



FFI Norwegian Defence
Research Establishment

24/01430

FFI-REPORT

Opptak av rester fra ammunisjon i oppdrettsanlegg ved dumpfelt

Arnt Johnsen
Ragnhild Ueland

Opptak av rester fra ammunisjon i oppdrettsanlegg ved dumpefelt

Arnt Johnsen
Ragnhild Ueland

Emneord

Ammunisjon
Forurensning
Fiskeoppdrett
Skalldyr
Dumpefelt
Eksplosiver

FFI-rapport

24/01430

Prosjektnummer

1577

Elektronisk ISBN

978-82-464-3559-6

Engelsk tittel

Assessment of munitions compounds in fish farms established close to dumped munitions grounds.

Godkjenner

Øyvind Albert Voie, *forskningsleder*
Janet Martha Blatny, *forskningsdirektør*

Dokumentet er elektronisk godkjent og har derfor ikke håndskreven signatur.

Opphavsrett

© Forsvarets forskningsinstitutt (FFI). Publikasjonen kan siteres fritt med kildehenvisning.

Sammen drag

I en undersøkelse av fisk og skalldyr fanget i dumpfelt for ammunisjon i 2021 ble det funnet rester av eksplosiver i alle lokalitetene som ble undersøkt. Det var derfor en bekymring i Mattilsynet om at oppdrettsanlegg som er etablert veldig nær slike dumpfelt for ammunisjon, også kunne være eksponert for stoffer fra den dumpede ammunisjonen.

I samarbeid med Mattilsynet er det plukket ut fem oppdrettsanlegg som ligger nær dumpfelt for ammunisjon. Målet er å undersøke om disse blir eksponert for ammunisjonsrelaterte stoffer. Vi har undersøkt fisk og skalldyr fra anleggene og presenterer resultatene fra undersøkelsene i denne rapporten.

Resultatene viser at det ikke er spor av eksplosiver i noen av prøvene fra de fem undersøkte anleggene i perioden 2021–2023. Dette viser at det inntil videre ikke ser ut til å transporteres ammunisjonsrelaterte stoffer fra den dumpede ammunisjonen inn i oppdrettsanleggene.

Det er ikke kjent hvilken tilstand den dumpede ammunisjonen i dumpfeltene har, men basert på funn av ammunisjon gjort i løpet av de siste 10 årene på grunnere vann kan korrosjonen ha kommet så langt at eksplosivene delvis er blottlagt. Ved kartlegging av fisk og skalldyr i dumpfelt for ammunisjon i 2021 ble det i samtlige funnet spor av eksplosiver, også i dumpfeltet i Botnfjorden/Leirfjorden og i Malangen, som er inkludert i denne undersøkelsen. Dette indikerer at det nå er en viss lekkasje av eksplosiver fra den dumpede ammunisjonen. Det betyr at fisk og skalldyr blir eksponert for disse stoffene i nærområdet til dumpet ammunisjon, men denne forurensningen ser ikke ut til å nå oppdrettsanlegg lokalisert i nærheten av dumpet ammunisjon.

I ett anlegg ble det registrert et noe økt nivå av kobber i fiskefilet. Sannsynligvis kommer ikke denne eksponeringen fra dumpet ammunisjon, fordi sedimentene rundt anlegget ser ut til å inneholde bakgrunnsnivåer av kobber. Eieren av anlegget kjenner ikke til at det kan være kilder ved anlegget som fører til ekstra eksponering for kobber. Mattilsynet er varslet om hvilket anlegg det gjelder, og vi har anbefalt at det ved deres rutinemessige kontroll neste gang gjøres en ny analyse av kobber i fiskefilet.

Konsentrasjoner av ammunisjonsrelaterte metaller i prøvene som er undersøkt, er ellers på nivå med det som er registrert i oppdrettsanlegg langs norskekysten. Det er derfor ikke grunn til å tro at metaller fra den dumpede ammunisjonen fører til økt eksponering i oppdrettsanleggene i dag.

Summary

In a previous study of fish and shellfish caught in munitions dumping grounds in 2021, traces of explosives were found in all the locations sampled. The Norwegian Food Safety Authority was accordingly concerned that fish farms located close to such munitions dumping grounds could be exposed to compounds from the dumped munitions as well.

In cooperation with The Norwegian Food Safety Authority, five fish farms located close to munitions dumping grounds were selected to examine the exposure for compounds related to munitions. This report presents our results.

There are no traces of explosives in any of the analyzed samples from the five fish farms collected in the period 2021–2023. At present, compounds related to munitions do not appear to be transported from the munitions dumping grounds into the fish farms.

The state of the dumped munitions in the dumping grounds is not known. However, based on encounters of munitions in shallow water over the past 10 years, we estimate that the corrosion may have progressed so far that the explosive charge is partially exposed to sea water. The 2021 study detected traces of explosive compounds in fish and shellfish across all the munitions dumping grounds, including two of the dumping grounds included in this study:

Botnfjorden/Leirfjorden and Malangen. This means that fish and shellfish living close to the dumped munitions are exposed to explosives, but that the contamination does not reach the fish farms located close to the dumping grounds.

In one of the locations, the level of copper in fish fillet was twice as high as the general level. The concentration of copper in sediments at this location is at background level, so it is unlikely that the exposure of copper originates from the dumped munitions. The fish farm management is not aware of any sources of copper that could result in increased copper exposure close to the fish farm. The Norwegian Food Safety Authority has been notified of the result from this location, and we have recommended that a new analysis of copper is carried out at their routine sampling next time at this location.

The concentrations of metals related to munitions in fish and shellfish are otherwise at the same level as in all fish farms along the Norwegian coastline. We have therefore no reason to believe that metals from the dumped munitions currently lead to an increased exposure in these fish farms.

Innhold

Sammendrag	3
Summary	4
Forord	6
1 Innledning	7
2 Utvelgelse av oppdrettsanlegg	8
3 Prøvetaking	11
4 Prøvepreparering og analyse	13
5 Resultater	13
6 Konklusjon	15
Vedlegg	16
A Analyserapport	16
Referanser	23

Forord

Undersøkelsen har vært gjennomført som en delaktivitet av FFI-prosjekt 1577 Krigsetterlatenskapers lokalisering og risiko. FFI takker for samarbeidet med Mattilsynet og deres regionkontorer som har bistått med prøvetaking i aktuelle anlegg. FFI retter også en takk til de anleggene som har vært forespurt om prøver og som har vært positive til å bidra til at prøver fra anleggene ble sendt til FFI for kjemisk analyse. Havforskningsinstituttet, Eurofins og NMBU (Norges miljø- og biovitenskapelige universitet) har bidratt med eksisterende prøvemateriale fra de aktuelle anleggene, noe som har gjort det mulig å få undersøkt om oppdrettsanleggene eksponeres for stoffer fra dumpet ammunisjon. De takkes for velvillig bistand med å få oversendt prøver til FFI.

