



Julkaistu: 07.04.2016

Kannattaako avaruudessa louhia?

Lähitulevaisuudessa ihminen suuntaa Maata kiertävälle radalla arvometallien perässä, jos innokkaimpia visionäärejä on uskominen. Aurinkokunnassa kiertävät asteroidit sisältävät samoja alkuaineita kuin Maa, ja joidenkin näkemysten mukaan avaruuteen kannattaisi virittää kaivostoimintaa.

Yhdysvalloissa toimii muutama yritys, joiden toimialana on asteroidilouhinta. Ne laskevat avaruuden kaivosmarkkinat biljoonien dollareiden arvoisiksi. Pelkästään kookkaan asteroidin vesivarannot arvioidaan miljardien arvoisiksi.

Yksinkertaistettuna asteroidilouhinta sujuisi niin, että kiinnostavan asteroidin luo lähetetään tutkimusluotain. Jos kappale on metallinäkökulmasta kiinnostava, se kaapataan kuljetusluotaimen kitaan. Asteroidin pinnalta höyrystetään vesi ja loppukappale otetaan talteen paikalla louhimista varten tai kuljetetaan esimerkiksi Kuun kiertoradalla sijaitsevaan louhimoon.

Taklattavia haasteita riittää niin avaruuden olosuhteissa kuin asteroidien koostumuksen selvittämisessä sekä louhintatyössä, rikastuksessa, laitehuollossa ja kuljetuksessa.

GTK:n erikoistutkija **Kari A. Kinnusen** mukaan ajatus asteroidilouhinnasta on kiinnostava, mutta idea metallien Maahantuonnista hiukan utopistinen.

– NASA:n suunnitelmissa on hyödyntää asteroidien mineraaleja pidemmillä avaruusmatkoilla erilaisilla väliasemilla. Esimerkiksi kultaa tai platinaa ei asteroideilla ole riittävästi, jotta niiden louhiminen ja kuljetus Maahan olisi kannattavaa suhteessa käytettyyn energiaan, Kinnunen sanoo.

"Ei edes malmiluokkaa"

Kari A. Kinnusella on vuosikymmenien kokemus meteoriittien tutkimuksesta ja tunnistamisesta. Monet meteoriitit ovat asteroideista iskeytyneitä pikkukiviä, ne valottavat Aurinkokunnan syntyhistoriaa ja siten myös niitä olosuhteita, joissa maapallo on syntynyt. Rautameteoriitit kertovat asteroidien sisäosista, kivimeteoriitit niiden ulko-osista.

Kinnusen mukaan rautameteoriitissa on nikkeliä yleensä noin 10 %, kivimeteoriitissa korkeintaan vain muutama prosentti.

– Kultaa ja platinaa ei ole edes siinä määrin, että niitä voitaisiin kutsua malmiluokan lohkeiksi.

Maapallolla metallit ovat planeetan syntymekanismissa ja myöhemmissä geologisissa prosesseissa rikastuneet niin pitkälle, että ne ovat kerättävissä erittäin rikkaina kappaleina. Asteroideilla tällaista rikastumista ei ole tapahtunut.

Myös planeettatutkija **Jarmo Korteniemi** Oulun yliopistosta uskoo, että kiertoradan kaivostoiminta tulee keskittymään niiden aineiden etsimiseen, joita tarvitaan avaruudessa.

Tällaista olisi vesi ihmisiä varten sekä vedestä eroteltu vety ja happi avaruusalusten polttoaineeksi.

– Vesi avaruudessa on arvokkaampaa kuin sieltä Maahan tuotu kultaa. Arvometallien hakukustannukset olisivat tähtitieteelliset, Korteniemi kuvailee.

