



Loppu hyvin, kaikki hyvin. Professorit Florian Kraus (vas.) ja Antti Karttunen ihailevat rubidiumsäiliöitä, jotka vihdoinkin päätyivät tutkimuskäyttöön Marburgin yliopistoon.

Lars Deubner

Rubidiumin rankka reissu

■ **Venäjältä kohti Saksaan lähtenyt jättilasti rubidiumia jumittui 20 vuodeksi Ouluun, koska hyvin reaktiiviselle alkalimetallille ei löytynyt sen paremmin vastaanottajaa kuin hävittäjääkään. Ongelma ratkesi, kun Tulli keksi ottaa yhteyttä yliopistomaailmaan.**

Antti Kivimäki

Jostakin päin Venäjää lähti vuonna 1996 liikkeelle outo kuljetus: viisi puulaatikkoo, joiden kunkin sisällä oli omituisilla hanoilla suljettu metallisäiliö.

Saksaan osoitetun lähetysten reitti kulki Suomen kautta. Venäjäksi kirjoitetut etiketit kertoivat, että jokainen säiliö sisälsi kymmenen kiloa puhdasta rubidiumia.

Rubidium on maankuoren 23. yleisin alkuaine, eli se on yleisempää kuin nikkeli tai sinkki. Hyvin reaktiivisena alkalimetallina rubidium on voimakkaasti sitoutunut mineraaleihin.

Rubidium on mahdollista erottaa mineraalista, joskin prosessi on monivaiheinen ja vaatii paljon energiaa. Käytännössä rubidiumia ei juuri oteta talteen, sillä sen kaupallinen käyttö on hyvin vähäistä ja aine siinä mielessä harvinainen.

Venäjänkielisissä ohjeissa varoitettiin avaamasta säiliöitä normaali-ilmakehässä, koska rubidium alkaisi välittömästi reagoida ilmankosteuden kanssa. Tällöin syntyy vetyä, joka saattaa räjähdysmäisen reaktion seurauksena syttyä palamaan.

Erikoinen lasti pääsi onnellisesti perille Saksaan, mutta siellä kuljetusliike ei tavoittanutkaan laatikoille merkittyä vastaanottajaa. Venäläises-

tä lähettäjistä ei puolestaan ollut tietoa.

Näin koko erä palasi Suomeen ja kuljetusfirman oululaiseen välivarastoon. Sieltä laatikot päätyivät Oulun tullin ulkovarastotiloihin.

Neuvostoliiton asetukimusta?

Mistä rubidiumilla täytetyt säiliöt olivat peräisin?

Asiantuntijoiden mukaan luultavimmin jostakin neuvostoaikaisesta valtiollisesta tutkimuslaitoksesta.

”Neuvostoliiton hajoamisen jälkeen paljon valtion omaisuutta joutui yksityisten ihmisten haltuun. Joku varmaan yritti toiveikkaasti tehdä rubidiumilla bisnestä”, sanoo tulliylitarkastaja **Reino Kaario** Suomen tullin valvontaosastosta.

Arvoitukseksi jää, mitä neuvostovaltiossa tehtiin noin suurella määrällä rubidiumia.

”Mahdollisesti aine liittyi jotenkin asetukimukseen. Perustutkimuksessa rubidiumia tarvittaisiin vain muutamia kymmeniä grammoja”, arvioi

epäorgaanisen materiaalikemian apulaisprofessori **Antti Karttunen** Aalto-yliopistosta.

Tulli ei keksinyt keinoa päästä eroon yllättäen syliinsä pudonneesta rubidiumista. Toisaalta aine ei hyvin säilöttynä ollut vaarallista, joten se sai jäädä varastoon odottamaan aikaa parempaa.

Vuonna 2012 tuli kuitenkin tieto, että viiden vuoden kuluttua rakennus purettaisiin. Oulun tulli muuttaisi uusiin tiloihin, joissa varastointimahdollisuutta ei enää olisi.

Rubidiumongelmaan havahduttiin nyt toden teolla. Tulli ryhtyi etsimään yhteistyökumppania, joka voisi huolehtia aineen hävittämisestä.

Kului liki viisi vuotta, joiden mitaan Tulli konsultoi ympäristöministeriötä, Ekokemia, Säteilyturvakeskusta, puolustusvoimia, Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukesia, ely-keskusta ja kierrätysyritys Kuusakoskea – tuloksetta.

Oululaiset kysyivät myös Venäjältä, haluttaisiinko rubidiumlasti takaisin sinne.

Turhaan.

» » »



Kari Vuolio

Rubidium lähti aikoinaan liikkeelle Venäjältä tällaisissa puulaatikoissa.



