



## Geologisten luonnonvarojen hyödyntäminen Suomessa vuonna 2012

Summary: Geological resources in Finland, production data and annual report 2012



Pokki, J., Aumo, R., Kananoja, T., Ahtola, T., Hyvärinen, J., Kallio, J., Kinnunen, K., Luodes, H., Sarapää, O., Selonen, O., Tuusjärvi, M., Törmänen, T. & Virtanen, K.

**GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS**

**GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND**

Tutkimusraportti 210

Report of Investigation 210

Pokki, J., Aumo, R., Kananoja, T., Ahtola, T., Hyvärinen, J., Kallio, J., Kinnunen, K.,  
Luodes, H., Sarapää, O., Selonen, O., Tuusjärvi, M., Törmänen, T. ja Virtanen, K.

**GEOLOGISTEN LUONNONVAROJEN HYÖDYNTÄMINEN SUOMESSA  
VUONNA 2012**

*Summary: Geological resources in Finland, production data and annual report 2012*

Kansikuva: Ylämaalla, Lappeenrannassa louhitaan Baltic Brown -tyyppistä ruskeaa,  
viborgiittistä rapakivigraniittia, joka on eniten tuotettu luonnonkivi Suomessa.

Kuva: Paavo Härmä, GTK.

*Front cover: The 'Baltic Brown', a viborgitic rapakivi granite quarried in Ylämaa,  
Lappeenranta, is the most widely produced natural stone in Finland.*

*Photo: Paavo Härmä, GTK.*

Taitto: Elvi Turtiainen Oy

Espoo 2014

**Pokki, J., Aumo, R., Kananoja, T., Ahtola, T., Hyvärinen, J., Kallio, J., Kinnunen, K., Luodes, H., Sarapää, O., Selonen, O., Tuusjärvi, M., Törmänen, T. & Virtanen, K. 2014.** Geologisten luonnonvarojen hyödyntäminen Suomessa vuonna 2012. Summary: Geological resources in Finland, production data and annual report 2012. *Geological Survey of Finland, Report of Investigation 210*, 42 pages, 30 figures, 17 tables and 2 supplementary maps.

This publication provides an overview of the extraction industry in Finland in 2012 with related statistics.

The mining of industrial mineral ores in Finland totalled 15.1 Mt (29 mines). Of this, the Siilinjärvi apatite ore alone comprised 66%, carbonate rocks 25%, talc ore 8% and industrial rocks 1%. The mining of metallic ores amounted to 19.6 Mt (12 mines), of which the Talvivaara Ni-Zn-Cu-Co ore formed the majority, 8.7 Mt. Over 1 Mt of metallic ores were also mined in the Kevitsa Cu-Ni mine (3.4 Mt), Laiva (1.5 Mt) and Kittilä (1.2 Mt) gold mines, Pyhäsalmi Cu-Zn mine (1.4 Mt) and Kemi Cr mine (1.3 Mt). In Finland, the mine production of the high-tech metals cobalt, platinum and palladium was the second highest in Europe after Russia.

The total use of rock aggregates in 2012 was estimated to be 88 Mt, of which crushed hard rock aggregates comprised 61% and gravel and sand 39%. The total extraction of dimension stones was 3.2 Mt, of which left-over rocks amounted to 2.7 Mt. Rapakivi granites comprised 65% (341 kt) of dimension stone production, other granites and schists 14% (70 kt) and soapstones 21% (110 kt). Gemstones were quarried in three locations: spectrolite in Tevalainen, Ylämaa, beryl in Kännät-salo, Luumäki, and amethyst in Lampivaara, Pelkosenniemi.

Due to record rains in summer 2012, the production of peat amounted only to 14.9 Mm<sup>3</sup>, which is 73% of the annual average during the last 30 years. Altogether, 90% of the production comprised energy peat and 10% environmental peat.

It is estimated that 1.6 TWh of renewable energy was utilised via ground heat pumps in 2012, which is six-fold higher than the amount in 2000. After record high sales in 2011 (14,000), the sales of ground heat pumps amounted to 13,000 and the total number of ground heat pumps in operation was estimated to be 72,000.

Keywords (GeoRef Thesaurus, AGI): mining industry, metal ores, platinum ores, cobalt, high-tech metals, industrial minerals, building stone, aggregate, gems, peat, geothermal energy, production, foreign trade, statistics, Finland

*Jussi Pokki*  
*Geological Survey of Finland*  
*P.O. Box 96*  
*FI-02151 Espoo*  
*FINLAND*

*E-mail: [jussi.pokki@gtk.fi](mailto:jussi.pokki@gtk.fi)*

ISBN 978-952-217-304-1 (PDF)  
ISSN 0781-4240

**Pokki, J., Aumo, R., Kananoja, T., Ahtola, T., Hyvärinen, J., Kallio, J., Kinnunen, K., Luodes, H., Sarapää, O., Selonen, O., Tuusjärvi, M., Törmänen, T. & Virtanen, K. 2014.** Geologisten luonnonvarojen hyödyntäminen Suomessa vuonna 2012. Summary: Geological resources in Finland, production data and annual report 2012. *Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 210*, 42 sivua, 30 kuvaa, 17 taulukkoa ja 2 liitekarttaa.

Tässä julkaisussa luodaan yleiskatsaus kaivannaisalaan Suomessa vuonna 2012 ja esitetään kaivannaisteollisuuteen liittyviä tilastoja.

Teollisuusmineraaleja louhittiin Suomessa 15,1 Mt (29 kaivosta). Siilinjärven apatiittimalmi yksinään kattoi tästä louhintamäärästä 66 % ja muiden kaivosten karbonaattikivet 25 %, talkkimalmi 8 % ja teollisuuskievet 1 %. Metallimalmeja louhittiin 19,6 Mt (12 kaivosta) ja tästä määrästä suurin osa (8,7 Mt) louhittiin Talvivaaran monimetallikaivoksesta. Yli miljoona tonnia metallimalmia louhittiin myös Kevitsan Cu-Ni-kaivoksesta (3,4 Mt), Laivan (1,5 Mt) ja Kittilän Suurikuusikon (1,2 Mt) kultakaivoksista, Pyhäsalmen Cu-Zn-kaivoksesta (1,4 Mt) ja Kemin kromikaivoksesta (1,3 Mt). High-tech-metalleihin kuuluvien kobolttin ja platinaryhmän metallien kaivostuotanto Suomessa oli Euroopan maista toiseksi suurin Venäjän jälkeen.

Kiviainesten kokonaiskäytön arvioitiin olevan 88 Mt. Tästä määrästä 61 % muodostui kalliomurskeesta ja 39 % sorasta ja hiekasta. Luonnonkiven kokonaislouhinta oli 3,2 Mt, josta sivukiven osuus oli 2,7 Mt. Luonnonkivituotannosta 65 % (341 kt) muodostui rapakivigraniiteista, 14 % (70 kt) muista graniiteista ja liuskeista ja 21 % (110 kt) vuolukivistä. Jalo- ja korukiviä louhittiin Tevalaisen spektroliittilouhokselta Ylämaalla, Kännätsalon jaloberyllilouhokselta Luumäestä ja Lampivaaran ametistilouhokselta Pelkosenniemestä.

Ennätyksellisten sateiden vuoksi turvetta tuotettiin vain 14,9 Mm<sup>3</sup>, joka on 73 % 30 edellisvuoden tuotannon keskiarvosta. Tuotetusta turpeesta 90 % oli energiaturvetta ja 10 % ympäristö- ja kasvuturvetta.

Maalämpöpumpuilla hyödynnettiin 1,6 TWh uusiutuvaa energiaa vuonna 2012. Määrä on kuusinkertaistunut vuodesta 2000. Ennätyksellisen myyntivuoden 2011 (14 000 kpl) jälkeen maalämpöpumppuja myytiin 13 000 kpl ja niitä arvioitiin olevan toiminnassa 72 000 kpl.

Asiasanat (Geosanaso, GTK): kaivosteollisuus, metallimalmit, platinamalmit, koboltti, hi-tech-metallit, teollisuusmineraalit, rakennuskivet, kiviaines, jalokivet, turve, geoterminen energia, tuotanto, ulkomaankauppa, tilastot, Suomi

*Jussi Pokki*  
*Geologian tutkimuskeskus*  
*PL 96, 02151 Espoo*

Sähköposti: [jussi.pokki@gtk.fi](mailto:jussi.pokki@gtk.fi)

## SISÄLLYSLUETTELO – CONTENTS

1 JOHDANTO.....	7
1 INTRODUCTION.....	7
2 TEOLLISUUSMINERAALIT.....	8
3 METALLISET MALMIT JA METALLIT .....	13
3.1 Louhintamäärät.....	13
3.2 Kaivoskohtainen katsaus.....	16
3.3 Rikasteet ja metallit .....	18
4 HIGH-TECH-METALLIT.....	20
4.1 Johdanto.....	20
4.2 High-tech-metallien tuotanto Suomessa .....	20
4.3 High-tech-metallien löytymispotentiaali Suomessa .....	21
5 KIVIAINEKSET .....	23
5.1 Kiviainesten lähteet .....	23
5.2 Kiviainesten käyttö .....	23
5.3 Maa-ainoslain alaiset ottomäärät .....	24
5.4 Merihiekkan otto Suomessa .....	26
6 LUONNONKIVET.....	26
6.1 Johdanto.....	26
6.2 Luonnonkivien tuotantoluvut.....	27
7 JALO- JA KORUKIVET.....	29
8 TURVE.....	32
9 GEOENERGIA.....	35
10 ULKOMAANKAUPPA .....	38
10.1 Metallimalmit ja -rikasteet .....	38
10.2 Muut kaivannaiset .....	40
KIITOKSET.....	41
LÄHDE- JA KIRJALLISUUSLUETTELO.....	41

LIITE 1: LIITEKARTAT .....	43
<i>Appendix 1: Supplementary maps .....</i>	<i>43</i>
Liitekartta 1. Metallien rikastamot ja jalostamot Suomessa. <i>Supplementary map 1. Metal concentration mills and metal refineries in Finland.</i>	
Liitekartta 2. Metallogeeniset vyöhykkeet Suomessa. <i>Supplementary map 2. The main metallogenic zones in Finland.</i>	
LIITE 2: TILASTOT .....	46
<i>Appendix 2: Statistics .....</i>	<i>46</i>
Taulukko 1. Suomessa vuonna 2012 toimineet kaivoslain alaiset kaivokset ja louhokset. <i>Table 1. Mines and quarries operating under the Finnish Mining Act in 2012.</i>	
Taulukko 2. Teollisuusmineraalien louhinta (sisältää myös karbonaattikivet, teollisuuskipet ja jalokivet) ja karbonaattikivien käyttö Suomessa vuosina 1969–2012. <i>Table 2. Extraction of industrial minerals (also including carbonate rocks, industrial rocks and gemstones) and the use of carbonate rocks in Finland during 1969–2012.</i>	
Taulukko 3. Teollisuusmineraalirikasteiden ja -tuotteiden tuotanto Suomessa vuosina 1969–2012. <i>Table 3. Production of concentrates and products of industrial minerals in Finland during 1969–2012.</i>	
Taulukko 4. Metallimalmien louhinta sekä kromi-, rauta- ja titaanipitoisten rikasteiden tuotanto Suomessa vuosina 1969–2012. <i>Table 4. Extraction of metallic ores and production of ferrous concentrates in Finland during 1969–2012.</i>	
Taulukko 5a. Perusmetallirikasteiden tuotanto Suomessa vuosina 1968–2012. <i>Table 5a. Production of base metal concentrates in Finland during 1968–2012.</i>	
Taulukko 5b. Suomen kaivosyhtiöiden vuosikertomuksissaan ilmoittamat metallien tuotantomäärät 2010–2012. <i>Table 5b. Metal production from the annual reports of Finnish mining companies during 2010–2012.</i>	
Taulukko 6a. Metallien ja metallurgisten tuotteiden tuotanto Suomessa vuosina 1969–2012. Osa raaka-aineista on Suomen ulkopuolelta. <i>Table 6a. Metals and metallurgical products produced in Finland during 1969–2012. The raw materials are partly imported.</i>	
Taulukko 6b. Metallien ja metallurgisten tuotteiden tuotanto Suomessa vuosina 1969–2012. Osa raaka-aineista on Suomen ulkopuolelta. <i>Table 6b. Metals and metallurgical products produced in Finland during 1969–2012. The raw materials are partly imported.</i>	
Taulukko 7. EU:n määrittelemät kriittiset raaka-aineet, taloudellisesti merkittävimpiä ei-kriittisiä raaka-aineita sekä niiden kaivostuotanto ja löytymispotentiaali Suomessa. <i>Table 7. Critical raw materials and some of the economically most important non-critical raw materials, defined by the EU, and the associated mining production and discovery potential in Finland.</i>	

Taulukko 8. Kiviainesten arvioitu käyttö Suomessa vuosina 1990–2012.

*Table 8. Estimated use of rock aggregates in Finland during 1990–2012.*

Taulukko 9. Luonnonkivien ja niihin liittyvien sivukivien louhinta ja louhitun vuolukiven jalostus Suomessa vuosina 1979–2012.

*Table 9. Extraction of natural stones and associated left-over rocks and refining of extracted soapstones in Finland during 1979–2012.*

Taulukko 10. Turpeen tuotanto ja kulutus energiakäyttöön sekä ympäristöturpeen tuotanto Suomessa vuosina 1970–2012.

*Table 10. Extraction and consumption of peat for energy production and the production of environmental peat in Finland during 1970–2012.*

Taulukko 11. Geoenergian hyödyntäminen nimellisteholtaan alle 26 kW:n maalämpöpumppujen avulla Suomessa vuosina 1976–2012.

*Table 11. Utilisation of geoenergy via ground heat pumps with a nominal effect below 26 kW in Finland during 1976–2012.*

Taulukko 12. Metallisten malmien ja rikasteiden tuonnin arvo Suomeen vuosina 1995–2012 käypään hintaan.

*Table 12. Value of imports of metallic ores and concentrates at market prices to Finland during 1995–2012.*

Taulukko 13. Metallisten malmien ja rikasteiden tonnimääräinen tuonti Suomeen vuosina 1995–2012.

*Table 13. Imports of metallic ores and concentrates to Finland during 1995–2012.*

Taulukko 14. Metallisten malmien ja rikasteiden viennin arvo Suomesta vuosina 1995–2012 käypään hintaan.

*Table 14. Value of exports of metallic ores and concentrates at market prices from Finland during 1995–2012.*

Taulukko 15. Metallisten malmien ja rikasteiden tonnimääräinen vienti Suomesta vuosina 1995–2012.

*Table 15. Exports of metallic ores and concentrates from Finland during 1995–2012.*

Taulukko 16. Kaoliinin, kalkkikivien, kivihiilen ja muiden kaivannaisten kuin metallimalmien tuonti Suomeen vuosina 1995–2012.

*Table 16. Imports of kaolin, limestones, coal and other extractives (apart from metallic ores) to Finland during 1995–2012.*

Taulukko 17. Graniitin (luonnonkivenä), kiviainesten, talkin, turpeen ja pasuttamattoman rikkikiisun vienti Suomesta vuosina 1995–2012.

*Table 17. Exports of granite (as natural stone), aggregates, talc, peat and unroasted pyrite from Finland during 1995–2012.*

## 1 JOHDANTO

Yhteiskuntamme hyvinvointi ja vakaus perustuvat osaltaan kallio- ja maaperästä saatavien raaka-aineiden hyödyntämiseen ja riittävyteen. Tässä julkaisussa luodaan yleiskatsaus Suomen geologiin luonnonvaroihin vuonna 2012 ja esitetään niiden hyödyntämiseen liittyviä tilastotietoja. Tarkasteltavat osa-alueet ovat teollisuusmineraalit, metallimalmit, high-tech-metallit, kiviaines, luonnonkivet, jalo- ja korukivet, turve, geoenergia ja kaivannaisten ulkomaankauppa. Tilastot ja osa kartoista esitetään tekstiosuuskien jälkeen liitteinä. Tämän vuosittaisen julkaisun tavoitteena on lisätä tietoutta geologiasta sekä geologisten luonnonvarojen käytöstä Suomessa.

EU on määritellyt kriittiseksi sellaisia raaka-aineita, joilla on suuri taloudellinen merkitys ja joiden saatavuuteen liittyy mahdollisia riskejä (European Commission 2014). Ensimmäisen määrittelyn yhteydessä vuonna 2010 kriittisiksi luokiteltiin 14 eri raaka-ainetta. Niistä Suomessa on erittäin merkittävää kobolttin, platinaryhmän metallien ja germaniumin tuotantoa. 35 Euroopan maan (”EU35”; Brown ym. 2014b) kaivoksista vain Suomessa tuotettiin kobolttia vuonna 2012, ja platinaryhmän metallien kaivostuotanto Suomessa vastasi 93 % niiden kaivostuotannosta EU35-maissa. Metallista germaniumia valmistettiin EU35-maista vain Suomessa, ja Suomen metalliteollisuus tuotti 58 % EU35-maissa valmistetusta metallisesta koboltista (Brown ym. 2014a,b). Vuonna 2013 tehdyssä päivityksessä EU:n kriittiseksi määrittelemien raaka-aineiden määrä nostettiin 20:een (sivu 57). Kobolttia, platinaryhmän

metalleja ja germaniumia pidetään edelleen kriittisinä raaka-aineina. Joukkoon lisättyjen raaka-aineiden osalta EU35-maiden kaivoksista vain Siilinjärvi tuotti fosfaattikiveä vuonna 2012 ja kromimalmeista ja -rikasteista 16 % tuotettiin Kemian kaivoksesta (Brown ym. 2014b).