Kjeller, 10.10.2024

Arnt Johnsen

1 Innledning

Under og etter den andre verdenskrig ble det kassert, dumpet og gravd ned betydelige mengder ammunisjon i ulike deler av Norge. Mesteparten av ammunisjonen ble dumpet langs kysten av Norge, da en anså at havet ville tære og uskadeliggjøre ammunisjonen [1]. Det finnes i dag ingen samlet oversikt over hvilke mengder som ble dumpet og hvor dette skjedde. Det er antatt at de største mengdene av dumpet ammunisjon er foretatt i Finnmark. I tillegg ligger det hundrevis av krigsvrak langs kysten som inneholder betydelige mengder ammunisjon. Selv om mange av minene ble fjernet rett etter at freden i 1945 var et faktum, ligger det fortsatt titusenervis igjen langs kysten. Utenom dumpingene i Finnmark, er det anslått at rundt 200 000 tonn ammunisjon er dumpet [2]. Da er ikke den betydelige mengden som ligger i krigsvrak og den massive mengden miner som fortsatt ligger på havbunnen tatt med. I tillegg ble det dumpet mellom 30 og 40 skip lastet med opptil 160 000 tonn ammunisjon fylt med kjemiske stridsmidler i ett stort dumpfelt i Skagerrak [3,4].

De eksplosive ladningene i dumpet ammunisjon kan være like funksjonsdyktige som da ammunisjonen var ny. Ammunisjonen utgjør derfor en sikkerhetsrisiko om en kommer i berøring med den. Det forventes at den dumpede ammunisjonen vil utgjøre en økende samfunnsrisiko i form av et stadig økende press på arealutnyttelse både til lands og til vanns. Samtidig vil den dumpede ammunisjonen i havet nå ha korrodert tilstrekkelig for at det kan lekke ut eksplosiver. Det kan også være knyttet betydelige mengder tungmetaller til denne ammunisjonen. Derfor kan den dumpede ammunisjonen også utgjøre et forurensningsproblem.

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) har foretatt en gjennomgang av lokalisering til oppdrettsanlegg og sammenlignet med lokalisering av dumpfelt for ammunisjon. Det viser seg at en har tatt lite hensyn til områder med dumpet ammunisjon ved etablering av oppdrettsanlegg. Det er flere anlegg som ligger veldig nærme dumpfelt for ammunisjon og noen har også plassert forankringer til oppdrettsanleggene inne i dumpfelt for ammunisjon. Det kan derfor være en viss sannsynlighet for at det kan spre seg forurensning fra dumpfeltet og inn i oppdrettsanlegg som ligger veldig nærme dumpfelt. Ved kartlegging av fisk og skalldyr i dumpfelt for ammunisjon, ble det i alle de fire undersøkte dumpfeltene funnet ammunisjonsrester i biota [5].

I samarbeid med Mattilsynet er det plukket ut noen oppdrettsanlegg som ligger nærme dumpfelt for ammunisjon, for å undersøke om disse blir eksponert for ammunisjonsrelaterte stoffer. Dette har blitt gjennomført som en delaktivitet innenfor FFI-prosjekt 1577 – Krigsetterlatenskapers lokalisering og risiko. Denne rapporten viser hvilke anlegg som er blitt undersøkt og presenterer resultatene fra disse undersøkelsene.

2 Utvelgelse av oppdrettsanlegg

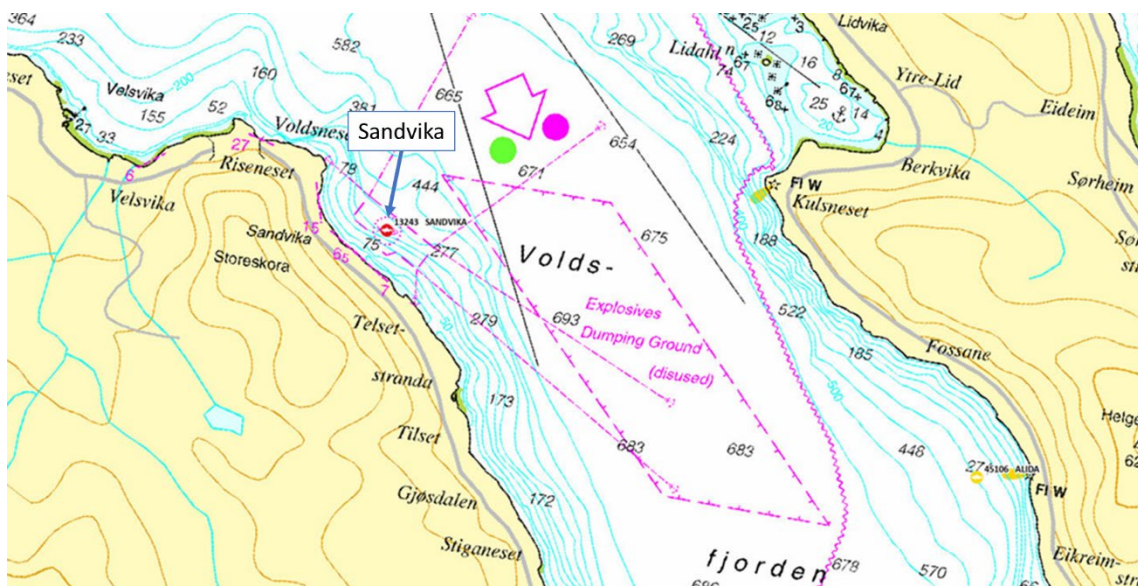
Etter en gjennomgang av hvilke oppdrettsanlegg som er lokalisert nær dumpefelt for ammunisjon, ble det i samråd med Mattilsynet pukket ut noen anlegg som var aktuelt å få prøver fra. De aktuelle anleggene var lokalisert i følgende områder: Nedstrandsfjorden i Stavanger kommune, Voldsfjorden i Volda kommune, Botnfjorden i Leirfjord kommune, Ofotfjorden i Narvik kommune og Malangen i Malangen kommune. Tabell 2.1 viser en oversikt over hvilke anlegg som var lokalisert til disse områdene i 2020. Det var kun i Kvalvågen at det var lokalisert oppdrettsanlegg med skjell i nærheten av dumpefelt for ammunisjon. Figur 2.1 - Figur 2.5 viser den geografiske lokaliseringen av de ulike anleggene.

