


KEMIALLISET ASEET

ITÄMERESSÄ TIKITTÄÄ AIKAPOMMI

Itämeren pohjassa lojuu vähintään 50 000 tonnia myrkyllisiä ammuksia ja muita aseita. Ne ovat maailmansodan perintö, jonka kunnosta tiedetään huolestuttavan vähän.

Monika Pohjoispää Sari Gustafsson / Lehtikuva





◀ **Paikoin petollisen kaunista.** Suomenlahti säästyi myrkyiltä, mutta keskisellä Itämerellä ammuksia ruostuu puhki ja veteen vapautuu taistelukaasuja.



alastajan on syytä olla varuillaan Itämerellä. Ei ole tavatonta, että troolaaja saa parhaila turska-apajilla verkkoonsa kimpaleen kivettynttä sinappikaasua tai puhki ruostuneen ammuksenkuoren.

Ne päätyivät kotimereemme toisen maailmansodan jälkeisinä vuosikymmeninä, jol-

loin Itämereen upotettiin kymmeniätuhansia tonneja sotamateriaalia ja taisteluaaineita. Tähän saakka ne ovat saaneet melko rauhassa maata sijoillaan, mutta nyt merenpohjaa myllätään muun muassa maakaasuputkien alta. Siitä, millaisen vaaran sotamyrkyt aiheuttavat, tiedetään huolestuttavan vähän.

Äkkiä pois silmistä

Kun toinen maailmansota loppui, liittoutuneet ottivat Saksalta haltuunsa sotatarvikkeita noin 300 000 tonnia. Niistä noin 65 000 tonnia sisälsi myrkyllisiä taisteluaaineita, joista yli kolmannes oli sinappikaasua.

Potsdamin konferenssissa 1945 sovittiin, miten nämä aheet hävitettäisiin. Kukin miehitysvalta sai vastuulleen oman alueensa varastot.

Päätettiin, että kemialliset aheet kuljetetaan Atlantilte ja upotetaan laivoineen vähintään kilometrin syvyyteen. Upotusta pidettiin nopeimpana ja edullisimpana tapana päästä niistä eroon – tuolloin tuskin kukaan ajatteli ekologisia seurauksia. Ympäristötietoisuus ja huoli kemikalisoitumisesta heräsi vasta parikymmentä vuotta myöhemmin.

Päätyivät mataliin vesiin

Seuraavina vuosina Saksan satamissa koottiin kuljetuksiin valtava kirjo erilaista sotamateriaalia: ammuksia, miinoja, kranaatteja, pommeja ja säiliöitä. Suurin osa hävitettäväästä oli myrkyllisin kemikaalein ladattuja lentokonepommeja ja tykistökranaatteja.

Alkuperäistä upotussuunnitelmaa ei kuitenkaan noudatettu. Taisteluaaineita ei koskaan viety Atlantilte, vaan ne pudotettiin lähemmäksi Pohjanmereen ja Itämereen, paikoin vain kymmenien metrien syvyyteen.

Skagerrakiin Tanskan ja Norjan väliin upotettiin kokonaisia aselastissa olleita laivoja. Tanskan Vähän-Beltin salmeen heitettiin tabuuni-hermomyrkyllä ladattuja ammuksia. Myöhemmin osa niistä kuitenkin nostettiin ylös ja upotettiin uudelleen Biskajanlahdelle syvempään veteen.

Itämeren asehaudaksi valittiin Gotlannin allas. Materiaalia oli kuitenkin niin paljon ja matka Saksasta Gotlannin vesille niin pitkä, että valtaosa myrkyistä vietiin puolimatassa sijaitsevaan Bornholmin syvänteeseen. Se on huomattavasti Gotlannin allasta matalampi.

Itämeren pääasiallinen upotuspaikka on paikannettu Bornholmin altaan eteläosaan, Tanskalle kuuluvan

Bornholmin saaren itäpuolelle. Sinne on upotettu arviolta 32 000 tonnia kemiallisia aseita. Niistä noin 11 000 tonnia oli myrkyllisiä kemikaaleja.

Operaatiot salattiin

Bornholmin upotuspaikka on merkitty halkaisijaltaan noin kuuden merimailin ympyräksi, mutta todellisuudessa hylkytavaraa päätyi laajemmalle alueelle. Lastia pauskattiin laidan yli jo matkalla. Osa tavarasta oli pakattu puukirstuihin, jotka eivät uponneet heti vaan ajalehtivat ulapalla.

Kun laatikoiden raportoitiin seilanneen rantaan Bornholmissa, Ruotsissa ja Puolassa, annettiin käsky upottaa ajalehtijat ampumalla niihin reikiä.