Julkaisussa esitettäviä tilastoja ovat keränneet lupaviranomaiset, kuten Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes), Suomen ympäristökeskus (SYKE), työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) ja muut tahot, kuten Tullihallitus, Tilastokeskus ja esimerkiksi Suomen Lämpöpumppuyhdistys. Uuden kaivoslain (621/2011) myötä Tukes on toiminut kaivoslain mukaisena lupa- ja valvontaviranomaisena heinäkuun 2011 alusta lähtien. Kansainvälistä vertailua varten tietoja on haettu British Geological Surveyn julkaisemista mineraalituotannon vuosijulkaisuista (Brown ym. 2014a,b).

Usean vuoden kattavan vuositilaston tai kaavion tietolähteitä ei pyritä ilmoittamaan julkaisukohtaisesti lähteiden suuren määrän vuoksi. Tällaisissa tapauksissa lähteenä on ilmoitettu vain tiedon tuottaja. Esimerkiksi merkintä ”Lähde / Source: 1969–1996 Puustinen (2003), 1997–2010 TEM / MEE” tarkoittaa, että vuosilta 1969–1996 lähde on Puustinen (2003), mutta vuosilta 1997–2010 tiedon on tuottanut työ- ja elinkeinoministeriö.

Suomen geologisista luonnonvaroista on saatavissa tietoa myös Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) verkkosivujen luonnonvaraosiassa (<http://www.gtk.fi/geologia/luonnonvarat>), johon päivitetään säännöllisesti osa tämän tutkimusraportin aineistosta.

## 1 INTRODUCTION

To a large extent, the economic prosperity and stability of Finnish society is built on geological natural resources. In this publication, we provide an overview of geological resources in Finland in 2012 and present statistics related to their utilisation. The subjects under discussion include indus-

trial minerals, metallic ores, high-tech metals, rock aggregates, dimension stones, gemstones, peat, geoenergy and foreign trade of extractives. Statistics and supplementary maps can be found as appendices at the end of the volume. This annual publication aims at increasing general knowledge



of geology and the utilisation of geological resources in Finland.

The raw materials defined as critical to the EU have high economic importance combined with a high risk associated with their supply (European Commission 2014). The first criticality analysis for raw materials was published in 2010, when 14 raw materials were defined as critical. Of these, the production of cobalt, platinum group metals and germanium is highly significant in Finland. Among 35 European countries ('EU35'; Brown et al. 2014b), cobalt was only produced in Finnish mines in 2012, and the mine production of platinum group metals in Finland amounted to 93% of their production in these countries. Metallic germanium was not produced in any other EU35 countries than Finland (this from imported raw materials), and 58% of the metallic cobalt production in the EU35 countries was produced by the Finnish metal industry (Brown et al. 2014a,b). The number of critical raw materials was raised to 20 in an update carried out in the EU in 2013 (page 57). Cobalt, platinum group metals and germanium are still considered as critical. Of the new critical raw materials, phosphate rocks were only produced by Siilinjärvi mine in Finland among the EU35 countries, and 16% of the chromium ores and concen-

trates produced in these countries originated from the Kemi mine (Brown et al. 2014b).

The statistical information presented here was mainly collected by authorising bodies, such as the Finnish Safety and Chemicals Agency (Tukes), the Finnish Environment Institute (SYKE), the Ministry of Employment and the Economy (MEE), and other organisations, such as Finnish Customs, Statistics Finland and the Finnish Heat Pump Association. Since the beginning of July 2011, Tukes has been the licensing authority, as referred to in the Mining Act (621/2011). Figures for international reference come from the World Mineral Production and European Mineral Statistics of the British Geological Survey (Brown et al. 2014a,b).

Due to their large number, we have not presented the sources of tables or charts covering several years as individual publications. Instead, we acknowledge the source organisation. For example "Lähde / Source: 1969–1996 Puustinen (2003), 1997–2010 TEM / MEE" means that Puustinen (2003) covers the years 1969–1996, and the information for the years 1997–2010 has been compiled by the Ministry of Employment and the Economy.

This publication is written in Finnish, but the summary, introduction, captions and most of the statistics are also presented in English.

## 2 TEOLLISUUSMINERAALIT

*Teollisuusmineraaleihin kuuluvat laajasti ottaen kaikki sellaiset mineraalit ja kivilajit, joilla on teollista käyttöä, lukuun ottamatta metallisia malmeja, mineraalisia polttoaineita ja jalokiviä. Teollisuusmineraalien käyttö perustuu niiden kemiallisiin ja fysikaalisiin ominaisuuksiin. Yleisimmin Suomessa tuotettuja teollisuusmineraaleja ovat apatiitti, kalsiitti, dolomiitti, talkki, kvartsi ja maasälvät. Lisäksi tuotetaan wollastoniittia ja biotiittia. Teollisuuskiviksi luokitellaan sellaiset kivet, jotka sellaisenaan ilman erityistä rikastamista kelpaavat teolliseen käyttöön.*

Suomessa on pitkät perinteet teollisuusmineraalien tuottamisessa ja käyttämisessä. Karbonaattikiveä hyödynnettiin Etelä-Suomessa jo keskiajalla.

Vanhin kirjallisiin dokumentteihin perustuva tieto karbonaattikiven hyödyntämisestä on vuodelta 1329 Turun tuomiokirkon mustassa kirjassa, sillä siinä mainittiin Krakanašin karbonaattikivilouhos Särkisalossa. Suomessa on toiminut yli 600 teollisuusmineraalilouhosta tai -kaivosta 1300-luvulta lähtien (Puustista 2003 mukailten) (kuva 1). Näistä noin puolet on karbonaattikivikaivoksia ja puolet muita teollisuusmineraalikaivoksia mukaan lukien teollisuuskivilouhokset. Luvussa ovat mukana myös ne esiintymät, joissa on tehty vain koelouhintaa. Tuotettuja mineraaleja on yhteensä ainakin 20. Suomessa on ollut noin 30 sellaista kaivosta, joista on louhittu kustakin yli miljoona tonnia teollisuusmineraalimalmeja. Niiden tärkeimpiä arvoaineita ovat kalsiitti, dolomiitti, wollastoniitti, talkki, apatiitti, kvartsi, rikkikiisu ja ilmeniitti.

Karbonaattikivien merkittävä teollinen hyödyntäminen alkoi ensimmäisen teollistumisen kauden myötä 1800-luvun lopussa. Silloin avattiin useita

uusina karbonaattikivilouhoksia, joista esimerkiksi Paraisten Limberg-Skräbbölen esiintymä on edelleen tuotannossa (kuva 2). Kvartsi on louhittu Someron ja Tammelan alueella jo ainakin 1700-luvulla raaka-aineeksi Somerolla sijainneelle Åvikin lasitehtaalle. Laatokan Karjalassa ja Kemiön alueella louhittiin maasälpää 1800-luvulla. Nykyinen, vaahdotukseen perustuva maasälpä tuotanto alkoi Kemiössä vuonna 1966. Suomen ensimmäinen talkkilouhos on 1830-luvulta, mutta varsinaisesti oma teollisuudenalansa talkin louhinnasta tuli 1960-luvulla uusien prosessointitekniikoiden ja Lahnaslammen kaivoksen avaamisen myötä. Vuodesta 1980 alkanut teollisuusmineraalien louhinnan kasvu (kuva 3) johtuu enimmäkseen apatiitin tuotannon alkamisesta Siilinjärvellä useita vuosia kestäneen koelouhinnan ja koerikastuksen jälkeen. Muiden teollisuusmineraalien kuin Siilinjärven apatiittimalmin vuosittainen yhteenlaskettu louhinta Suomessa onkin pysynyt 4,6 ja 7,3 milj. tonnin välillä aina 1970-luvun alusta lähtien. Kiillerikastetta alettiin tuottaa sivutuotteena Siilinjärvellä vuonna 1991. Wollastoniitin tuotanto Ihalaisen kalsiittikaivoksesta Lappeenrannassa käynnistyi vuonna 1962 (kuva 2). Edellä mainittujen mineraalien lisäksi Suomessa on tuotettu mm. asbestia, grafiittia, granaattia, kaoliinia, kromiittia, kyaniittia, piimaata, turmaliinia, baryyttia, beryylliä, kolumbiittia ja pollusiittia, joista osa on saatu sivutuotteina (Puustinen 2003).

Suomessa louhittiin vuonna 2012 teollisuusmineraaleja ja -kiviä 29 esiintymästä (kuva 2, taulukko 1). Näistä 18:sta louhittiin karbonaattikiviä, käytännössä kalsiittia ja/tai dolomiittia. Muita teollisuusmineraaleja (apatiitti, talkki, maasälpä, kvartsi, kiille ja wollastoniitti) louhittiin kahdeksasta louhoksesta. Vuorivillan raaka-aineeksi käytettäviä teollisuuskiviä louhittiin kolmesta louhoksesta. Teollisuusmineraalien ja teollisuuskivien kokonaislouhinta oli vuonna 2012 yhteensä 30,9 Mt, josta malmin osuus oli 15,1 Mt (taulukko 2). Siilinjärven apatiittimalmi yksinään kattoi teollisuusmineraalimalmien louhintamäärästä 66 % ja muiden kaivosten karbonaattikivet 25 %, talkkimalmi 8 % ja teollisuuskivet 1 % (kuva 4). Teollisuusmineraalimalmien louhinta väheni edellisvuodesta 5 %, mutta sivukivien louhinta kasvoi jo toisena peräkkäisenä vuotena 31 %, jälleen uuteen ennätyslukemaan. Tämä on johtunut lähinnä sivukivien louhintamäärän kasvusta Siilinjärven apatiittilouhoksessa.

Louhintamäärältään Suomen suurimmassa teollisuusmineraalikaivoksessa ja Länsi-Euroopan ainoassa toimivassa fosfaattikaivoksessa Siilinjärvellä tuotettiin apatiittirikastetta vuonna 2012 noin 858 000 t paikallisen lannoiteteollisuuden valmistaman fosforihapon raaka-aineeksi (kuva 5, taulukko 3). Sivutuotteena saatiin 27 000 t biotiittia (flogopiitti) sekä karbonaattituotteita maanparannusjauheiksi. Fosforin merkitys lannoitteena maailman ruoantuotannossa korostuu edelleen tulevaisuudessa väkiluvun kasvun ja elintason nousun myötä, ja vuonna 2013 fosfaatti lisättiinkin EU:n kriittisten raaka-aineiden joukkoon (European Commission 2014). Euroopan maista fosfaattia tuotetaan Suomen lisäksi vain Venäjällä, ja siellä tuotantomäärät ovat kymmenkertaiset Suomeen verrattuna (Brown ym. 2014a).

Karbonaattimineraalit kalsiitti ja dolomiitti ovat monikäyttöisyytensä vuoksi tärkeimpiä teollisuusmineraaleja. Suomalaista karbonaattikiveä käytetään mm. sellu- ja paperiteollisuudessa, rakennusteollisuudessa, metalli- ja kaivosteollisuudessa, maataloudessa sekä ympäristösovelluksissa. Karbonaattikiviä tuotettiin Suomessa vuonna 2012 yhteensä noin 3,7 Mt (taulukko 1, kuva 4). Nordkalk Oyj Abp:n osuus tästä oli 93 %. Sillä oli tuotannossa 12 louhosta tai kaivosta.

Talkkimalmia louhittiin vuonna 2012 yhteensä 1,1 Mt neljästä Mondo Minerals B.V:n louhoksesta Sotkamossa ja Polvijärvellä. Malmista tuotettiin yhteensä 396 000 t talkkirikastetta Sotkamon ja Outokummun kahdessa tuotantolaitoksessa. Mondo Minerals B.V. on maailman toiseksi suurin talkintuottaja, ja sen myötä Suomi on Euroopan suurin talkintuottaja. Talkki on tärkeä raaka-aine mm. sellu- ja paperi-, maali-, muovi- ja kumi-, elintarvike-, lääke- ja kosmetiikkateollisuudessa.

Kvartsirikastetta ja palakvartsiä tuotettiin vuonna 2012 yhteensä 111 000 t Sibelco Nordic Oy Ab:n esiintymistä Nilsiässä ja Kemiönsaarella sekä SMA Mineral Oy:n esiintymästä Torniossa. Maasälpärikastetta tuotettiin 43 000 t, joka on peräisin Kemiönsaarella sijaitsevista louhoksista sekä Joutsenenlammen anortosiittiesiintymästä. Wollastoniittia tuotetaan sivutuotteena Ihalaisen kalsiittilouhoksella Lappeenrannassa. Suomi kuuluu Euroopan suurimpiin wollastoniitin tuottajiin.

Teollisuuskiviä tuotettiin kolmesta louhoksesta yhteensä 187 000 t (kuva 4, taulukko 1), josta suurin osa hyödynnettiin vuorivillan raaka-ainena. Louhintamäärältään suurin oli Lapinlahden

# TEOLLISUUSMINERAALIKAIVOKSET

## Industrial mineral mines

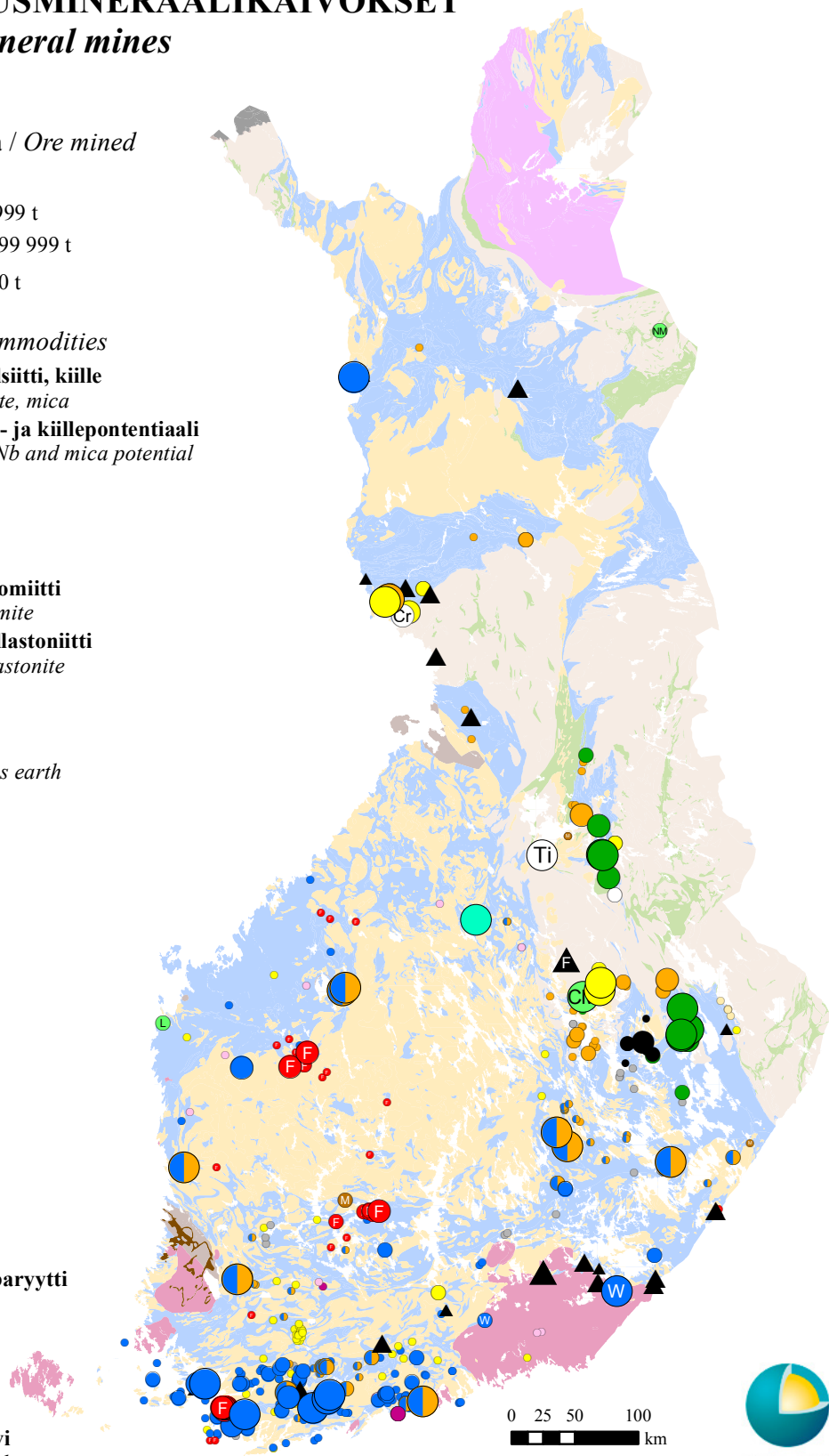
### 1300–2012

#### Malminlouhinta / Ore mined

- ▲ < 1 000 t
- ▲ 1 000–99 999 t
- ▲ 100 000–999 999 t
- ▲ > 1 000 000 t

#### Arvoaineet / Commodities

- CM Apatiitti, kalsiitti, kiille  
Apatite, calcite, mica
- NM Apatiitti, Nb- ja kiillepotentiaali  
Apatite with Nb and mica potential
- Asbesti  
Asbestos
- Kalsiitti  
Calcite
- Kalsiitti, dolomiitti  
Calcite, dolomite
- W Kalsiitti, wollastoniitti  
Calcite, wollastonite
- Cr Kromiitti  
Chromite
- Piimaa  
Diatomaceous earth
- Dolomiitti  
Dolomite
- F Maasälvät  
Feldspars
- Granaatti  
Garnet
- Grafiitti  
Graphite
- Ti Ilmeniitti  
Ilmenite
- Kaoliini  
Kaolin
- Kyaniitti  
Kyanite
- L Lantanoidit  
Lanthanides
- M Kiille  
Mica
- Rikkikiisu, baryytti  
Pyrite, barite
- Kvartsi  
Quartz
- Talkki  
Talc
- ▲ Teollisuuskivi  
Industrial rock