Tabell 2.1 Oversikt over anlegg som er etablert nær dumpefelt for ammunisjon og der prøvetaking ble vurdert.

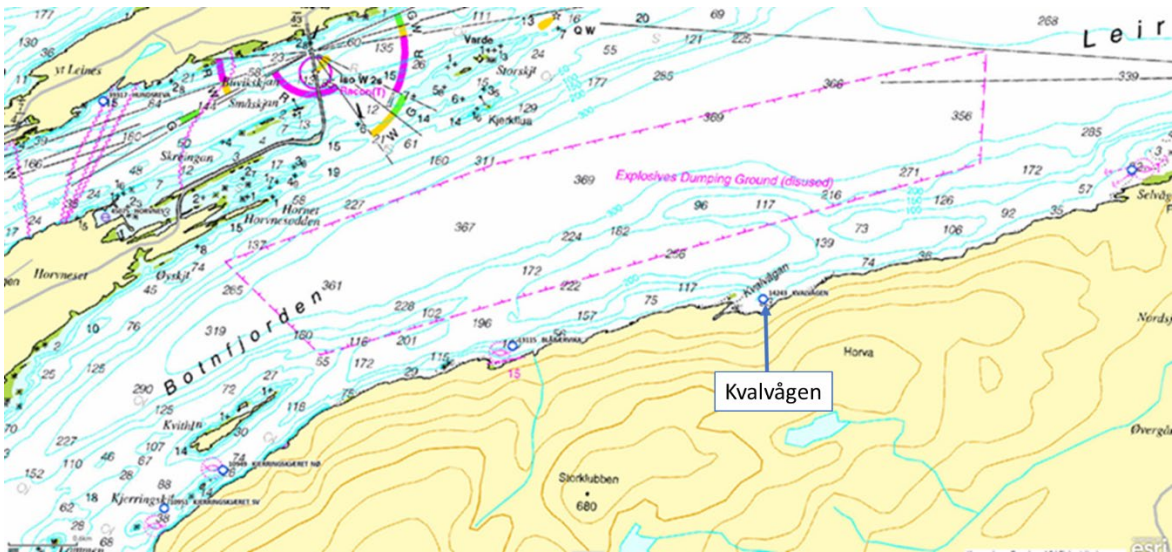
Område	Anlegg		
Nedstrandsfjorden	Lok 14495 Nordreimsøyna	Lok 21415 Dyrholmen	Lok 30036 Jørstadsskjera
Voldsfjorden	Lok 13243 Sandvika		
Botnfjorden	Lok 14243 Kvalvågen		
Ofofjorden	Lok 45060 Pundsvik I	Lok 19556 Pundsvik	Lok 28196 Kvernes
Malangen	Lok 17077 Trettevik		



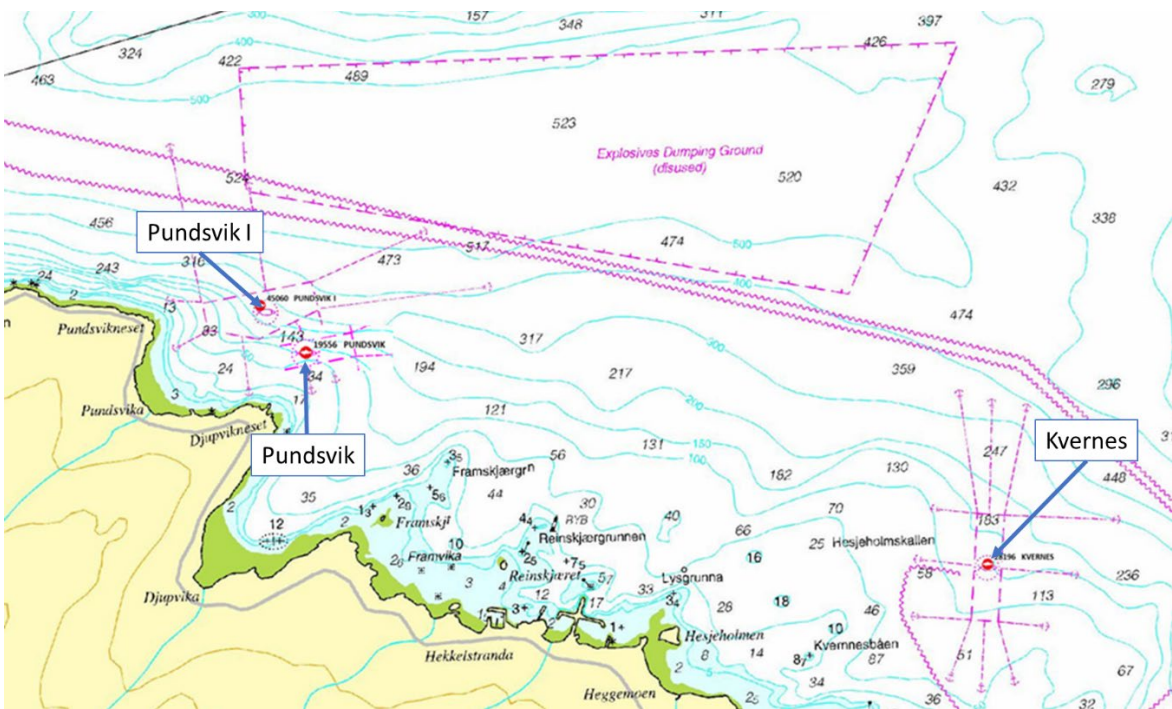
Figur 2.1 Lokalisering av de tre anleggene nærme dumpfeltet for ammunisjon i Nedstrandfjorden.