Luxemburg tukee tutkimusta

Kansainvälisten lakien mukaan mikään valtio ei voi omistaa yhteisinä alueina pidettyjä asteroideja, mutta yrityksiltä niiden hyödyntäminen ei ole kiellettyä. Päinvastoin, Yhdysvaltain presidentti Barack Obama allekirjoitti vastikään lain, jonka mukaan yhdysvaltalaisilla yrityksillä on oikeus hyödyntää asteroidien ja Kuun mineraaleja ja muita aineita, kuten vettä.

Euroopan valtioista Luxemburg ilmoitti juuri tukevansa tutkimusta, joka tähtää asteroidilouhinnan käynnistämiseen.

Joidenkin arvioiden mukaan tositoimiin päästään jo 2020- tai 2030-luvulla, mutta Jarmo Korteniemen ja Kari A. Kinnusen mukaan arviot ovat yloptimistisia.

– Utopiasta ei uskoakseni ole kokonaisuudessaan kyse, vaan asteroidilouhinnasta tulee jossain vaiheessa, ehkä sadan vuoden päästä, totta. Sillä välin yritykset edistävät muunkin avaruustekniikan kehitystä, joten hyvä, että asiaa

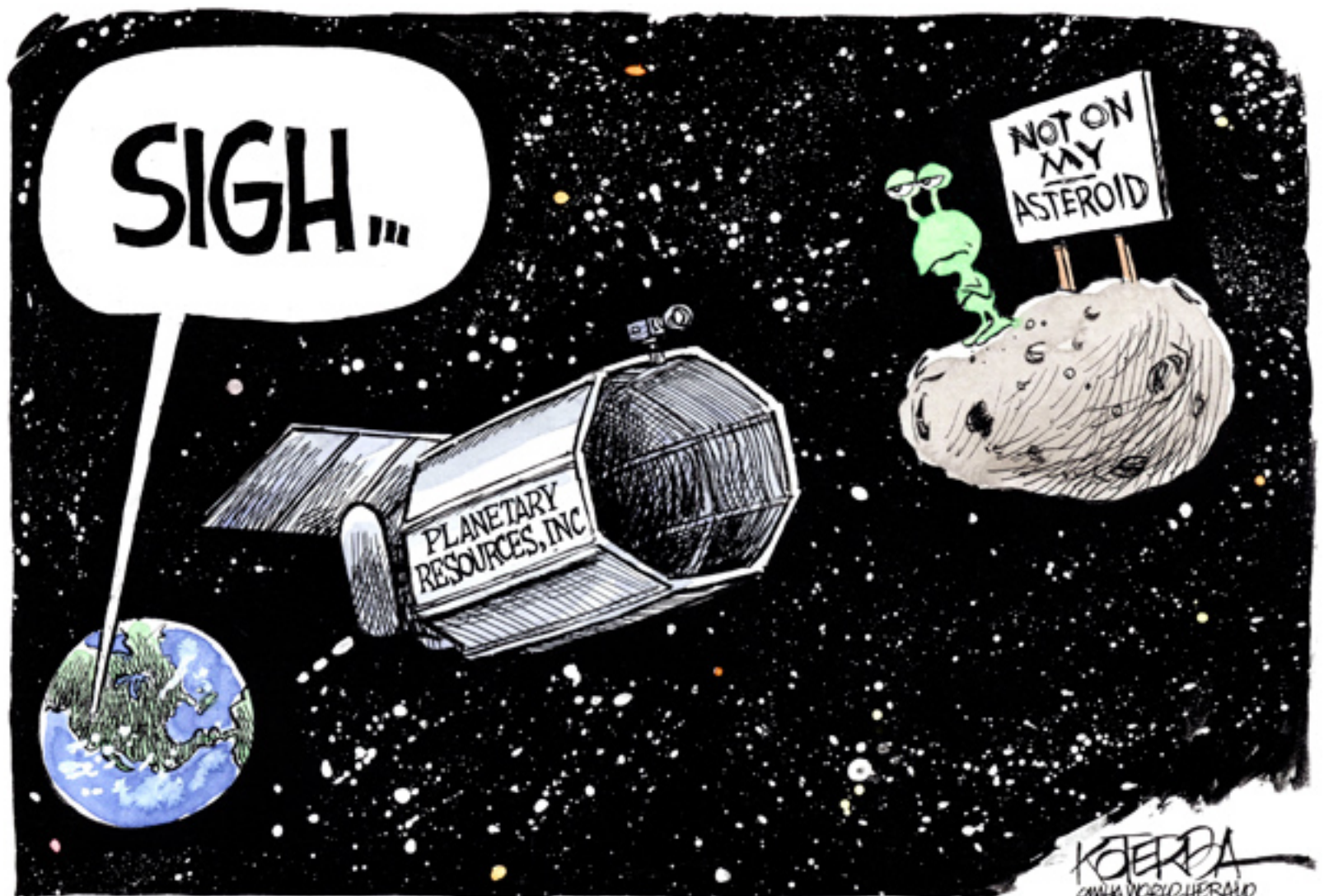
tutkitaan. Aivan lapsenkengissä asteroidien hyödyntämisessä kuitenkin vielä kuljetaan, Kortenieniemi sanoo.