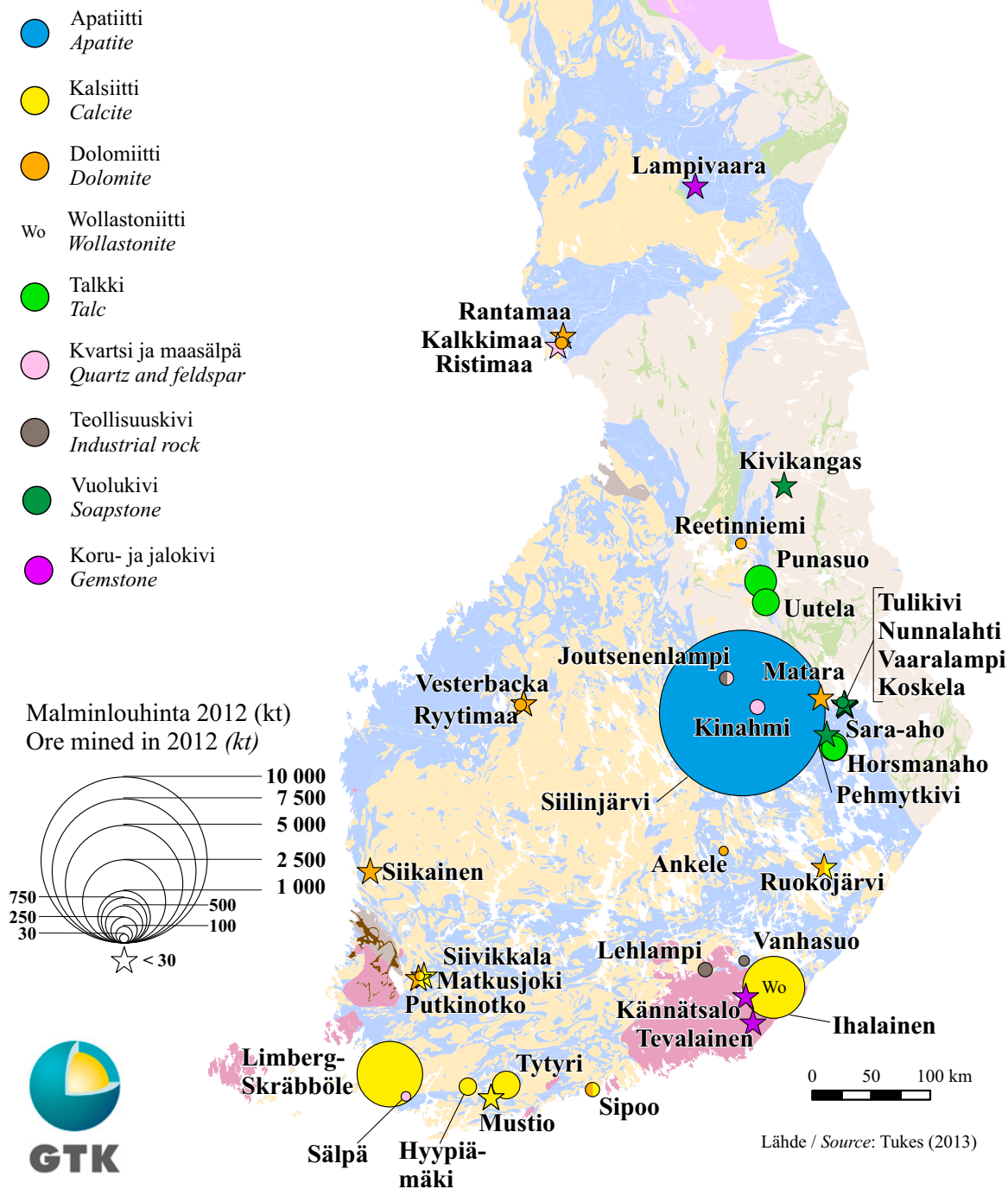


Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 3/2013 aineistoa © MML ja HALTIK

Kuva 1. Teollisuusmineraali- sekä teollisuuskivilouhokset ja -kaivokset Suomessa 1300-luvulta vuoteen 2012. Kartta perustuu Puustisen (2003) aineistoon, jota on täydennetty vuoteen 2012. Kallioperäkartan legenda esitetään kuvassa 7.  
 Fig. 1. Industrial mineral mines operating in Finland since 1300s. The map is based on data by Puustinen (2003) completed up to 2012. The legend of the bedrock map is shown in Figure 7. Contains data from the National Land Survey of Finland Topographic Database 03/2013 © NLS and HALTIK.

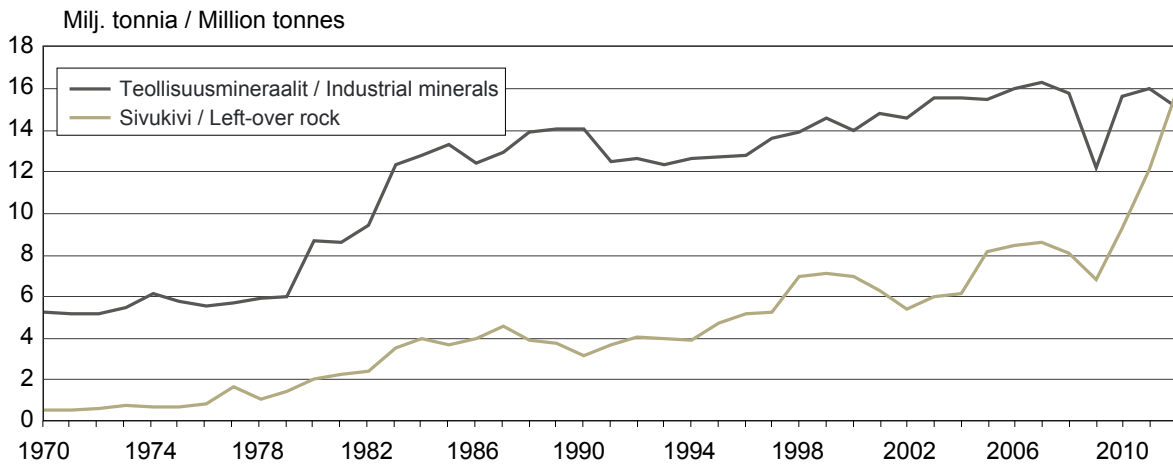
## TEOLLISUUSMINERAALI-, JALOKIVI- JA VUOLUKIVIKAIVOKSET 2012

*Industrial mineral, soapstone and gemstone mines 2012*

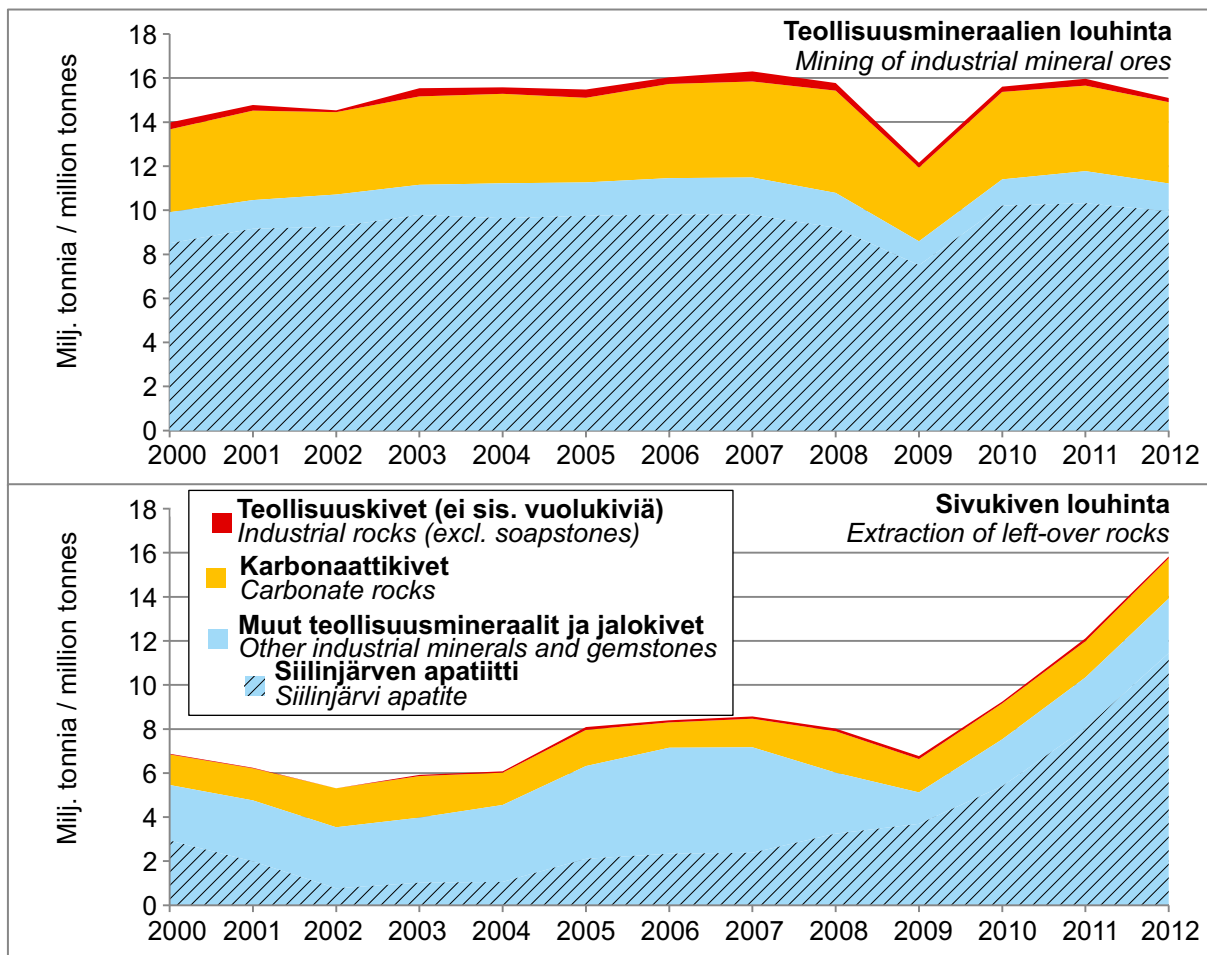


Kuva 2. Teollisuusmineraali-, jalokivi- ja vuolukivikaivokset malminlouhinnan määrineen Suomessa vuonna 2012 (Tukes 2013). Kunkin kaivoksen louhintamäärä on suoraan verrannollinen sitä kuvaavan ympyrän pinta-alaan eikä sisällä sivukiven louhintaa. Kallioperäkartan legenda esitetään kuvassa 7. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 3/2013 aineistoa © MML ja HALTIK.

Fig. 2. Industrial mineral, soapstone and gemstone mines in Finland in 2012 (Tukes 2013). The amount of ore mined is directly proportional to the area of the corresponding circle and does not comprise left-over rocks. The legend of the bedrock map is shown in Figure 7. Contains data from the National Land Survey of Finland Topographic Database 03/2013 © NLS and HALTIK. Contains data from the National Land Survey of Finland Topographic Database 03/2013 © NLS and HALTIK.



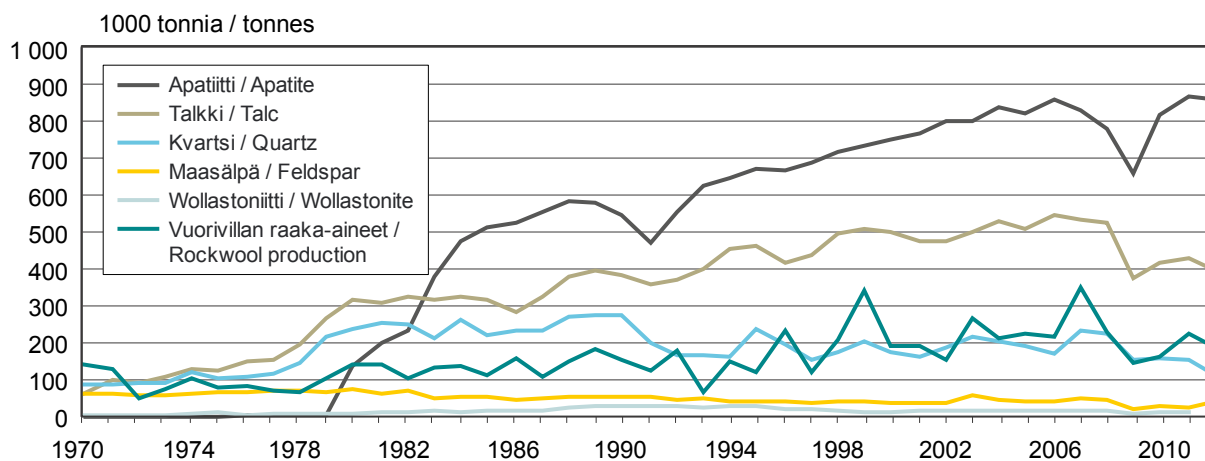
Kuva 3. Teollisuusmineraalimalmien ja niihin liittyvien sivukivien louhinta viivakaaviona vuosina 1970–2012.  
 Fig. 3. Line chart showing the mining of industrial mineral ores and associated left-over rocks in Finland during 1970–2012.  
 Lähde / Source: 1969–1996 Puustinen (2003), 1997–2010 TEM / MEE, 2011–2012 Tukes.



Kuva 4. Teollisuusmineraalimalmien ja niihin liittyvien sivukivien louhinnan jakautuminen ryhmittäin aluekaaviona vuosina 2000–2012. Ryhmään ”Muut teollisuusmineraalit ja jalokivet” kuuluvan Siilinjärven apatiittilouhoksen osuus on eroteltu vinoviivoin. Kuva ei sisällä vuolukivien louhintaa.

Fig. 4. Area chart showing the contribution of industrial rocks, carbonate rocks and other industrial minerals and gemstones to the extraction of industrial mineral ores (upper) and associated left-over rocks (lower) in Finland during 2000–2012. Siilinjärvi apatite mine belongs to the group shown in blue and its contribution has been distinguished by hatching. Soapstones are not included in the figure.

Lähde / Source: 2000–2010 TEM / MEE, 2011–2012 Tukes.



Kuva 5. Teollisuusmineraalirikasteiden ja -tuotteiden tuotanto Suomessa vuosina 1970–2012.

Fig. 5. Production of industrial mineral concentrates and products in Finland during 1970–2012.

Lähde / Source: 1969–1996 Puustinen (2003), 1997–2010 TEM / MEE, 2011–2012 Tukes.

Joutsenenlammen anortosiittiesiintymä (kuva 2), ja sen kokonaislouhinta vuonna 2012 oli yhteensä 154 000 t.

Suomessa oli vuonna 2012 käynnissä useita teollisuusmineraalien tuotantoon tähtääviä kaivosprojekteja. Yara Suomi Oy jatkoi valmisteluja fosfaattituotannon aloittamiseksi Savukosken Soklissa. Sokli on suurin käynnissä oleva kaivosprojekti Suomessa. Fosfaattirikasteen suunnitel-

tu vuotuinen tuotanto on n. 1,5 Mt. Tukes antoi kaivospiiripäätöksen Soklin fosfaattikaivosprojektiin loppukesällä 2013. Keliber Oy jatkoi valmisteluja käynnistää litiumin tuotanto Kokkolan (ent. Ullava) Läntässä. Päätuote tulee olemaan litiumkarbonaatti. Yhtiö ilmoitti loppuvuodesta 2013 aloittavansa YVA-prosessin kaikilla Keski-Pohjanmaan litiumprovinssien esiintymillä, joihin on suunniteltu avolouhinta.

