

Rautavaaran metalliesiintymä

Rautavaaran kirkonkylän eteläpuolella on malminetsintäalue Rautavaara S, jossa on mm. strategisia metalleja kuten nikkeliä, sinkkiä, kuparia ja koboltia. Määriä ei tiedetä ja ilmeisesti esiintymä on laiha eli malmin saamiseksi pitää kaivaa paljon ja tulee paljon sivukiveä, joka on ongelma.

Esiintymä on Talvivaaran (nykyään Terrafame) kanssa samaa tyyppiä eli sulfidinen esiintymä, joka on jossain hyvin varhaisessa maapallon vaiheessa syntynyt meren pohjaan. Esiintymän maa on sittemmin kuivunut. **Kun sulfidinen kivi pääsee ilman kanssa tekemisiin, metallit hapettuvat sulfaateiksi ja ovat vesiliukoisia.**

Esiintymän läpi virtaa Keyrittyjoki, josta vesi virtaa sitten Keyrittyjärveen ja tässä ollaan ihan Rautavaaran kunnan keskustassa. Järven jälkeen vesi virtaa taas Keyrittyjokeen etelään Nilsin (osa Kuopiota) itäosien läpi, jossa vesi laskee Ala-Siikajärveen ja sitten Vuotjärveen, joka on jo hyvin lähellä Nilsin kirkonkylää, jossa asuu myös kansanedustaja Minna Reijonen. Vuotjärvellä monet ihmiset kalastavat, uivat ja monet käyttävät omia kaivoja. Alue on tärkeä lomailualueena. Nilsin itäosat ovat myös tärkeitä maataloudessa: kotieläinten laitumille ja rehuntuotantoon sekä kasvien kasteluvetenä. Vesi on siis erittäin tärkeää tälle alueella. Matka Kuopioon on lyhyt.

Liukoiset metallit voivat kulkea aika nopeastikin pitkiä matkoja ja Talvivaaran suuresta vuodosta marraskuussa 2012 valui Nilsin reitille niin paljon liukoisia metalleja, että Juurusvedessä sähkönjohtavuus nousi, ja tähän Kuopion lentokentän edessä olevaan alueeseen on vesiteitse pitkä matka Sotkamon Kivijärvestä ja matkalla tapahtui laimenemista ja metalliyhdisteiden saostumistakin. Matka Keyrittyjärvestä olisi paljon lyhempi Vuotjärveen tai Juurusveteen.

Rautavaaran koemalminetsinnän sojasta tehtiin kahtena rinnakkaismäärityksenä Helsingissä monen metallin analyysijä. Metallien pitoisuutta ja vaarallisuutta on arvioitu (Liite 1). Osa toksisten metallien tuloksista on varsin korkeita.

Liite 1. Helvi Heinonen-Tanski, Itä-Suomen yliopisto

Vaarallisuusarvio Metropol-laboratoriumin tekemiin analyysihin näytteistä, jotka on otettu Rautavaaran kirkonkylän läheltä soijasta.

1. Alumiini

Alumiini on maaperässä hyvin tavallinen aine. Se liukenee huonosti veteen. Se ei yleensä ole ihmiselle myrkyllinen.

2. Antimoni

Antimoni muistuttaa arseenia eli on myrkyllinen. Varsinkin sen kaasumainen antimonivety on erittäin myrkyllinen. Tässä pitoisuus (<) alle 2 mg/kg on matala ja ilmeisesti merkki siitä, että antimonია on, mutta niin vähän, että tarkka osoitus ei onnistu.

3. Arseeni

Arsenin pitoisuus 3 ± 1 mg/kg aineiston maaperässä on kiinnostava. Jos alueen vettä käytettäisiin juomavetenä, veden arseenipitoisuus pitäisi tutkia. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista annetun sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen muuttamisesta (683/2017) sallii arseenipitoisuuden alle $10 \mu\text{g/l} = 0,01 \text{ mg/l}$. Paikoitellen

arseenia on niin paljon, että mm. oman kaivon vettä ei voida käyttää. Tappavat tai sairastumisia aiheuttavat arseenimyrkytykset ovat tavallisia Bangladeshin ja Intian rajaseuduilla, kun syviä porakaivoja tehtiin ja samaa vettä käytetään myös ravintokasvien kasteluun. Meillä Suomessa on joitakin alueita (Tampereen seutu esimerkkinä, joissa arseenia on liikaa pohjavedessä.

