

# Årsnotat – dumpede våben i danske farvande

2021

---

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 16. december 2021 | 95



AARHUS  
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

# Datablad

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Kategori: Rådgivningsnotat

Titel: Årsnotat – dumpede våben i danske farvande  
Undertitel: 2021

Forfatter: Hans Sanderson og Patrik Fauser  
Institution: Institut for Miljøvidenskab

Faglig kommentering: Pia Lassen  
Kvalitetssikring, DCE: Susanne Boutrup

Ekstern kommentering: Miljøstyrelsen. Kommentarerne findes her:  
[http://dce2.au.dk/pub/komm/N2021\\_95\\_komm.pdf](http://dce2.au.dk/pub/komm/N2021_95_komm.pdf)

Rekvirent: Miljøstyrelsen (Kim Lundgreen)

Bedes citeret: Hans Sanderson 2021. Årsnotat – dumpede våben. 2021. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 9 s. – Fagligt notat nr. 2021 | 95

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Foto forside: Colorbox

Sideantal: 9

# Indhold

<b>1</b>	<b>Forord, formål og baggrund</b>	<b>4</b>
1.1	Forord:	4
1.2	Formål og baggrund:	4
<b>2</b>	<b>Aktiviteter i 2021</b>	<b>5</b>
2.1	Workshops	5
2.2	HELCOM rapport	5
2.3	Videnskabelige undersøgelser og analyser	5
<b>3</b>	<b>Bilag 1: Kommentering af HELCOM notat v0.025 – Warfare Materials in the Baltic Sea sendt den 11/9 til MST</b>	<b>9</b>

# 1 Forord, formål og baggrund

## 1.1 Forord:

Nærværende beskrivelse af aktiviteterne i 2021 er udarbejdet inden for rammeaftalen mellem Miljø- og Fødevareministeriet (nu Miljøministeriet) og Aarhus Universitet om forskningsbaseret myndighedsbetjening. Miljøstyrelsen har haft et udkast til notatet til kommentering. Kommentarerne og håndteringen heraf kan findes via linket under datablad ovenfor.

## 1.2 Formål og baggrund:

Formålet med dette notat er at beskrive aktiviteterne inden for dumpede våben i danske farvande for 2021. Ifølge rammeaftalen følger DCE området, deltager i internationale arbejdsgrupper, rådgiver ifbm. potentielle miljøeffekter, samt indgår i faglig sparring med Miljøstyrelsen. Arbejdet med dumpede våben i danske farvande er bl.a. relevant i forbindelse med rådgivning af potentielle effekter af dumpet våben og ammunition med henblik på sikring af god miljøtilstand under havstrategidirektivet.

## 2 Aktiviteter i 2021

### 2.1 Workshops

Den primære aktivitet i 2021 var deltagelse i Kiel Munition Clearance Week (KMCW) den 6.-10./9 2021<sup>1</sup>. Inden KMCW var der deltagelse i JPI-Oceans (JPI-O) workshop knowledge hub workshop om dumpede kemisk våben<sup>2</sup>, som lå dagen inden KMCW i Kiel.

KMCW og arbejdet i JPI-O samt HELCOM vidner om, at det bestemt stadig er relevant fremadrettet at overveje risici ved både dumpede kemiske og konventionelle våben i danske farvande. Problemstillingen vedrørende dumpede kemiske våben er især relevant i farvandet omkring Bornholm. Analyserne og viden omkring disse er ganske omfattende. Dumpede konventionelle våben er potentielt mere relevante i relation til miljørisici pga. de langt større mængder i forhold til kemiske våben - fx i danske farvande omkring Femern Bælt samt muligvis i farvandene Nordsøen og Vadehavet, og disse er pt. relativt mindre belyst med hensyn til forekomst og risici end de kemiske våben. KMCW belyste, hvordan de konventionelle våben i første omgang udgør et sikkerhedsmæssigt problem i forbindelse med brug af havbunden, og at der er flere kommercielle metoder til forståelse og reduktion af disse. CWA udgør en mindre teknisk risiko. Det er ligeledes klart, at der er forvirring omkring formulering af problematikken med dumpede våben - om det er en trussel, en fare eller en risiko, samt over for hvem/hvad?