### 3 METALLISET MALMIT JA METALLIT

*Metallien valmistus perustuu maankamarasta löydettyjen metallipitoisten kivilajien hyödyntämiseen. Metallien rikastumaa kallioperässä kutsutaan malmiutumaksi tai malmiaiheeksi. Jos rikastuma on taloudellisesti kannattavasti hyödynnettävissä, siitä voidaan käyttää termiä malmiesiintymä ja se muodostaisi mahdollisen kaivoksen malmivarat (ore reserves). Jos hyödyntämisen kannattavuudesta ei ole riittävä varmuutta, kyseessä on mineraalivaranto (mineral resources). Metalliesiintymien hyödyntämisen kannattavuuteen vaikuttavat mm. malmin määrä ja metallisisältö, metallin irrottamisen kustannukset, energian hinta, esiintymän sijainti ja lupa-asiat. Metallien maailmanmarkkinahintojen muuttuessa kallioperässä havaittu metallien rikastuma voi muuttua malmiesiintymästä takaisin malmiaiheeksi tai päinvastoin.*

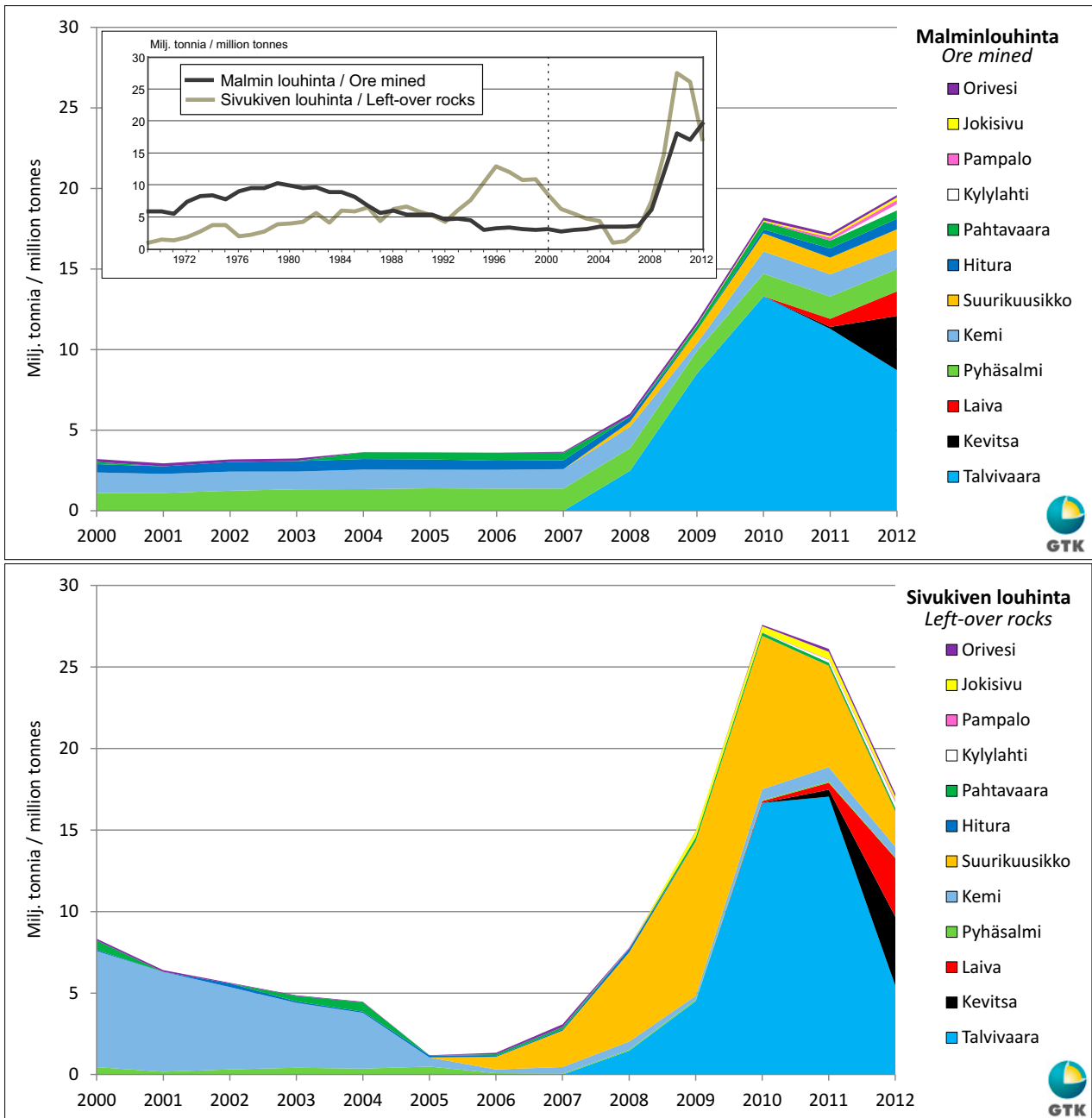
#### 3.1 Louhintamäärät

Metallimalmien louhintamäärä Suomessa lähti jyrkkään kasvuun vuonna 2008 (kuva 6). Selvin syy tähän oli malminlouhinnan alkaminen Talvivaaran monimetallikaivoksessa. Vuonna 2010 Suomessa louhittiin 18,2 Mt metallimalmeja, jos-

ta Talvivaarassa louhittu malmi muodosti 73 %. Kyseessä oli siihen asti suurin vuotuinen metallimalmien louhintamäärä Suomen kaivoshistoriassa, ja määrä oli viisinkertaistunut kasvua edeltäneistä vuosista. Vuonna 2011 metallimalmien

louhintamäärä väheni 5 % edellisvuodesta. Tämä johtui suurimmaksi osaksi malminlouhinnan vähenemisestä Talvivaarassa, mutta sitä kompensoivat mm. malminlouhinnan alkaminen Laivan kultakaivoksessa ja malmin louhintamäärän kasvu Hituran kaivoksessa.

Metallimalmien louhintamäärä nousi uusiin ennätyslukemiin vuonna 2012, jolloin Suomessa oli toiminnassa 12 metallimalmikaivosta. Niistä louhittiin kromi-, nikkeli-, kupari-, sinkki-, koboltti-, kulta-, hopea-, platina-, palladium- ja rikkikiisumalmia (taulukko 1). Kokonaislou-



Kuva 6. Eri kaivosten osuus metallimalmien (ylhäällä) ja niihin liittyvien sivukivien (alhaalla) louhinnasta aluekaaviona vuosina 2000–2012. Kaivokset on järjestetty legendan ilmoittamaan järjestykseen. Se perustuu malmin louhintamäärään vuonna 2012 ja kasvaa kuvassa alaspäin. Lisäkuvan viivakaavio esittää metallimalmien ja niihin liittyvien sivukivien louhinnan aikasarjat vuodesta 1969 lähtien.

Fig. 6. Area chart showing the contribution of individual mines to the mining of metallic ores (upper) and extraction of associated left-over rocks (lower) in Finland during 2000–2012. In the chart, the mines have been arranged in the same order as in the legend. It is based on the amount of ore mined in 2012, which increases downwards. The inserted line chart shows the extraction of metallic ores and associated left-over rocks from 1969 onwards.

Lähde / Source: 1969–1996 Puustinen (2003), 1997–2010 TEM / MEE, 2011–2012 Tukes.

## METALLIMALMIKAIVOKSET 2012

### *Metallic ore mines 2012*

#### Fanerotsooisia kiviä

##### *Phanerozoic rocks*



#### Mesoproterotsooisia kiviä

##### *Mesoproterozoic rocks*



Diabaasi

*Diabase*



Hiekkakivi ja lietekivi

*Sandstone and mudstone*



Rapakivi granitti

*Rapakivi granite*

#### Paleoproterotsooisia kiviä

##### *Paleoproterozoic rocks*



Intrusiivisiä kiviä

*Intrusive rocks*



Pintasyntyisiä kiviä

*Supracrustal rocks*



Granuliittisiä kiviä

*Granulitic rocks*

#### Arkeaisia kiviä

##### *Archean rocks*



Intrusiivisiä kiviä ja gneissejä

*Intrusive rocks and gneisses*

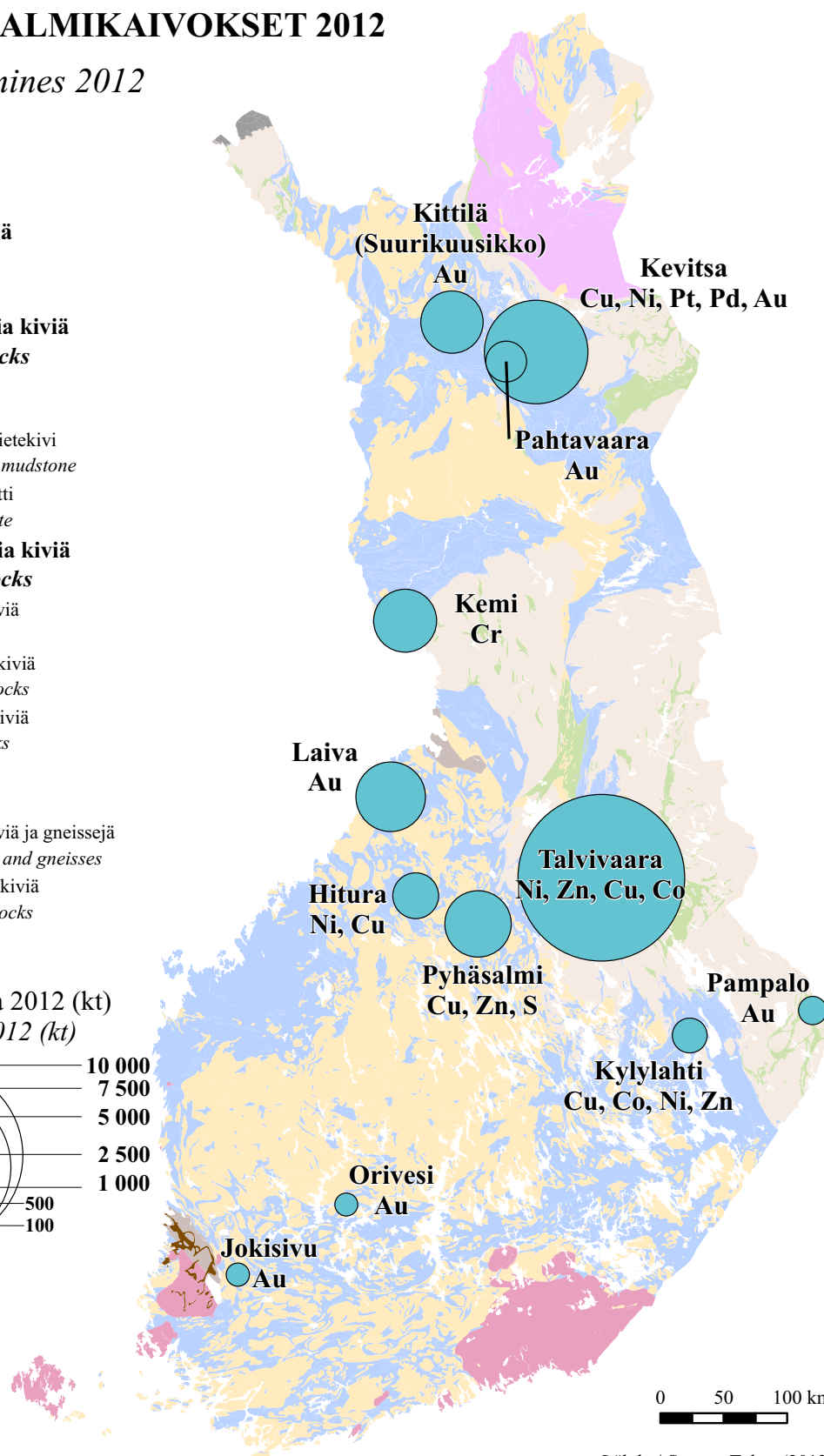
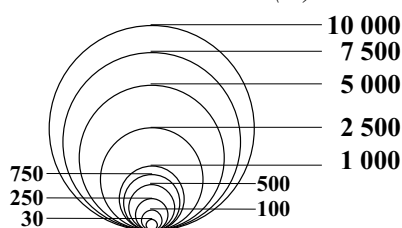


Pintasyntyisiä kiviä

*Supracrustal rocks*

Malminlouhinta 2012 (kt)

*Ore mined in 2012 (kt)*



Lähde / Source: Tukes (2013)

Kuva 7. Suomen metallimalmikaivokset malminlouhinnan määrineen vuonna 2012 (Tukes 2013). Kunkin kaivoksen louhinta-määrä on suoraan verrannollinen sitä kuvaavan ympyrän pinta-alaan eikä sisällä sivukiven louhintaa. Sisältää Maanmittaus-laitoksen Maastotietokannan 3/2013 aineistoa © MML ja HALTIK.

Fig. 7. Metallic ore mines in Finland in 2012 (Tukes 2013). The amount of ore mined is directly proportional to the area of the corresponding circle and does not comprise left-over rocks. Contains data from the National Land Survey of Finland Topographic Database 03/2013 © NLS and HALTIK.



hinta metallimalmikaivoksissa oli 36,8 Mt, josta malmin osuus oli 19,6 Mt ja sivukiven osuus 17,2 Mt. Metallimalmin louhintamäärä kasvoi 14 % edellisestä vuodesta, mihin selvin syy oli malmin louhintamäärän kasvu Kevitsan ja Laivan kaivoksissa (kuva 6). Vaikka malminlouhinta Talvivaarassa vähenikin edellisvuodesta 23 %, se oli edelleen malmin louhintamäärältään (8,7 Mt) selvästi suurin metallimalmikaivos Suomessa. Toiseksi eniten metallimalmeja louhittiin Kevitsan kaivoksesta (3,4 Mt) ja yli miljoona tonnia metallimalmia louhittiin myös Laivan, Pyhäsalmen, Kemin ja Suurikuusikon kaivoksissa. Metallimalmikaivosten sijainti, malmin louhintamäärä ja tärkeimmät arvoaineet malmissa esitetään kuvassa 7.

### 3.2 Kaivoskohtainen katsaus

Vuonna 2012 uutena kaivoksena toimintansa aloitti Altona Mining Ltd:n **Kylylahden** Cu-Au-Zn-Ni-Co-kaivos. Suunniteltuihin tuotantomääriin päästiin vuoden viimeisellä neljänneksellä, ja koko vuoden malminlouhintamäärä oli n. 380 000 tonnia. Kaivos tuotti 4 751 t kuparia, 798 t sinkkiä ja 149 kg kultaa (taulukko 5b). Toistaiseksi välivarastoitavaa nikkelpitoista kobolttirikastetta tuotettiin n. 118 000 t. Suomessa ei ollut sitten 1980-luvun valmistettu varsinaisesti kobolttirikastetta, jossa siis koboltti on merkittävin arvoaine (kuva 10) (esimerkiksi Talvivaaran tuottama Ni-Co-sakka luettaisiin nikkelikasteeksi). Kylylahden esiintymän malmivarojen ja mineraalivarantojen yhteenlaskettu määrä joulukuussa 2012 oli 7,9 Mt (pitoisuudet: 1,25 % Cu, 0,56 % Zn, 0,23 % Co, 0,2 % Ni ja 0,69 g/t Au). Kobolttin ja platinaryhmän metallien (PGM) tuotannosta Suomessa kerrotaan tarkemmin high-tech-metalleja käsittelevässä luvussa.

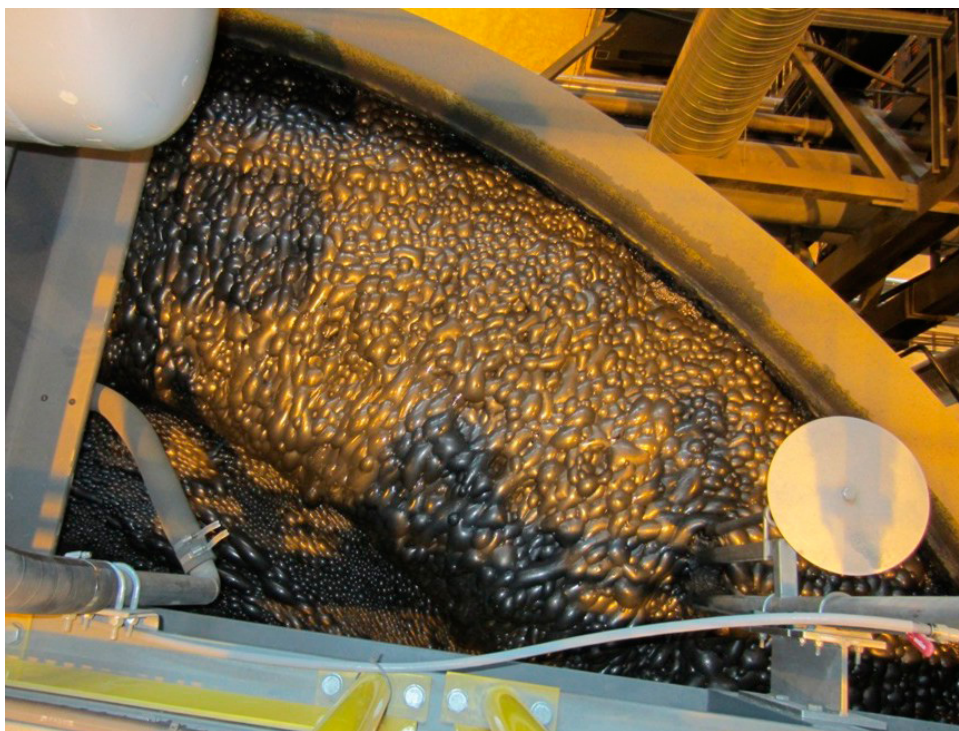
Tuotanto pääsi vauhtiin myös **Kevitsan** Cu-Ni-kaivoksella, jossa vuosilouhinta ylsi lähes 3,4 miljoonaan tonniin malmin. Kuparin (8 094 t) ja nikkelin (3 875 t) lisäksi kaivos tuotti 429 kg platinaa, 379 kg palladiumia ja 167 kg kultaa. Kyse on virsantypyvästä platinan ja palladiumin tuotannosta Euroopassa (kuva 8). Esiintymän mineraalivarantoarvio säilyi lähes entisellään verrattuna vuoteen 2011 (237 Mt, pitoisuudet: 0,27 % Ni ja 0,41 % Cu sekä n. 0,5 g/t jalometalleja). Yhtiö ilmoitti loppuvuodesta tekevänsä ostotarjouksen Inmet Mining-yhtiöstä. Inmet Miningin **Pyhäsalmen** kaivos tuotti 12 600 t kuparia, 25 600 t sinkkiä sekä noin

Metallimalmeihin liittyvän sivukiven louhintamäärä Suomessa väheni peräkkäisinä vuosina 2001–2005, mikä johtui sivukiven louhinnan vähenemisestä Kemin kaivoksessa (kuva 6). Louhinnan alkaminen Suurikuusikon ja Talvivaaran kaivoksissa käänsi kuitenkin sivukiven louhintamäärän huimaan nousuun. Louhintamäärä oli suurimmillaan vuonna 2010 (27,6 Mt). Sitä seurannut lasku on johtunut enimmäkseen sivukiven louhinnan kiihtyvistä vähenemisistä Suurikuusikossa vuosina 2011 ja 2012 sekä sivukiven louhintamäärän romahtamisesta Talvivaarassa. Vuonna 2012 sivukiven louhintamäärä Suomen metallimalmikaivoksissa väheni edellisvuodesta 34 %. Laskua kompensoivat sivukiven louhintamäärän kasvu Laivan ja Kevitsan kaivoksissa.