Kari A. Kinnunen näkee aiheessa paljon science fictionin piirteitä, mutta hän ei tyrmää visioita täysin. Enemmän hän kuitenkin keskittyisi esimerkiksi uneksimaan, miten valtameriin sitoutuneet maailman suurimmat kultavarannot saadaan hyödynnettyä.

– Valtamerissä arvioidaan olevan kultaa 20 miljoonaa tonnia. Rikastaminen vaatisi kuitenkin valtavasti energiaa eikä se olisi nykyisillä energian tuotantomenetelmillä kaupallisesti kannattavaa.

Hänen mukaansa teknologia kehittyi myös nykyisissä menetelmissä, joten Maassa on lähitulevaisuudessa mahdollista kustannustehokkaasti hyödyntää malmeina paljon nykyistä heikkopitoisimpia materiaaleja kuin nyt.

Maailmalla on tutkittu tarkasti yhteensä muutamaa tuhatta meteoriittia sekä yliopistojen että tutkimuslaitosten voimin. Suomessa on tutkittu omien meteoriittien lisäksi myös muutamia ulkomaisia löytöjä. Meteoriitit päätyvät tutkimuksen jälkeen yleensä geologisiin kokoelmiin tieteen palvelukseen. Kaikkiaan näitä taivaalta sataneita alkuhistorian kappaleita on Suomesta löydetty kolmetoista kappaletta, koko maapallolta viisikymmentä tuhatta.



Asteroidilouhinnan haasteet

Visioita asteroidilouhinnan menetelmistä on olemassa, mutta taklattavia haasteita riittää.

1. Avaruuden vaativat olosuhteet

Avaruudessa on tyhjiö, painotonta ja paine-erot ovat suuria. Varjossa on pimeää ja kylmää ja Auringon paahteessa kuumaa. Lisäksi välimatkat ovat lyhimmilläänkin pitkiä ja kappaleiden väliset nopeuserot suuria. Louhintalaitteita rasittavat asteroidien pinnasta irtoavat palaset, kaasut ja pöly sekä kylkiä pommittavat mikrometeoriitit. Laitteet kuluvat käytössä ja vaativat huoltoa.

2. Asteroidin massa ja liike

Yksi suurimmista teknisistä haasteista on asteroidimöhkäleiden massa. Esimerkiksi sata metriä pitkän, halkaisijaltaan satametrisen asteroidin massa on 1000 – 3000 miljoonaa kiloa. Likimainkaan sen kokoisia laitteita ihminen ei ole koskaan liikutellut missään olosuhteissa. Painavin ilmaan lähetetty laite on ollut Saturn V -kantoraketti, jota käytettiin Apollo-alusten kuljettamiseen avaruuteen ja Kuuun vuosina 1967–1973. Kantoraketin massa oli hieman yli kolme miljoonaa kiloa.