### 2.2 HELCOM rapport

En anden vigtig aktivitet i 2021 var kommentering af HELCOM-rapporten omkring vurdering og håndtering af dumpede våben (se kommentarer i bilag 1). Denne rapport er stadig mangelfuld og især det vigtige afsnit omkring anbefalinger anses for at være mangelfuldt. DK har tilbudt at hjælpe HELCOM med at færdiggøre dette afsnit samt rapporten, og dette vil blive en af opgaverne i 2022 (se bilag 1).

### 2.3 Videnskabelige undersøgelser og analyser

Der er stadig usikkerheder med hensyn til, hvilken miljørisiko de dumpede kemiske våben repræsenterer. Derfor vil vi primo 2022 submitte en review artikel til et videnskabeligt tidsskrift, hvor forfatterkredsen fra AU/DCE og IOPAS<sup>3</sup> i Polen har samlet alle hidtil publicerede eksponeringsdata for kemiske kampstoffer i Østersøen samt de seneste giftighedsdata for stofferne i disse studier frem til 2021. Dette review studie er delvist uden for rammeaftalen. Vi benytter de seneste modeller til modellering af transport og skæbne af stofferne til beskrivelse af udbredelsen af eksponeringsniveauer samt eventuelle risici i vandet. Arbejdet med denne artikel er blevet forsinket pga. manglende eksponeringsmodellering af den desorberede koncentration fra partikler i vandfasen fra IOPAS i Polen. Det forventes efter aftale med IOPAS, at disse resultater vil foreligge i Q1 2022, hvorefter artiklen kan indsendes. Det vil være den mest komplette analyse af alle CWA målinger fra Østersøen fra 2006 frem til 2022, samt med anvendelse af de nyeste toksikologiske data og sprednings- og koncentrationsmodellering. Vi vil, som nævnt, anvende alle publicerede sediment målinger (n=872) af kemiske kampstoffer og deres nedbrydningsprodukter i Østersøen siden MERCW projektet i 2006. Sedimentkoncentrationerne anvendes til at beregne porevandskoncentrationer og vandkoncentrationer i grænselaget umiddelbart over sedimentet, og vil indgå som eksponeringskoncentrationer for fisk og dafnier. Stofferne findes meget sjældent og i meget lave koncentrationer i bulk-vandet i de berørte områder, derfor benyttes sediment og porevandskoncentrationerne som worst-case eksponeringskoncentrationer. Disse worst-case antagelser anvendes til at beregne risikoefficienter ved division med opdaterede giftigheds grænseværdier for

<sup>1</sup> <https://munitionclearanceweek.org/>

<sup>2</sup> <https://www.jpi-oceans.eu/munitions-sea>

<sup>3</sup> <http://www.iopan.gda.pl/>

stofferne fra Czub et al (2020<sup>4</sup> og 2021<sup>5</sup>). I øjeblikket er en avanceret spredningsmodel ved at blive udviklet af IOPAS. Modellen tager højde for kildestyrker i målepunkterne, sorptionsprocesser til partikulært materiale i vandfasen, nedbrydning i opløst fase, samt spredning af partikler og opløst stof i vandet. Dette vil give en forståelse og et dynamisk billede af spredningen og risici af kampstoffer og deres nedbrydningsprodukter i Østersøen ud fra målte koncentrationer i sediment. Analysen vil kortlægge potentielle miljæriskoområder omkring Bornholm dybet samt hvilken betydning disse kan have i relation til sikring af god miljøtilstand under havstrategidirektivet.