891 700 t rikkikiisurikastetta. Vuoden 2012 lopussa kaivoksen tunnetut malmivarat olivat 8,482 Mt malmin (pitoisuudet: 1,07 % Cu, 1,85 % Zn, 0,4 g/t Au ja 14 g/t Ag). Outokumpu Chrome Oy:n **Kemin** kaivoksesta tuotettiin 425 kt kromirikastetta, ja Tornion sulatto tuotti 229 kt ferrokromia.

**Talvivaaran** kaivos tuotti 12 916 t nikkeliä ja 25 867 t sinkkiä. Vesitaseongelmat häiritsivät kaivoksen tuotantoa läpi runsassateisen vuoden, ja marraskuussa 2012 tapahtuneen vuodon yhteydessä kipsisakka-altaasta pääsi n. 226 000 m<sup>3</sup> hapanta, metallipitoista vettä kaivosalueen ympäristön vesistöihin. Kaivoksen malmivarojen ja mineraalivarantojen yhteenlaskettu määrä oli vuoden lopussa 2 053 Mt (pitoisuudet: 0,22 % Ni, 0,50 % Zn, 0,13 % Cu ja 0,02 % Co). Belvedere Resources Ltd:n **Hituran** kaivos tuotti 2 282 t nikkeliä. Kaivoksen tunnetut malmivarat olivat 1,656 Mt (pitoisuudet: 0,46 % Ni ja 0,18 % Cu) ja tunnetut mineraalivarannot olivat yhteensä 2,607 Mt (pitoisuudet: 0,55 % Ni ja 0,18 % Cu). Yhtiö jatkoi Osikonmäen Au- ja Kopsan Au-Cu-esiintymien tutkimuksia ja julkaisi mineraalivarantoarvion Kopsan esiintymästä: 6,68 Mt (pitoisuudet: 1,04 g/t Au ja 0,15 % Cu).

Agnico-Eagle Ltd:n **Kittilän** kaivos tuotti ennätyselliset 5 470 kg kultaa vuonna 2012. Vuoden lopussa tuotanto siirtyi täysin maanalaiseksi, ja yhtiö tutkii, olisiko nostokuilun rakentaminen malmin syvempien osien louhimista varten kannattavaa. Kaivoksen malmivarat olivat vuoden lopussa 33 Mt (kultapitoisuus 4,78 g/t). Nordic Mines Marknad AB:n **Laivan** kultakaivos tuotti 932 kg kultaa vuonna 2012. Laivan esiintymän malmi-



Kuva 8. Nikkelin rikastusta vaahdotusmenetelmällä Kevitsan kaivoksessa. Nikkelirikasteessa on myös pieniä määriä kuparia, kobolttia, platinaa, palladiumia ja kultaa. Kaivoksen tuotannon alkamisen myötä vuonna 2012 platinan ja palladiumin yhteenlaskettu tuotanto Euroopassa ("EU35") arviolta kymmenkertaistui edellisvuodesta.

*Fig. 8. Nickel concentration by flotation in the Kevitsa mine. The nickel concentrate also contains small amounts of copper, cobalt, platinum, palladium and gold. With the commencement of production in the Kevitsa mine in 2012, the total mine production of platinum and palladium in Europe (EU35) increased ten-fold from the previous year.*

Kuva / Photo: © First Quantum Minerals Ltd.

varat olivat 16,877 Mt toukokuussa 2012 (1,6 g/t Au). Lappland Goldminersin **Pahtavaaran** kaivos tuotti 575 kg kultaa. Kaivoksen malmivarat olivat 1,397 Mt (1,70 g/t Au). Dragon Mining Ltd:n **Ori-veden** ja **Jokisivun** kaivokset tuottivat yhteensä 684 kg kultaa. Vuoden lopussa Oriveden kaivoksen malmivarojen ja mineraalivarantojen yhteenlaskettu määrä oli 0,72 Mt (6,7 g/t Au) ja vastaavat lukuarvot Jokisivun kaivoksessa olivat 1,6 Mt (4,9 g/t Au). Kuusamon Juomasuon mineraalivarantoarvio oli 1,94 Mt (4,8 g/t Au), ja läheisen Hangaslammen mineraalivarantoarvio oli 0,4 Mt (5,1 g/t Au). Endominen AB:n omistama **Pampalon** kaivos tuotti 866 kg kultaa vuonna 2012. Esiintymän ilmoitetut malmivarat olivat 0,99 Mt (3,5 g/t Au). Yhtiöllä on kaivoksen läheisyydessä muita esiintymiä ja tutkimuskohteita.

Gold Fields Arctic Platinum jatkoi Suhangon Cu-Ni-PGM-esiintymien tutkimuksia Ranualla. Platsol-menetelmän (paineliuotusmenetelmä jalo-

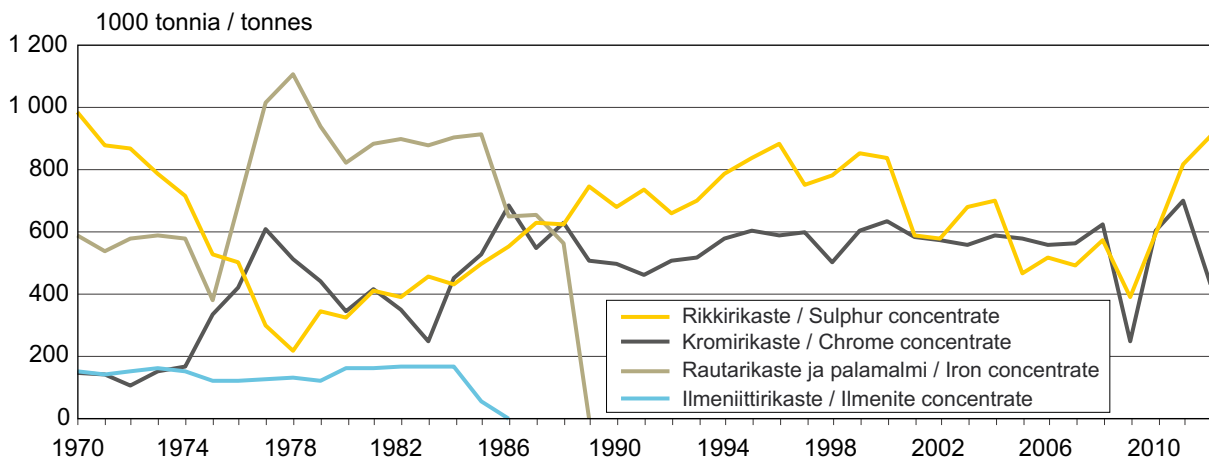
metallien sekä nikkelin ja kuparin talteen ottamista varten) testaus saatiin valmiiksi, ja yhtiö jatkaa testejä 120 tonnin malmierällä vuonna 2013. Koko esiintymän alustava kannattavuusarvio valmistui joulukuussa 2012. Suhangon esiintymien päivitetty mineraalivarantoarvio oli 209 Mt (palladiumin, platinan ja kullan yhteenlaskettu pitoisuus 1,93 g/t sekä 0,22 % Cu ja 0,1 % Ni). Muita aktiivisia malmineitsintä/kaivoshankkeita vuonna 2012 olivat mm. Taivaljärven Ag-Zn-Pb-Au-esiintymä (Sotkamo Silver AB), Mustavaaran Fe-Ti-V-esiintymä Taivalkoskella (Mustavaaran Kaivos Oy), Hannukaisen Fe-Cu-Au-projekti Kolarissa (Northland Resources), Sakatin Ni-Cu-PGE-esiintymä Soudankylässä (Anglo American), Rompaksen Au-U-esiintymät Ylitorniossa (Mawson Resources Ltd), Kaukuan ja Haukiahon Ni-Cu-PGE-esiintymät Taivalkoskella (Nortec Minerals Corp./Finore Mining) ja Längän-Outoveden Li-esiintymät (Keliber Oy).

### 3.3 Rikasteet ja metallit

Vuonna 2012 Suomessa tuotettiin metallirikasteista selvästi eniten rikkikiisurikastetta (909 kt) ja kromirikastetta (425 kt). Kobolttirikasteen tuotanto nousi 118 kt:iin Kylylahden aloittaessa tuotantonsa. Lisäksi tuotettiin kupari- (104 kt), nikkeli- (99 kt) ja sinkkirikastetta (89 kt). Edellisvuoteen verrattuna rikkikiisurikasteen tuotanto kasvoi eniten (104 kt; 13 %), mutta kuparirikasteen tuotanto kasvoi suhteellisesti eniten (55 kt; 115 %); nikkelirikasteen tuotanto kasvoi 11 kt (13 %). Sinkkirikasteen tuotanto väheni 2 kt (2 %), ja laajennuksen aiheuttamien rikastetuotannon keskeytysten vuoksi Outokummun kromirikasteen tuotanto väheni jopa 267 kt (39 %) (kuvat 9–10, taulukot 4–5a).

Vuonna 2012 Suomen osuus 35 Euroopan maan ("EU35") kaivostuotannosta oli merkittävä erityi-

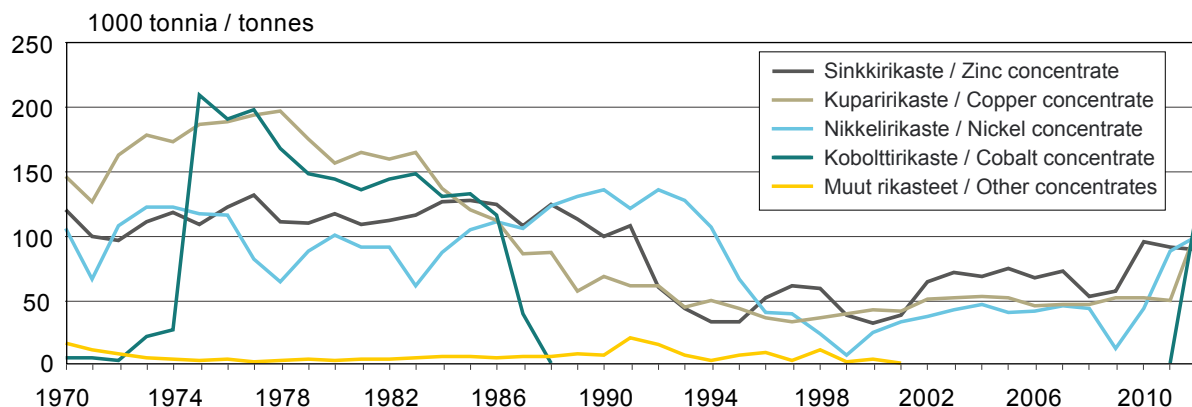
sesti koboltin (100 %), platinaryhmän metallien (93 %), nikkelin (30 %), kromimalmin (16 %) ja kullan (16 %) osalta (Brown ym. 2014b). Taulukoon 5b on koottu Suomen kaivosyhtiöiden vuosikertomuksissaan ilmoittamat metallien tuotantomäärät vuosina 2010–2012. Taulukot 6a-b ja kuvat 11–13 sisältävät Suomen metallinjalostajien ilmoittamia tuotantomääriä, joista osa perustuu ulkomaisten raaka-aineiden hyödyntämiseen. Esimerkiksi Suomen metallikaivokset tuottivat vuonna 2012 kultaa 8 844 kg (taulukko 5b), mutta taulukon 6b kullan tuotantoluku 10 886 kg sisältää myös ulkomaisista malmeista Suomessa tuotetun kullan. Liitekartassa 1 esitetään metallien rikastamot ja jalostamot Suomessa.



Kuva 9. Kromi-, rauta-, titaani- ja rikkipitoisten rikasteiden tuotanto Suomessa vuosina 1970–2012.

Fig. 9. Production of chrome, ferrous and sulphur concentrates in Finland during 1970–2012.

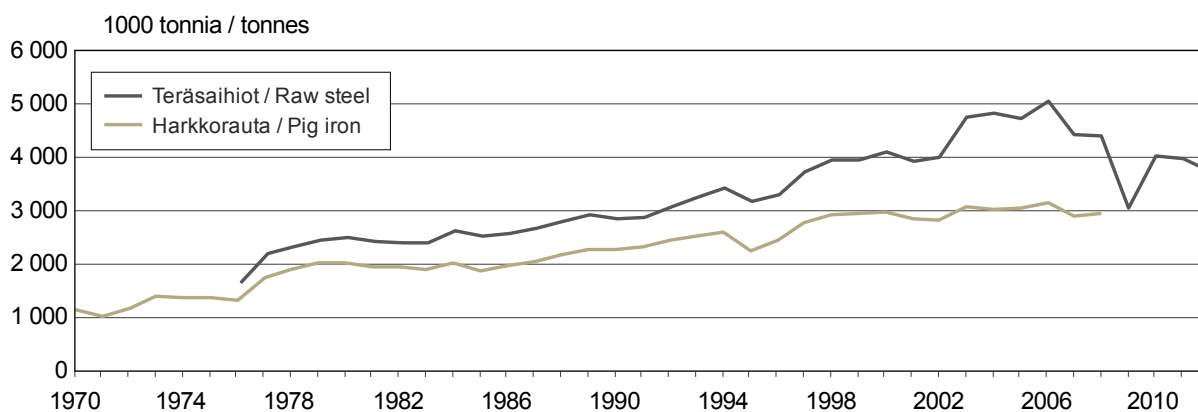
Lähde / Source: 1970–1996 Puustinen (2003), 1997–2010 TEM / MEE, 2011–2012 Tukes.



Kuva 10. Perusmetallirikasteiden tuotanto Suomessa vuosina 1970–2012.

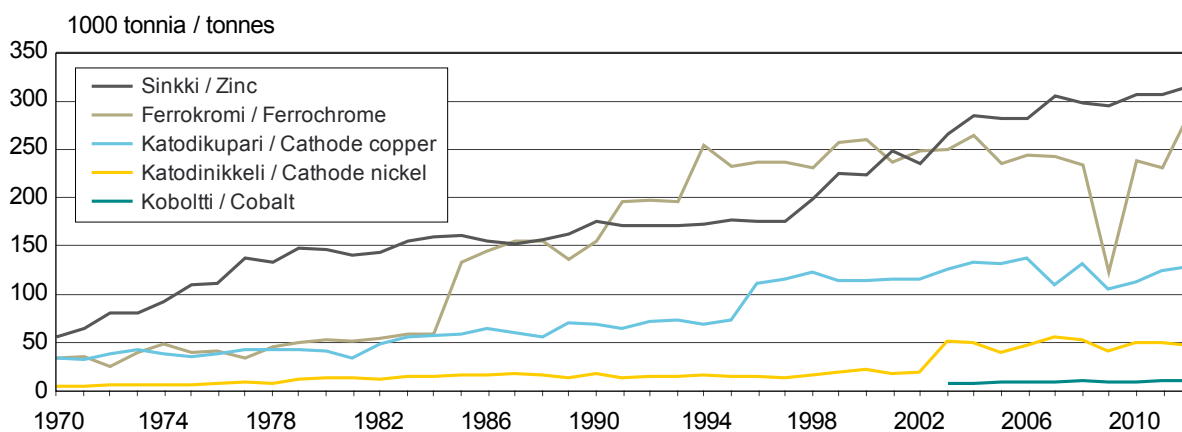
Fig. 10. Production of base metal concentrates in Finland during 1970–2012.

Lähde / Source: 1970–1996 Puustinen (2003), 1997–2010 TEM / MEE, 2011–2012 Tukes.