”Puhdasta rubidiumia. Näyte säiliöstä nro 51”, kertoo säiliöiden mukana matkanneen rasian venäjänkielinen etiketti.

Vihdoin marraskuussa 2016 Reino Kaario keksi laittaa viestin pulmas- taan vanhalle opiskelukaverilleen, Aalto-yliopiston analyttisen kemian professorille **Sakari Kulmalalle**. Tämä välitti edelleen työtovereilleen

tiedustelun, olisiko joku kenties kiin- nostunut viidestäkymmenestä kilosta rubidiumia.

Kun kysely kilahti Antti Karttusen sähköpostiin, alkoi tapahtua. Kart- tunen jatkolähetti saman tien kuvan kanistereista ystävälleen ja yhteistyö- kumppanilleen, Marburgin yliopiston kemian professorille **Florian Krau- sille**.

”Tutun näköisiä kanistereita. Kym- menisen vuotta sitten tänne tuli yksi samanlainen Saksan tullilta”, Kraus vastasi.

”Meille sopii niitä kyllä lisäksiin.”

Metallitynnyreissä matkaan kohti Marburgia

Asian edellyttämä byrokratia hoitui helposti.

Vastaavia virallisia pyyntöjä aiem- minkin laatinut Florian Kraus ilmoitti kirjallisesti, että saksalaisyliopisto voi ottaa rubidiumin vastaan ja että sieltä löytyy asiantuntemusta aineen käsittelyyn.

”Ehkä yliopistojen pitäisi tuoda osaamistaan enemmän esille, jot- ta ihmiset tajuaisivat olla yhteydessä meihin tällaisissa ongelmissa”, Antti Karttunen pohtii.

”Suomessa meillä ei ollut rubidiu-

mille käyttöä, mutta jollekin toiselle aineelle olisi hyvinkin voinut olla.”

Helmikuun 2017 lopulla Tulli tilasi paikalle Kuusakoski Oy:n edustajat, jotka huolehtivat lastin pakkaamisesta. Rubidiumsäiliöt suljettiin metallitynnyreihin, joissa oli täyteaineena vermikuliittia.

Sen jälkeen DB Schenkerin rekka kuljetti tynnyrit Oulusta Marburgiin. Meriosuus Hangosta Lyypekkiin taitui laivakyydillä.

Reino Kaario seurasi valvontavi- ranomaisen ominaisuudessa lähe- tyksen kulkua kotitietokoneellaan viikonlopun yli. Rubidiumtapaus on ollut hänen pitkällä urallaan ainut- laatuinen.

Tullin haltuun päätyy joka kuu- kausi 50–100 hävitettävää tavaraerää, mutta tyypillisesti ne ovat määräysten vastaisia elintarvikkeita tai laittomia huumeita ja lääkkeitä.

”Ne hoituvat täysin rutiinilla”, Kaa- rio kuittaa.

Marburgin yliopiston fluorikemian ryhmässä rubidiumia hyödynnetään osana fluoriyhdisteiden perustutki- musta. Laboratoriossa syntetisoidaan suoloja, joissa rubidium toimii katio- nina erilaisille fluoriyhdisteille. Sak- salaisten tutkijain yhdisteitä ovat esi- merkiksi $Rb^+[BrF_4]^-$, $Rb^+[Br_2F_7]^-$ ja $Rb^+[Br_3F_{10}]^-$.

Antti Karttusen ryhmä Aalto-yli- opistossa taas antaa marburgilaisille apua spektrin tulkinnessa. Lasken- nallisen kemian menetelmillä ryhmä muun muassa selvittää, minkä ato- min värähtelyä tietty piikki spektri- viivassa vastaa.

Espoolaisten erikoisosaamista on valita oikea laskemismenetelmä oi- keaan ongelmaan, jolloin tietokonei- den laskentakapasiteetin voi kohden- taa mahdollisimman järkevästi. Sak- sassa suomalaistutkijoita arvostetaan suuresti.

”Ilman Karttusen ryhmää uusien yhdisteiden tunnistaminen olisi hy- vin vaikeaa, monissa tapauksissa täysin mahdotonta”, Florian Kraus myöntää.

Karttunen kollegoineen tekee yh- teistyötä muidenkin kokeellisten ryhmien kanssa. Iso haaste on löytää yhteinen ymmärrys siitä, mitä ollaan tarkalleen ottaen tutkimassa. Mar- burgilaisprofessorin kanssa sitä on- gelmaa ei ole.

”Kahdeksassa vuodessa yhteis-



Oulussa Kuusakoski Oy pakkasi rubidiumsäiliöt uudelleen turvallisiin metalli- tynnyreihin.