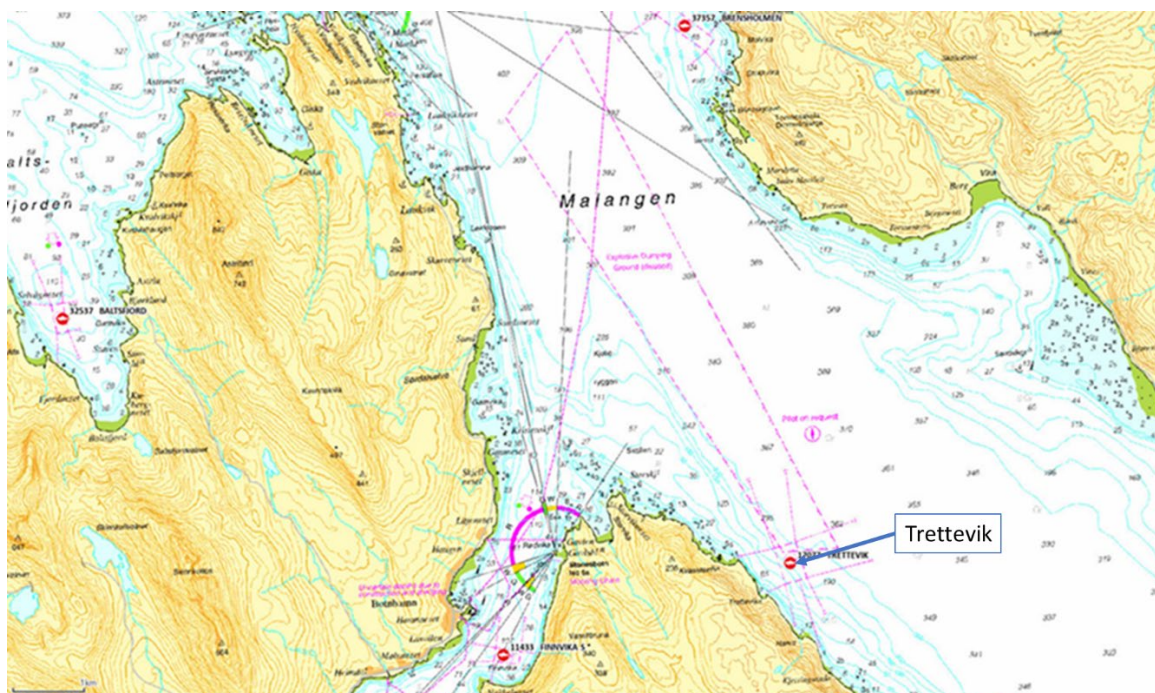
Figur 2.2 Lokalisering av oppdrettsanlegget (Sandvika) i Voldsfjorden.



Figur 2.3 Lokalisering av blåskjellanlegget Kvalvågen i Botnfjorden.



Figur 2.4 Lokalisering av anleggene Pundsvik, Pundsvik I og Kvernes ved dumpfeltet i Ofotfjorden.



Figur 2.5 Lokalisering av oppdrettsanlegget Trettevik i Malangen.

3 Prøvetaking

Prøvetaking har enten vært gjort av Mattilsynet i forbindelse med annen kontroll av anlegget eller av anlegget selv som har sendt inn prøver til Havforskningsinstituttet, Eurofins Havlandet, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) og FFI. Prøvetakingen ble gjort i perioden 2021–2023, mens arbeidet med undersøkelsen er gjennomført i 2023. I utgangspunktet ønsket FFI prøver av både lever og filet, da det i undersøkelser gjort av fisk og skalldyr i dumpfelt for ammunisjon var flest funn av eksplosiver i lever [5]. I Tabell 3.1 er det gitt en oversikt over prøvene som er benyttet i denne undersøkelsen. Fisk fra Pundsvik I er bedøvd med Benzoak Vet før avlaving. For de andre lokalitetene er det ukjent hvordan avlaving ble gjennomført.

Tabell 3.1 Oversikt over prøver som er benyttet i undersøkelsen.

	Muskel	Lever	Kommentar
Nedstrandsfjorden			
Lok 14495 Nordreimsøyna	X	X	10 enkeltprøver av filet og lever tatt 27.03.2023 levert av Grieg Seafood Rogaland AS. Lever og filet pakket i samme prøvebeholder.
Lok 21415 Dyrholmen	X		En homogenisert samleprøve av 10 fiskefilet tatt fra merd 9 den 18.01.2023 levert av Eurofins Havlandet.
Voldsfjorden			
Lok 13243 Sandvika	X		To homogeniserte prøver av filet tatt 17.09.2021 levert av Havforskningsinstituttet.
Botnfjorden			
Lok 14243 Kvalvågen	Skjellinnmat		En homogenisert samleprøve av blåskjell fra 2,5 m dyp tatt 12.02.2022 og 14.02.2022 levert av NMBU.
Ofofjorden			
Lok 45060 Pundsvik I	X	X	Syv enkeltprøver av filet og lever fra merd 11 og tre fra merd 12 tatt 26.10.2022 av Mattilsynet. Lever og filet pakket i samme prøvebeholder.
Lok 19556 Pundsvik	X		Fire prøver av homogenisert filet tatt 20.04.2021 levert av Havforskningsinstituttet.
Malangen			
Lok 17077 Trettevik	X		To homogeniserte prøver av filet tatt 05.05.2021 og to homogeniserte prøver av filet tatt 09.06.2022 levert av Havforskningsinstituttet.

4 Prøvepreparering og analyse

Alle prøvene ble lagret hos FFI i fryser ved -18 °C frem til prøvepreparering og forsendelse til analyse. Dette betyr at prøvene har ligget i fryser fra de ble tatt i perioden 2021–2023 og frem til de ble prøvepreparert i juli 2023. De prøvene som ble mottatt fra andre laboratorier var homogenisert. Om det var tatt flere enkeltprøver fra samme lokalitet, ble de slått sammen til en blandprøve og homogenisert med en hurtigmikser.

En delprøve ble sendt til ALS Laboratory Group Norway AS for analyse av metaller. Her ble prøven oppsluttet i syre og analysert på ICP-MS¹. Det er analysert for følgende metaller: As (arsen), Cd (kadmium), Co (kobolt), Cr (krom), Cu (kobber), Hg (kvikksølv), Mn (mangan), Ni (nikkel), Pb (bly) og Zn (sink). En delprøve ble ekstrahert med løsemiddel i mikrobølgeovn og analysert for eksplosivforbindelser med HPLC-MS/MS² hos FFI. Følgende forbindelser ble analysert: TNT (2,4,6-trinitrotoluen), 2,4-DNT (2,4-dinitrotoluen), 2,6-DNT (2,6-dinitrotoluen), DNB (1,3 dinitrobenzen), TNB (1,3,5-trinitrobenzen), 2-ADNT (2-amino-2,6-dinitrotoluen), 4-ADNT (4-amino-2,6-dinitrotoluen), RDX (heksahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin), HMX (oktahydro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazosin), PETN (pentaerytritoltetranitrat), tetryl (2,4,6-trinitrofenylmetylnitramin), ETN (erytritoltetranitrat) og pikrinsyre (2,4,6-trinitrofenol).

