KVIKKSØLVINNHOLD I SJØMAT VED VRAKET AV U-864 VEST AV FEDJE

Resultater fra fast overvåkning i 2017

Sylvia Frantzen, Monica Sanden og Amund Måge (Havforskningsinstituttet)

RAPPORT FRA HAVFORSKNINGEN NR. 2019-9

Tittel (norsk og engelsk):

Kvikksølvinnhold i sjømat ved vraket av U-864 vest av Fedje

Mercury contents in seafood at the wreck of U-864 off Fedje, western Norway

Undertittel (norsk og engelsk):

Resultater fra fast overvåkning i 2017

Results of regular monitoring in 2017

Rapportserie:	**År - Nr.:**	**Dato:**
Rapport fra Havforskningen ISSN:1893-4536	2019-9	25.02.2019

Forfatter(e):

Sylvia Frantzen, Monica Sanden og Amund Måge (Havforskningsinstituttet)

Godkjent av: Forskningsdirektør(er): *Gro-Ingunn Hemre*
Programleder(e): *Livar Frøyland*

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr:

15224

Oppdragsgiver(e):

Kystverket

Oppdragsgivers referanse:

3260BHPM

Program:

Trygg og sunn sjømat

Faggruppe(r):

Fremmed- og smittestoff

Antall sider:

36

Sammendrag (norsk):

Denne rapporten viser resultater fra 2017 i den årlige overvåkningen for Kystverket av kvikksølv i sjømat ved ubåtvraket U-864 vest av Fedje. Vi analyserte prøver av brosmefilet samt rå og kokt taskekrabbe. Kun én av 69 brosmer hadde kvikksølvnivå i filet over grenseverdien for mattrygghet, og kvikksølvnivået var ikke høyere enn bakgrunnsnivået for kysten av Vestlandet. Klokjøtt av krabbe hadde bare kvikksølvnivåer under gjeldende grenseverdier, men kvikksølvnivået i krabbe fanget ved vraket var til dels forhøyet sammenlignet med referanselokaliteter og bakgrunnsnivå. Krabbene med høyest nivå av totalkvikksølv hadde lavt nivå av metylkvikksølv, og kan ha fått i seg metallisk kvikksølv fra sedimentet rundt ubåten. Koking av krabbe medfører tap av uorganisk kvikksølv fra hepatopankreas, mens innholdet av metylkvikksølv forblir uendret. Kvikksølvnivåene i sjømat rundt ubåtvraket har vært overvåket siden 2004/2005, og viser ingen økende eller avtakende trend.

Sammendrag (engelsk):

This report presents the 2017 results from the annual monitoring for the Norwegian Coastal Administration on mercury in seafood near the wreck of U-864 west of Fedje. We analysed samples of tusk fillet and raw and cooked brown crab. Only one of 69 tusk had mercury levels above the maximum level (ML) for food safety, and the mercury level in tusk was not higher than the background level for the coast of south-west Norway. All samples of claw meat of crab were below ML for mercury, however, the mercury levels in crab sampled close to the wreck were in part elevated compared with reference areas and background levels. The crabs having the highest levels of total mercury had low levels of methyl mercury, and may have ingested metallic mercury from the contaminated sediment around the submarine wreck. Cooking of crab leads to loss of inorganic mercury from hepatopancreas, while the methyl mercury content remains constant. The mercury levels in seafood around the submarine wreck have been monitored since 2004/2005, showing no increasing or decreasing trend.

Innhold

1 Innledning 5

2 Materiale og metoder 7

2.1 Prøveinnsamling 7

2.2 Opparbeiding og analyse 9

3 Resultater og diskusjon 10

3.1 Brosme 10

3.2 Krabbe 13

3.3 Krabber fisket ved vraket, fire mil nord og fire mil sør 15

3.4 Sammenligning med bakgrunnsnivå for kysten 17

3.5 Analyse av rå versus kokte krabber 20

3.6 Kvikksølvnivå i kokte krabber over tid 22

4 Konklusjoner 24

5 Litteraturliste 26

6 Vedlegg 29

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, 2011a; 2011b; 2014; 2018; Haldorsen m.fl., 2013; 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 analyserte vi fra 2013 til 2016 prøver av dypvannsisopoder og –amfipoder, kalt "bunnlus", som det er mye av i området. Så langt, fra 2005 til 2016, 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 var inkludert.

Overvåkningen 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 sannsynligvis 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 de kokte krabbeprøvene analysert for metylkvikksølv, og disse analysene viste at 100 % av kvikksølvet i klokjøttet var i form av metylkvikksølv, men at det i brunmat var 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. Generelt, i områder med mye kvikksølvforurensning vil en større andel av totalkvikksølv eksponeringen hos fisk være uorganisk kvikksølv løst i vannet eller i sediment. Dette kjennetegner typisk fisk som har blitt utsatt for kvikksølvforurensing ved at man ser en lavere andel av metyllkvikksølv av totalt kvikksølv i lever (Grunnaleite, 2014; Julshamn et al., 1982), trolig fordi uorganisk kvikksølv løst i vannet/sediment tas direkte opp i leveren for senere å skilles ut. I "renere" områder vil en større andel av totalkvikksølv eksponeringen foreligge som metylkvikksølv fra biota og derfor vil fisk generelt i områder med mindre forurensning få det aller meste av totalkvikksølvet gjennom føden, i form av metylkvikksølv. Likevel, 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 nylig publisert (Rua-Ibarz m.fl., 2019). Resultatene støtter de tidligere antakelsene om at brosme i svært liten grad får i seg det metalliske kvikksølvet i sedimentet rundt ubåtvraket.

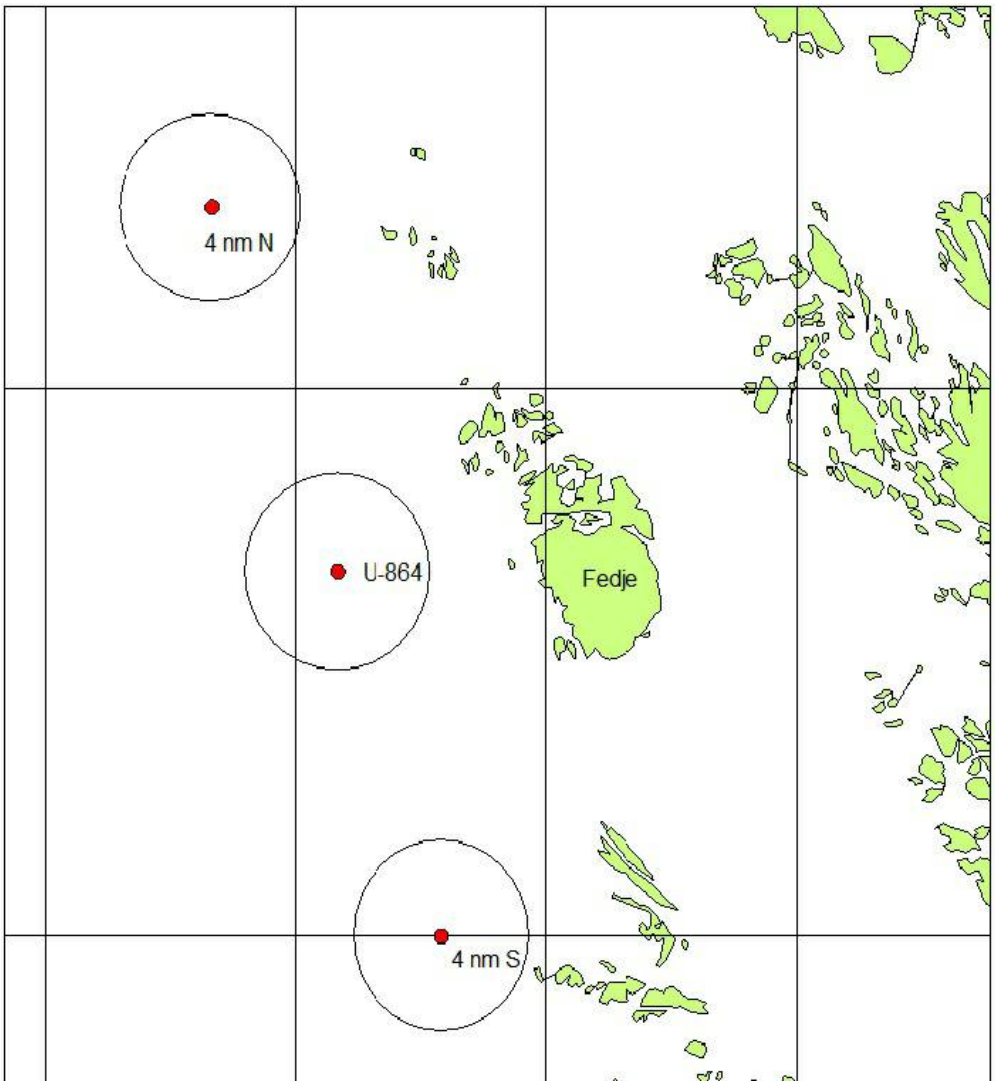
I 2016 ble fem krabber analysert uten å kokes først og uten frysetørking, og disse hadde til dels svært høye konsentrasjoner av kvikksølv, men ikke metylkvikksølv, i hepatopankreas. Derfor ble det ved prøvetakingen i 2017 besluttet å opparbeide krabbe både på den vanlige måten med koking og uten koking. Som vanlig ble det tatt prøver av krabbe og brosme ved vraket samt fire nautiske mil sør for vraket og fire nautiske mil nord for vraket. For å fortsette de gode tidsseriene ble filet av brosme, samt klokjøtt og brunmat av kokte krabber analysert for totalkvikksølv. I tillegg analyserte vi klokjøtt og hepatopankreas av rå krabber. Brunmat av kokte krabber og hepatopankreas av rå krabber ble dessuten analysert for metylkvikksølv.