Ahkerimmin upotuksia tehtiin vuoden 1947 loppupuoliskolla. Lehdet kertoivat kansainvälisillä vesillä operoivista kaasuille löyhkäävistä aluksista, ulapalla ajalehtivista puukirstuista, sairastuneista kalastajista sekä rantaan huuhtoutuneista kuolleista kaloista ja ammuslaatikoista.

Seuraavina vuosina moni sairastui syötyään alueelta pyydetyn turskan mätiä. Se määrättiin hetkeksi myyntikieltoon, mutta kalastusta alueella rajoitettiin vasta lähes neljäkymmentä vuotta myöhemmin.

Liittoutuneet sopivat, että upotusten ensi vuosien yksityiskohdat pidetään salassa 50 vuotta. Sittemmin Britannian ja Yhdysvaltain puolustusministeriöt päättivät jatkaa tietojen salaamista vuoteen 2017.

Hankala tutkia

Upotukset eivät kuitenkaan päättyneet sodanjälkeisiin vuosiin. Ne jatkuivat yli neljännesvuosisadan, kunnes vuonna 1972 Lontoon sopimuksella myrkyllisten jätteiden upotus mereen kiellettiin.

Vanhimmat sotatarvikkeet ovat lojuneet merenpohjassa nyt yli 60 vuotta. Osa ammuksista ja säiliöistä on ruostunut puhki ja kemikaali vuotanut ulos. Osa on vajonnut sedimenttiin ja säilynyt todennäköisesti lähes muuttumattomana. Ammusten ruostumisesta ja myrkyllisten kemikaalien käyttäytymisestä meressä tiedetään hyvin vähän.

Mereen upotetut kemialliset aheet ovat mutkikkaita tutkia. Aihe on poliittisesti herkkä, koska se nostaa esille kiuksallisia vastuukysymyksiä. Erityisesti kylmän sodan aikana sekä operaatioiden suorittajat että upotusalueiden naapurit olivat haluttomia tarttumaan ongelmaan. Toisekseen tutkimus vaatii monen alan asiantuntijuutta ja taloudellista ja teknologista panostusta.

Viime vuosina huoli mereen upotetuista kemiallisista aseista on ollut monen kansainvälisen kokouksen aihe. Tutkijat yrittävät hahmotella kokonaisuutta tiedonsiruaista.

Syöpyvät puhki

Mereen laskettujen taisteluaaineiden vapautumisnopeus riippuu paitsi säilytysastian syöpymisestä myös kunkin aineen hajoamisnopeudesta merivedessä. Useat raportit en-

► sivulle 44



MONTA TAPAA SOTIA MYRKYILLÄ

- Kemiallisen sodan käynnin aineet ovat myrkyjä, jotka vammauttavat, tappavat tai tekevät toimintakyvyttömäksi.
- Taisteluaineita on käytetty tykistöammuksissa, ohjuksissa, lentopommeissa, raketeissa, maamiinoissa ja käsikranaateissa.
- Aineita voi levittää myös kaasuna, pisaroina tai aerosoloina lentokoneista, helikoptereista tai panssariajoneuvoista.

AINEITA UPOTETTIIN VALTAVIA MÄÄRIÄ

- 1 Skagerrakiin vähintään 170 000 tonnia
- 2 Bornholmin syvänteen alueelle vähintään 40 000 tonnia
- 3 Gotlannin syvänteen alueelle 958 tonnia

ITÄMEREEN PÄÄTYI AINAKIN KAHDEKSAA MYRKKYÄ

Nimi / Olomuoto sekä sulamis- ja kiehumispiste / Vesiliukoisuus / Käyttötapa / Vaikutuksia

SINIHAPPO AC	FOSGEENI CG	SINAPPI- KAASU HD	KLOORI- ASETOFENONI CN	CLARK I DA	ADAMSIITTI DM	LEWISIITTI L	TABUUNI GA
NESTE SP -13°C KP 26°C	KAASU SP -128°C KP 8°C	JÄHMEÄ NESTE SP 14°C KP 228°C	KIINTEÄ SP 54-56°C KP 244°C	KIINTEÄ SP 38-44°C KP 307-333°C	KIINTEÄ SP 195°C KP 410°C	NESTE SP -18°C KP 190°C	NESTE SP -50°C KP 246°C
SEKOITTUU	LIUKENE HITAASTI	LIUKENE HYVIN HITAASTI	EI LIUKENE	LIUKENE	EI LIUKENE	LIUKENE	LIUKENE
KAASUNA, LIUKSENA	KAASUNA, AEROSOLINA	AEROSOLINA	KAASUNA	AEROSOLINA	AEROSOLINA	AEROSOLINA	AEROSOLINA
HENGEN- AHDISTUS, KOURISTUS, SYDÄN- PYSÄYS	HENGEN- AHDISTUS, KEUHKO- PÖHÖ	IHO- VAURIOT, KEUHKOPÖHÖ, SOKEUS, SYÖPÄ	KUVOTUS, KEUHKO- PÖHÖ	KUVOTUS, ELINVAURIOT, SYÖPÄ	KUVOTUS, ELINVAURIOT, SYÖPÄ	RAKKULAT, ELINVAURIOT, SYÖPÄ	HENGEN- AHDISTUS, HENGITYS- LAMA



