



Syyrian synkkä salaisuus

# Kemiallisen aseen käyttö

varmistettiin Helsingissä





Verifinin kemistit juhlivat lokakuussa instituutin 40-vuotista taivalta. Joukosta kaksi on lupautunut lähtemään Syyriaan tuhoamaan kemiallisia aseita, mikäli Suomi saa pyynnön osallistua operaatioon.

■ **Syyrian sisällissodan elokuisen verilöylyn uhrin tappoi hermokaasu sariini. Asian varmistavat analyysit, jotka tehtiin suomalaisen Verifinin laboratoriossa.**

#### Marja Saarikko

Maailma kohahti, kun järkyttävät kuvat elokuun 21. päivän verilöylyn sadoista siviiliuhreista Syyrian Damaskoksessa levisivät julkisuuteen.

Kaupungin liepeille tehdyssä hyökkäyksessä epäiltiin heti käytetyn kiellettyä kemiallista asetta. Pian epäilykset tarkentuivat hermokaasu sariiniin. YK on luokitellut äärimmäisen myrkyllisen yhdisteen joukkotuhoaseeksi.

”On täysin selvää, että iskussa käy-

tettiin sariinia”, sanoo professori **Paula Vanninen**, joka toimii kemiallisen kieltosopimuksen instituutin Verifinin johtajana.

Jos joku, juuri Vanninen voi olla asiasta sataprosenttinen varma.

Verifinin laboratorio on yksi ensimmäisistä, joille kemiallisen aseiden kieltojärjestö OPCW myönsi pätevyyden kieltosopimuksessa mainittujen yhdisteiden määrittämiseen. Pätevyyden on kaikkiaan saanut vain 17 laboratoriota maailmassa.





Kun OPCW:n asiantuntijat olivat ottaneet näytteet sota-alueelta ja uhreista, ne lähetettiin analysoitaviksi neljään järjestön hyväksymään laboratorioon.

”Kaksi laboratorioista analysoi alueelta kerätyt ympäristönäytteet, toiset kaksi hoitivat biolääketieteelliset näytteet. Tulokset varmistivat sariinin käytön.”

Paula Vannista ja laboratorion muutaakin henkilökuntaa sitoo vaitiolovelvollisuus, jonka mukaan he eivät saa kertoa yksityiskohtia kemiallisen aseiden valvontatyöstään eivätkä esimerkiksi sitä, mitä näytteitä laboratorio milloinkin tutkii.

Vanninen puhuikin asiasta vain yleisellä tasolla. Sen, että syyrialaisnäytteitä analysoidaan nimenomaan Helsingin Kumpulassa, paljasti YK:n edustaja, jonka mukaan näytteiden muina analysoijina toimivat ruotsalainen, sveitsiläinen ja saksalainen laboratorio.

YK:n julkaiseman raportin mukaan merkkejä sariinista on löytynyt 85 prosentista verinäytteistä, jotka otettiin syyrialaisuhreista.

Syyria allekirjoitti kansainvälisen painostuksen jälkeen kemiallisen aseiden kieltosopimuksen 14. lokakuuta ja sitoutui samalla tuhoamaan kemiallisen aseiden varastonsa. Sopimuksen on nyt allekirjoittanut 190 maata.

### Kompastuskivenä pienet pitoisuudet

Sariinin analyysimenetelmä on Paula Vannisen mukaan kohtuullisen yksinkertainen.

Ympäristönäytteestä sariini uutetaan ensin dikloorimetaaniin, josta se voidaan analysoida suoraan esimerkiksi kaasukromatografian ja massaspektrometrin yhdistelmällä.

Ihmisen elimistöön kulkeutunut sariini sitoutuu muun muassa veren butyryyli-koliiniesteriiniin. Sieltä sariini vapautetaan kaliumfluoridin avulla. Kun näyte on puhdistettu, se analysoidaan samalla tavoin kuin ympäristönäytteistä peräisin oleva sariini.

### Natsien tappava keksintö

Sariini on **Hitlerin** Saksassa kehitetty kemiallinen ase. Organofosfaatteihin kuuluva yhdiste on äärimmäisen myrkyllinen. Aineen kemiallinen kaava on  $C_4H_{10}FO_2P$ .

Hermokaasuna sariini lamauttaa ihmisen hermojärjestelmän. Sariinille altistunut ihminen tuntee ensin puristusta rinnassa eikä saa kunnolla hengitettyä. Sen jälkeen hän alkaa voida pahoin ja oksentaa, kunnes vajoaa koomaan ja tukehtuu kuoliaaksi.