4. Barium

Bariumpitoisuudet 183 ± 40 mg/kg ja $42,5 \pm 8$ mg/kg ovat korkeita ja ilmeisesti sojassa pitoisuus vaihtelee melkoisesti. Sojaa ei syödä, mutta jos sitä pöyhitään, ilmaan voi joutua myrkylliset määrät bariumia <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp24-c8.pdf>. Bariumsuolat ovat siksi niukkaliukoisia, että ei ole oletettavaa, että niille altistuttaisiin, mutta raja-arvoksi raakavedelle esitetään 0,1 mg/l (Valtioneuvoston päätös juomaveden valmistamiseen tarkoitetun pintaveden laatuvaatimuksista ja tarkkailusta 366/1996).

5. Beryllium

Beryllium on kevyt maa-alkaalimetalli. Pitoisuudet 0,2 mg/kg tai 0,3 mg/kg eivät tunnu korkeilta, sillä beryllium esiintyy eri yhdisteissä.

6. Boori

Boori on kasveille välttämätön alkuaine, jota annetaan mm. metsäpuille. Booria käytetään myös ihon hoitoaineena estämään sienien kasvua iholla. Boori booraksina on myrkyllistä, mutta vasta niin suurina annoksina, että mm. tässä ollaan selvästi niiden alapuolella.

7. Elohopea

Elohopeaa on käytetty mm. kuppalääkkeenä, limantorjunta-aineena ja torjunta-aineena sen myrkyllisyyden tähden. Elohopean käyttöä on sittemmin rajoitettu mm. Minamata-taudin tähden. Tässä taudissa tuhannet ihmiset myrkyttyivät syötyään elohopean saastuttamia kaloja ja simpukoita. Osa heistä kuoli. Kaloille EU:n asetus sallii eri raja-arvoja, sillä elohopea kaloissa esiintyy metyylielohopeana, joka on elohopean myrkyllisin yhdiste ja joka ei juuri poistu kalasta. Halvoille usein purkitettuina myydyille kaloille kuten sardiinit yms. raja-arvo on vain 0,3 mg/kg. Useimmille muille kaloille raja-arvo on 0,5 mg/kg ja eräille suurille petokaloille kuten mm. haulle raja-arvo on 1 mg/kg. Iso hauki usein ylittää tämän ja Pohjois-Karjalan hyvinvointialue sallii siksi vain pienemmät hauet, ja tämä koko vaihtelee järvittäin. Kalat saavat elohopean syömästään ravinnosta. Pitoisuus 2,4 mg/kg soijassa on siksi suuri, että se voi hyvin kulkeutua eliöihin ja sitä kautta mm. kaloihin. **Elohopean kohdalla Pohjois-Savon hyvinvointialueen pitäisi ehdottomasti teettää elohopea-analyysyjä alapuolisissa vesissä elävistä petokaloista kuten hauesta ja tulosten perusteella esittää, mitä kokoluokkaa olevia petokaloja saa käyttää ihmisravintona.** Metyylielohopeaa syntyy runsaasti vesistöjen pohjalla, jos vedessä on sulfaattia ja orgaanista ainesta ja tämä metyylielohopea kulkeutuu hyvin kaloihin - erityisesti isoihin petokaloihin, joten vesistöjen tummumisen mukana riski kasvaa. Terrafamessa elohopea lienee osin peräisin siltä esihistorialliselta ajalta, kun

paikalla on ollut valtameren pohja, jopa sittemmin on muuttunut kuivaksi maaksi. Osa voi olla ilmasta polttoprosesseista.

8. Kadmium

Kadmium on myrkky, joka usein tuhoaa munuaiset ja elimistöön jouduttuaan se pysyy siellä pitkään (puoliintumisaika jopa 30 vuotta), sillä poistumisteitä ei ole. Kadmium kertyy eläinten munuaisiin eikä siksi riistaeläinten munuaisia saa käyttää ravintona. Kadmiumia on useissa fosforilannoitteissa (Siilinjärven lannoitteissa vain vähän). Maa- ja metsätalousministeriön asetus ([MMMn 964/2023](#)) määrää, että varsinaisissa lannoitteissa saa olla korkeintaan 1,5 mg/kg kadmiumia. Siten **Rautavaaran soja sisältää aivan liikaa ($1,7 \pm 0,3$ mg/kg tai $1,6 \pm 0,3$ mg/kg kadmiumia** eikä siinä saisi viljellä kasveja eikä siinä kasvaneita kasveja saisi käyttää ihmisravintona.

9. Kalium

Kalium on pääravinne, jota kaikki kasvit tarvitsevat, joten se ei aiheuta huolta.

10. Kalsium

Kalsium on myös kasvien ravinneaine ja tärkeä tekijä mm. ihmisten luustossa, joten sekään ei aiheuta huolta.