Kaari Vuollo

Reaktiivinen rubidium

Rubidium (Rb) on alkalimetalleihin kuuluva alkuaine, jonka järjestysluku on 37. Rubidiumin atomimassa on 85,468, tiheys 1,53 grammaa kuutiometriä kohden ja kiehumispiste 688 celsiusastetta.

Rubidium on hyvin reaktiivinen aine, joten luonnossa sitä ei juuri esiinny puhtaana. Maankuoren 23. yleisin alkuaine on kuitenkin osallisen muun muassa pollusiitissa, leusii-tissa, karnallitissa ja zinnwaldiitissa. Merivedessä rubidiumia on 125 mikrogrammaa litrassa.

Peruskemian tutkimuksessa rubidiumia käytetään useimmiten suo- lissa vastaionina eli kationina.

Rubidiumin kaupallinen käyttö on vähäistä. Koko maailman vuosittainen rubidiumyhdisteiden tuotanto

on 2–4 tonnia eli noin promille kullan tuotannosta.

Rubidiumia hyödynnetään muun muassa elektroniikkaromun seulon- nassa, katalyyttinä, valokennoissa ja atomikelloissa. Rubidiumkello heit- tää kymmenessä vuodessa enintään sekunnin tuhannesosan. Rubidium- nitraatti antaa ilotulitteille violetin värin.

Geologit määrittelevät rubidiumin ja strontiumin isotooppien avulla kiven ikää. Biologista roolia rubidiu- milla ei tiedetä olevan, eikä se ole myrkyllistä.

Kemiallisesti rubidium on kaliumin kaltaista, joten ihminen saa sitä eli- mistöönnsä ruuan mukana. Ihmiskeho sisältää tyypillisesti noin puoli gram- maa rubidiumia.



Scanstockphoto

Rubidiumnitraatti antaa ilotulitteille violetin värin.



Kari Vuolio



Tynnyreihin lisät- tiin täyteaineeksi vermikuliittia.

Rahtialus Kraftca kuljetti rubidiumrekan lasteiseen Hangosta Lyypekkiin.

työmme on hioutunut saumattomaksi. Kraus tietää, mitä me pystymme tekemään, ja me ymmärrämme, mitä hän haluaa saada selville.”

Urbaania kaivostoimintaa ilman myrkyllisiä nesteitä

Rubidiumin tärkein käytännön sovel- lus liittyy urbaaniin kaivostoimintaan eli iridiumin, kullan, harvinaisten maametallien ja muiden arvometal- lien seulomiseen elektroniikkaro- musta.

Yllä mainittujen suolojen anionit BrF_4^- , Br_2F_7^- ja $\text{Br}_3\text{F}_{10}^-$ ovat erityisen voimakkaita hapettimia, joten ru- bidiumille jää tässäkin komppaajan rooli.

Urbaani jäte, esimerkiksi kännykän

metalliosat tai auton katalysaattorit, murskataan ensin metallijauhoksi. Kun seokseen sitten lisätään jokin ru- bidiumfluoridobromaatti, yhdisteen fluoridobromaattiosa yhdistyy kiinni haluttuihin metalleihin. Sen jälkeen metallit on helppo erotella talteen.

”Näin tärkein erotteluprosessi voi- daan tehdä kuiva-aineiden avulla, il- man kuningasvettä tai typpihappoa, jotka ovat tehokkaita mutta myrkyli- siä ja aiheuttavat helposti terveys- ja ympäristöriskejä”, Antti Karttunen selvittää.

”Verrattuna bromitrifluoridiin (BrF_3) kyseiset anionit BrF_4^- , Br_2F_7^- ja $\text{Br}_3\text{F}_{10}^-$ ovat vakaampia ja päästä- vät irti täyden hapetuspotentiaalinsa vasta kuumennettaessa, joten niillä on mahdollista saada aikaan täysin

kontrolloituja reaktioita”, kertoo puo- lestaan Florian Kraus.

Saksan tullilta saamastaan rubi- diumerästä Kraus lahjoitti hiljan kaks- si kiloa Euroopan hiukkasfysiikan tutkimuskeskukselle Cernille, joka toimii Sveitsin ja Ranskan rajalla.

Rubidiumtutkimus on osa Cernin Awake-projektia, jossa rakennetaan uuden sukupolven hiukkaskiihdytti- miä. Cernissä rubidiumista muodos- tetaan rubidiumplasmaa, ja plasmas- sa synnytetään aaltokenttä.

”Laivan keula-aaltoa muistuttavas- sa aaltokentässä hiukkasia voidaan kiihdyttää yhä nopeammiksi”, Kraus kuvailee. □

Kirjoittaja on vapaa toimittaja.
antti.kivimaki@gmail.com