2 - Materiale og metoder

2.1 – Prøveinnsamling

Vraket av U-864 ligger på 150 meters dyp omlag tre kilometer vest for øya Fedje, ved 60°46' N, 4°37' Ø. Prøvetakingen av brosme og krabbe ble gjennomført i perioden 12.-22. juni 2017 av Havforskningsinstituttets Jan Pedersen og Jarle Vedholm sammen med kystfisker Helge Torsvik med hans 43 fots fiskebåt M/K Vikingfjord (H-1-A). Prøvene ble tatt innenfor en to kilometers radius av posisjonene vist i figur 1; det vil si ved vraket, fire nautiske mil sør for vraket (4 nm S) og fire nautiske mil nord for vraket (4 nm N).

Målet var å få 25 brosme og 30 krabbe fra hver posisjon, men minimum 15 brosme og 20 krabbe. Det var utfordrende å få både brosme og krabbe, og særlig for krabbe mente fiskeren at man burde fiske tidligere på året, i mai. Den samlede fangsten i hvert område er gitt i Tabell 1. Det ble også tatt prøver av bunnlus, men disse ble ikke analysert dette året. Bunnlusene ble opprinnelig tatt med som en art på lavere nivå i næringskjeden, men vi vurderte de til å ha lite å tilføye overvåkningsprogrammet, da de ikke har betydning som mat. Dessuten finnes det ikke data på bakgrunnsnivå fra disse artene fra andre områder.



Figur 1. Map of the sea areas off Fedje indicating the sampling areas. The red points mark the positions at the site of the submarine wreck (U-864), four nautical miles south of the wreck (4 nm S) and four nautical miles north of the wreck (4 nm N). The circles mark the areas within where the fishing gear was placed (2 km radius).

*Tabell 1. Total number of individuals in the catches / number of samples analysed of tusk (*Brosme brosme*) and edible crab (*Cancer pagurus*), respectively, during sampling in June 2017. The samples were taken at the site of the U-864 wreck, four nautical miles south (4 nm S) and four nautical miles north (4 nm N) of the wreck.*

Område	Brosme	Taskekrabbe
Ved vraket	34 / 25	27 / 27
4 nm S	20 / 20	31 / 30
4 nm N	45 / 25	20 / 20

Antallet prøver fra fangsten som ble analysert er også gitt i Tabell 1. Av brosme ble det analysert i alt 70 individer; 25 individer fra området ved vraket og fra 4 nm N og 20 individer fra 4 nm S. Av krabbe ble det analysert til sammen 77 individer; 27 fra vrakområdet, 30 fra 4 nm S og 20 fra 4 nm N.

Prøvene ble hver dag fraktet til kai ved Hellesøy i Øygarden og kjørt med bud til prøvemottaket i Bergen, hvor krabbene ble opparbeidet fra fersk, levende tilstand. Brosmene ble oppbevart ved -20°C frem til opparbeiding.

2.2 – Opparbeiding og analyse

Hver fisk ble lengdemålt og veid, og fisken ble filetert og skinnet fjernet. Taskekrabbene ble registrert, kjønnsbestemt, veid, og bredden på ryggskjoldet ble målt.

Halvparten av taskekrabbene ble kokt hele, og mage ("pave") og gjeller ble fjernet før det ble tatt prøver av klokjøtt og brunmat fra hver krabbe. "Brunmat" vil si innmaten i krabbeskjellet som i tillegg til rogn og noe bindevev for det meste består av hepatopankreas (også kalt fordøyelseskjertelen, eller levermassen). Den andre halvparten av krabbene ble avlivet ved stikking med syl gjennom to nervesentre etter standard metode fra Codex Alimentarius (WHO/FAO, 2012). Deretter ble klørne fjernet og frosset ned. Skallet ble åpnet, vann fikk renne av, og deretter ble så mye som mulig av hepatopankreas plukket ut ved hjelp av en pinsett. Klokjøttet ble plukket ut etter tining av klørne.

Hver prøve ble homogenisert, og prøvene av brosmefilet og klokjøtt ble frysetørket før kvikksølvanalyse. Brunmat og hepatopankreas ble ikke frysetørket.

Før bestemmelse av totalkvikksølv med induktivt koblet plasma-massespektrometer (ICPMS) ble prøven dekomponert med syre i mikrobølgeovn slik at kvikksølvet forelå som ioner i løsning. Metoden ble beskrevet i detalj av Julshamn m.fl. (2007).

Brunmat og hepatopankreas ble også analysert for metylkvikksølv ved GC-ICPMS med isotopfortynning (Valdersnes m.fl., 2012). 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.

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

3 - Resultater og diskusjon

3.1 - Brosme

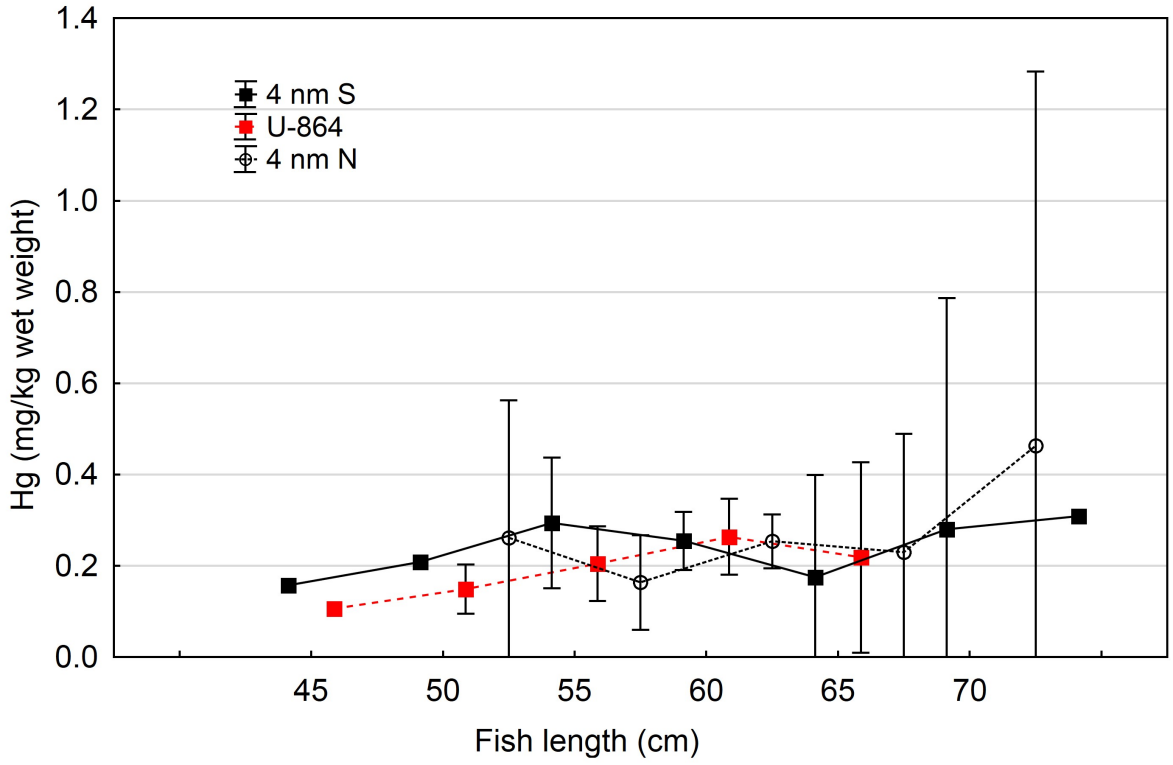
Gjennomsnittsvekt av brosmene prøvetatt i 2017 var nokså lik mellom de ulike stasjonene, fra 2,3 til 2,8 kg. Enkeltfisk varierte i vekt fra 0,80 g til 4,6 kg (Tabell 2). Brosme prøvetatt i 2017 var altså i snitt noe større enn de som har blitt tatt de fleste tidligere år og gjennomsnittet var som i 2016 (Figur 3; Tabell A1).

Kvikksølvkonsentrasjonen i filetprøver av de enkelte brosmene fanget i 2017 ved de ulike stasjonene varierte fra 0,006 til 0,53 mg/kg våtvekt (Tabell 2). Kvikksølvnivået i én enkelt fisk var over grenseverdien for mattrygghet på 0,5 mg/kg våtvekt; denne ble prøvetatt ved 4 nm S. Brosmen med kvikksølvkonsentrasjon over grenseverdien var den nest største fisken, og veide 4,3 kg. Gjennomsnittskonsentrasjonene av kvikksølv i brosme ved de ulike stasjonene var mellom 0,20 og 0,25 mg/kg våtvekt og var godt under grenseverdien for mattrygghet på 0,5 mg/kg våtvekt.