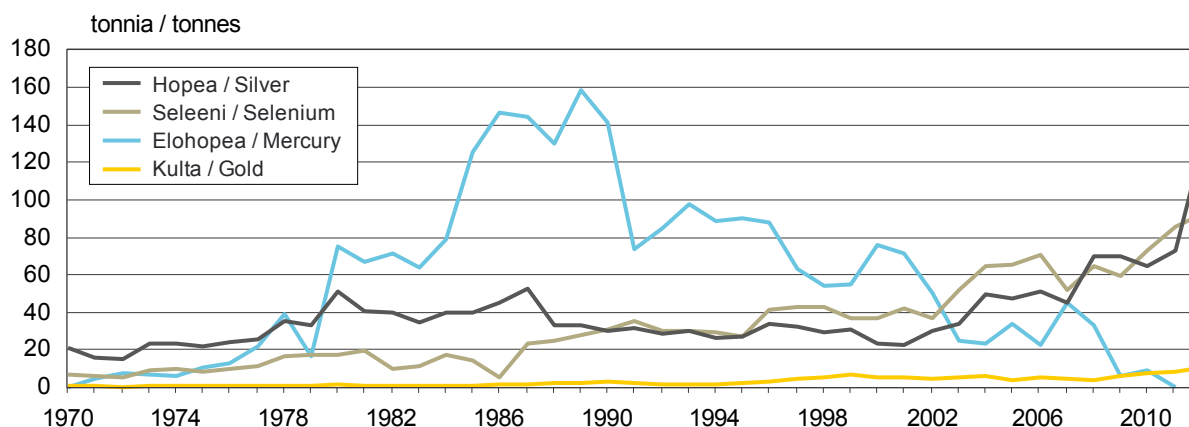
Kuva 11. Suomessa vuosina 1970–2012 tuotetut teräsaihiot ja harkkorauta. Osa raaka-aineista on Suomen ulkopuolelta.  
Fig. 11. Production of raw steel and pig iron in Finland during 1970–2012. Raw materials are partly imported.

Lähde / Source: 1970–1996 Puustinen (2003), 1997–2012 TEM / MEE.



Kuva 12. Suomessa vuosina 1970–2012 tuotetut perusmetallit ja ferrokromi. Osa raaka-aineista on Suomen ulkopuolelta.  
Fig. 12. Production of base metals and ferrochrome in Finland during 1969–2012. Raw materials are partly imported.

Lähde / Source: 1970–1996 Puustinen (2003), 1997–2012 TEM / MEE.



Kuva 13. Suomessa vuosina 1970–2012 tuotetut jalometallit sekä metallinjalostuksen savukaasujen puhdistuksen yhteydessä saatu myyntiin kelpaava elohopea ja seleeni. Osa raaka-aineista on Suomen ulkopuolelta.

Fig. 13. Production of precious metals as well as mercury and selenium collected as by-products from combustion gases from metal refineries in Finland during 1970–2012. Raw materials are partly imported.

Lähde / Source: 1970–1996 Puustinen (2003), 1997–2010 TEM / MEE, 2011–2012 Tukes.

## 4 HIGH-TECH-METALLIT

*High-tech-metalleja käytetään erityisesti ympäristöystävällisissä energiaratkaisuissa, kuten hybridi- ja sähköautoissa, tuuliturbiineissa ja aurinkopaneeleissa, sekä tutkissa, aseellisuudessa, lasereissa, tietotekniikassa ja viihde-elektroniikassa. High-tech-metallit ovat välttämättömiä kehittyneiden maiden talouden kasvulle. Suomessa high-tech-metalleista on erittäin merkittävää platinaryhmän metallien, koboltin ja germaniumin tuotantoa.*

### 4.1 Johdanto

High-tech-metalleja ovat antimoni (Sb), beryllium (Be), gallium (Ga), germanium (Ge), indium (In), koboltti (Co), litium (Li), molybdeeni (Mo), niobium (Nb), platinaryhmän metallit (PGM), harvinaiset maametallit (REE), tantaali (Ta), titaani (Ti), vanadiini (V) ja volframi (W). Harvinaisiin maametalleihin kuuluvat 15 lantanoidi-ryhmän metallia sekä skandium (Sc) ja yttrium (Y). EU on määritellyt kriittiseksi sellaisia raaka-aineita, joilla on suuri taloudellinen merkitys ja joiden saatavuuteen liittyy mahdollisia riskejä. Vuonna 2013 päivitetyllä listalla kriittisinä pidettiin 20:tä raaka-ainetta (European Commission 2014). Näistä noin puolet lukeutuu high-tech-metalleihin. EU määritteli kriittiset raaka-aineet ensimmäisen kerran vuonna 2010. Vuoden 2013 päivityksessä niiden joukkoon on lisätty boraatti, kromi, kivihiili, magnesiitti, fosfaatti ja piimetalli; tantaalia ei enää pidetä kriittisenä, koska sen saatavuuteen liittyvä riski on pienentynyt. Vuonna 2010 määriteltyjen kriittisten raaka-aineiden esiintymistä ja tuotantoa Suomessa ovat tarkastelleet Kihlman & Lauri (2013) sekä Kihlman ym. (2014). Yhteen-

veto EU:n kriittisiksi luokittelemista ja taloudellisesti merkittävistä ei-kriittisistä raaka-aineista sekä niihin liittyvästä kaivostoiminnasta ja löytymispotentialista Suomessa on esitetty taulukossa 7 ja liitekartassa 2.

Kiinan osuus maailman harvinaisten maametallien vuosituotannosta on yli 95 % (Brown ym. 2014a). Kiinan alueella arvioidaan olevan yli 50 % maailman REE-varoista. Teollisuudessa on pulaa erityisesti sähkömoottorien kestopagneetteihin tarvittavista raskaista harvinaisista maametalleistä (HREE: yttrium ja 7 raskainta REE:tä). Niinpä autoteollisuudessa ollaan ottamassa käyttöön korvaavia aineita. Kiina on vähentänyt harvinaisten maametallien vientiä ja sopeuttanut niiden tuotantoa tarpeidensa mukaiseksi. Silti harvinaisten maametallien hinnat ovat ylikuumentuneen tilanteen jälkeen laskeneet roimasti. Kiinan ulkopuolella on käynnissä lähes 300 REE-projektia, mutta näiden esiintymien saattaminen kaivostuotantoon ja malmin jalostaminen metalleiksi ovat kalliita ja aikaa vieviä prosesseja.

### 4.2 High-tech-metallien tuotanto Suomessa

Suomesta tuli vuonna 2012 yksi Euroopan suurimmista platinaryhmän metallien tuottajista tuotannon käynnistyttyä Kevitsan kaivoksessa. Kevitsasta tuotettiin 429 kg platinaa ja 379 kg palladiumia, kun Venäjää ja Suomea lukuun ottamatta platinaryhmän metallien Euroopan kaivostuotannon (Puola ja Serbia) on arvioitu olleen yhteensä enimmillään 120 kg vuodessa vuosien 2008–2012 aikana. Platinaryhmän metallien vuotuinen kaivostuotanto Venäjällä on vaihdellut kyseisenä jaksona 117 600 kg:n ja 144 400 kg:n välillä, mutta luku sisältää myös tuotannon Venäjän Aasian puoleisessa osassa (Brown ym. 2014a,b).

Myös Hituran kaivoksen vuonna 2012 tuottama, Kiinassa jatkojalostettava nikkelikaste sisälsi platinaa ja palladiumia; laskentatavan mukaan niiden yhteenlasketun määrän voidaan arvioida sijoittuvan 40 kg:n ja 130 kg:n välille. Metallinjalostajista Norilsk Nickel tuotti kuparisakassa 280 kg platinaa ja 653 kg palladiumia (Norilsk Nickel 2013), ja Boliden Harjavalta tuotti noin 540 kg platinametallirikastetta (Boliden 2014).

Vuonna 2012 Talvivaaran kaivoksesta myytiin nikkeli-kobolttisulfidisakassa 355 t kobolttia Norilsk Nickel Harjavalta Oy:lle. Täydessä tuotannossa kaivoksen on suunniteltu tuottavan vuosit-

tain 1 800 t kobolttia. Vuonna 2012 Kylylahden kaivos tuotti 117 819 t kobolttirikastetta ja lisäksi kobolttia sisältävää rikkirikastetta, mutta rikasteiden kobolttia ei ole jalostettu metalliksi vaan niitä välivarastoidaan toistaiseksi. Myös Hituran ja Keivitsan kaivosten nikkelirikaste sisälsi kobolttia. Voidaan arvioida, että neljän edellä mainitun kaivoksen vuonna 2012 tuottamissa rikasteissa olisi yhteensä noin 1 380 t kobolttia. Suomen lisäksi kobolttia tuotetaan Euroopan maista vain Venäjällä, ja siellä koboltin kaivostuotanto on runsaat 2 000 tonnia vuodessa (Brown ym. 2014a).

Metallisen koboltin tuotanto Suomessa vastaa yli puolta sen tuotannosta koko Euroopassa ja 14 % sen tuotannosta maailmassa (Brown ym. 2014a). Metallista kobolttia tuotettiin Suomessa 10 562 t

vuonna 2012 (TEM & Tukes 2013), ja siitä suurin osa on peräisin ulkomaisista raaka-aineista. Tullihallituksen Uljas-tietokannan mukaan koboltin tuotannon metallurgisia välituotteita tuotiin Suomeen 54 040 t, josta 99 % tuotiin Kongon demokraattisesta tasavallasta, kun taas kobolttimalmeja ja -rikasteita tuotiin Suomeen 7 477 t, josta 87 % tuotiin Venäjältä.

Germaniumtuotteita valmistettiin Suomessa 16 tonnia (TEM & Tukes 2013), mikä vastaa 13 % germaniumin tuotannosta maailmassa. Suomessa tuotettava germanium on peräisin ulkomaisista raaka-aineista. Euroopan maista myös Belgian, Venäjän ja Ukrainan uskotaan tuottavan germaniumia (Brown ym. 2014a).

### 4.3 High-tech-metallien löytymispotentiaali Suomessa

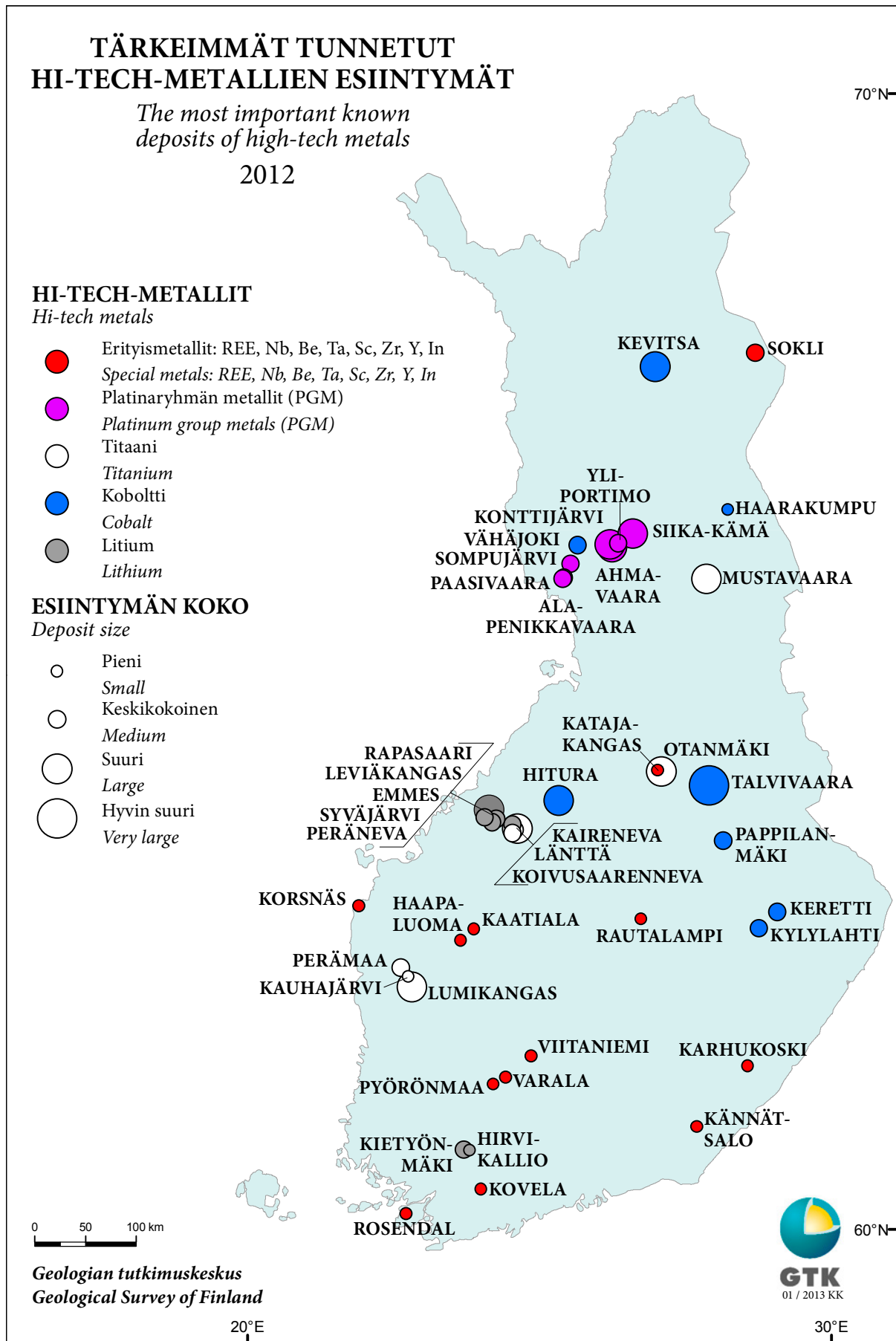
Suomen kallioperä on tunnettujen esiintymien valossa poikkeuksellisen potentiaalinen monien high-tech-metallien suhteen (kuva 14). Ranualla sijaitsevat maailmanluokkaa olevat PGM-esiintymät ovat tuottaneet Suhangon kaivosprojektin, ja Suomessa on arviolta noin 50 löytymätöntä PGM-esiintymää (Rasilainen ym. 2010). Harvinaisten maametallien löytymisen kannalta potentiaalisia kivilajeja ovat etenkin karbonaattiitit ja alkalikivet, joista mm. Soklin ja Korsnäsin karbonaattiitit sekä Pyhännän ja Otanmäen alkaligneissit ovat tutkimusten kohteina. REE-tutkimuksia tehdään myös Sodankylässä Tana-vyöhykkeellä ja Etelä-Suomessa mm. rapakivigraniittialueilla, joista etsitään erityisesti arvokkaita raskaita harvinaisia maametalleja.

Suomen litiumvarannot sijaitsevat Keski-Pohjanmaan litiumprovinssissa Kokkolan, Kaustisen ja Kruunupyyn alueilla (kuva 14), jossa tavataan spodumeeni-nimistä litiumpitoista mineraalia kymmenissä pegmatiittijuonissa. Esiintymien mahdolliset litiumvarannot ovat yhteensä 10–20 Mt, ja niiden Li<sub>2</sub>O-pitoisuus on keskimäärin noin 1 %. Löydetyt uudet esiintymät (Leviäkangas, Syväjärvi, Outovesi ja Rapasaari) ovat lisänneet merkittävästi alueen Li-Be-Ta-varoja, ja alueen spodumeeni-

varannot luetaankin Euroopan merkittävimpiin kuuluviksi. Länttä on Suomen litiumesiintymistä tarkimmin tutkittu ja on suunniteltu, että alueella alettaisiin lähivuosina tuottaa litiumkarbonaattirikastetta akkuteollisuuden raaka-aineeksi.

Suomen kallioperää on tutkittu varsin vähän indiumin, galliumin, germaniumin sekä harvinaisten maametallien (yttrium ja skandium mukaan lukien) osalta. Rautalammilla sijaitsee lupaava skandium-zirkonium-aihe. Tantaalia ja berylliumia esiintyy Lounais-Suomen kompleksipegmatiittien yhteydessä, esimerkkinä Rosendalin beryllium-tantaaliesiintymä. Soklin fosforimalmiin liittyy mahdollisesti ekonominen niobiumesiintymä. Antimoni on herättänyt kaivosyhtiöiden kiinnostuksen Seinäjoen alueella, jossa tiedetään olevan pieni antimoni-kultamalmiaihe.

Suomen merkittävimmät titaanivarannot sijaitsevat Kälviän, Kauhajoen, Otanmäen, Taivalkosken, Kolarin ja Oijärven alueilla magnetiittigabroissa. Porin pigmenttitehtailla tuotettavan titaanidioksidin raaka-aineena käytettiin vielä 1980-luvun alkupuolella Otanmäen rauta-titaanivanadiinikaivoksen ilmeniittirikastetta.



Kuva 14. Tärkeimmät tunnetut high-tech-metallien esiintymät Suomessa (Fennoscandian Ore Deposits Database).  
 Fig. 14. The most important known deposits of high-tech metals in Finland (Fennoscandian Ore Deposits Database).

## 5 KIVIAINEKSET

*Kiviaineksilla tarkoitetaan maa-aineslain soveltamisalaan kuuluvia maa- ja kallioperän mineraalisia aineksia, joita käytetään murskattuina tai murskaamattomina massoina pääasiassa erilaisiin rakentamistarkoituksiin. Kiviainesten tyypillisiä käyttökohteita ovat teiden ja rautateiden rakennekerrokset sekä betonin valmistus. Lisäksi kiviaineksia tarvitaan monenlaisissa erikoistuotteissa, kuten mm. valuhiekoissa.*

### 5.1 Kiviainesten lähteet

Suomen prekambriininen kiteinen kallioperä on heterogeeninen mutta hyvä kestävien kiviainesten lähde. Etelä-Suomessa on runsaasti kalliopaljastumia, mutta Länsi-Suomessa ne ovat harvinaisempia ja muodoltaan tasaisia ja siten vaikeuttavat kiviainesten saatavuutta. Suomessa on paikoitellen pulaa kaikkein laadukkaimpien kiviainesten tuottamiseen tarvittavista kallioalueista. GTK on yhteistyössä muiden organisaatioiden kanssa tutkinut Suomessa vuoden 2012 loppuun mennessä 14 500 kallioaluetta. Tulosten mukaan vain noin 1 % tutkituista alueista soveltuu kaikkein laadukkaimpien kiviainesten tuottamiseen. Näitä ovat pienirakeiset felsiset ja intermediääriset metavulkaniitit, joita esiintyy esimerkiksi Etelä-Suomen liuskeyvyöhykkeillä. Niissä mineraalirakeet ovat rajapinnoiltaan tiukasti sidoksissa toisiinsa. Myös mekaanisesti voimakkaasti muuttuneista tonaliittisista ja granodioriittisista syväkivistä saadaan erittäin lujaa kiviainesta. 80 % tutkituista alueista soveltuu vain huonolaatuisten tai hyvin huonolaatuisten kiviainesten tuottamiseen, mutta niitäkin

voidaan hyödyntää useissa rakennuskohteissa. Sulfiidi- ja karbonaattipitoiset gneissit ja voimakkaasti liuskeiset kivet eivät sovellu kiviainesten tuottamiseen (Suominen 1991, Härmä ym. 2006, Pokki ym. 2012).