5 Resultater

Ingen av de ni analyserte prøvene hadde spor av eksplosivrester. Dette betyr at alle prøvene hadde en konsentrasjon mindre enn deteksjonsgrensen på ca 1 µg/kg våtvekt for de fleste stoffene som er målt. Det er derfor ingen tegn på at fisk og skalldyr i oppdrettsanlegg lokalisert nær dumpfelt for ammunisjon blir eksponert for eksplosiver fra den dumpede ammunisjonen. Det er ikke kjent hvilken status den dumpede ammunisjonen i dumpefeltene har, men basert på funn av ammunisjon de siste 10 årene på grunt vann, kan korrosjonen ha kommet så langt at eksplosivene delvis er blottlagt. Ved kartlegging av fisk og skalldyr i dumpfelt for ammunisjon i 2021, ble det i samtlige funnet spor av eksplosiver [5]. Anleggene Trettevik og Kvalvågen er oppdrettsanlegg som er lokalisert nærme dumpfelt der det ble gjort funn av eksplosiver i fangst gjort i dumpfeltet.

Det ble registrert tilsvarende konsentrasjoner av ammunisjonsrelaterte metaller i prøvene med det som er registrert i oppdrettsanlegg langs norskekysten (Tabell 5.1 og analyserapport i Vedlegg A). Imidlertid ble det registrert et økt nivå av kobber i fiskefilet i ett anlegg. Vi har derfor valgt å anonymisere resultatene fra de ulike anleggene, men Mattilsynet er gjort kjent med hvilket anlegg dette gjelder. I undersøkelser av fisk fra oppdrettsanlegg gjort av

¹ Induktivt koblet plasma - massespektrometri

² Høytrykksvæskerkromatografi – tandem massespektrometri

Havforskningsinstituttet, er nivået av kobber lavere enn 1 mg/kg våtvekt [6,7,8]. Mediankonsentrasjonen av kobber i laksefilet i anlegg prøvetatt i 2022 var på 0,38 mg/kg våtvekt, med en maksimalkonsentrasjon på 0,90 mg/kg våtvekt [6]. I 2021 var mediankonsentrasjonen av kobber 0,39 mg/kg våtvekt laksefilet, mens maksimalkonsentrasjonen var 0,64 mg/kg våtvekt [7]. I 2020 var mediankonsentrasjonen av kobber 0,37 mg/kg våtvekt, mens maksimalkonsentrasjonen var 0,58 mg/kg våtvekt [8]. Den målte verdien av kobber på 1,7 mg/kg våtvekt i ett av anleggene i denne undersøkelsen, er derfor høyere enn det som er målt som maksimalverdi i laksefilet de siste tre årene. Kobber vil være en bestanddel i ammunisjon, enten som rent kobber eller i legering med sink. Under aktuelt anlegg er det gjort undersøkelser av havbunnen uten at det er funnet forhøyde nivåer av kobber. Nivåene lå i tilstandsklasse svært god eller god. Det er derfor lite som tyder på at det er kobber fra den dumpede ammunisjonen som medfører et økt nivå av kobber i fiskefilet fra denne lokaliteten. Anlegget rapporterer at de ikke benytter kobberholdig antibegroingsmiddel og at de ikke kjenner til andre kilder for eksponering av kobber. Det kan være gjort feil ved de kjemiske analysene eller at prøven er blitt tilført kobber under håndtering.

Konsentrasjonen av metaller i blåskjell fra lokaliteten Kvalvågen ser ut til å være på nivå med det som er normalt langs kysten [9,10,11].

Tabell 5.1 Konsentrasjon av metallene bly (Pb), kobber (Cu), sink (Zn), krom (Cr), nikkel (Ni), kvikksølv (Hg), arsen (As) og kadmium (Cd) i prøver av filet, lever og innmat fra blåskjell.

Lokalitet	Pb	Cu	Zn	Cr	Ni	Hg	As	Cd
	mg/kg våtvekt							
Lokalitet 1, filet (23-253)	< 0,04	0,48	4,5	< 0,03	< 0,04	< 0,01	0,33	< 0,005
Lokalitet 2, filet (23-260)	< 0,04	0,52	3,4	< 0,03	< 0,04	< 0,01	0,45	< 0,005
Lokalitet 2, lever (23-261)	< 0,04	129	23	0,093	0,082	< 0,01	0,29	0,0061
Lokalitet 3, filet (23-254)	< 0,04	0,36	3,6	< 0,03	< 0,04	0,012	0,47	< 0,005
Lokalitet 4, filet (23-255)	< 0,04	0,44	3,3	< 0,03	< 0,04	0,011	0,51	< 0,005
Lokalitet 5, filet (23-256)	< 0,04	0,46	3,7	< 0,03	< 0,04	< 0,01	0,46	< 0,005
Lokalitet 6, filet (23-257)	< 0,04	1,7	4,4	< 0,03	< 0,04	0,011	0,50	< 0,005
Lokalitet 6, lever (23-258)	< 0,04	183	29	< 0,03	< 0,04	0,020	0,59	< 0,005
Lokalitet 7, blåskjell (23-259)	0,046	2,0	13	0,098	0,087	0,013	2,2	0,122

6 Konklusjon

Det er tatt prøver av fisk og skalldyr i oppdrettsanlegg lokalisert nær dumpefelt for ammunisjon. Ingen av prøvene viste spor av eksplosiver i filet, lever og skjellinnmat. Dette tyder på at det i dag ikke er noen eksponering for eksplosiver fra den dumpede ammunisjonen i disse anleggene, selv på de lokalitetene der det er påvist spor av eksplosiver i fisk og skalldyr fanget i dumpefeltet. Tilstanden på den dumpede ammunisjonen er usikker, men basert på funn av ammunisjon de siste ti årene på grunt vann, vil en forvente at korrosjon har ført til at eksplosivene nå kan være delvis blottlagt. I fremtiden vil en kunne forvente et høyere utslipp av eksplosiver fra den dumpede ammunisjonen, som følge av at en større del av eksplosivladningen blir blottlagt grunnet korrosjon.

Det ble funnet normale konsentrasjoner av ammunisjonsrelaterte metaller i fisk og skjell, bortsett fra en lokalitet der det er et noe høyere innhold av kobber enn det som er vanlig å finne i laksefilet. Det antas likevel ikke at dette skyldes utlekking fra ammunisjonen i dumpefeltet, da undersøkelser av sedimentene under anlegget viser normale konsentrasjoner av kobber. Mattilsynet er orientert om hvilket anlegg dette gjelder. Det anbefales at det ved neste uttak av prøve fra anlegget gjøres målinger av metaller for å verifisere et forhøyet nivå av kobber.