Sariini hajoaa ihmisessä ja ympä-

## Kemistejä odottaa rankka tehtävä

Kaksi Verifinin kemistiä on lähdössä paikan päälle Syyriaan varmentamaan kemiallisten aseiden tuhoamisprosessia, mikäli Suomea pyydetään osallistumaan operaatioon.

YK:n pääsihteerin **Ban Ki-moonin** mukaan tuhoamista valvovien tarkkailijoiden tehtävä on ennennäkemättömän vaarallinen.

Suomalaisinstituutti on valmistautunut siihen, että kutsu tulee, Paula Vanninen sanoo. Lähtöhalukkuutensa ilmoittaneet kaksi kemistiä ovat hänen mukaansa sekä taidoiltaan että henkisesti täysin valmiita tehtävään.

”Jokainen kemisteistämme voi halutessaan osallistua operaatioon”, Vanninen tähdentää.

Kenttätöistä olisi ammatillista hyötyä paitsi lähtijöille itselleen myös koko laitokselle. Syyriasta saatava kokemus tuo arvokasta tietoa myös tulevaisuudessa odottavien uusien haasteiden varalle.

”Tärkeää tietenkin on, että tutkijoiden turvallisuus tehtävässä voidaan taata.”

### Matkassa kenttälaboratorio

Kemiallisten aseiden hävittäminen on monivaiheinen prosessi, joka käynnistyi, kun Syyria myönsi aseiden käytön ja esitteli arsenaalinsa.

Todentaminen on aina toteuttava kahdella eri menetelmällä. Sariinin tapauksessa tämä tarkoittaa kahta eri massaspektrometristä detektointia. Niitä voivat olla esimerkiksi elektroni-ionisaatiolla (EI) ja kemiallisella ionisaatiolla (CI) saatava tieto. Lisäksi etsitään sariinin hajoamistuotteita joko virtsa- tai ympäristönäytteistä.

Lokakuussa siirryttiin kohti seuraavaa vaihetta eli aseiden tuhoamista tai käyttökelvottomaksi tekemistä. Ennen sitä kemistien on analyysien avulla varmistettava, että tuhottava aine on sitä, mitä sen on ilmoitettu olevan.

”Kemisteillä on matkassaan näytteenottovälineitä ja analysaattorina kaasukromatografian ja massaspektrometrin yhdistelmä, jota käytetään yleisesti kenttälaboratorioissa”, Vanninen kertoo.

Analyysin toteuttaminen kenttäolosuhteissa ei juuri eroa laboratorioissa tehtävästä työstä, vaan periaate on kaikkialla sama. Näyte jaetaan uttamalla eri osiin eli fraktioihin niiden kemiallisten ominaisuuksien perusteella. Sen jälkeen määritetään, mitä myrkyjä tai niiden lähtöaineita fraktioissa on.

”Tosin haihtumattomille yhdisteille, jotka voidaan kotona analysoida suoraan esimerkiksi nestekromatografia-massaspektrometrisesti, joudutaan kenttäolosuhteissa valmistamaan johdannainen, mikä pidentää analyysin kestoa.”

Aseen hävittäminen tapahtuu laimentamalla sariinin lähtöaine isopropanoli vedellä, minkä jälkeen sitä ei enää voida käyttää sariinin synteesissä. Itse sariini tuhoetaan hypokloriitin avulla. Lopuksi kaikki neutraloidut tai hajotetut yhdisteet poltetaan.

**Verifin on koonnut sarjan sinisiä kirjoja, joissa kuvataan kemiallisten aseiden määrittämisessä käytettyjä menetelmiä. Kirjoja voi tilata Verifinistä.**





Sariinin määrittäminen on siinä suhteessa helppoa, että näytteenkäsittely ja analyysi ovat jo ennalta tiedossa. Vaikeaksi asian tekevät näytteiden alhaiset pitoisuudet.

”Moni laboratorio onkin epäonnistunut yrittäessään saada pätevyyttä kemiallisten taisteluaineiden määrittämiseen”, Vanninen huomauttaa.

Sariinin lisäksi Verifinin laboratoriolalla on valmius seuloa ja analysoida lähes 10 000 muuta kemiallisiin aineisiin liittyvää ainetta. Työssä käytetään paljon rikki-, typpi- ja fosforiselektiivisiä detektoreita sekä massaspektrometria.

”Myös NMR on ollut erinomainen työkalu meille kautta vuosien.”