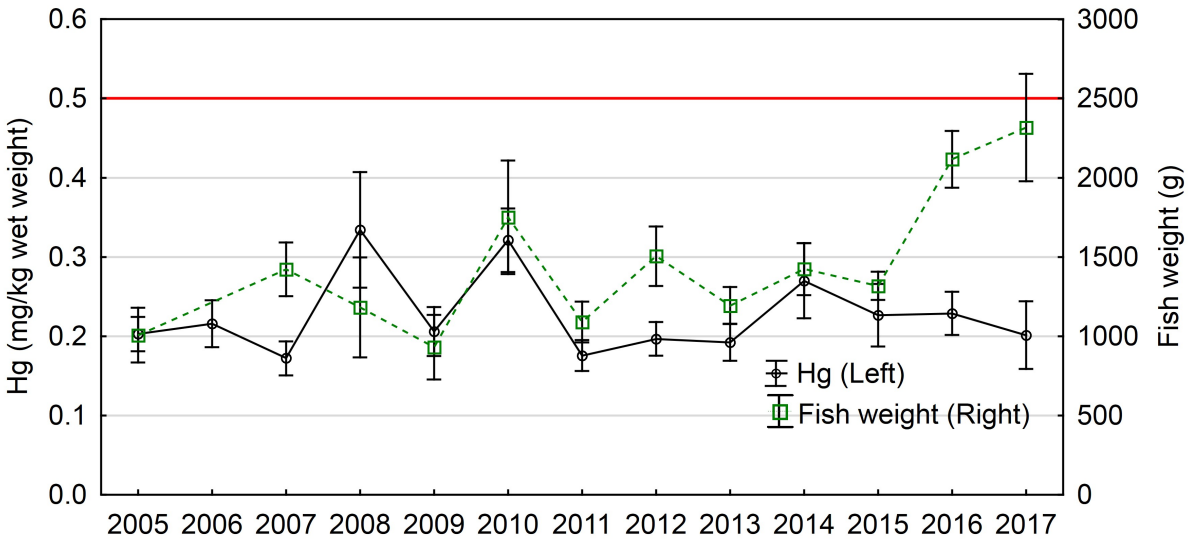
Brosme prøvetatt ved vraket hadde lavest gjennomsnittskonsentrasjon. Det var imidlertid ingen statistisk signifikant forskjell i kvikksølvkonsentrasjon mellom de tre stasjonene ved vraket, 4 nm S og 4 nm N. Det var liten sammenheng mellom kvikksølvnivå i brosme og fiskens størrelse, bortsett fra at de aller høyeste konsentrasjonene ble målt i noen av de største fiskene (Figur 2).

*Tabell 2. Fish weight (g), length (cm) and mercury concentration (Hg, mg/kg ww) in fillet of tusk (*Brosme brosme*) sampled in June 2017 at the wreck site (U-864), four nautical miles south (4 nm S) and four nautical miles north (4 nm N) of the wreck. The results are given as mean ± standard deviation, minimum and maximum values.*

Sampling station	N	Fish weight (g)	Fish length (cm)	Hg (mg/kg ww)
		Mean ± SD Min - max	Mean ± SD Min - max	Mean ± SD Min - max
U-864	25	2317 ± 823 1230 - 4085	58.6 ± 5.3 49.0 - 69.0	0.20 ± 0.10 0.013 - 0.47
4 nm N	25	2775 ± 714 1571 - 4268	61.9 ± 4.9 53.5 - 73.0	0.25 ± 0.12 0.042 - 0.53
4 nm S	19	2539 ± 940 802 - 4595	59.9 ± 7.3 42.0 - 72.5	0.24 ± 0.12 0.006 - 0.44



Figur 2. Concentration of mercury (mg/kg wet weight) in fillet of tusk caught in 2017 at the wreck of U-864, four nautical miles south (4 nm S) and four nautical miles north (4 nm N) of U-864, at different fish size intervals (<45, 45-50, 50-55, 55-60, 60-65, 65-70 and >70 cm). Means ± 95% confidence intervals are given.



Figur 3. Black solid line shows mercury concentrations (Hg, mg/kg wet weight) in fillet of tusk (Brosme brosme) caught at the wreck site of U-864 each year from 2005 to 2017, 25 fish each year except 2016 when 92 fish were analysed. Green broken line indicates fish weight (g). Means ± 95% confidence intervals are given, and the red line marks the EU and Norway's maximum level for mercury in fish for human consumption.

Brosme fanget like ved vraket av U-864 i 2017 hadde gjennomsnittlig konsentrasjon av kvikksølv på 0,20 mg/kg våtvekt, som er på nivå med de fleste år bortsett fra 2008 og 2010 da gjennomsnittskonsentrasjonene var over 0,3 mg/kg (Figur 3; tabell A1). Det var tilsynelatende en nedgang fra 2014 til 2017, men denne trenden er ikke statistisk signifikant og skyldes trolig tilfeldig variasjon. Både i 2016 og 2017 var gjennomsnittlig størrelse på fisken større enn i tidligere år, uten at kvikksølvkonsentrasjonen var høyere av den grunn. Det kan skyldes at brosme fra dette området ikke viser noen betydelig økning i kvikksølvnivå med økende størrelse opp til rundt 60 cm eller 2,4 kg (Figur 2).

Som vist i rapporten for 2016 (Frantzen m.fl., 2018), var kvikksølvnivået i brosme fisket i området rundt U-864 på nivå med brosme fisket andre steder langs kysten av Vestlandet, i åpent hav i Nordsjøen og Norskehavet, og betydelig lavere enn i brosme fisket i fjorder på Vestlandet. Det er altså ikke noe som tyder på at brosme fisket ved vraket av U-864 har forhøyet kvikksølvnivå som følge av forurensning fra vraket. Dette stemmer godt med resultatene fra en ny publikasjon som viser at isotopsammensetningen til kvikksølvet i brosmer fisket ved U-864 i 2015 er lik den i brosme fra Skagerrak og Sognefjorden (Rua-Ibarz et al. 2019).

Vi finner ikke forhøyet kvikksølvnivå i muskel av brosme fanget nær U-864 i forhold til bakgrunnsnivå for kysten eller i forhold til referansestasjonene fire nautiske mil nord og sør for U-864. Analyser av metylkvikksølv i brosmer i 2015 viste at nær 100 % av kvikksølvet i muskel av brosme er metylkvikksølv (Frantzen m.fl., 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 også med undersøkelsene som har vist at det er liten grad av metylering i sedimentet rundt U-864 (Kystverket, 2015).

3.2 – Krabbe

De 75 krabbene som ble fanget ved vraket av U-864, fire nautiske mil nord for vraket og fire nautiske mil sør for vraket i 2017 varierte i skallbredde fra 10,9 til 18,4 cm (Tabell 3). Gjennomsnittlig skallbredde av krabber prøvetatt ved de tre lokalitetene og kokt var 13,7 cm ved vraket, 15,1 cm fire mil sør for vraket og 14,5 cm fire mil nord for vraket. Av krabbene behandlet rå var gjennomsnittlig skallbredde ved alle tre lokalitetene rundt 14 cm. Det ble ikke funnet noen sammenheng mellom kvikksølvnivå og krabbenes størrelse. Unntaket var krabbe fra stasjon 4 nm S, der det var en positiv sammenheng mellom konsentrasjonen av metylkvikksølv og skallbredde ($r = 0,64$; $p<0,05$).

Kvikksølvkonsentrasjonen i klokjøtt av kokte krabber varierte fra 0,029 til 0,22 mg/kg våtvekt, med et totalt gjennomsnitt på 0,13 mg/kg våtvekt (Tabell 3; Tabell A5). Krabbene som ble behandlet uten koking hadde gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i klokjøtt på 0,094 mg/kg våtvekt, med et spenn fra 0,002 til 0,22 mg/kg våtvekt. Ingen krabbe prøvetatt i området nær vraket av U-864 i 2017 hadde konsentrasjoner av kvikksølv i klokjøtt høyere enn EUs og Norges grenseverdi på 0,5 mg/kg våtvekt som for krabbe bare gjelder klokjøtt.