Vedlegg

A Analyserapport



ANALYSERAPPORT

Ordrenummer	: NO2315509	Side	: 1 av 7
Kunde	: Forsvarets Forskningsinstitutt	Prosjekt	: ----
Kontakt	: Arnt Johnsen	Prosjektnummer	: ----
Adresse	: Fakturamottak Buskerud	Prøvetaker	: ----
	: Postboks 25	Sted	: ----
	: 2027 Kjeller	Dato prøvemottak	: 2023-07-27 08:25
	: Norge		
Epost	: arnt.johnsen@ffi.no	Analysedato	: 2023-08-10
Telefon	: ----	Dokumentdato	: 2023-08-10 16:44
COC nummer	: ----	Antall prøver mottatt	: 9
Tilbudsnummer	: OF220866	Antall prøver til analyse	: 9

Om rapporten

Forklaring til resultatene er gitt på slutten av rapporten.

Denne rapporten erstatter enhver foreløpig rapport med denne referansen. Resultater gjelder innleverte prøver slik de var ved innleveringstidspunktet. Alle sider på rapporten har blitt kontrollert og godkjent før utsendelse.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultater gjelder bare de analyserte prøvene.

Hvis prøvetakingstidspunktet ikke er angitt, prøvetakingstidspunktet vil bli default 00:00 på prøvetakingsdatoen. Hvis datoen ikke er angitt, blir default dato satt til dato for prøvemottak angitt i klammer uten tidspunkt.

Underskrivere	Posisjon
Torgeir Redsand	DAGLIG LEDER

Laboratorium	: ALS Laboratory Group avd. Oslo	Nettside	: www.alsglobal.no
Adresse	: Drammensveien 264	Epost	: info.on@alsglobal.com
	: 0283 Oslo	Telefon	: ----
	: Norge		

Dokumentdato : 2023-08-10 16:44
 Side : 2 av 7
 Ordrenummer : NO2315509
 Kunde : Forsvarets Forskningsinstitutt



Analyseresultater

Parameter	Resultat	MU	Enhet	Kundes prøvenavn		Metode	Utf. lab	Acc.Key
				LOR	Analysedato			
Submatriks: FISK				Kundes prøvenavn		23-253		
				Prøvenummer lab		NO2315509001		
				Kundes prøvetakingsdato		2023-07-27 00:00		
Prøvepreparering								
Oppslutning	Ja	---	-	-	2023-08-10	B-PB29-MW	LE	*
Totale elementer/metaller								
As (Arsen)	0.329	---	mg/kg	0.0800	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Cd (Kadmium)	<0.005	---	mg/kg	0.00500	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Co (Kobolt)	0.00561	---	mg/kg	0.00500	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Cr (Krom)	<0.03	---	mg/kg	0.0300	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Cu (Kopper)	0.475	---	mg/kg	0.100	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Hg (Kvikksølv)	<0.01	---	mg/kg	0.0100	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Mn (Mangan)	0.0859	---	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Ni (Nikkel)	<0.04	---	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Pb (Bly)	<0.04	---	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Zn (Sink)	4.48	---	mg/kg	0.200	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*

Parameter	Resultat	MU	Enhet	Kundes prøvenavn		Metode	Utf. lab	Acc.Key
				LOR	Analysedato			
Submatriks: FISK				Kundes prøvenavn		23-254		
				Prøvenummer lab		NO2315509002		
				Kundes prøvetakingsdato		2023-07-27 00:00		
Prøvepreparering								
Oppslutning	Ja	---	-	-	2023-08-10	B-PB29-MW	LE	*
Totale elementer/metaller								
As (Arsen)	0.470	---	mg/kg	0.0800	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Cd (Kadmium)	<0.005	---	mg/kg	0.00500	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Co (Kobolt)	<0.005	---	mg/kg	0.00500	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Cr (Krom)	<0.03	---	mg/kg	0.0300	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Cu (Kopper)	0.364	---	mg/kg	0.100	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Hg (Kvikksølv)	0.0122	---	mg/kg	0.0100	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Mn (Mangan)	0.0559	---	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Ni (Nikkel)	<0.04	---	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Pb (Bly)	<0.04	---	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Zn (Sink)	3.55	---	mg/kg	0.200	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*

Dokumentdato : 2023-08-10 16:44
 Side : 3 av 7
 Ordrenummer : NO2315509
 Kunde : Forsvarets Forskningsinstitutt



Submatriks: **FISK**

Kundes prøvenavn **23-255**
 Provenummer lab NO2315509003
 Kundes prøvetaksdato 2023-07-27 00:00

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key
Prevepreparering								
Oppslutning	Ja	----	-	-	2023-08-10	B-PB29-MW	LE	*
Totale elementer/metaller								
As (Arsen)	0.505	----	mg/kg	0.0800	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Cd (Kadmium)	<0.005	----	mg/kg	0.00500	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Co (Kobolt)	<0.005	----	mg/kg	0.00500	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Cr (Krom)	<0.03	----	mg/kg	0.0300	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Cu (Kopper)	0.436	----	mg/kg	0.100	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Hg (Kvikksølv)	0.0106	----	mg/kg	0.0100	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Mn (Mangan)	0.0911	----	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Ni (Nikkel)	<0.04	----	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Pb (Bly)	<0.04	----	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Zn (Sink)	3.32	----	mg/kg	0.200	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*

Submatriks: **FISK**

Kundes prøvenavn **23-256**
 Provenummer lab NO2315509004
 Kundes prøvetaksdato 2023-07-27 00:00

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key
Prevepreparering								
Oppslutning	Ja	----	-	-	2023-08-10	B-PB29-MW	LE	*
Totale elementer/metaller								
As (Arsen)	0.455	----	mg/kg	0.0800	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Cd (Kadmium)	<0.005	----	mg/kg	0.00500	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Co (Kobolt)	0.00557	----	mg/kg	0.00500	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Cr (Krom)	<0.03	----	mg/kg	0.0300	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Cu (Kopper)	0.458	----	mg/kg	0.100	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Hg (Kvikksølv)	<0.01	----	mg/kg	0.0100	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Mn (Mangan)	0.0821	----	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Ni (Nikkel)	<0.04	----	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Pb (Bly)	<0.04	----	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Zn (Sink)	3.71	----	mg/kg	0.200	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*

Dokumentdato : 2023-08-10 16:44
 Side : 4 av 7
 Ordrenummer : NO2315509
 Kunde : Forsvarets Forskningsinstitutt