11. Koboltti

Kasvit tarvitsevat hyvin pieniä määriä kobolttia. Kobolttia on myös B₁₂-vitamiinissa. Koboltin biologiset tarpeet ovat siis hyvin pieniä. Isompi pitoisuus aiheuttaa mm. iho-oireita ja jopa syöpää. Ihminen saa kobolttia usein työperäisesti ja ihmisessä se kertyy maksaan ja virtsaan. Ihmisen virtsassa kobolttipitoisuuden pitäisi olla alle 1,5 µg/l. **Siihen verrattuna 30 ± 6 mg/kg tai 35 ± 7 mg/kg ovat erittäin suuri ja täysin eri kertaluokkaa.**

12. Kromi

Kromia esiintyy sekä III-arvoisena että VI-arvoisena, joista jälkimmäinen on hyvin myrkyllinen, mutta ensin mainittu on hivenaine, jota siis tarvitaan erittäin vähän. Aikuisen ihmisen päivittäinen tarve on noin 25-35 µg, joten **sojan pitoisuudet 134 ± 30 mg/kg tai 205 ± 50 mg/kg ovat erittäin suuria.** Kromi-III-suolat liukenevat hyvin veteen pelkistimien läsnä ollessa, joten sojasta ne liukenisivat ja voisivat olla haitallisia.

13. Kupari

Kupari on ihmiselle ja kasveille välttämätön hivenaine, jota tällä hetkelle kiivaasti kaupitellaan ihmisille. Ihmiselle päivittäinen tarve on noin 1 mg ja sen todennäköisesti useimmat ihmiset saavat ravinnosta. Liika kupari on myrkyllinen ja voi aiheuttaa mm. Alzheimerin tautia. Siten sojan kuparipitoisuudet 149 ± 30 mg/kg ja 142 ± 30 mg/kg ovat varsin korkeita. Kuparia on tullut liikaa juomavesiin mm. kuparisten vesijohtoputkien korroosion tähden.

14. Litium

Litium on myrkky, mutta sitä käytetään lääkkeenä mm. vakavissa mielialahäiriöissä. Annostus voi olla jopa 50 mg, mutta senkin tiedetään aiheuttavan monille **potilaille** vakavia sivuoireita. Terveelle ihmiselle voi olla suolisto- ja hermokipuja ja munuaisvaurioita, joten pitoisuus 45,3 mg/kg on merkittävä, jos terve ihminen saisi sen vähitellen, sillä kemiallisesti litiumin suolat ovat hyvin vesiliukoisia.

15. Lyijy

Lyijy on ollut varsinkin aikaisemmin suuri terveysriski, sillä lyijyä on käytetty maaleissa ja mm. vesijohtoputkissa sekä mm. bensiinin nakutuksen eston lisäaineena. Nykyään bensiinissä lyijyn käyttö on kiellettyä bensiinissä. Lyijyä voi tulla elintarvikkeisiin mm. hauleista sekä ilmapäästönä ja eräistä ulkomaisista lähteistä sekä lyijypitoisista keramiikka- ja kristalliasioista. KOMMISSION ASETUS (EU) N:o 1275/2013 (annettu 6 päivänä joulukuuta 2013, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2002/32/EY liitteen I muuttamisesta siltä osin kuin on kyse arseenin, kadmiumin, lyijyn, nitriittien, haihtuvan sinappiöljyn ja haitallisten kasvipölyjen epäpuhtauksien enimmäispitoisuuksista) sallii lyijyä alimmillaan vain 0,1 mg/kg tuoretta hedelmää tai muuta kasvista. Siten 5 tai 6 mg/kg ovat varsin korkeita pitoisuuksia.

16. Magnesium

Magnesium kuuluu kasvin rakenneaineisiin, joten se ei aiheuta huolta.

17. Mangaani

Mangaani on hivenaine. Jos se saadaan ravinnosta, yleensä se ei aiheuta huolta, ellei kyse ole lapsista ja annokset ovat korkeita. Jos sitä vastoin mangaani tulisi vedestä, huolia olisi. Mangaani pitoisuudella 100 µg/l (0,1 mg/l) tekee veden hajun ja maun tunkkaiseksi ja mangaaniyhdisteet pyrkivät saostumaan, tukkien putkia ja mm. pesukoneita, joten tämä pitoisuus pyrittäisiin ilman muuta poistamaan. Kaivovedessä mangaanin pitoisuus on tavallisesti korkeintaan 20-30 µg/l, joka jo on teknisesti haitta – värjäten mm. pyykkiä. Sojan pitoisuudet 502 ± 100 mg/kg ja 377 ± 80 mg/kg ovat erittäin korkeita. Jos edes lähialueelle suunniteltaisiin kaivoja tai kasteluveden ottoa – ero olisi siedettävään pitoisuuteen nähden 1000-kertainen.