*Tabell 3 Crab size and mercury concentrations in cooked and raw edible crab (*Cancer pagurus*) caught in 2017 at the wreck site of U-864, four nautical miles south (4 nm S) and four nautical miles north (4 nm N) of the wreck. For cooked crab, claw meat and brown meat (BM) were analysed, and for raw crab, claw meat and hepatopancreas (HP) were analysed. Total mercury (THg, mg/kg wet weight) was determined in all tissues, while methyl mercury (MeHg) was only determined in brown meat or hepatopancreas. MeHg results are given both as concentrations (mg/kg wet weight) and as portion of total mercury (% of THg). Results are given as means ± standard deviations, minimum and maximum values.*

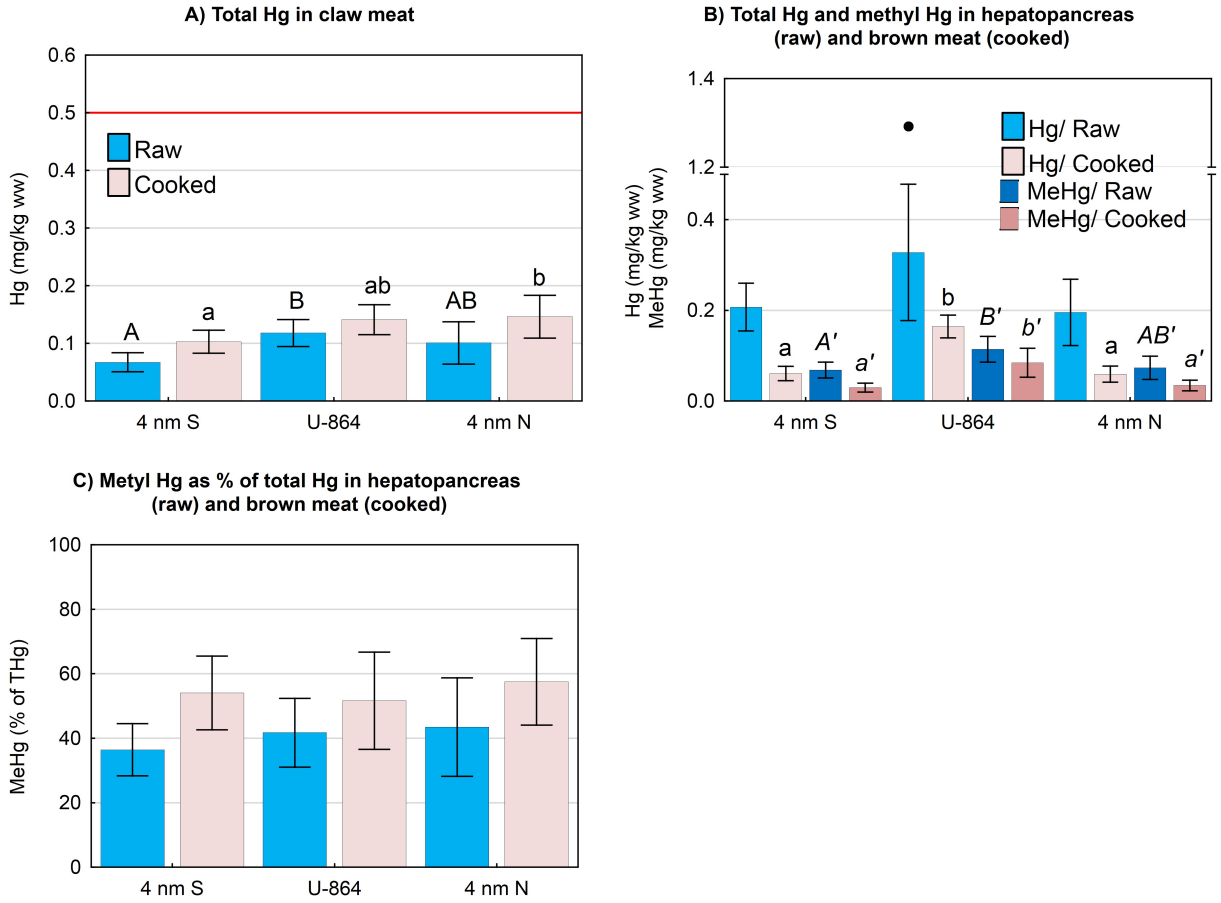
Treat-ment	Area		Width (mm)	Weight (g)	THg Claw (mg/kg ww)	THg BM/HP (mg/kg ww)	MeHg BM/HP (mg/kg ww)		MeHg BM/HP (% of THg)
		N	Mean ± SD min-max	Mean ± SD min-max	Mean ± SD min-max	Mean ± SD min-max	N	Mean ± SD min-max	Mean ± SD min-max
Cooked	U-864	11	137 ± 14 115 - 157	403 ± 141 245 - 719	0.141 ± 0.038 0.090 - 0.22	0.164 ± 0.037 0.11 - 0.25	10	0.084 ± 0.044 0.037 - 0.20	52 ± 21 30-100
	4 nm S	15	151 ± 13 129 - 172	544 ± 155 332 - 851	0.103 ± 0.036 0.029 - 0.17	0.061 ± 0.028 0.024 - 0.11	10	0.030 ± 0.014 0.011 - 0.058	54 ± 16 40 – 90
	4 nm N	10	145 ± 13 132 - 167	500 ± 136 345 - 780	0.146 ± 0.052 0.082 - 0.22	0.059 ± 0.025 0.031 - 0.10	10	0.034 ± 0.017 0.010 - 0.067	57 ± 19 30 – 90
Raw	U-864	15	141 ± 14 116 - 184	435 ± 153 245 - 878	0.118 ± 0.042 0.051 - 0.22	0.328 ± 0.272 0.20 - 1.3	15	0.114 ± 0.052 0.058 - 0.22	42 ± 19 7 – 80
	4 nm S	15 (13)	144 ± 16 109 – 173	460 ± 112 208 - 640	0.067 ± 0.030 0.12 - 0.002	0.207 ± 0.095 0.023 - 0.40	15	0.068 ± 0.031 0.015 - 0.13	36 ± 15 20 – 70
	4 nm N	9	137 ± 14 116 - 157	391 ± 124 248 - 604	0.101 ± 0.048 0.17 - 0.041	0.195 ± 0.095 0.047 - 0.33	9	0.073 ± 0.033 0.033 - 0.12	43 ± 20 20 – 80

Konsentrasjonen av totalkvikksølv i brunmat av de kokte krabbene varierte fra 0,024 til 0,25 mg/kg våtvekt, med et totalt gjennomsnitt av 36 krabber på 0,092 mg/kg (Tabell A5; Tabell 3). Av krabbene som ble analysert uten koking ble det tatt ut og analysert hepatopankreas. Konsentrasjonen av totalkvikksølv i hepatopankreas varierte fra 0,023 til 1,3 mg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 0,25 mg/kg våtvekt. Den ene verdien på 1,3 mg/kg skilte seg ut fra de andre konsentrasjonene som var opp til 0,40 mg/kg. Gjennomsnittlig metylkvikksølvkonsentrasjon i hepatopankreas var 0,087 mg/kg våtvekt (40 % av THg) og i kokt brunmat 0,049 mg/kg våtvekt (54 % av THg).

3.3 – Krabber fisket ved vraket, fire mil nord og fire mil sør

Kvikksølvkonsentrasjonen i klokjøtt av de rå krabbene prøvetatt ved vraket var gjennomsnittlig høyere, 0,12 mg/kg våtvekt, enn i de som ble tatt 4 nm S og 4 nm N for vraket, med henholdsvis 0,067 og 0,10 mg/kg (Tabell 3; Figur 4A). Det var bare signifikant forskjell mellom vrakstedet og 4 nm S. For klør av kokte krabber var det noe lavere kvikksølvkonsentrasjon sør for vraket enn ved de to andre lokalitetene, men den eneste signifikante forskjellen var mellom 4 nm S og 4 nm N.

Krabbene prøvetatt ved vraket av U-864 i 2017 hadde høyere gjennomsnittsnivå av totalkvikksølv og metylkvikksølv i brunmat og hepatopankreas enn de som ble tatt ved referansestasjonene 4 nm N og 4 nm S (Tabell 3; Figur 4B). Forskjellene var tydeligere i brunmat av kokte krabber enn i hepatopankreas av rå krabber. I kokt brunmat var både totalkvikksølv- og metylkvikksølvkonsentrasjonene signifikant høyere ved vraket enn ved 4 nm S og 4 nm N. I



Figur 4. Mercury in edible crab (Cancer pagurus) sampled in 2017 at the wreck site of U-864, four nautical miles south (4 nm S) and four nautical miles north (4 nm N) of the wreck. Results are shown for claw meat and brown meat of cooked crab and claw meat and hepatopancreas of raw crab. Concentrations are given as A) Total mercury (THg, mg/kg wet weight) in claw meat, B) Total mercury (Hg, mg/kg wet weight) and methyl mercury (MeHg, mg/kg wet weight) in brown meat and hepatopancreas, C) Methyl mercury (MeHg, % of total Hg) in brown meat and hepatopancreas. Means ± 95% confidence intervals are given. The red horizontal line define the EU and Norway's maximum level for mercury in fish for human consumption (only claw meat from crab).

hepatopankreas av rå krabbe var det bare metylkvikksølvnivået som viste signifikante forskjeller mellom lokalitetene, med signifikant lavere konsentrasjon ved 4 nm S enn ved vraket. I tidligere rapporter og i arbeidet med stabile kvikksølvisotoper i krabbe (Rua-Ibarz et al., 2016) har vi kommet til at noe forhøyede kvikksølvkonsentrasjoner i krabbe ved vraket kan skyldes at krabbene til dels får i seg kvikksølvholdig sediment, som vi finner igjen i hepatopankreas og brunmat. Dette kvikksølvet er i liten grad metylert, og det er derfor ikke forventet å finne forskjeller mellom lokalitetene i konsentrasjon av metylkvikksølv. Det at vi denne gangen fant noe høyere metylkvikksølvkonsentrasjon ved vraket sammenlignet med de to referanselokalitetene, trenger likevel ikke å bety at kvikksølvet i vrakområdet har blitt mer metylert enn før, da det kan være ulike grunner til forskjellen. Faktisk var det både ved den sørlige og nordlige lokaliteten lavere totalkvikksølvnivå i brunmat dette året enn gjennomsnittet for perioden 2008-2017, mens ved vraket var nivået i 2017 likt perioden 2008-2017 (Tabell 4). Krabbene tatt ved 4 nm S og 4 nm N hadde også uvanlig lavt tørrstoffinnhold i brunmat (snitt 15 % og 14 %), noe som kan være et tegn på dårlig kondisjon, som igjen blant annet kan bety at de har hatt liten fødetilgang og dermed mindre opptak av kvikksølv. Krabbene tatt ved vraket hadde gjennomsnittlig tørrstoffinnhold i brunmat på 28 %, noe som er mer likt langtidsgjennomsnittet (2008-2017) på 25 %. Omregnet til tørr prøve var det ikke signifikante forskjeller mellom de tre lokalitetene i hverken total- eller metylkvikksølvkonsentrasjon, men for totalkvikksølv var det en klar trend med høyere tørrstoffkonsentrasjon ved vraket enn både 4 nm S og 4 nm N (Vedlegg figur A1).