Submatriks: FISK				Kundes prøvenavn		23-257			
				Prøvenummer lab		NO2315509005			
				Kundes prøvetaksdato		2023-07-27 00:00			
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key	
Prøvepreparering									
Oppslutning	Ja	----	-	-	2023-08-10	B-PB29-MW	LE	*	
Totale elementer/metaller									
As (Arsen)	0.502	----	mg/kg	0.0800	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*	
Cd (Kadmium)	<0.005	----	mg/kg	0.00500	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*	
Co (Kobolt)	0.00591	----	mg/kg	0.00500	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*	
Cr (Krom)	<0.03	----	mg/kg	0.0300	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*	
Cu (Kopper)	1.71	----	mg/kg	0.100	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*	
Hg (Kvikksølv)	0.0114	----	mg/kg	0.0100	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*	
Mn (Mangan)	0.118	----	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*	
Ni (Nikkel)	<0.04	----	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*	
Pb (Bly)	<0.04	----	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*	
Zn (Sink)	4.43	----	mg/kg	0.200	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*	

Submatriks: FISK				Kundes prøvenavn		23-258			
				Prøvenummer lab		NO2315509006			
				Kundes prøvetaksdato		2023-07-27 00:00			
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key	
Prøvepreparering									
Oppslutning	Ja	----	-	-	2023-08-10	B-PB29-MW	LE	*	
Totale elementer/metaller									
As (Arsen)	0.592	----	mg/kg	0.0800	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*	
Cd (Kadmium)	<0.005	----	mg/kg	0.00500	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*	
Co (Kobolt)	0.0228	----	mg/kg	0.00500	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*	
Cr (Krom)	<0.03	----	mg/kg	0.0300	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*	
Cu (Kopper)	183	----	mg/kg	0.100	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*	
Hg (Kvikksølv)	0.0200	----	mg/kg	0.0100	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*	
Mn (Mangan)	1.62	----	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*	
Ni (Nikkel)	<0.04	----	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*	
Pb (Bly)	<0.04	----	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*	
Zn (Sink)	29.2	----	mg/kg	0.200	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*	

Dokumentdato : 2023-08-10 16:44
 Side : 5 av 7
 Ordrenummer : NO2315509
 Kunde : Forsvarets Forskningsinstitutt



Submatriks: **MUSLINGER**

Kundes prøvenavn **23-259**
 Prøvenummer lab **NO2315509007**
 Kundens prøvetaksdato **2023-07-27 00:00**

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key
Prøvepreparering								
Oppslutning	Ja	---	-	-	2023-08-10	B-PB29-MW	LE	*
Totale elementer/metaller								
As (Arsen)	2.19	---	mg/kg	0.0800	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Cd (Kadmium)	0.122	---	mg/kg	0.00500	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Co (Kobolt)	0.0319	---	mg/kg	0.00500	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Cr (Krom)	0.0975	---	mg/kg	0.0300	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Cu (Kopper)	1.96	---	mg/kg	0.100	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Hg (Kvikksølv)	0.0128	---	mg/kg	0.0100	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Mn (Mangan)	0.845	---	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Ni (Nikkel)	0.0873	---	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Pb (Bly)	0.0464	---	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Zn (Sink)	12.5	---	mg/kg	0.200	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*

Submatriks: **FISK**

Kundes prøvenavn **23-260**
 Prøvenummer lab **NO2315509008**
 Kundens prøvetaksdato **2023-07-27 00:00**

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key
Prøvepreparering								
Oppslutning	Ja	---	-	-	2023-08-10	B-PB29-MW	LE	*
Totale elementer/metaller								
As (Arsen)	0.451	---	mg/kg	0.0800	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Cd (Kadmium)	<0.005	---	mg/kg	0.00500	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Co (Kobolt)	<0.005	---	mg/kg	0.00500	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Cr (Krom)	<0.03	---	mg/kg	0.0300	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Cu (Kopper)	0.523	---	mg/kg	0.100	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Hg (Kvikksølv)	<0.01	---	mg/kg	0.0100	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Mn (Mangan)	0.0916	---	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Ni (Nikkel)	<0.04	---	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Pb (Bly)	<0.04	---	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Zn (Sink)	3.37	---	mg/kg	0.200	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*

Dokumentdato : 2023-08-10 16:44
 Side : 6 av 7
 Ordrenummer : NO2315509
 Kunde : Forsvarets Forskningsinstitutt



Parameter	Resultat	MU	Enhet	Kundes prøvenavn		Metode	Utf. lab	Acc.Key
				LOR	Analysedato			
Submatriks: FISK				Kundes prøvenavn		23-261		
				Prøvenummer lab		NO2315509009		
				Kundes prøvetaksdato		2023-07-27 00:00		
Prøvepreparering								
Oppslutning	Ja	----	-	-	2023-08-10	B-PB29-MW	LE	*
Totale elementer/metaller								
As (Arsen)	0.292	----	mg/kg	0.0800	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Cd (Kadmium)	0.00610	----	mg/kg	0.00500	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Co (Kobolt)	0.0310	----	mg/kg	0.00500	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Cr (Krom)	0.0926	----	mg/kg	0.0300	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Cu (Kopper)	129	----	mg/kg	0.100	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Hg (Kvikksølv)	<0.01	----	mg/kg	0.0100	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Mn (Mangan)	1.57	----	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Ni (Nikkel)	0.0822	----	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Pb (Bly)	<0.04	----	mg/kg	0.0400	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*
Zn (Sink)	23.0	----	mg/kg	0.200	2023-08-10	B-SFMS-29	LE	*

Dette er slutten av analyseresultatdelen av analysesertifikatet

Kort oppsummering av metoder

Analysemetoder	Metodebeskrivelser
B-SFMS-29	Determination of metals in biota according to SS-EN ISO 17294-2:2016, US EPA Method 200.8:1994. Prior to analysis the sample is digested according to B-PB29-MW or B-VKSPEC.
Prepareringsmetoder	Metodebeskrivelser
B-PB29-MW	Oppslutning ved salpetersyre/hydrogenperoksid i mikrobølgeovn iht SE-SOP-0041 (SS-EN 13805:2014).