18. Molybdeeni

Molybdeeni on hivenaine, jota tarvitaan erittäin pieniä määriä ja joka yleensä saadaan normaalista ravinnosta. Suositeltu päiväannos terveelle henkilölle on 50 µg (<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/tuote--ja-toimialakohtaiset-vaatimukset/ravintolisat/ravintolisien-sallitut-vitamiinit-ja-kivennaisaineet-seka-niiden-lahteet/>). Siihen nähden 3 ± 1 mg/kg tai peräti 14 ± 3 mg/kg (siis 3000 µg tai 14000 µg) ovat erittäin korkeita pitoisuuksia.

19. Natrium

Luonnossa hyvin monet suolat ovat natriumsuoloja mm. kaikissa vesissä ja meidän veressämme. Veren ns. normaalipitoisuus on noin 140 mmol (millimoolia). Siihen nähden sojan natriumpitoisuus ei aiheuta erityisiä huolia.

20. Nikkeli

Nikkelin suurin saanti on usein työperästä. Seurauksena on usein hengitystieauriot. Ruoka voi joskus sisältää liikaa nikkeliä, jonka kohdalla EU arvioi, että turvallinen annos on 13 µg/kg/päivä.

Tässä kg tarkoittaa nauttijan elopainokiloja. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista annetun sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen muuttamisesta (683/2017) sallii järvivesissä 5 µg/l ja ehdoton yläraja on 34 µg/l, jota missään vesissä ei saisi koskaan ylittää; mutta joka ylitetään mm. Terrafamen sivukasoista valuvassa vedessä. **Tämän tiedon valossa sojan pitoisuudet 301,3 ± 60 mg/kg ja 559 ± 100 mg/kg ovat valtavan korkeita.**

21. Pii

Pii on maassa tavallinen alkuaine, jonka useimmat yhdisteet ovat huonosti veteen liukenevia eikä tämä aiheita huolia.

22. Rauta

Rauta on tässä aika korkea eli 43 tai 36 g/kg. Rauta on ihmiselle välttämätön alkuaine mm. elimellinen osa veren hemoglobiinia ja tärkeä osa monen entsyymin toiminnassa. Rautaa voidaan tarvita lisäravinteena, mutta liika rautakin on vaaraksi. Ravinnon raudasta vain osa imeytyy ja raudan tarve on noin 10-15 mg/päivä huomioiden sen, että imeytyminen ei ole täydellistä. Myös kasvillisuus tarvitsee rautaa.

23. Rikki

Rikki on olennainen osa mm. ihmisen valkuaisaineissa. Ihminen pystyy käyttämään rikkiä vain tiettyinä välttämättöminä aminohappoina siis valkuaisaineissa. Luonnossa rikki esiintyy joko sulfaatteina (rikkihapon suola) tai sulfidina (vastaava yhdiste on rikkivety, joka tappaa eliöt, jotka tarvitsevat happea hengityksessään, kuten ihminen). Sekä sulfaatin että sulfidien hyödyntämiseen pystyvät vain tietyt mikrobit ja nekin vain tietyissä oloissa (lähinnä joko happea on oltava tai sitä ei saa olla ja happamuuden suhteen on vaateita). Kasvit voivat ottaa sulfaattia ja tehdä siitä valkuaisainetta. Ihmisen ulosteessa rikki poistuu sulfidisena. Rikin biologisiin yhdisteisiin liittyvät niin rikkihappo kuin rikkivetykin (haisee mädältä kananmunalta). Maassa ja sojassa rikki esiintyy joko sulfaatti- tai sulfidisuoloina ja luultavasti molempina. Pitoisuudet 15 tai 17 g/kg ovat aika korkeita vaikka otetaan huomioon, että ollaan kaivosympäristössä. Suolojen kationiosa on ilmeisesti rauta tai/ja kalsium ja kalium sekä alumiini.

24. Seleni

Seleni muistuttaa kemiallisesti rikkiä, mutta elimistössä sitä tarvitaan paljon vähemmän. Lähinnä se toimii monissa reaktioissa antioksidanttina ja tarve on noin 70-90 µg päivässä. Suomessa maaperä sisältää vain vähän seleeniä, mikä huomattiin 1970-luvulla ja sen uskottiin johtaneen siihen, että saanto oli vähäinen. Kun tarve on kuitenkin erittäin pieni, lisäys esimerkiksi suolaan ei olisi ollut hyvä ratkaisu. Silloin kaupalliset rehutehtaat ja lannoitetehtaat aloittivat lisätä seleeniä tuotteisiinsa; sillä jokainen syö Suomessa kasvatettua viljaa ja muita kasviksia. Nykyään Yara lisää seleeniä 15 mg/kg lannoitetta. Selenimäärät 4 tai 5 mg/kg eivät aiheuta huolta.

