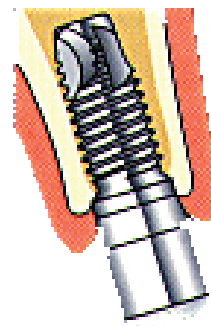


# TITAANI – metallien pikkujättiläinen



Tekn. lis. Tapio Tuominen

**R**unsaat kaksisataa vuotta sitten luonnontieteistä kiinnostunut englantilainen saarnaaja William Gregor tutki Cornwallissa esiintyvää mustaa, rautapitoista hiekkaa, jonka nyt tiedämme olleen ilmeniittiä, ja eristi siitä vuonna 1791 valkoista, tuntematonta metallia sisältävää oksidia. Muutamia vuosia myöhemmin, vuonna 1795 saksalainen kemisti ja apteekkari Martin Klaproth valmisti unkarilaisesta rutiilista oksidia, jonka hän totesi vastaavan ominaisuuksiltaan Gregorin eristämää valkoista yhdistettä. Klaproth antoi tälle tuntemattomalle metallille kreikkalaisten muinaistarujen maaemo Gaian poikien titaani nimeksi. Tämä nimi on myöhemmin ollut pohjana lähes kaikkien kielten titaanimetallia merkitsevälle sanalle.

Kreikan muinaistarujen titaanit merkitsivät myös alkuvoimaisia jättiläisiä. Titaanikin osoittautui heti alkuvoimaiseksi. Kesti 30 vuotta ennen kuin ruotsalainen kemisti J.J. Berzelius pystyi valmistamaan hyvin epäpuhdasta metallista titaania, ja yli sata vuotta ennen kuin laboratorio-oloissa onnistuttiin vuonna 1922 valmistamaan puhdasta, tiivistä titaania. Ongelmana oli titaanin voimakas taipumus muodostaa yhdisteitä kaikkialla läsnäolevien hapen, typen ja hiilen kanssa.

Titaani oli tämänkin jälkeen kauan laboratorioerikoisuus, kunnes Wilhelm Kroll 1930-luvun lopulla keksi menetelmän pelkistää titaanikloridia magnesiumilla argonsuojakaasussa. Vaikka titaanin käyttökelpoisuus esimerkiksi lentokoneiteollisuudessa tajuttiin nopeasti, sen tuotanto kasvoi hankalan valmistusmenetelmän vuoksi aluksi hyvin hitaasti. Vielä vuonna 1951 Yhdysvalloissa pystyttiin tuottamaan titaania vain noin 400 tonnia.

Titaani on hopeanvärisen, luja, kevyt ja korroosionkestävä metalli. Se on maankuoren yhdeksänneksi yleisin

alkuaine keskimääräisen pitoisuuden ollessa 0,43 %. Sen tärkeimmät hyötymineraalit ovat rauta-titaanioksidi ilmeniitti,  $\text{FeTiO}_3$ , jota vuoteen 1985 asti louhittiin Otanmäen kaivoksesta, sekä titaanioksidi rutiili,  $\text{TiO}_2$ . Tärkein titaaniraaka-aineiden tuottaja on Australia ja muita merkittäviä kaivosmaita ovat mm. Etelä-Afrikka, Kanada ja Norja. Todettakoon vielä, että Kuun kivien keskimääräiseksi titaanipitoisuudeksi on analysoitu 6 %.

Titaanin käyttökohteista määrältään selvästi suurin on sen käyttö valkoisena titaanioksidina, titaanivalkoisena. Kun titaanin käyttö  $\text{TiO}_2$ -pigmenttinä vastaa nykyään yli kahta miljoonaa tonnia metallia vuodessa, maailman metallisen titaanin käyttö on vajaan 100.000 tonnia vuodessa. Lisäksi titaania käytetään erästen seosaineena, jolloin se seostetaan niihin joko ferrotitaanina tai titaaniromun muodossa.

Titaanioksidin suurin käyttöala on valkoinen väripigmentti. Siihen perustuvat sekä kaikki kotitalouksien käytämät valkoiset maalit että kaikki valkoiset auto-, kotitalouskone- ym. maalit. Lisäksi sitä käytetään valkoisen kumin, muovin, lasin, keramiikan ja emalin valmistuksessa, sillä päällystetään korkealaatuiset valkoiset painopaperit ja sitä käytetään jopa elintarvikkeissa valkeana väriaineena, esimerkiksi jotkut fetajuustot on markkinoinnin edistämiseksi valkaistu lisäämällä niihin titaanivalkoista. Hyvin hienojakoista  $\text{TiO}_2$ -pigmenttiä käytetään keinotekoisien helmiäispigmenttien valmistukseen mm. luomivärejä ja kynsilakkoja varten. Hyvin hienojakoinen  $\text{TiO}_2$  läpäisee valoa mutta pidättää auringon ultraviolettiä. Niinpä sitä käytetään myös aurinkovoiteissa, rasvaisten tuotteiden kuten perunalastujen pakkauksissa ja lakkaan sekoitettuna suojaamaan puupintoja valon kellastavalta vaikutukselta. Todettakoon vielä, että yksi merkittävimmistä  $\text{TiO}_2$ -tuotteiden valmistajista