Noter:

- LOR = Rapporteringsgrenser representerer standard rapporteringsgrenser for de respektive parametrene for hver metode. Merk at rapporteringsgrensen kan bli påvirket av f.eks nødvendig fortynning grunnet matriksinterferens eller ved for lite prøvemateriale
- MU = Måleusikkerhet
- a = A etter utøvende laboratorium angir akkreditert analyse gjort av ALS Laboratory Norway AS
- a ulev = A ulev etter utøvende laboratorium angir akkreditert analyse gjort av underleverandør
- * = Stjerne for resultat angir ikke-akkreditert analyse.
- < betyr mindre enn
- > betyr mer enn
- n.a. – ikke aktuelt
- n.d. – Ikke påvist

Måleusikkerhet:

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Dokumentdato : 2023-08-10 16:44
Side : 7 av 7
Ordrenummer : NO2315509
Kunde : Forsvarets Forskningsinstitutt



Utførende lab

	<i>Utførende lab</i>
LE	Analysene er utført av: ALS Scandinavia AB Luleå, Aurorum 10 Luleå Sverige 977 75

Referanser

- [1] Sverre Steinbakken, Odd Kristian Myran, Leiv Arnfinn Kristoffersen, Ole Petter Flaten: «Ammunisjonstjenesten i Hæren etter 1945. Bind 1». Hærens forsyningskommando. ISBN 82-995310-1-2, 2000.
- [2] Bydal M., Petersen J., Hammarbeck J., Mirkalsen G., Sandbæk R., Mortensholm H.P.L., Høier E., Proet-Høst A., and Grøvo O.: «Ansvarsforhold ved håndtering av eksplosive varer», 2012.
- [3] Tørnes J.A., Voie Ø.A., Ljønes M., Opstad Aa.M., Bjerkeseth L.H., Hussain F: «Investigation and risk assessment of ships loaded with chemical ammunition scuttled in Skagerrak». FFI/RAPPORT 2002/04951, 2002.
- [4] Tørnes J.A., Voie Ø.A., Mariussen E., Lågstad P.: «Kjemisk ammunisjon senket utenfor norskekysten etter andre verdenskrig - hva er senket og hvilke effekter har dette på marine organismer?». FFI-rapport 2015/00925, 2015.
- [5] Johnsen, A.: «Påvirkes fisk og skalldyr av dumpet ammunisjon? – en undersøkelse i fire dumpfelt for krigsetterlatenskaper». FFI-rapport 2021/01396, 2021.
- [6] Bernhard A., Azad A.M., Hannisdal R. (HI): «Monitoring program for pharmaceuticals, illegal substances, and contaminants in farmed fish. Annual report for 2022». Rapport fra Havforskningen nr. 2023-35, 2023.
- [7] Bernhard A., Azad A.M., Hannisdal R. (HI): «Monitoring program for pharmaceuticals, illegal substances, and contaminants in farmed fish. Annual report for 2021». Rapport fra Havforskningen nr. 2022-26, 2022.
- [8] Bernhard A., Hannisdal R. (IMR): «Monitoring program for pharmaceuticals, illegal substances and contaminants in farmed fish. Annual report for 2020». Rapport fra Havforskningen nr. 2021-40, 2021.
- [9] Duinker A., Storesund J., Lunestad B.T., Sanden M. (HI): Nasjonalt tilsynsprogram for produksjon av skjell og andre bløtdyr – prøver analysert i 2021 for kjemiske forurensede stoffer og mikroorganismer. Rapport fra havforskningen 2022-31, 2022.
- [10] Duinker A., Storesund J., Lunestad B.T. (HI): Nasjonalt tilsynsprogram for produksjon av skjell og andre bløtdyr – prøver analysert i 2020 for kjemiske forurensede stoffer og mikroorganismer. Rapport fra havforskningen 2022-30, 2022.

-
- [11] Schøyen M., Grung M., Lund E., Hjermann D.Ø., Ruus A., Øxnevad S., Beylich B., Jenssen M.T.S., Lise Tveiten L., Håvardstun J., Ribeiro A.L., Doyer I., Bæk K.: Contaminants in coastal waters 2021/Miljøgifter i kystområdene 2021. NIVA rapport SNO. 7784-2022, 2022.

Om FFI

Forsvarets forskningsinstitutt ble etablert 11. april 1946. Instituttet er organisert som et forvaltningsorgan, med særskilte fullmakter underlagt Forsvarsdepartementet.

FFIs formål

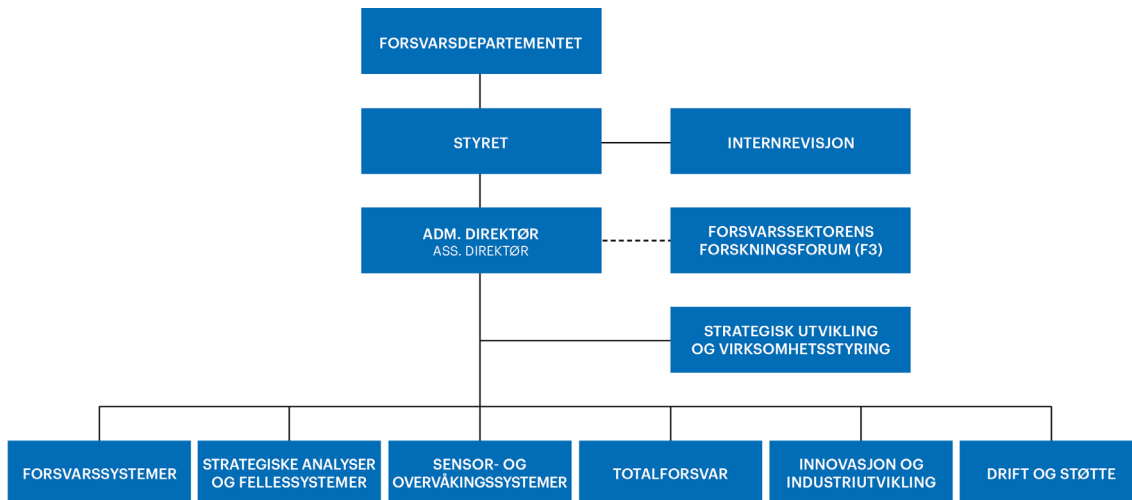
Forsvarets forskningsinstitutt er Forsvarets sentrale forskningsinstitusjon og har som formål å drive forskning og utvikling for Forsvarets behov. Videre er FFI rådgiver overfor Forsvarets strategiske ledelse. Spesielt skal instituttet følge opp trekk ved vitenskapelig og militærteknisk utvikling som kan påvirke forutsetningene for sikkerhetspolitikken eller forsvarsplanleggingen.

FFIs visjon

FFI gjør kunnskap og ideer til et effektivt forsvar.

FFIs verdier

Skapende, drivende, vidsynt og ansvarlig.



Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)
Postboks 25
2027 Kjeller

Besøksadresse:
Kjeller: Instituttveien 20, Kjeller
Horten: Nedre vei 16, Karljohansvern, Horten

Telefon: 91 50 30 03
E-post: post@ffi.no
ffi.no

Norwegian Defence Research Establishment (FFI)
PO box 25
NO-2027 Kjeller
NORWAY

Visitor address:
Kjeller: Instituttveien 20, Kjeller
Horten: Nedre vei 16, Karljohansvern, Horten

Telephone: +47 91 50 30 03
E-mail: post@ffi.no
ffi.no/en