Det var samme andel metylkvikksølv av totalkvikksølv ved alle tre lokalitetene i 2017, med gjennomsnitt ved vraket, 4 nm S og 4 nm N på henholdsvis 52, 54 og 57 % i brunmat og 42, 36 og 43 % i hepatopankreas (Figur 4C). Et unntak var den ene krabben tatt ved vraket som hadde en totalkonsentrasjon av kvikksølv i rå hepatopankreas på 1,3 mg/kg våtvekt. Den hadde en metylkvikksølvkonsentrasjon på bare 0,091 mg/kg (7 %), noe som støtter forklaringen om at enkelte krabber får i seg kvikksølv fra sedimentet som ikke er metylert.

Ved tidligere års overvåkning av totalkvikksølv i krabbe fra de tre lokalitetene (fra og med 2008), har det variert fra år til år hvorvidt det har vært forskjeller mellom lokalitetene (Vedlegg tabell A1). Disse år til år-forskjellene kan skyldes ulike faktorer som for eksempel i hvilken grad vi har fått tak i krabber som har oppholdt seg i nærheten av vraket og som har fått i seg kvikksølvholdig sediment.

3.4 – Sammenligning med bakgrunnsnivå for kysten

Konsentrasjoner av kvikksølv i krabber prøvetatt ved Fedje kan sammenlignes med bakgrunnsnivå for kysten fra en større kartlegging av fremmedstoffer i krabbe i 2011 (Julshamn m.fl., 2012). Nå har vi også mulighet for å sammenligne med krabbe fra Sotra analysert gjennom doktorgradsarbeidet til Martin Wiech (Wiech, 2018). Doktorgraden fokuserte på kadmium, men som vanlig ble det brukt multielement-analyse med ICP-MS, slik at det finnes upubliserte resultater for kvikksølv.

Gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon på 0,16 mg/kg våtvekt i brunmat av kokt krabbe prøvetatt ved vraket i 2017 var høyere enn bakgrunnsnivå for kysten på 0,067 mg/kg våtvekt (Julshamn m.fl., 2012). Nivået var også høyere enn det som har vært målt i krabber prøvetatt på sørvestsiden av Sotra med gjennomsnitt på 0,059 mg/kg (upubliserte kvikksølvdata fra Wiech, 2018). Nivåene ved 4 nm S og 4 nm N var i samme konsentrasjonsområde som bakgrunnsnivået med snitt på 0,061 og 0,059 mg/kg.

Bakgrunnsnivå for totalkvikksølv i hepatopankreas var omtrent som for brunmat eller litt høyere, med gjennomsnitt ± standardavvik av 179 krabber fra Sotra på 0,080 ± 0.034 mg/kg (upubliserte kvikksølvdata fra Wiech, 2018). Kvikksølvkonsentrasjonen i hepatopankreas av krabber prøvetatt ved vraket med gjennomsnitt på 0,33 mg/kg var altså forhøyet i forhold til Sotra. Også ved de to øvrige lokalitetene var nivået i hepatopankreas høyere enn bakgrunnsnivået, med snitt på 0,20 mg/kg våtvekt.

Det kan altså se ut som om både krabbe fisket ved vraket og fire nautiske mil sør og nord for vraket har noe forhøyet totalkvikksølvnivå i brunmat og hepatopankreas sammenlignet med krabbe fisket lenger unna, ved Sotra. Dette kvikksølvet kan stamme fra vraket eller være et resultat av en mer generell forurensning. Tidligere er det vist at brunmat av krabber fra vrakstedet har en sammensetning av kvikksølvisotoper mer lik kvikksølv fra ubåtvraket enn krabber tatt 4 nm S og 4 nm N for vraket (Rua-Ibarz et al., 2016). For å undersøke dette nærmere og starte en langsiktig overvåkning er det i 2018 på nytt besluttet å analysere for stabile kvikksølvisotoper, denne gangen i prøver av både rå og kokt krabbe fra vrakområdet og 4 nm S for vraket. Prøver av rå hepatopankreas kan trolig gi enda mer

*Tabell 4. Mercury concentrations (Hg, mg/kg wet weight) in brown meat and claw meat of cooked crab (*Cancer pagurus*) and hepatopancreas (HP) and claw meat of raw crab, sampled over time at the U-864 wreck site, four nautical miles south (4 nm S) and four nautical miles north (4 nm N) of the wreck, in 2011 along the Norwegian coast (Julshamn et al. 2012) and in 2015-2016 at Sotra and in Vesterålen (Wiech, 2018). Mean ± SD, minimum and maximum values and number of samples (N) are shown.*

Area, year	Brown meat cooked Mean (median) min-max N	Claw meat cooked Mean (median) min-max N	Hepatopancr. raw Mean (median) min-max N	Claw raw Mean (median) min-max N	Reference
U-864, 2017	**0.16** ± 0.04 (0.16) 0.11 – 0.25 N = 11	**0.14** ± 0.04 (0.13) 0.090 – 0.22 N = 11	**0.33** ± 0.27 (0.11) 0.051 – 0.22 N = 15	**0.12** ± 0.04 (0.11) 0.050 – 0.22 N = 15	

U-864, 2008-2017	**0.19** ± 0.23 (0.16) 0.010 – 2.6 N = 317	**0.11** ± 0.06 (0.094) 0.021 – 0.48 N = 313	**3.2** ± 7.2 (0.30) 0.20 – 26 N = 20	0.12 ± 0.04 (0.11) 0.051 – 0.22 N = 15	
4 nm N, 2017	**0.059 ±** 0.025 (0.053) 0.032 – 0.10 N = 10	**0.15** ± 0.05 (0.14) 0.082 – 0.22 N = 10	**0.20** ± 0.10 (0.22) 0.047 – 0.33 N = 9	**0.10** ± 0.05 (0.091) 0.041 – 0.17 N = 9	
4 nm N, 2008-2017	**0.13** ± 0.08 (0.12) 0.012 – 0.53 N = 220	**0.10** ± 0.08 (0.12) 0.012 – 0.53 N = 220	-	-	
4 nm S, 2017	**0.061** ± 0.028 (0.052) 0.024 – 0.11 N = 15	**0.10** ± 0.05 (0.092) 0.002 – 0.30 N = 15	**0.21** ± 0.10 (0.20) 0.023 – 0.40 N = 15	**0.067** ± 0.030 (0.075) 0.002 – 0.12 N = 15	
4 nm S 2008-2017	**0.098** ± 0.068 (0.076) 0.019 – 0.34 N = 227	**0.092** ± 0.058 (0.083) 0.019 – 0.29 N = 228	-	-	
Sotra, 2015-2016	**0.057** ± 0.023 (0.055) 0.022 – 0.15 N = 113	**0.094** ± 0.040 (0.085) 0.020 – 0.26 N = 103	**0.080** ± 0.034 (0.074) 0.022 – 0.30	**0.069** ± 0.032 (0.060) 0.016 – 0.19	Unpublished from Wiech (2018)
Norwegian coast, 2011	**0.067** ± 0 041 (0.057) 0.015 – 0.35 N = 456	**0.095** ± 0.054 (0.082) 0.021 – 0.40 N = 466	n.a.	n.a.	Julshamn et al. (2012)

informasjon om dette enn kokt brunmat, siden vi nå ha sett at de inneholder mer kvikksølv som ikke er metylkvikksølv og som derfor er mer sannsynlig å stamme fra vraket.

Gjennomsnittlig totalkvikksølvnivå i kokt klokjøtt av krabber tatt ved vraket på 0,14 mg/kg våtvekt og nord for vraket på 0,15 mg/kg våtvekt var også litt høyere enn bakgrunnsnivået for kokt klokjøtt på 0,095 mg/kg våtvekt (Julshamn m.fl., 2012) eller 0,094 mg/kg våtvekt (Wiech, 2018, upubliserte data), og det er høyere enn langtidsmiddelet for 2008 til 2017 (Tabell4). Stasjon 4 nm S hadde en klokjøttkonsentrasjon på nivå med bakgrunnsnivået (Tabell 4). Som allerede diskutert, er det ikke slik at noe forhøyet kvikksølvnivå i klokjøtt ved vrakområdet og 4 nm N for vraket nødvendigvis stammer fra det forurensede sedimentet rundt ubåtvraket, det kan også være en større grad av generell forurensning her som tilføres med kyststrømmen. Dette kan vi forhåpentligvis også få mer svar på når krabbeprøvene fra 2018 har blitt analysert for stabile kvikksølvisotoper.