ASEHAUTOJA MUISSAKIN MERISSÄ

- Toisen maailmansodan jälkeisinä vuosina satoja tuhansia tonneja kemiallisia aseita hävitettiin meriin.
- Usein materiaali upotettiin hätäisesti ja salaten. Koostumusta, määrää ja sijainteja ei tunneta tarkasti, koska kirjaus oli keinoa ja navigointitekniikka epävarmaa.
- Yhdysvaltain liepeillä upotettiin usein syviin vesiin ja riittävän kauas rannikosta. Matalissa vesissä, kuten Itämerellä, Adrianmerellä ja Japanissa, on raportoitu satoja kalastajien loukkaantumisia.

Liukeneminen on hajoamisen ratkaiseva ensiaskel, ja heikko liukoisuus hidastaa sitä. Esimerkiksi sinappikaasu, jota suurin osa hävitetyistä taisteluaineista oli, liukenee veteen erittäin hitaasti. Sinappikaasu voi myös muodostaa pinnalleen suojaavan kapselin.

Aikaisemmin nostetut sinappikaasun kimpaleet olivat pinnalta kiinteitä ja sisältä nestemäisiä, mutta viime vuosina ne ovat olleet läpeensä kiinteitä. Kimpaleiden koko vaihtelee, mutta ne voivat painaa jopa sata kiloa.

Tietoja puuttuu

Riskien hallinta on hankalaa, koska upotuspaikkojen tarkoista sijainneista ja sotamateriaalien levinneisyydestä meressä on vain vähän tietoa. Jotkin ovat kansainvälisillä vesillä mutta monet aluevesillä tai lähellä naapurivaltioiden rajoja.

Epätietoisuus johtuu osittain sodanjälkeisestä kaootisesta tilanteesta ja asiakirjojen puuttumisesta tai salaamisesta. Saksalaisilla on tunnetusti tarkat asiakirjat ja hyvät arkistot, mutta Saksojen yhdistyessä niitä tuhottiin ja osin siirrettiin Neuvostoliittoon. Itämeren suojelukomissio Helcom keräsi vuonna 1993 senhetkiset tiedot upotuspaikoista ja -materiaalista. Tietoja saatiin myös Venäjältä, joka liennytyksen hengessä avasi arkistojaan Neuvostoliiton hajottua, mutta sen jälkeen ei päivitystä ole herunut.

Pääupotusalueella Bornholmissa vuosina 1947–1948 tehdyt operaatiot on dokumentoitu hyvin, mutta niiden jälkeen upotuksia on tehty lisää, ja esimerkiksi Gotlannin tiedot ovat epämääräiset. Brittien käyttämä upotusalue Bornholmin länsipuolella on huonosti kuvattu. Brittien ja

nakoivat syöpmisen kestävän 50 vuotta, mutta havaintojen mukaan ammuksien ruostuvat puhki nopeammin. Ennen kuviteltiin, että ruostuminen tapahtuisi tasaisesti ja ammuksien hiljalleen pienenisi ja pieneneisi. Nyt tiedetään, että ruostuminen voi olla pistemäistä. Kun kuoreen ruostuu reikä, vesi pääsee ammuksien ja aine hajoaa paljon arvioitua nopeammin.

Aineiden käyttäytyminen meressä riippuu niiden ja ympäristön ominaisuuksista. Itämeressä veden happamuus on melko tasainen, joten suoloisuus ja lämpötila vaikuttavat kemiallisiin reaktioihin eniten. Kun lämpötila nousee, liukoisuus ja reaktionopeus yleensä kasvavat. Myös virtaukset nopeuttavat liukenemistä.

amerikkalaisten operaatiot Tanskan salmissa ovat yhä salaiset, eikä kansainvälinen oikeus velvoita valtioita antamaan tarkkaa tietoa kemiallisten aseiden upotuspaikoista.