25. Sinkki

Sinkki on raskasmetalli, joka on elimistössä monen entsyymin osa. Ihmisen tarve on 7-9 mg päivässä. Me saamme sen normaalista ruuasta. Sojan **pitoisuus 650 ± 131 mg/kg tai 560 ± 142 mg/kg on hyvin korkea**. Suuret standardipoikkeamat kertovat myös, että vaihtelu on suurta. Liiallinen sinkkipitoisuus aiheuttaa ruuansulatuselimien kipuihin ja sinkki voi kilpailla kuparin kanssa.

26. Strontium

Strontium muistuttaa kalsiumia, mutta ilmeisesti ihminen ei sitä tarvitse. Strontium on tullut kuuluisaksi ydinkokeista ja mm. Tšernobylistä ⁹⁰Sr-isotooppina. Kun se muistuttaa kalsiumia, strontium voi päätyä luustoon. Sen puoliintumisaika on 28,8 vuotta, joten 60-luvulla saadusta strontiumista on vielä jäljellä noin 25 % eli ihan mitattavissa oleva määrä. Sojassa olevat strontiumpitoisuudet $12,7 \pm 3$ mg/kg ja $33,1 \pm 7$ mg/kg kertovat ainakin pitoisuuden vaihtelevan valtavasti. Ei-radioaktiivisen strontiumin terveysvaikutuksista ei löydy tietoa.

27. Telluuri

Telluuria käytetään puolijohteissa. Kemiallisesti se muistuttaa rikkiä. Telluurin tiedetään olevan myrkyllistä, mutta se estää myös eräiden mikrobien kasvua (juuri myrkyllisyytensä tähden) sekä saattaa estää syöpäsolujen esiasteen kehittymisen syöpäsoluksi. Tutkimuksia on vähän. (Nanomaterials 2024, 14, 670. <https://doi.org/10.3390/nano14080670>).

28. Tina

Tina on pitkään käytetty metalliastioissa ym. Sen ei tiedetä olevan myrkyllinen, joten sojan pitoisuudet eivät aiheuta huolta.

29. Torium

Torium kuuluu painavana ns. aktinideihin. Se on potentiaalinen ydinpolttoaine. Torium on harvinaista ja saanut nimensä norjalaisten ukkosen jumalan Torin mukaan. Toriumin isotoopeista pitkäikäisin on ²³²Th, jonka puoliintumisaika on noin 10 miljardia vuotta (siis suunnilleen kaksinkertainen maapalloon nähden. Torium hajoaa radioaktiiviseksi radiumiksi ja toriumin tiedetään aiheuttaneen sille altistuneita syöville. Näillä perusteilla toriumin pitoisuuden $3,88 \pm 0,772$ mg/kg voi pitää varsin korkeana.

30. Uraani

Uraani on ydinpolttoaine (ja pommimateriaali) ja sillä on myös monia isotooppeja. Sen tiedetään aiheuttavan syöpiä ja epämuodostumia. Pitoisuuksia 2 ± 1 mg/kg tai $2 \pm 0,9$ mg/kg ei voi pitää matalana.

31. Vanadiini

Vanadiini on suhteellisen tavallinen alkuaine. Sitä esiintyy siten maassa ja myös ihmisten elimistössä riittävästi ja ihminen saa tarvitsemansa vanadiinin ravinnosta ja poistaa sen ulosteissaan. Sojan vanadiinipitoisuudet 97 tai 57 mg/kg ovat kohtuullisella tasolla, joten tämä ei aiheuta huolia (keskiarvo maassa on 100 mg/kg, Byerrum, R.U. 1991. II.34 Vanadium. Teoksessa: Metals and Their Compounds in the Environment, Occurrence, Analysis and Biological Relevance (toim. E. Merian). VHC Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim. 1438 s.).

32. Cerium

Cerium kuuluu harvinaisiin lantanideihin. Sitä käytetään eräissä määrityksissä. Ceriumilla ei tiedetä olevan mitään biologista roolia eikä sen tiedetä olevan myrkyllinen, joten pitoisuuteen 27 mg/kg sojassa on vaikea ottaa kantaa.

Yhteenveto

Yhdisteistä varsinkin elohopea, kadmium ja nikkeli sekä molybdeeni ovat aineita, joita pitäisi tutkia enemmänkin.