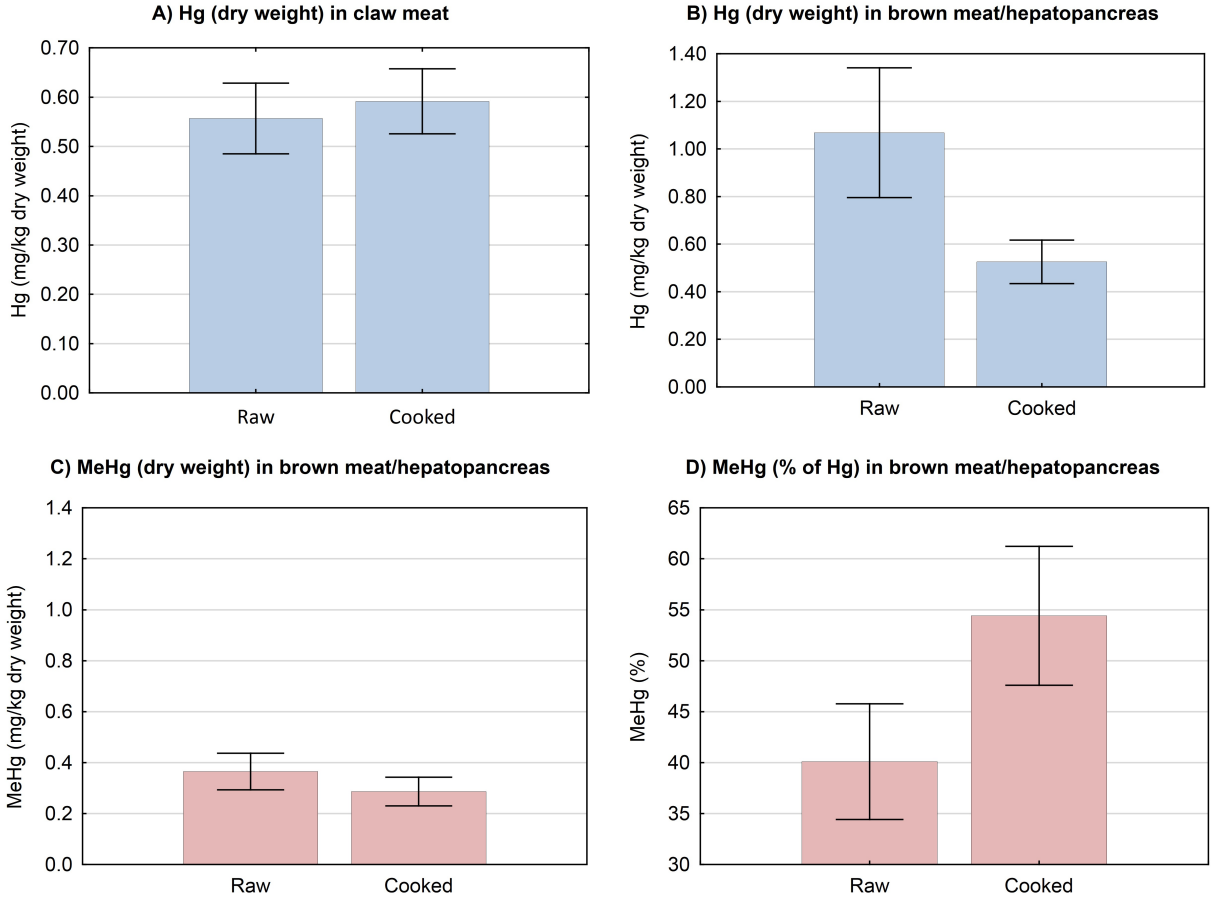
3.5 – Analyse av rå versus kokte krabber

Klokjøtt av kokt krabbe hadde til dels høyere kvikksølvkonsentrasjon enn rå krabbe (Tabell 3; Figur 4A). Dette skyldtes endret vanninnhold gjennom kokeprosessen, da kvikksølvkonsentrasjon på tørrvektsbasis ikke var forskjellig mellom rå og kokte klokjøttprøver (Figur 5A).

Det var mye større forskjell i kvikksølvkonsentrasjon mellom hepatopankreas av rå krabber og brunmat av kokte krabber, der hepatopankreas hadde betydelig høyere kvikksølvnivå enn brunmat (Tabell 3; Figur 4B). Ved vraket var gjennomsnittskonsentrasjon i hepatopankreas 0,33 mg/kg våtvekt, mens gjennomsnittskonsentrasjonen i brunmat var 0,16 mg/kg våtvekt, det vil si omlag halvparten (Tabell 3). Forskjellen var enda større ved referansestasjonene, der det var nesten tre ganger så høy gjennomsnittskonsentrasjon i hepatopankreas som i brunmat. Også for metylkvikksølv var det betydelig høyere konsentrasjoner i hepatopankreas enn i brunmat. Forskjellen for metylkvikksølv var imidlertid ikke like stor som for totalkvikksølv; ved vraket var gjennomsnittlig metylkvikksølvkonsentrasjon i hepatopankreas 0,11 mg/kg våtvekt og i brunmat 0,084 mg/kg våtvekt. Ved referanselokalitetene var forskjellen i metylkkvikksølvkonsentrasjon litt større; omtrent dobbelt så høy mellom rå hepatopankreas og kokt brunmat.

Som for klokjøtt var endring i tørrstoffinnhold nok en del av forklaringen på forskjellen mellom rå og kokte krabber. Men for totalkvikksølv var det fremdeles stor forskjell mellom rå hepatopancreas og kokt brunmat når konsentrasjoner i tørr prøve ble sammenlignet (Figur 5B). For metylkvikksølv var det ikke samme store forskjell (Figur 5C). Dette kan bety at metallisk kvikksølv til stede i hepatopankreas før koking forsvinner ut i kokeprosessen, mens metylkvikksølv er så stabilt bundet i vevet at det ikke påvirkes av koking. Dette støttes av at gjennomsnittlig andel metylkvikksølv økte fra 40 til 55 % fra før til etter koking (Figur 5D).

En faktor som vi imidlertid bør ha i mente er at vi analyserte til dels ulike vev fra henholdsvis de kokte og de ferske krabbene. Dette ble gjort fordi brunmat av kokt krabbe er den spiselige delen og den delen vi har lang tidsserie for. Når vi tok bare hepatopankreas av de rå krabbene er det fordi det er det dominerende organet som utgjør brunmaten og fordi det er organet der giftstoffer lagres tilsvarende lever hos fisk. "Hepatopankreas" består bare av hepatopankreas, mens "brunmat" også blant annet kan inneholde noe gonader og bindevev. Gonader og bindevev er trolig mer lik muskel som binder metylkvikksølv men ikke uorganiske kvikksølvformer, mens hepatopankreas er et fordøyelsesorgan som kan inneholde andre kvikksølvformer som krabben har fått i seg. Dermed kan en tenke seg at dersom metylkvikksølvkonsentrasjonen hadde blitt analysert i rå brunmat som inneholder alle de vevene vi spiser, ville metylkvikksølvkonsentrasjonen (tørrvekt) kanskje ha vært høyere i de rå krabbene, og den totale kvikksølvkonsentrasjonen ville muligens ha vært noe lavere. Den reelle fordelingen mellom ulike vev i brunmaten er ikke kvantifisert her. Likevel, brunmaten inneholder i



Figur 5. Dry weight concentrations of mercury in raw versus cooked crab sampled at U-864, 4 nm S and 4 nm N in 2017. A) Total mercury (THg, mg/kg dry weight) in claw meat, B) THg (mg/kg dry weight) in hepatopancreas (HP) of raw crab or brown meat of cooked crab, C) Methyl mercury (MeHg, mg/kg dry weight) in HP of raw crab or brown meat of cooked crab and D) MeHg portion (% of THg) in HP or raw crab or brown meat of cooked crab.

hovedsak hepatopankreas, og det er forventet at dette organet bidrar mest til den totale kvikksølvkonsentrasjonen i brunmat.

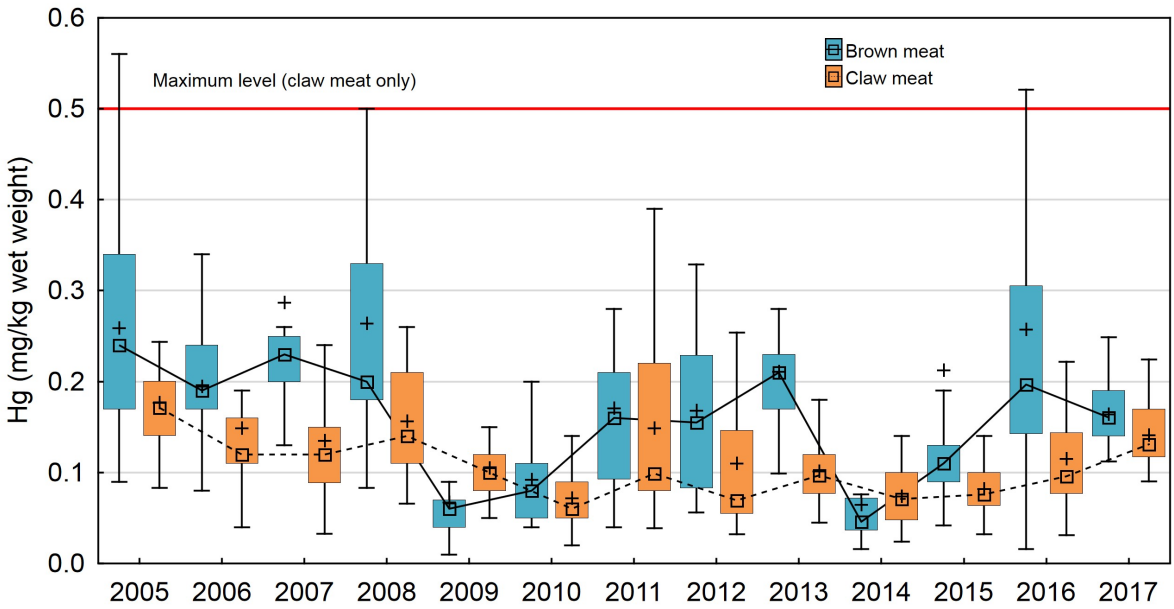
Analyse av rå hepatopankreas av krabber som er avlivet uten koking gir sannsynligvis et riktigere bilde av hva krabben har fått i seg av kvikksølv fra vrakområdet. På den annen side gir kvikksølvkonsentrasjoner analysert i brunmat av kokt krabbe det riktigste bildet av kvikksølvkonsentrasjoner med betydning for mattrygghet.