Näytteet välttämättömiä

Vaikka operaatioiden täysi laajuus on yhä epäselvä, upotusalueet on jo varsin hyvin paikannettu. Tarkkojen paikkojen tunteminen ei kuitenkaan kerro nykyisistä vuodoista tai niiden aiheuttamista mahdollisista saastumisista.

Itämeren pohjan koostumus on eri paikoissa erilainen. Esimerkiksi Bornholmin alueella pohja on pehmeä, joten aseet ovat vajonneet sedimenttiin. Gotlannissa pohja on kovempi ja aseet ruostuvat puhki nopeammin. Siksi pitää analysoida vesi- ja sedimenttinäytteitä.

Tutkimus käykin kiivaana. Kansainvälinen, johtavien tutkimuslaitosten ja merenkulkuviranomaisten yhteishanke Chemsea kerää tietoa ja analysoi näytteitä sekä arvioi kemiallisten aseiden ekologisia riskejä. Suomesta asiantuntijoina ovat Helsingin yliopiston alainen, ulkoministeriön ohjauksessa toimiva Kemiallisen aseiden kieltosopimuksen instituutti Verifin ja Suomen ympäristökeskus.

Merentutkimusalue Aranda laski alkukesästä Bornholmin syvänteeseen simpukkahäkkeitä. Simpukka on hyvä vedenlaadun ilmaisija, ja kun häkit nyt syksyllä nostetaan, toivotaan tietoa myrkköjen vaikutuksista eliöihin.

Lisäksi tutkitaan vesi- ja sedimenttinäytteitä. Bornholmin tilannetta on selvitetty jo paljon, mutta tarkoitus on tuottaa uutta tietoa myös vähemmän tutkituilta alueilta.

Upotusalueiden pohjakerrostumista on löytynyt kemiallisten aseiden hajoamistuotteita. Pohjan lähistön vedestä niitä ei ole löytynyt, mikä on ymmärrettävää, sillä vesiliukoiset yhdisteet kulkeutuvat nopeasti virtausten mukana. Bornholmin alueelta löytyi bakteereja, jotka ovat vastustuskykyisiä sinappikaasun hajoamistuotteille. Saastuneisuus ulottuu kauas virallisten upotuspaikkojen rajoista, mikä vahvistaa, että materiaali lojuu pitkin pohjaa ja että se vuotaa. ●

● *Monika Pohjoispää valmistele orgaanisen kemian väitöskirjaa Helsingin yliopistossa.*

● *Artikkelin asiantuntijoina koordinaattori Martin Söderström ja laboratoriopäälliköt Harri Koskela ja Ullastiina Hakala Verifinistä.*

● *Chemsea-kokous Helsingissä 12.-14.9.2012.*

Viimeinen päivä on yleisölle avoin. www.chemsea.eu

Lähteitä:

Tine Missiaen et al. MERCW Deliverable 2.1 Synthesis report of available data, 2006.

H. Sanderson ja P. Fauser. Historical and qualitative analysis of the state and impact of dumped chemical warfare agents in the Bornholm basin from 1947–2008. International report DMU-75-00061B. National Environmental Research Institute 2008.

Tine Missiaen, M. Söderström, I. Popescu ja P. Vanninen. Evaluation of a chemical munition dumpsite in the Baltic Sea based on geophysical and chemical investigations. Science of the Total Environment, 2010.

KEMIALLISTEN ASEIDEN LYHYT HISTORIA

1800-luvulla

ymmärrys kemiasta lisääntyy nopeasti. Myrkkujen tuntemus syvenee etupäässä onnettomuuksien kautta.

1811 Ranskassa keksitään sinihappo.

1812 Britanniassa keksitään fosgeeni.

1822 Belgiassa opitaan valmistamaan sinappikaasua.

1848 Britanniassa keksitään klooripikriini.

1871 Saksassa keksitään klooriasetofenoni.

1881 Saksassa keksitään Clark I.

1899 Haagin sopimus kieltää kaasuaaseet sotilailla.

1913 Saksassa keksitään adamsiitti.



1914–1918 Ensimmäinen maailmansota.

1915 saksalaiset tekevät ensimmäisen laajan kaasuhyökkäyksen Belgian Ypresissä. 10 000 sotilasta altistuu kloorikaasulle. Puolet tukehtuu.

1917 saksalaiset ottavat sinappikaasun käyttöön.

1918 Italiassa kehitetään Clark II, Yhdysvalloissa lewisiitti.

1925 Geneven sopimus kieltää kemiallisten ja biologisten aseiden käytön. Ranska käyttää sinappikaasua Marokossa.

1934 Japani alkaa käyttää sinappikaasua Kiinassa.

1935 Italia käyttää sinappikaasua Abessiniasa.

1964–1972 Yhdysvallat hävittää tavanomaisia ja kemiallisia aseita Atlanttiin.