Myös kallioperän päälle kerrostunutta irtainta maa-ainesta kutsutaan kiviainekseksi, lukuun ottamatta kaikkein hienorakeisimpia lajitteita. Maa-aineksen raekoko ja lajittuneisuus vaihtelevat kerrostumisolosuhteiden ja syntyvän mukaan. Rakentamiseen käytetään lähinnä soraa ja hiekkaa, ja niitä esiintyy melko tasaisesti koko maan alueella. Suomen hyvien sora- ja hiekkavarojen muodostuminen liittyy jääkauden loppuvaiheen geologisiin tapahtumiin, jotka kasasivat ja lajittelivat irtainta maa-aineista. Harjujen ja reunamuodostumien kiviaineksen hyödyntämistä vaikeuttavat kuitenkin usein maankäytön rajoitukset, sillä laadultaan parhaat sora- ja hiekkamuodostumat ovat myös tärkeitä pohjavesialueita. Etelä-Suomessa 80 % hiekka- ja soravaroista ei voida hyödyntää rajoitteiden vuoksi.

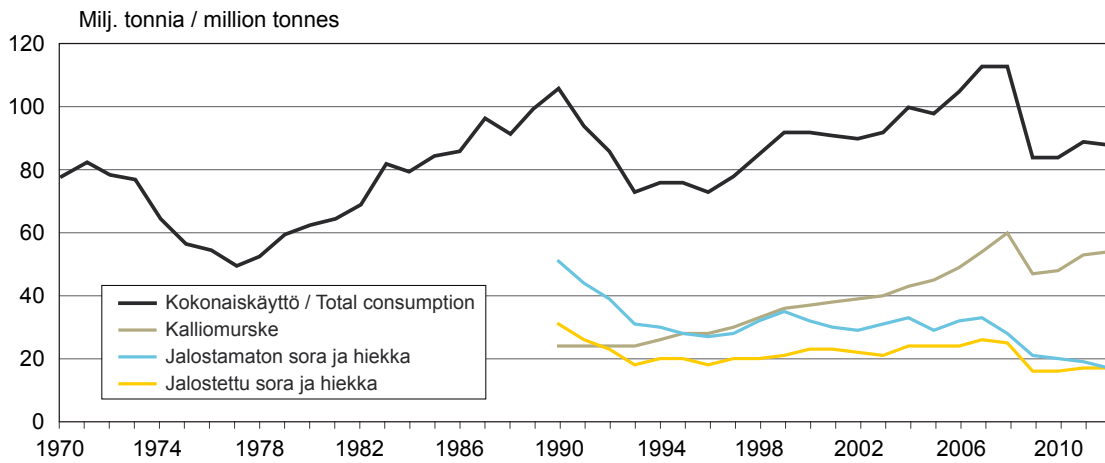
### 5.2 Kiviainesten käyttö

Kiviainesala on selvästi suurin kaivannaisteollisuuden ala Suomessa sekä tuotanto- ja henkilöstömäärien että liikevaihdon perusteella. Suomessa kiviainesalalla toimivia yrityksiä on kaikkiaan yli 400, mutta kymmenen suurinta yritystä kattaa noin 75 % alan kokonaistuotannosta. Pitkien etäisyyksien vuoksi myös pienet yritykset ovat paikallisesti tärkeitä. Suomi on asukasmäärään suhteutettuna yksi EU:n suurimmista kiviaineksen käyttäjistä. Suureen käyttöasteeseen vaikuttavat monet tekijät, joista merkittävimpiä ovat maamme suuri pinta-ala, pieni väestötiheys, laaja tieverkosto sekä kasvukeskusten rakentamistarpeet. Myös pohjoisen alueen erityispiirteet, kuten maapohjan routimi-

nen ja nastarenkaiden aiheuttama kulutus teiden päällysteisiin, lisäävät liikenneväylien ja -alueiden jatkuvaa kunnostustarvetta. Osaltaan näiden tekijöiden seurauksena infrarakentamisen (teollisuusyhteiskunnan toiminnassa tarvittavien teknisten perusrakenteiden rakentaminen) osuus kiviainesten kokonaiskäytöstä Suomessa on verrattain suuri, 60–70 % (Lahtinen ym. 2005).

Kiviaineksen käytön huippu ajoittui vuosiin 2007–2008 (113 Mt) mutta väheni selvästi vuonna 2009 maailmantalouden taantuman vaikuttaessa rakennusalaan (kuva 15, taulukko 8). Vuonna 2012 kiviainesten arvioitu kokonaiskäyttö väheni 1 %:n edellisvuodesta ja oli 88 Mt (noin 16,2 tonnia





Kuva 15. Kiviainesten arvioitu käyttö Suomessa vuosina 1970–2012. Sisältää sekä ottoalueilta että rakentamisen yhteydessä otetun kiviaineksen.

Fig. 15. Estimated use of aggregates in Finland during 1970–2012. Includes extraction under the Land Extraction Act and extraction related to construction works. Brown – crushed hard rock aggregates, blue – unrefined gravel and sand, yellow – refined gravel and sand.

Lähde / Source: 1969–1989 Laine (1994), 1990–2012 SYKE, Infra ry.

asukasta kohden). Samana vuotena maa- ja vesirakentaminen kasvoi, mutta laajempi infrarakentaminen supistui rakennusten pohjatöiden vähennyttyä (Rakennusalan suhdanneryhmä 2013). Arviot kiviainesten vuosittaisesta käytöstä perustuvat ympäristöhallinnon ja Infra ry:n tietoihin ja sisältävät sekä maa-aineslain alaisen että rakentamispaikeilla tapahtuneen otton.

Kalliomurskeella on pyritty korvaamaan soran ja hiekan käyttöä, ja sen osuus kiviainesten koko-

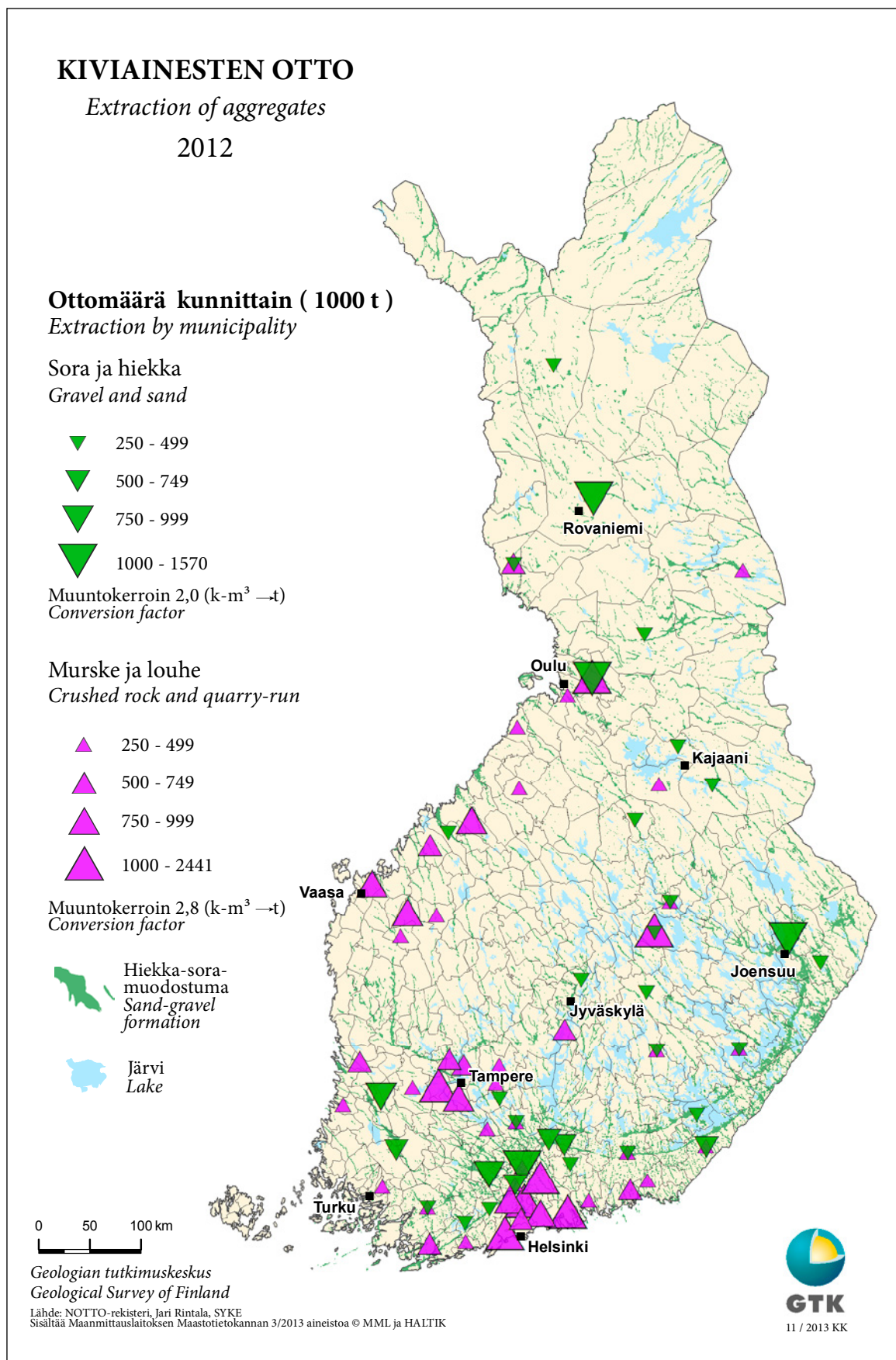
naiskäytöstä onkin kasvanut jo yli 20 vuoden ajan. Yksi kiviaineshuollon tulevaisuuden haasteista on korvata soran ja hiekan käyttöä myös esimerkiksi moreenimurskeella, kaivannaisteollisuuden sivukivillä sekä erilaisilla uusiomateriaaleilla, kuten betonirakentamisen purkujätteillä. Lisäksi maaainesten otto pohjaveden pinnan alapuolelta on yleistymässä myös sisämaassa tärkeiden pohjavesialueiden ulkopuolella.

### 5.3 Maa-aineslain alaiset ottomäärät

SYKEN NOTTO-rekisterin mukaan vuonna 2012 Suomessa otettiin maa-aineslain alaisilta ottopaikoilta murskettä ja louhetta 44,9 milj. tonnia ja soraa ja hiekkaa 32,4 milj. tonnia. Vuoden 2012 lopussa Suomessa oli voimassa noin 6 600 maaainesten ottamislupaa. Soran ja hiekan ottolupia oli 4 300 kpl, joista toiminnassa oli kyseisenä vuonna 1 900 kpl. Kalliokiviaineksen ottamislupia oli noin 1 800 kpl, joista noin 580:stä otettiin kalliomurskettä ja 110:stä louhetta (J. Rintala, henkilökohtainen tiedonanto 4.3.2014). Ottomääriltään suurimmat kiviainesten ottoalueet ovat sijoittuneet kasvukeskusten ympäristöön (kuva 16). Kalliomurskeen ja louheen osuus kiviainesten kokonaisotosta oli 58 %, mutta maa- ja kallioperän kiviainesten otton suhteessa on kuitenkin suurta paikallista vaihtelua. Kalliokiviaineksen osuus kiviainesten otosta oli selvästi suurinta Länsi-Suomessa (71 %) ja

Etelä-Suomessa (60 %) ja vähäisempää Pohjois-Suomessa (49 %) ja Itä-Suomessa (42 %).

Vuonna 2012 murskettä ja louhetta otettiin selvästi eniten Oulussa (2,4 Mt) ja Espoossa (2,1 Mt), ja näitä seurasivat ottomäärän laskevassa järjestyksessä Kuopio (1,2 Mt), Mäntsälä (1,1 Mt) ja Porvoo (1,0 Mt) (kuva 16). Merkittävin louheen ja murskeen ottokeskittymä oli levittäytynyt pääkaupunkiseudun ympäristöön Uudellamaalla laajemmalle alueelle kuin vuonna 2011. Murskeen ja louheen otto Kotkassa väheni 3,0 milj. tonnista 0,65 milj. tonniin. Soraa ja hiekkaa otettiin eniten Rovaniemen (1,6 Mt), Hausjärven (1,5 Mt), Oulun (1,4 Mt) ja Kontiolahden (1,2 Mt) alueilla. Suomen merkittävin soran ja hiekan ottoalue sijaitsee Järvi-Suomen eteläpuolella Hyvinkään–Hämeenlinnan seudulla ensimmäisen ja toisen Salpausselän sekä lukuisten harjumuodostumien yhteydessä.



Kuva 16. Maa-aineslain alainen kiviainesten otto Suomessa kunnittain vuonna 2012.

Fig. 16. Extraction of aggregates under the Land Extraction Act by municipality in Finland in 2012. Contains data from the National Land Survey of Finland Topographic Database 03/2013 © NLS and HALTIK.

Lähde / Source: NOTTO-rekisteri/register, Jari Rintala, SYKE.

## 5.4 Merihiekan otto Suomessa

Vuosina 2004–2006 merihiekkaa otettiin Helsingin Vuosaaren sataman tarpeisiin vuosittain noin 4 Mt. Sen jälkeen merihiekan otto Suomessa on ollut hyvin pienimuotoista: vuonna 2010 Loviisan edustalla suoritettiin koeruoppaus ja vuonna 2012 samalta alueelta nostettiin merihiekkaa pienen ko-

enoston yhteydessä noin 12 kt. Muuta merihiekan ottoa Suomessa ei ole ollut 2000-luvulla. Vuonna 2014 merihiekan nostolle oli voimassa kolme lupaa: yksi Helsingin edustalla, yksi Loviisan edustalla ja yksi Perämerellä (ICES 2014). Merihiekan otto on vesilain alaista toimintaa.

## 6 LUONNONKIVET

*Luonnonkivellä tarkoitetaan rakentamiseen käytettävää kiveä, joka louhitaan kalliosta isoina kappaleina ja sen jälkeen jalostetaan mekaanisesti, esimerkiksi sahaamalla ja kiillottamalla lopputuotteiksi. Luonnonkiven käyttökohteita ovat mm. rakennusten ulko- ja sisäverhoukset sekä lattiat, portaikot ja tulisijat. Luonnonkiveä käytetään paljon myös ympäristörakentamisessa. Suomessa eniten tuotettuja luonnonkiviä ovat graniitit, vuolukivet ja liuskeet. Luonnonkivilouhinnassa syntyy tyypillisesti huomattavan paljon sivukiveä korkeiden laatuvaatimusten vuoksi.*

### 6.1 Johdanto

Silloin kun arvioidaan kiviesiintymän soveltuvuutta luonnonkivituotantoon, tulee ottaa huomioon esiintymän eheys ja koko, kiven ulkonäkö, kestävyysvaikutukset mekaaniset ja fysikaaliset ominaisuudet, myyvyyteen vaikuttavat kaupalliset tekijät sekä louhimon sijainnin vaikutukset. Esiintymässä tulee olla harva ja säännöllinen rakoilu, joka mahdollistaa tarvittavan lohkokoon (2–8 m<sup>3</sup>) saannin, ja sen tulee olla tarpeeksi suuri. Kiven ulkonäköön vaikuttavat sen väritys, raekoko-ominaisuudet ja rakenne (kuva 17). Kestävyydeltään kiven tulee täyttää eurooppalaisten EN-standardien mukaiset lukuarvot soveltuakseen tiettyihin kohteisiin (Kiviteollisuusliitto 2012). Kiven myyvyyteen vaikuttavat mm. sen ulkonäkö, tekniset ominaisuudet, hinta, ajalliset ja alueelliset trendit ja referenssikohteet.

Kiviteollisuudessa käytetään kaupallista luonnonkiven luokittelua, joka perustuu kiven kovuuteen sekä louhinta- ja jalostusteknisiin ominaisuuksiin. Kiviteollisuudessa kovia kiviä kutsutaan yhteisesti graniiteiksi. Vuolukivet ja marmori ovat pehmeitä kiviä. Liuskeet ovat liuskeisia ja helposti laatoiksi lohkeavia kivilajeja. Kiviteollisuuden nimityksiä, kuten graniitti, liuske, marmori ja vuolukivi, voidaan kutsua kivityypeiksi, kun taas geologiassa puhutaan kivilajeista.