**Tabel 1:** Kampstoffer og deres nedbrydningsprodukter der indgår i analysen i reviewet:

Kemikalie	For- kor- telse
Sennepsgas og metabolitter:	
Sulphur mustard	1
Thiodiglycol sulfoxide (TDG[OX])	1.1O
1,4-Dithiane	1,2
1,4-Oxathiane	1,3
1,4,5-Oxadithiepane	1,4
1,2,5-Trithiepane	1,5
Thiodiglycolic acid	1,7
Adamsite og metabolitter:	
Adamsite	2
Phenarzasinic acid (DM[ox])	2O
Clark I og metabolitter:	
Clark I (DA)	3A
Diphenylarsenic acid (DA[ox])	3O
Diphenylpropylthioarsine (DPTA)	3T
Triphenyl arsine og metabolitter:	
Triphenyl arsine (TPA)	4
Triphenyl arsine oxide	4O
Moderstoffer:	
$\alpha$ -Chloroacetophenone (CAP)	6
Trichloroarsine (TCA)	10T
Chlorobenzene	CB
Organo arsener:	
Phenylarsonic acid (pdca_ox)	5O
Dipropyl phenylarsonodithioite	5T
Lewisite metabolitter:	
2-Chlorovinylarsonic acid (L1ox)	7O
Bis(2-chlorovinyl)arsinic acid (L2ox)	8O

<sup>4</sup> <https://www.sciencedirect.com.ez.statsbiblioteket.dk:12048/science/article/pii/S0141113620302026>

<sup>5</sup> <https://www.sciencedirect.com.ez.statsbiblioteket.dk:12048/science/article/pii/S0166445X20304422>

Tabel 2: Fund fra projekter der indgår i review artiklen:

Projekt navn og år	Prøveområde	Antal sediment prøver	Kemikalier detekteret
CHEMSEA (2011-2014)	Bornholm, Gotland og Gdansk dybet	171	1, 1_1o, 1_2, 1_3, 1_4, 1_5, 1_7, 2o, 3o, 3t, 4, 4o, 5o, 5t, 6, 7o, 8o
MERCW (2006-2008)	Bornholm dybet	66	1_1o, 2o, 3a, 3o, 4, 5o, 10t, cb
Nord Stream 2008	Vest og syd for Bornholm dybet	49	2o, 3o, 4, 5o
Nord Stream 2010	Vest og syd for Bornholm dybet	98	2o, 3o, 5o, 8o, 10t
Nord Stream 2011	Vest og syd for Bornholm dybet	98	2o, 3o, 5o, 8o, 10t
Nord Stream 2012	Vest og syd for Bornholm dybet	98	2o, 3o, 5o, 8o, 10t
Nordstream 2016	Vest og syd for Bornholm dybet	103	1, 1_2, 1_4, 1_5, 2, 2o, 3o, 3t, 4, 4o, 5o, 5t, 6, 10t
Nordstream 2018	Vest for Bornholm dybet	22	1_5, 8o
NSP2 2019	Øst og syd for Bornholm dybet	30	1_2, 1_5, 5t
NSP2 maj 2019	Øst og syd for Bornholm dybet	23	1_2, 1_4, 1_5, 2, 2o, 3o, 3t, 4, 4o, 5o, 5t
MODUM (2014-2016)	Bornholm, Gotland og Gdansk dybet	47	1, 1_2, 1_3, 1_4, 1_5, 2o, 3o, 3t, 4, 4o, 5o, 5t, 6
Daimon 2019	Bornholm, Gotland og Gdansk dybet	67	1, 1_2, 1_3, 1_4, 1_5, 3a, 3t, 4, 5t, 6, 8t
<b>I alt</b>		<b>872</b>	

DCE bidrager desuden til en *Nature* artikel, der meget kort opsummerer resultaterne af de sidste 15 års arbejde omkring dumpede kemiske våben. Artiklen indsendes primo 2022. Desuden vil DCE være vært for en udvekslings post-doc fra IOPAS (Dr. Michal Czub) i 2022, hvor vi sammen undersøger sub-letale effekter kemiske våben på fisk, der vil blive udarbejdet en videnskabelig artikel omkring dette arbejde også i 2022.