1962 kemiallisin aseinen lastattu proomu upotetaan Bornholmiin. Suomen ensimmäinen ajanmukainen ympäristölaki, vesilaki, tulee voimaan.

1952–1965 Itä-Saksan viranomaiset määräävät Bornholmin syvänteeseen lisää upotuksia.

1952 Britannia kehittää VX-kaasun, joka on tappavin hermokaasu.

1948 hermokaasuja upotetaan lisää Bornholmin altaaseen. Niitä ajelehtii Ruotsiin.

1947 Upotusten päävaihe. Aseita hävitetään Pohjan- ja Itämeren noin 36 000–50 000 tonnia. Liittoutuneet luokittelevat tiedot salaisiksi 50 vuodeksi.

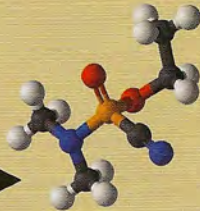
1946 Upotukset alkavat.

1945 liittoutuneet jakavat Saksalta valloitetut kemialliset aseet ja sopivat Potsdamissa niiden hävittämisestä.

1944 Saksassa kehitetään hermokaasu somaani.

1939–1945 Toinen maailmansota. Taisteluaineita valmistetaan paljon.

1938 Saksassa keksitään hermokaasu sariini.



1936 Saksassa kehitetään ensimmäinen hermokaasu, tabuuni.



1965–1975 Yhdysvallat käyttää kemiallisia aseita Vietnamin sodassa.

1969 kalastajat tekevät ilmoituksia kemiallisista aseista Bornholmin alueella. Siitä pitäen niitä on kertynyt yli 720.

Samoihin aikoihin Ruotsin rannikon kalakuolemien syyksi epäillään kemiallisista aseista päässeitä myrkkäjä.

1972 Ruotsin merivoimien mukaan kaikki pohjalta löydettyt aseet ovat ruostuneita, rikkinäisiä tai tyhjiä ja kemialliset aineet ovat möykkyinä pohjassa. Lontoon sopimus kieltää merten saastuttamisen ja jätteen upottamisen.

1974 Itämeren meriympäristön suojelukomissio Helcom perustetaan Helsingissä.



1975 Turksassa havaitaan syöpäkasvaimia, jotka voivat johtua myrkyistä.

1980 Itämeren suojelusuopimus tulee voimaan.

1981–1988 Kemiallisia aseita, kuten sinappikaasua, käytetään Irakin ja Iranin välisessä sodassa.

1984 Kalastus kielletään pääasiallisella upotuspaikalla Bornholmin liepeillä.

1992 uudistettu, entistä sitovampi Itämeren suojelusuopimus astuu voimaan.

1993 Helcom selvittää, mitä kemiallisia aseita on upotettu; tietoja saadaan myös Venäjältä.

1995 Tokion metrossa tehdään sariini-isku.

MASSATUOTANTO SYNTYI MAAILMANSODISSA

► Kemiallinen sodankäynti alkoi ensimmäisessä maailmansodassa. Kemiallisia aseita käyttivät sodan molemmat osapuolet sekä länsi- että itärintamalla.

► Kemiallisten aseiden käyttö sodassa kiellettiin 1925. Tutkimus sai jatkoa, ja maailmansotien välissä kehitettiin ensimmäiset hermokaasut.

► Toisessa maailmansodassa taisteluaineita ei juuri käytetty sotateoissa, mutta niitä tuotettiin sodan aikana peräti 137 000 tonnia.

2012 Uusi Helcom muni-raportti päivittää nykytilan. Syke tutkii simpukoista Bornholmiin upotettujen kemiallisten aseiden ja taisteluaineiden ympäristövaikutuksia.



Syyrian kriisi kärjistyy: tiedustelutietojen mukaan armeija siirtellee sariinia ja muita taisteluaineita.

2011 ensimmäinen Nord Stream -maakaasuputki valmistuu. Chemsea-tutkimusohjelma alkaa.

2006–2008 mereen upotettujen kemiallisten aseiden tutkimusohjelma Mercw käynnistyy.

2003 kalastajien verkoissa nousee noin tonni kemiallisia aseita.

1999–2000 tutkimuksia Bornholmin alueella. Ammuksia löytyy.

1997 kemiallisen aseiden kieltosopimus astuu voimaan. Britannian ja Yhdysvaltain puolustusministeriöt määräävät vuosien 1946–

1947 operaatioiden tiedot salaisiksi vielä 20 vuodeksi.