3.6 – Kvikksølvnivå i kokte krabber over tid

Nivået av kvikksølv i brunmat av kokte krabber fanget ved vraket i 2017 var på nivå med eller noe lavere enn nivået i 2016 (mai, august og september samlet) og litt høyere enn 2014-2015 (Figur 5; Tabell A3, A4). Også for klokjøtt var nivået i 2017 forholdsvis høyt, men innenfor samme konsentrasjonsområde som flere tidligere år. Det er i 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, reproduksjon 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, slik som i 2017, har høyere kvikksølvkonsentrasjoner og større matfylde.

Også tørrstoffinnholdet i den enkelte krabben kan påvirke resultatet på våtvekt mye, men kvikksølvkonsentrasjon i tørr prøve varierte på samme måte som kvikksølvkonsentrasjon i våt prøve, og bare en veldig liten del av år til år-variasjonen (2006-2016) kan forklares med ulikt vanninnhold i prøvene (data ikke vist).



Figur 6 Mercury concentrations (mg/kg wet weight) in cooked edible crab (Cancer pagurus) measured in brown meat (blue) and claw meat (orange), caught at the wreck site of U-864 each year from 2005 to 2017. Most years 25 crab were analysed, 110 in 2016 and 11 in 2017. Median, 25% percentiles and minimum and maximum values except outliers are given. Mean values are indicated by +.

4 - Konklusjoner

Av til sammen 69 brosme analysert for kvikksølv nær vraket av U-864 i juni 2017, hadde én enkelt fisk kvikksølvnivå i filet like over EUs og Norges grenseverdi for humant konsum på 0,5 mg/kg våtvekt. Gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon var under grenseverdien som gjelder mattrygghet ved alle prøvelokalitetene.

I de 13 årene overvåkning av brosme ved U-864 har pågått, har 44 av 983 enkeltfisk, 4,5 %, vært over grenseverdien.

Det er 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.

Ingen taskekrabber fisket i juni 2017 ved vraket av U-864 eller fire nautiske mil nord eller sør for vraket hadde kvikksølvnivå i klokjøtt over EU og Norges grenseverdi på 0,5 mg/kg våtvekt.

Det var litt lavere kvikksølvkonsentrasjon i klokjøtt av krabber fanget fire nautiske mil sør for vraket sammenlignet med krabber fanget ved vraket og fire nautiske mil nord for vraket. Konsentrasjonene i klokjøtt i krabbe prøvetatt ved vraket og fire mil nord for vraket dette året var også noe høyere enn bakgrunnsnivå for kysten.

Brunmat av taskekrabbe prøvetatt ved vraket hadde, som tidligere, forhøyet kvikksølvkonsentrasjon sammenlignet med taskekrabbe prøvetatt fire nautiske mil sør og fire nautiske mil nord for vraket. Det samme gjaldt hepatopankreas av krabbe opparbeidet rå. Også konsentrasjonen av metylkvikksølv var høyere ved vraket enn ved den sørlige og den nordlige lokaliteten, men andelen metylkvikksølv var den samme. Krabber prøvetatt ved vraket hadde også noe forhøyet nivå av totalkvikksølv både i brunmat og hepatopankreas sammenlignet med bakgrunnsnivået for kysten, mens de to lokalitetene sør og nord for vraket ikke hadde forhøyet nivå.

Koking av krabber medfører redusert vanninnhold, som gir noe økt konsentrasjon av kvikksølv i klørne. Motsatt var det lavere konsentrasjon av totalkvikksølv i brunmat av kokte krabber enn i hepatopankreas av rå krabber, mens forskjellen for metylkvikksølv var mye mindre. Andelen metylkvikksølv var generelt høyere i kokt brunmat enn i rå hepatopankreas, og særlig en krabbe analysert rå hadde relativt mye kvikksølv som ikke var metylkvikksølv. Forskjellene mellom kokte og rå krabber skyldes trolig til dels tap av metallisk kvikksølv gjennom kokeprosessen. Det må vurderes om fremtidig overvåkning skal inkludere rå krabber i tillegg til kokte for å fange opp eventuelle større endringer i forurensningsnivå.

Det er imidlertid konsentrasjonene i kokt krabbe som har mest å si for mattrygghet, og basert på resultatene fra denne rapporten er kvikksølvkonsentrasjonene ved U-864 uproblematiske med hensyn til mattrygghet.

Ut fra resultatene for perioden 2005-2017 ser det ut til at kvikksølvnivåene i sjømat ved U-864 er relativt stabile over tid.

5 - Litteraturliste

Bloom, N. S. (1992). On the chemical form of mercury in edible fish and marine invertebrate tissue. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 49: 1010-1017.

Frantzen, S., H. Otterå, H. E. Heldal og A. Maage (2018). Kvikksølv i fisk og annen sjømat ved vraket av U-864 vest av Fedje - Resultater fra fast overvåkning og ekstra prøvetaking i 2016. *Rapport fra Havforskningen*. Bergen, Havforskningsinstituttet. 8-2018**:** 35 s.

Frantzen, S., Furevik, D., Ulvestad, B.H. og Maage, A. (2014). Kvikksølvinnhold i fisk og annen sjømat ved vraket av U-864 vest av Fedje. Nye analyser i 2013. NIFES, Bergen. 20 s.

Frantzen, S., Måge, A., Furevik, D., Ulvestad, B.H. og Julshamn, K. (2012). Kvikksølvinnhold i fisk og annen sjømat ved vraket av U-864 vest av Fedje - Nye analyser i 2011 og sammenligning med data fra perioden 2004 til 2010. NIFES, Bergen. 20 s.

Frantzen, S., Måge, A., Furevik, D. og Julshamn, K. (2011). Kvikksølv i fisk og annen sjømat ved vraket av U-864 vest av Fedje - Nye analyser i 2010 og sammenligning med perioden 2004 til 2009. NIFES, Bergen. 20 s.

Frantzen, S., Måge, A., Furevik, D. og Julshamn, K. (2010). Kvikksølvinnhold i fisk og sjømat ved vraket av U864 vest av Fedje - Nye analyser i 2009 og sammenligning av data fra perioden 2004-2008. NIFES, Bergen. 18 s.

Frantzen, S., Måge, A., Furevik, D. og Julshamn, K., (2008). Kvikksølvinnhold i fisk og sjømat ved vraket av U864 vest av Fedje. Nye analyser i 2008 og sammenligning med data fra perioden 2004 til 2007. NIFES, Bergen. 20 s.

Frantzen, S. og A. Måge (2016a). Fremmedstoffer i villfisk med vekt på kystnære farvann. Brosme lange og bifangstarter. Gjelder tall for prøver samlet inn i 2013 - 2015. Bergen, NIFES**:** 115 s.

Frantzen, S. og A. Måge (2016b). Kvikksølvinnhold i fisk og annen sjømat ved vraket av U-864 vest av Fedje. Nye analyser i 2015. Bergen, NIFES**:** 31 s.

Frantzen, S. og Måge, A. (2015). Kvikksølvinnhold i fisk og annen sjømat ved vraket av U-864 vest av Fedje. Nye analyser i 2014. NIFES, Bergen. 24 s.

Frantzen, S. og A. Måge (2009). Utvidet kostholdsrådsundersøkelse, Bergen Byfjord 2009. *NIFES-rapport*. Bergen, NIFES**:** 44 s.

Grunnaleite (2014). Totalkvikksølv og metylkvikksølv i filet og lever av brosme fiska i Boknafjorden, samanlikna med Hardangerfjorden og Lofoten. *Kjemisk Institutt*. Bergen, Universitetet i Bergen. Master of Science**:** 90 s.

Haldorsen, A.-K.L., Frantzen, S., Julshamn, K., Furevik, D. og Måge, A. (2013). Kvikksølvinnhold i fisk og annen sjømat ved vraket av U-864 vest av Fedje. - Nye analyser i 2012. NIFES, 17 s.

Julshamn, K., B. M. Nilsen, S. Valdersnes og S. Frantzen (2012). Årsrapport 2011. Mattilsynets program: Fremmedstoffer i villfisk med vekt på kystnære farvann: Delrapport I: Undersøkelser av miljøgifter i taskekrabbe. Bergen, NIFES: 52 s.