## Titaani:

<i>Kemiallinen merkki</i>	<i>Ti</i>
<i>Tiheys</i>	<i>4,5 g/cm<sup>3</sup></i>
<i>Sulamispiste</i>	<i>1675°C</i>

maailmassa on Kemira Oy, jonka yksi tärkeä tuotantolaitos on Vuorikemia Oy Porissa.

Metallisen titaanin, titaanisienen valmistus pääsi kunnolla käyntiin vasta 1950-luvun alkupuolella. Kun sen tuotanto vuonna 1951 oli noin 400 tonnia vuodessa, vuonna 1954 se oli jo noin 4000 tonnia. Samalla titaanin hinta laski: kun kilo titaania vuonna 1950 maksoi yli 20 dollaria, vuonna 1956 hinta oli noin 6 dollaria.

Tällä hetkellä metallisen titaanin tuotanto on noin 80.000 - 90.000 tonnia vuodessa ja sen hinta noin 6 - 8 dollaria eli noin 30 - 40 mk/kg. Tuottajamaita on vain viisi: Neuvostoliiton jäljiltä Ukraina, Venäjä ja Kazahstan tuottavat yli puolet titaanista, Yhdysvaltojen osuus on runsas 20 % ja Japanin vajaa 20 % maailmantuotannosta.

Titaanin käyttö kasvoi voimakkaasti erityisesti 1970-luvulla. Tärkeimmät käyttökohteet ovat siviili- ja sotilasilmailu sekä avaruustekniikka, joissa kaikissa oli tarpeen sekä titaanin ylivoimainen lujuus/keveys -suhde esimerkiksi lentokoneen siivissä että sen lujuus korkeissa lämpötiloissa esimerkiksi suihkumoottoreissa. Titaanin korroosionkestävyyteen taas perustuu sen huomattava käyttö kemian teollisuuden erikoislaitteissa, meriveden suolapoistolaitoksissa sekä merivesilämmönvaihtajissa. Neuvostoliitossa käytettiin kilpavarustelun aikana suuret määrät ei-magneettista titaania ydinsukellusvenneiden runkoihin.

Määrältään huomattavasti pienempiä mutta kuitenkin erittäin tärkeitä käyttökohteita ovat suprajohtavat kaapelit, joiden huomattava valmistaja on Ou-

tokumpu-konserni sekä lääke- ja hammaslääketiede. Titaanista valmistetaan lisäksi mm. golfmailoja, silmälasinkehyksiä ja koruja.

Ihmisruumiin osia korvaavien materiaalien, biomateriaalien täytyy täyttää monia vaatimuksia. Niiden täytyy kudospäristössään olla korroosionkestäviä ja kudostäyväisiä, niiden täytyy kiinnittyä, ankkuroitua, aukottomasti ympäröivään kudokseen ja niillä täytyy olla sopivat mekaaniset ominaisuudet. Kaikista tutkituista ja kokeilluista metallisista biomateriaaleista puhdas titaani täyttää parhaiten kaikki nämä vaatimukset. Niinpä titaanista onkin viimeisten 10 - 15 vuoden aikana tulleet perusmateriaali esimerkiksi tekoniivelleikkauksissa, joissa potilaan oma vaurioitunut nivel poistetaan ja tilalle tuleva tekoniivelen kuppi ja varsi valmistetaan titaanista.

Suurimmat vaatimukset biomateriaalin kiinnittymisen suhteen on kuitenkin hampaiden keinojuurihoidossa. Tällöin materiaali on kontaktissa kolmen erilaisen solukudoksen – leukaan, sidekudoksen ja ikenen – kanssa ja sen on kiinnityttävä tiiviisti niihin kaikkiin. Titaani on tässäkin osoittautunut kaikissa suhteissa parhaaksi materiaaliksi ja sen käyttö implanttina on koko ajan kasvussa.



#### **Kirjallisuutta:**

S. Engels, A. Nowak: Kemia keksintöjä, Alkuaineiden löytöhistoria, Helsinki 1992

Haavisto et al.: Alkuaineiden kiehtova maailma, Helsinki 1993

Hans Breuer: dtv-Atlas zur Chemie, Band I, München 1990

Giordano Repposi: Primo Incontro Con I Metalli, Firenze 1987

Jürgen Breme: Metallische Biomaterialien, Erzmetall 48 (1995) Nr. 4, ss. 249 - 255