.38.23 - 60.45.80 - 4.38.26	4	2	1	3	6						3	2	1								
5-7	11.mai	12	60.45.81 - 4.36.68 - 60.45.97 - 4.36.52	6	8		6																	
5-7	11.mai	13	60.45.81 - 4.36.68 - 60.45.97 - 4.36.52	3	4	6			6														1	
5-7	11.mai	15	60.45.81 - 4.36.68 - 60.45.97 - 4.36.52			3																		
5-7	11.mai	16	60.45.81 - 4.36.68 - 60.45.97 - 4.36.52	6	14	4	7			8	4	3											2	
5-8	11.mai	20	60.45.96 - 4.58.99 - 60.46.12 - 4.38.38					18																
5-9	12.mai	10	60.46.03 - 4.38.71 - 60.46.19 - 4.38.73	1	2		2	3					1			1								
5-10	10.mai	21	60.46.03 - 4.36.26 - 60.46.19 - 4.36.22										1											
5-11	09.mai	3 eller 6	60.46.05 - 4.38.45	5	6	1	1	4	1				1	2										
5-11	10.mai	18	60.46.05 - 4.38.45	3	5	5	2	3									1						1	1
5-11	11.mai	3 eller 6	60.45.96 - 4.38.79 - 60.46.12 - 4.38.38	6					3				1		2	1							1	
5-12	10.mai	19	60.46.66 - 4.37.91 - 60.46.19 - 4.37.62	3	4	1	5				3	1	1				1							
5-13	09.mai	2	60.46.76 - 4.37.85 - 60.46.92 - 4.37.75	2	3	2	7		1		1	3		1									1	
5-14	09.mai	11	60.46.88 - 4.37.11 - 60.47.06 - 4.37.04	4		3						1		2										
5-14	10.mai	17	60.46.88 - 4.37.11 - 60.47.06 - 4.37.04	5	3	4	5		5		1		1											
5-15	12.mai	7	60.46.97 - 4.37.12 - 60.46.62 - 4.37.23	2		3			1		1	1	3			1								
-	09.mai	4	60.46.96 - 4.37.11 - 60.46.92 - 4.37.75																				1	
Alle stasjoner, mai				65	61	47	43	34	20	17	17	12	11	11	4	4	3	3	2	1	1	1	1	1

Tabell A8. Prøvefiske ved U-864 i september 2016. Oversikt over stasjoner og antall individer som ble tatt av de ulike artene ved hver stasjon. Posisjoner er oppgitt som grader, minutter og desimalminutter.

Stasjon	Dato	Posisjon	Lusuer	Trollkrabbe	Lyr	Sei	Svarthå	Hågjell	Lange	Taskekrabbe	Skjellbosme	Brosme	Torsk	Havmus	Uer	Breiflabb	Vassild	Gapeflyndre	Pigghå	Lomre	Skjellbrosme	
9-1	07.sep	60.45.921 - 04.37.356	10	9		9			5	9	5		4			1		1				
9-1	08.sep	60.45.921 - 04.37.356	7	8	11		3	2	3	3		1	1									
9-1	09.sep	60.45.921 - 04.37.356	9	5	4	5			3	4	2	1	1									
9-2	07.sep	60.46.160 - 4.37.540	10	7	9	9	7	10	1	10	2	3	1				1					
9-2	08.sep	60.46.160 - 4.37.540	10	3	10	2			2	2		4	1				1					
9-2	09.sep	60.46.160 - 4.37.540	10	7	4	3	1	4	2		1	4	1	1								
9-3	07.sep	60.46.170 - 4.37.118	2	9	7	1	3	3	4	3	5	1		3		1						
9-3	08.sep	60.46.170 - 4.37.118	3	3	2	1	1	2	6		3		2	2	1	1						
9-3	09.sep	60.46.170 - 4.37.118	3		7	1		2	2		1	1	1									
9-4	07.sep	60.46.270 - 4.37.240	2	10	4	3	10	10	5	4	3		1		1			1				
9-4	08.sep	60.46.270 - 4.37.240	7	6	4	1	6	2	2	1	2	3	2	2	1							
9-4	09.sep	60.46.270 - 4.37.240	3	3	7	4	6	2	1		2	3										
Alle stasjoner, september			76	70	69	39	37	37	36	36	26	21	15	8	3	3	2	2	0	0	0	

Retur: Havforskningsinstituttet, Postboks 1870 Nordnes, NO-5817 Bergen

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
Institute of Marine Research

Nordnesgaten 50 – Postboks 1870 Nordnes
NO-5817 Bergen
Tlf.: +47 55 23 85 00
E-post: post@hi.no

www.hi.no