Asteroidit saattavat pyöriä ja kieppua sieppaamisen näkökulmasta varsin holtittomasti.

3. Mitä kappale sisältää?

Asteroideista on tehty suurpiirteistä kaukokartoitusta lähinnä pinnan koostumuksesta. Syvemmältä on tietoa vain

niukasti, sitä on tutkittu geofysiikan keinoin muun muassa painovoimavaihtelun ja tutka-aineiston avulla.

Kaivostoiminnan alustavaa hahmottelua varten täytyisi tietää, mikä on asteroidin lujuus, paljonko siinä on toivottuja aineita, ovatko ne kappaleen pinnalla vai sisällä, keskittyneesti vai hajallaan, missä yhdisteissä ne ovat ja mitä muu materiaali on? Esimerkiksi kupari on meteoriiteissa sitoutuneena useisiin kymmeneen mineraaleihin. Maapallolla kupari on malmeissa sitoutuneena vain muutamaan kuparimineraaliin, joissa kuparia voi olla kymmeniä prosentteja.

4. Miten aine rikastetaan?

Kiertoradan kaivostoiminnassa tarvitaan vastaavia menetelmiä kuin Maassa. Haluttua ainetta sisältävä malmi täytyy saada irti asteroidista kaivamalla, räjäyttämällä tai kemiallisilla prosesseilla, yhdeksi menetelmäksi on hahmoteltu magneettia. Aine täytyy saada irti malmista molekyylikohtaisella prosessilla, jossa apuna käytetään esimerkiksi kemiaan, lämpöön, kiihtyvyyteen tai sähköön liittyviä keinoja.

Eri vaiheiden välillä tavaraa joudutaan säilömään ja siirtämään paikasta toiseen: kaivoksesta tehtaaseen, sieltä ostajalle ja lopulta käyttöpaikkaan. Entä missä aine jalostetaan tuotteiden raaka-aineeksi?

5. Mitä Maassa tarvitaan?

Louhintatyön lisäksi kustannuksia syntyy uudenlaisten laitteiden rakentamisesta ja testauksesta sekä niiden tarvitsemasta polttoaineesta. Maahantuontiin tarvitaan lämpökilpiä ja ilmakehään saapumisen kuumuutta kestäviä säiliöitä.

Jotta kaikki tekniset haasteet kannattaa ratkaista, avaruudesta louhitulle aineelle täytyy löytyä ostaja, joka on valmis maksamaan toiminnan kustannukset kattavan hurjan hinnan. Tällä hetkellä sellaiseksi mineraaliksi esitetään platinaa.

Viisituhatta kiertäjää

Asteroidit ovat Aurinkokunnan synnystä ylijääneitä erikokoisia ja epäsäännöllisen muotoisia kappaleita, joista suurin osa kiertää Aurinkoa Marsin ja Jupiterin välisellä alueella.

Maan ohittaa läheltä ajoittain noin 5 000 asteroidia ja lähialueilla niitä on noin 10 000 lisää. Kaikkiaan tunnistettuja asteroideja on Aurinkokunnassa yli 700 000, mutta niitä uskotaan olevan merkittävästi enemmän.

Tutkijat arvioivat, että kaikkien asteroidien yhteenlaskettu massa on selvästi alle Kuun massa. Aurinkokunnan massasta 99,8 % on Auringossa.

Suomessa esimerkiksi Lappajärven kraatterijärvi sai alkunsa asteroidin törmäyksessä. Lappajärven kraatteri syntyi noin 76 miljoonaa vuotta sitten ja on läpimitaltaan noin 22 kilometriä.

Jaana Ahlblad

Jutussa on käytetty lähteinä erikoistutkija Kari A. Kinnusen haastattelua ja planeettatutkija Jarmo Korteniemen luentoa.