## 2.4 Videns huller

Der er stadig videns huller i relation til bedre beskrivelse af hvor og hvor store risici dumpede våben repræsenterer. Der er også ambivalens mellem lokale, regionale og nationale myndigheder samt HELCOM omkring risici - hvorfor det er vores faglige vurdering at det er bedst først at dokumentere risici korrekt inden risici håndteres (velvidende at risici også håndteres i de tilfælde hvor der ikke foretages nogen indgreb eller tiltag). Vores review artikel vil give et opdateret og kvalificeret billede af hvilke risici der findes (eller ikke findes) i relation til dumpede kemiske våben omkring Bornholm. Reviewet vil desuden afdække videns huller i forhold til risikoanalysen som er nødvendig for en miljømæssig og kost-effektiv risikohåndtering. Der er ikke nogen erfaringer med omkostningerne oprensning af marine sedimenter kontamineret med kemiske kampstoffer - men der fremkom estimer under KMCW på hundredvis af millioner kr for håndtering af dumpede våben især konventionelle. Det er med andre ord ikke overraskende at det er dyrt at rense havsedimenter for kontaminanter når disse befinder sig på op til 100ms dybde og spredt over et areal på knapt 800 km<sup>2</sup> i det sekundære dumpingsområde i Bornholm Dybet.

De dumpede kemiske våben har været undersøgt længe (tabel 2) - mens de dumpede konventionelle våben ikke er ligeså undersøgt i vores farvande i relation til miljørisici. De tyske myndigheder anslår at der er dumpet

1.6 million tons konventionelle våben i tysk farvand alene. GEOMAR<sup>6</sup> i Tyskland har udviklet kemiske analyse metoder for TNT, HMX, RDX og andre eksplosiv stoffer og fundet lave koncentration af disse kræftfremkaldende stoffer i sediment og vand fx i Femern bælt. Der ligger desuden endnu større mængder dumpede konventionelle våben i Nordsøen - koncentrationer og miljørisici ved disse er endnu ikke belyst og hvilken betydning dumpede konventionelle kan have i relation til sikring af god miljøtilstand under havstrategidirektivet.

<sup>6</sup> <https://www.geomar.de/>



### **3 Bilag 1: Kommentering af HELCOM notat v0.025 – Warfare Materials in the Baltic Sea sendt den 11/9 til MST**

*This memo is in response to the request by the DK-EPA to review the aforementioned report. The report has previously been reviewed. The report requests specifically recommendations (max one page) towards the end.*

*The report is generally sound - there are, however, still some references missing. Moreover, there are also inaccurate use of terms such as risk, thread, hazards, dangers, impacts, effects, which will affect the interpretation of the findings and conclusions as these terms have specific connotations legal and regulatory meanings in relation to decision-making. In general, the reports addresses threads and not risks. It would be good if this could be solved and the correct terms are used. The report shall, as mentioned above, lead to a set of recommendations - which has not been compiled yet. The final report with the recommendations should be sent out for a new peer review before publication.*

#### *Recommendations:*

*In terms of recommendation, this should include a plea for site-specific environmental risk assessments, which has not been conducted yet. The environmental risk assessment should be developed with the responsible authorities and it follow the scientific risk analysis methodologies and guidelines available. The first and important step in this is the Problem formulation together with the authorities where protection aims are clarified and testable hypothesis are co-developed for the risk analysis.*

*There are scientific gaps that may need to be filled to answer the risk analysis e.g. chronic toxicity of the observed compounds, and if an ecosystem based analysis is required then further ecological assessments and risk analysis would be needed.*

*The risk assessment should also differentiate between human risk and environmental risks. Further, the conventional munitions pose a greater explosive risk than the chemical weapons and the technical risk assessment of this is different from an environmental risk assessment. This should be clarified. From an environmental point of view, the released compounds (parent or degradation products) from any dumped munition are simply chemicals with their specific inherent physical/chemical properties, fate, transport, and toxicological profile. This information can be used together with knowledge about tonnage to prioritize and determine sites and compounds of highest concern to be assessed in a site-specific marine risk assessment with clear protection targets and hypothesis to be tested in order to support transparent, quantitative, science-based decision making.*