### Työtä kiireessä ja paineessa

Helsingin yliopiston kemian laitoksen yhteydessä toimivassa Verifinissä työskentelee kaikkiaan 11 tutkijaa, jotka ovat yhtä lukuun ottamatta kemistejä. Henkilökunnan vaihtuvuus on Paula Vannisen mukaan ollut pientä. Jotkut ovat olleet talossa jo yli 30 vuotta.

”Tietotaidon siirtyminen vanhemmalta polvelta nuoremmalle on erittäin tärkeää ja varmasti yksi syy siihen, että laboratoriomme ei ole vielä kertaakaan epäonnistunut OPCW:n pätevyystesteissä, joita järjestetään vuosittain.”

Kemiallisten aseiden valvonta edellyttää, että Verifin on täydessä valmiudessa lähes ympäri vuorokauden seitsemän päivää viikossa.

Kun analyysipyyntö tulee, instituutin on ilmoitettava vuorokauden kuluessa, kykeneekö se hoitamaan tehtävän. Jos vastaus on myönteinen, näytteet lähtevät kohti Helsinkiä.

Kello alkaa tikittää samalla hetkellä, kun näytteet saapuvat perille. Analyysien tulos on ilmoitettava viimeistään kahden viikon kuluttua, joten laboratoriossa alkaa kuumeinen toiminta saman tien.

”Yleensä riippuu näytteestä itsestään, mitä sille tehdään. Ensin kuitenkin valitaan sopivat esikäsittelymenetelmät, sitten analyysimenetelmät”, Paula Vanninen kertoo.

Osaajien kokemus takaa sen, että työ sujuu myös kiireessä ja paineen alla. Kun analyysit on onnistuneesti tehty ja tulokset valmiina, niistä laaditaan vaatimusten mukainen raportti ja toimitetaan se OPCW:hen.

### Menetelmät koottu sinisiin kirjoihin

Vaikka kemiallisen aseiden valvojien työ on salaista, tutkijoiden käyttämät analyysimenetelmät eivät sitä ole.

Kun kemiallisen aseiden analytiikkaa aikoinaan alettiin kehittää, Verifin oli alan



Paula Vannisella on täysi syy illoista Nobelin rauhanpalkinnosta. Maailmassa on vain 17 laboratoriota, joilla on pätevyys analysoida kemiallisen aseiden yhdisteitä. Yksi niistä on Verifin.

## Suomi vahvasti mukana Nobelilla palkitussa rauhantyössä

”Todella hienoa. En pysty edes sanoin kuvailemaan, miltä tämä tuntuu.”

Näin kommentoi Verifinin johtaja **Paula Vanninen** vuoden 2013 Nobelin rauhanpalkintoa, joka myönnettiin 11. lokakuuta kansainväliselle kemiallisen aseiden kieltojärjestölle OPCW:lle.

Palkitsemisen taustalla vaikuttaa vahvasti Suomessa jo neljän vuosikymmenen ajan tehty tutkimustyö kemiallisten aseiden aseriisunnan hyväksi. Työ alkoi vuonna 1973 kemiallisen aseiden CW-tutkimusprojektissa, jonka jatkajaksi Verifin-instituutti vuonna 1994 perustettiin.

Paula Vanninen on ollut kiinteästi mukana OPCW:n toiminnassa siitä lähtien, kun hänet vuonna 2005 valittiin instituutin johtajaksi.

Suomalaisprofessori kuuluu OPCW:n 24-henkiseen tieteelliseen elimeen Scientific Advisory Boardiin, joka toimii järjestön pääjohtajan neuvonantajana tieteellisten-tekniikkain asioissa. Vannisen tuorein selvitys järjestölle koskee risiiniä, suurta koristeikasvia, jonka siemenet ovat sisältämänsä glykoproteiinin takia erittäin myrkyllisiä.

Nobelin rauhanpalkinto luovutetaan OPCW:lle joulukuussa Oslossa.

laboratorioista ainoa, joka toimi yliopiston yhteydessä. Instituutilla oli siten mahdollisuus käyttämiensä menetelmien julkaisuun, ja alkunsa sai siniseksi kirjoiksi kutsuttu kirjasarja.

Ensimmäinen sininen kirja näki päivänvalon vuonna 1977, ja tähän mennessä niitä on julkaistu yhteensä 23.

Viimeisin sininen kirja ilmestyi vuonna 2011. Sen tekemiseen osallistui reilut 40 kirjoittajaa 14 laboratoriossa ympäri maailmaa, mutta työtä koordinoi yhä Verifin. □

Marja Saarikko on kemisti ja vapaa toimittaja.  
marja@sanasaari.fi