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.

Julshamn, K., Ringdal, O. og Braekkan, O.R. (1982). Mercury concentration in liver and muscle of cod (*Gadus morhua*) as an evidence of migration between waters with different levels of mercury. *Bulletin of environmental contamination and toxicology* 29, 544-549.

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 s.

Rua-Ibarz, A., E. Bolea-Fernandez, A. Maage, S. Frantzen, S. Valdersnes og F. Vanhaecke (2016). Assessment of Hg pollution releasted from a WWII Submarine Wreck (U-864) by Hg istopic 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 (2019). Tracing mercury pollution along the Norwegian coast via elemental, and isotopic analysis of liver and muscle tissue of deep-water marine fish (*Brosme brosme*). *Environmental Science & Technology XXXX, XXX-XXX*.

Solhjell, E. og Lunne, T. (2013). U-864 2013 Soil survey. Geotechnical report. NGI rapport nr. 20120738-01-R, Oslo, 199 s.

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.

Valdersnes, S., A. Maage, D. Fliegel og K. Julshamn (2012). A Method for the Routine Determination of Methylmercury in Marine Tissue by GC Isotope Dilution-ICP-MS. *Journal of Aoac International* 95(4): 1189-1194.

WHO/FAO (2012). Codex Alimentarius. Code of practice for fish and fisheries products. Second edition. Rome, WHO/FAO**:** 250 s.

Wiech, M. (2018). Cadmium in brown crab *Cancer pagurus* in Norwegian waters. *Institute of Biology*. Bergen, University of Bergen. PhD-thesis, 140 s.

6 - Vedlegg

*Tabell A1. Kvikksølvkonsentrasjoner (Hg, mg/kg våtvekt) i filet av brosme (*Brosme brosme*) fanget ved og i ulik avstand fra vraket av ubåten U-864 ved Fedje fra 2005 til 2017. Hel fisk vekt (g) og Hg (mg/kg våtvekt) er vist for hvert år og stasjon med gjennomsnitt, minste og største verdi.*

				Vekt (g)			Hg (mg/kg våtvekt) EU-øvre grenseverdi: 0,5			
År	**Lokalitet**	**Dato**	**N**	**snitt**	**min**	**maks**	**snitt**	**min**	**maks**	**# > 0,5**
2017	Ved vraket	15.06.2017	25	2317	1230	4085	0,207	0,105	0,47	
	4 n mil nord	21.06.2017	25	2775	1571	4268	0,246	0,042	0,53	1
	4 n mil sør	16.06.2017	19	2539	802	4595	0,264	0,050	0,44	
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	0.266	142	0,055	1,3	0,187	0,16	0,21	0,30
2017	0,237	69	0,042	0,53	0,109	0,16	0,21	0,31
Totalt	0,260	983	0,042	1,3	0,123	0,18	0,23	0,31

*Tabell A3, Kvikksølvkonsentrasjoner (Hg, mg/kg våtvekt) i brunmat av krabbe (*Cancer pagurus*) fanget ved og i nærheten av vraket av ubåten U-864 ved Fedje fra 2004 til 2017. Krabbevekt (g) og Hg er vist med gjennomsnitt, minste og største verdi.*

Brunmat				Vekt (g)			Hg (mg/kg våtvekt)		
År	Lokalitet	Dato	N	snitt	min	maks	snitt	min	maks
2017	Ved vraket	15.06.2017	11	403	245	719	0,164	0,11	0,25
	4 n mil nord	22.06.2017	10	500	345	780	0,059	0,031	0,10
	4 n mil sør	16.06.2017	15	544	332	851	0,061	0,024	0,11
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 (*Cancer pagurus*) fanget ved og i nærheten av vraket av U-864 ved Fedje fra 2005 til 2017. Krabbevekt (g) og Hg er gitt ved gjennomsnitt, minste og største verdi.*

Klokjøtt				**Skallbredde (cm)**			**Hg (mg/kg våtvekt)** **EU-grense: 0,5**		
År	**Lokalitet**	**Dato**	**N**	**snitt**	**min**	**maks**	**snitt**	**min**	**maks**
2017	Ved vraket	15.06.2017	11	13,7	11,5	15,7	0,141	0,090	0,22
	4 n mil nord	22.06.2017	10	14,5	13,2	16,7	0,146	0,082	0,22
	4 n mil sør	16.06.2017	15	15,1	12,9	17,2	0,103	0,029	0,17
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

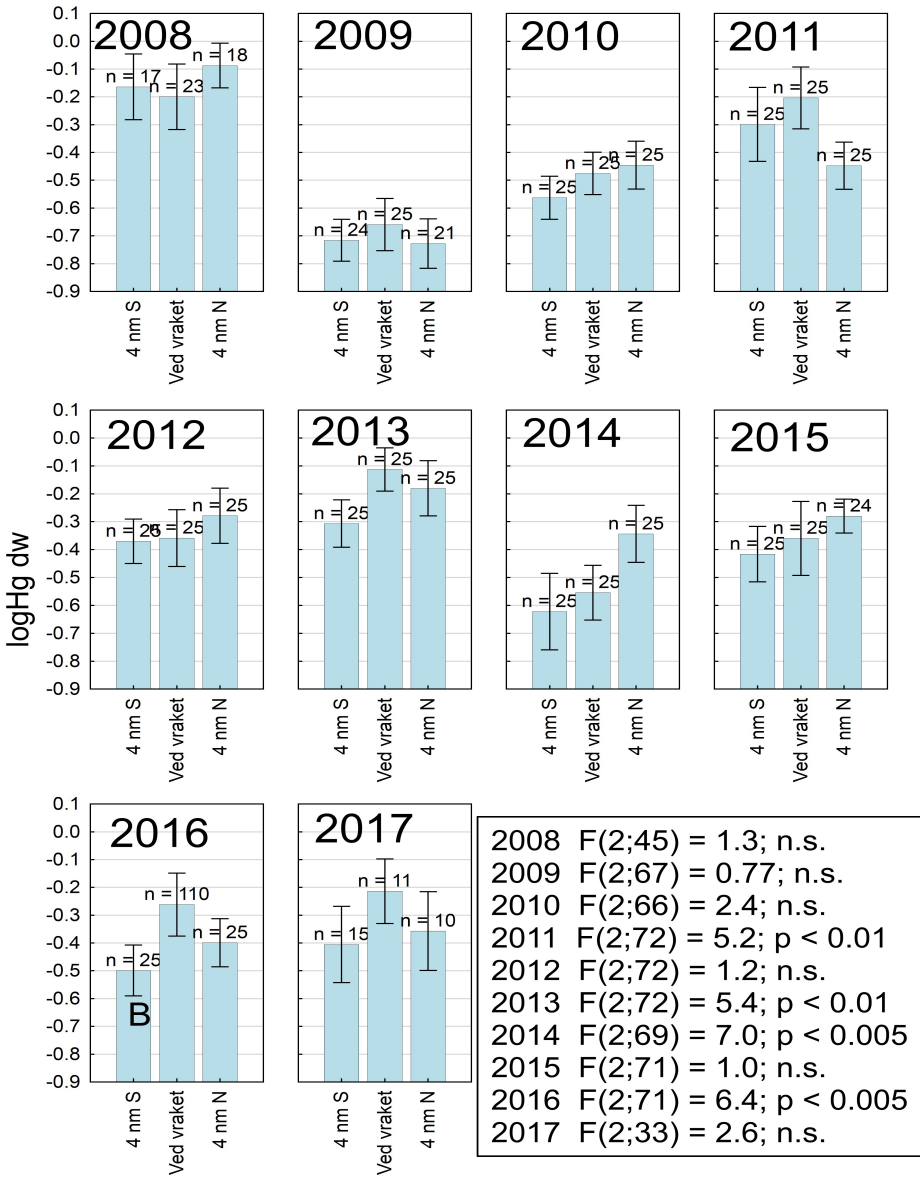
Tabell A5 Konsentrasjon av kvikksølv (Hg, mg/kg våtvekt) i samleprøver av isopoden Natatolana borealis *og amfipoden* Tmetonyx cicada*, prøvetatt årlig fra 2014 til 2016. Prøvene ble tatt henholdsvis ved vraket av U-864, fire nautiske mil (nm) nord for vraket og fire nm sør for vraket.*

			Isopode, *Natatolana borealis*	Amfipode, *Tmetonyx cicada*
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)
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 (*Cancer pagurus*) 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	Q25	Median	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
2015	0,082	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	
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	
2017	0.092	36	0,024	0,25	0,057	0,044	0,074	0,13	0,127	36	0,029	0,22	0,045	0,097	0,12	
Alle	0.110	926	0,002	0,60	0,062	0,066	0,097	0,14	0,160	934	0,010	2,6	0,167	0,071	0,13	



Figur A1. Sammenligning for hvert år 2008-2017 av de tre lokalitetene ved vraket, fire nautiske mil (nm) sør (S) og fire nm nord (N) med hensyn til kvikksølv i brunmat av krabbe. Tørrvekts-konsentrasjon av kvikksølv (logtransformerte verdier) er vist med gjennomsnitt ± 95 % konfidensintervaller. Resultat av enveis variansanalyse er vist for hvert år. A og B på søylene markerer hvilke av gruppene som er signifikant ulike (p<0.05).

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes
5817 Bergen
E-post: post@hi.no
www.hi.no