Suomen tärkeimmät luonnonkiven louhinta-alueet sijaitsevat Kaakkois- ja Lounais-Suomen rapakivialueilla sekä Juuan vuolukivialueella Itä-Suomessa. Eniten tuotettu kivilaatu on Ylämaan ruskea graniitti (Baltic Brown), joka on viborgiittinen ruskea rapakivigraniitti. Kaakkois-Suomen rapakivialueen tuotteita ovat myös Baltic Green (vihreä rapakivigraniitti), Carmen Red, Karelia Red, Eagle Red (punaisia, pyterliittisiä), Finlandia Red (pieni- ja keskirakeinen, voimakkaan punainen) ja Myrskylä Red (keskirakeinen). Tampereella ja Ylöjärvellä (Kuru ja Kapee) tuotetaan harmaita ja punaruskeita graniitteja sekä mustia kvartsidioritteja (Kuru Grey, Kuru Redbrown, Kuru Black). Vuolukiviä tuotetaan eniten Juuassa, ja niiden kauppanimet ovat Nunna Soapstone ja Tulikivi Classic. Suomussalmella tuotetaan siniharmaan ja harmaan sävyisiä vuolukivilaatuja Tulikivi Blue ja Tulikivi Sky. Polvijärjellä louhitaan täpläkuvioisia vuolukiviä. Moniväriset ja -kuvioiset loimukivet ovat yleensä migmatiitteja ja gneissejä. Suomessa luonnonkiviksi louhittavat liuskeet ovat kvartsiitteja ja kiilleliuskeita. Marmorina ei ole louhittu viime vuosina luonnonkiviteollisuuden raaka-aineeksi. Eri luonnonkivilaatuihin voi perehtyä tarkemmin Kiviteollisuusliitto ry:n verkkosivuilla.

## 6.2 Luonnonkivien tuotantoluvut

Luonnonkiviin liittyvä kokonaislouhinta laski selvästi vuonna 2009 maailmantalouden taantumun yhteydessä. Vuonna 2012 luonnonkivien kokonaislouhinta oli 3,2 milj. t, mikä on eniten vuoden 2009 laskun jälkeen (kuva 18, taulukko 9). Luonnonkivien tuotanto kasvoi 13 % edellisvuodesta ja oli 522 000 tonnia. Tästä 79 % koostui graniiteista ja liuskeista (411 000 t) ja 21 % vuolukivistä (110 000 t). Graniittien ja liuskeiden tuotanto kasvoi 9 % edellisvuodesta, ja vuolukiven tuotanto kasvoi 35 %. Rapakivigraniitit olivat edellisvuosien tapaan eniten tuotettuja luonnonkiviä ja muodostivat noin 65 % luonnonkivien tuotannosta. Rapakivistä yli 90 % tuotettiin Kaakkois-Suomen rapakivialueella Lappeenrannan ja Virolahden kunnissa (kuva 19).

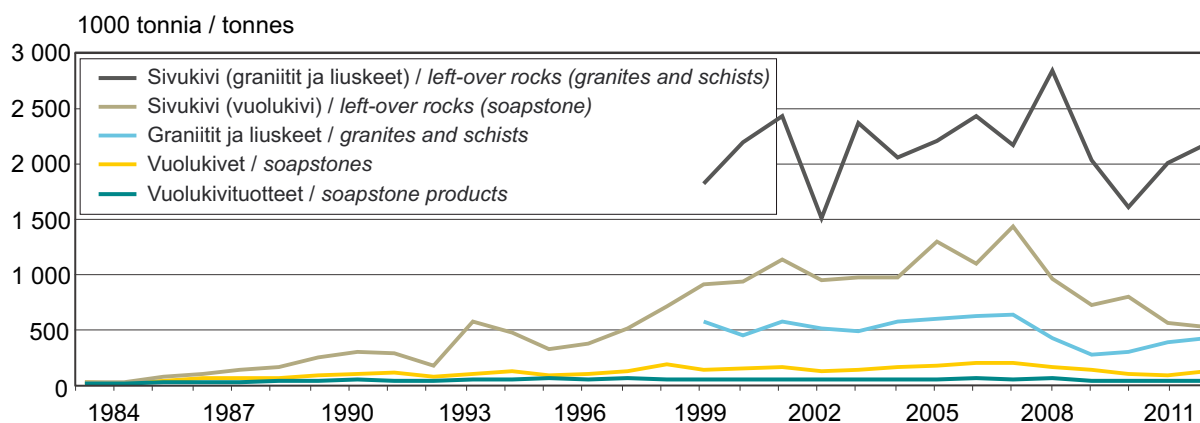
Vuolukiven ja marmorin louhinta sekä spektroliitin louhinta korukiveksi ovat kaivoslain alaista toimintaa, ja Tukes kerää niihin liittyviä louhintatietoja. Muu luonnonkivilouhinta on maa-aineslain alaista toimintaa, josta kerätään tietoja SYKEN NOTTO-rekisteriin. Luonnonkiviin liittyvät louhintatilastot eivät kuitenkaan ole täysin luotettavia mm. raportoinnissa ilmenneiden käsitteellisten eroavaisuuksien vuoksi. Valtaosa luonnonkivilouhintaan liittyvästä kokonaislouhinnasta koostuu sivukiven louhinnasta, ja joissain tapauksissa myös louhitun sivukiven määrä on virheellisesti päässyt mukaan luonnonkiven tuotantoa kuvaavaan lukuun.



Kuva 17. Vuonna 1900 Pariisissa maailmannäyttelyssä Suomen paviljongin sisääntuloaulaa hallitsi 8-kulmainen vitriini, jossa esiteltiin Porvoon lähistöllä 1899 pudonnutta, siihen asti suurinta tunnettua kivimeteoriittia (Moilanen 2013). Esillä oli kappaleiksi hajonneen meteoriitin suurimman osan kipsisivalos sekä alkuperäisiä pienempiä osia. Vitriinin alaosaa esittelee suomalaisia rakennuskiviä ja niiden työstämiseen tarvittavaa osaamista, ja se on nykyään sijoitettu GTK:n Espoon toimipisteen pihalle.

Fig. 17. The entry hall of the Finnish pavilion at the Exposition Universelle of 1900 in Paris was dominated by an octagonal glass display case boasting a world famous meteorite that had fallen close to the town of Porvoo in 1899 (Moilanen 2013). The display case contained a plaster cast of the largest piece of the broken meteorite and smaller original pieces. The lower part of the showcase displayed the art of sculpting Finnish building stones and it is nowadays placed at the entrance of the Geological Survey of Finland, Espoo.

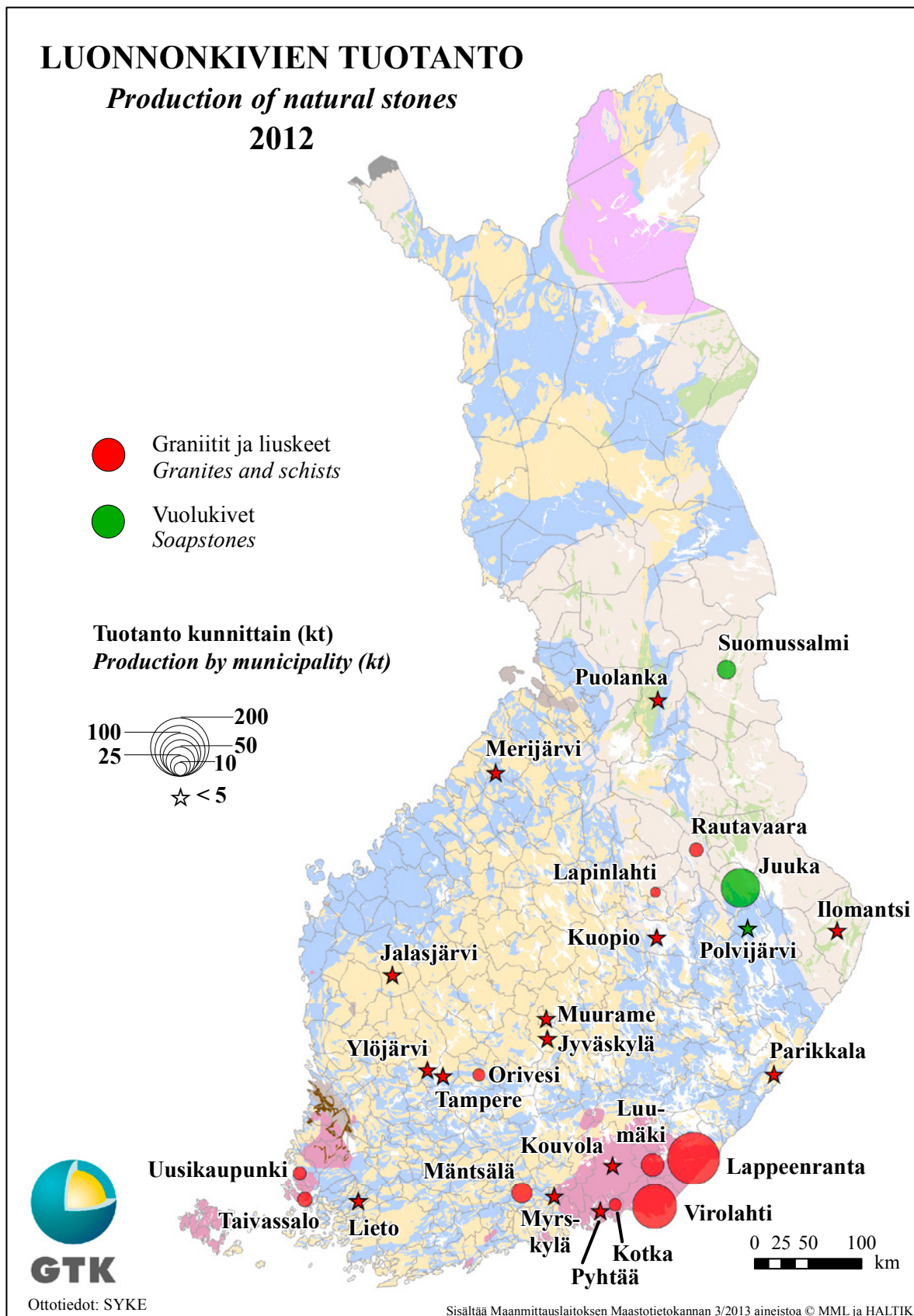
Kuva / Photo: Jari Väättäinen, GTK.



Kuva 18. Luonnonkivien ja niihin liittyvien sivukivien louhinta sekä louhitun vuolukiven jalostus Suomessa vuosina 1983–2012.

Fig. 18. Extraction of natural stones (granites+schists, soapstones) and associated left-over rocks, and refining of extracted soapstones in Finland during 1983–2012.

Lähde / Source: Graniitit ja liuskeet / Granites and schists: SYKE. Vuolukivet / Soapstones: 1983–1996 Puustinen (2003), 1997–2010 TEM / MEE, 2011–2012 Tukes.



Kuva 19. Luonnonkivien tuotanto Suomessa kunnittain vuonna 2012. Luvut eivät sisällä louhittua sivukiveä. Kallioperäkartan legenda esitetään kuvassa 20.

Fig. 19. Production of natural stones by municipality in Finland in 2012. Left-over rocks are not included. The legend of the bedrock map is shown in Figure 20. Contains data from the National Land Survey of Finland Topographic Database 03/2013 © NLS and HALTIK.

Lähde / Source: NOTTO-rekisteri/register, Jari Rintala, SYKE.

## 7 JALO- JA KORUKIVET

***Jalokivet ja korukivet ovat käytössä kestäviä, kauniita ja harvinaisia arvomineraaleja ja -kivilajeja, joita voidaan hiottuna istuttaa jalometallikoruihin.***

Suomesta on löydetty yli 100 erilaista korukäyttöön soveltuvaa kivimateriaalia. Arvokkaimpia kotimaisista korumateriaaleista ovat Luumäen jaloberyllit ja Lapin korukultahiput. Suomessa on myös timanttien suhteen huomionarvoista korukivipotentialia. Korukiviä on löydetty Suomesta käyttökelpoisia määriä noin 50 paikasta, mutta esiintymät ovat tyypillisesti pieniä. Keskeisiä löytöpaikkoja on merkitty kuvaan 20.

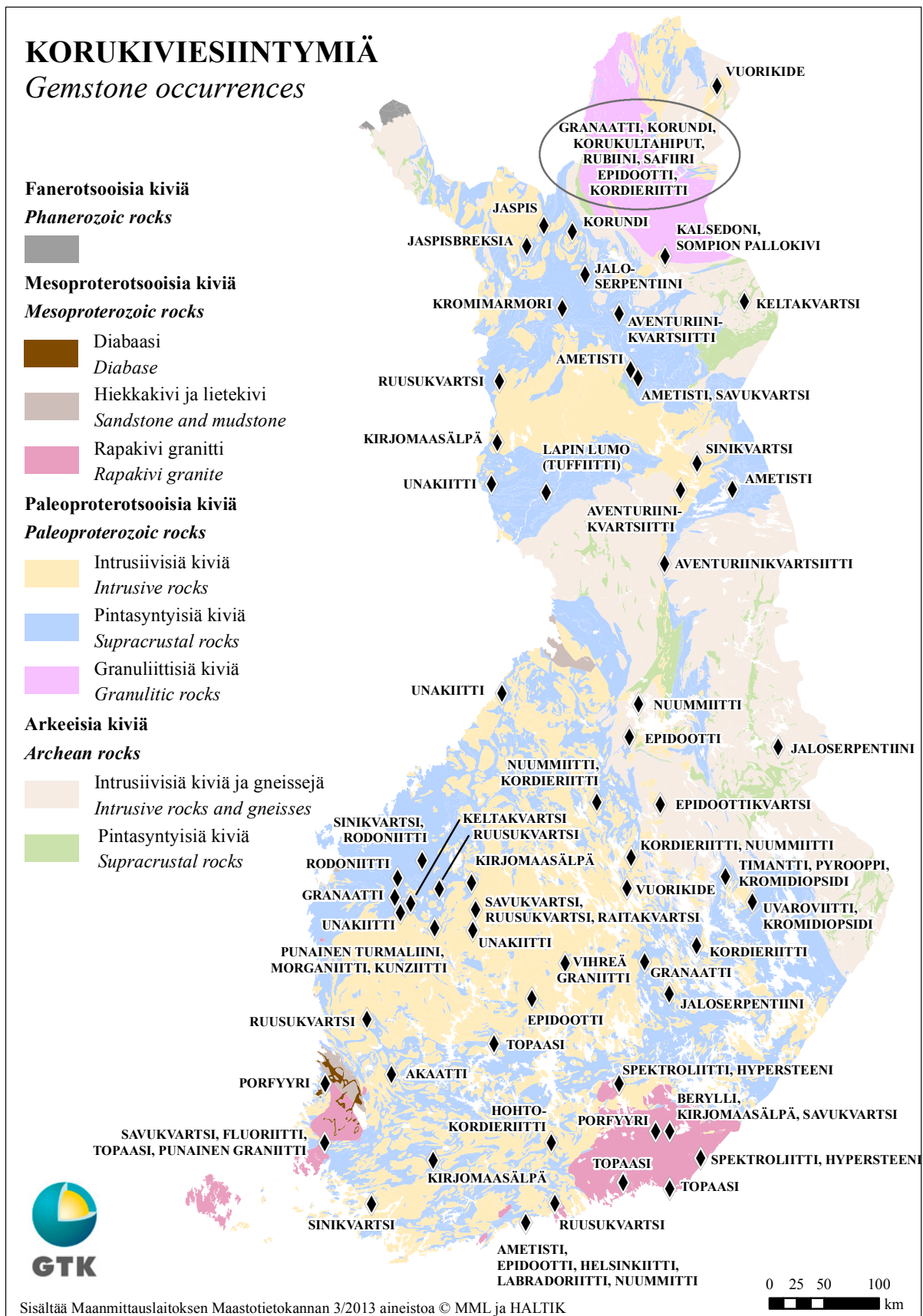
Ylämaan spektroliittilouhoksilla toiminta jatkui vuonna 2012 edellisvuosien tapaan. Spektroliitin vienti raakakivenä ulkomaille on edelleen ollut vähäistä. Kivet on pyritty jalostamaan koruiksi paikallisissa yrityksissä. Spektroliittia on esitelty Tokion mineraalimessuilla. Yritysten yhteistyön ja tiedottamisen tehostamiseksi perustettu kiviklusteri, Ylämaa Mystique (Timonen 2011), on lisäksi laajentanut toimitilojaan. Toimintaan on entistä tiiviimmin kytketty kivimatkailua, jossa louhoskäyntien lisäksi matkailijoita opastetaan spektroliitin hiomisessa yrityksen tiloissa. Kivimatkailu on myös Lampivaaran ametistikaivoksen (kuva 2) tärkeää sivutoimintaa.

Karelia Beryl Oy jatkoi vuonna 2012 kideonteloita sisältävien uusien pegmatiittiytimien kartoitusta Luumäen jaloberylliesiintymän ympäristössä. Kaivoksen itäpuolella mahdollisesti sijaitsevan jatkeen louhintaan maantien ali on anottu erillisluvat. Eteläisen jatkeen louhintaa jatketaan vasta itäisen jatkeen jälkeen.

Huippuvuosiin verrattuna enää harvat yhtiöt harjoittavat Suomessa laajaa timantinetsintää. Kaavin Lahtojoen timanttipitoiseen kimberliittiin liittyvää edellisvuonna aloitettua ympäristövaikutusten arviointia (Pääkkönen 2011) jatkettiin. Karelian Diamond Resources on raportoinut Kuhmon Seitaperästä uusia mikrotimantteja, joiden joukossa on kaksi kooltaan suurempaa timanttia.

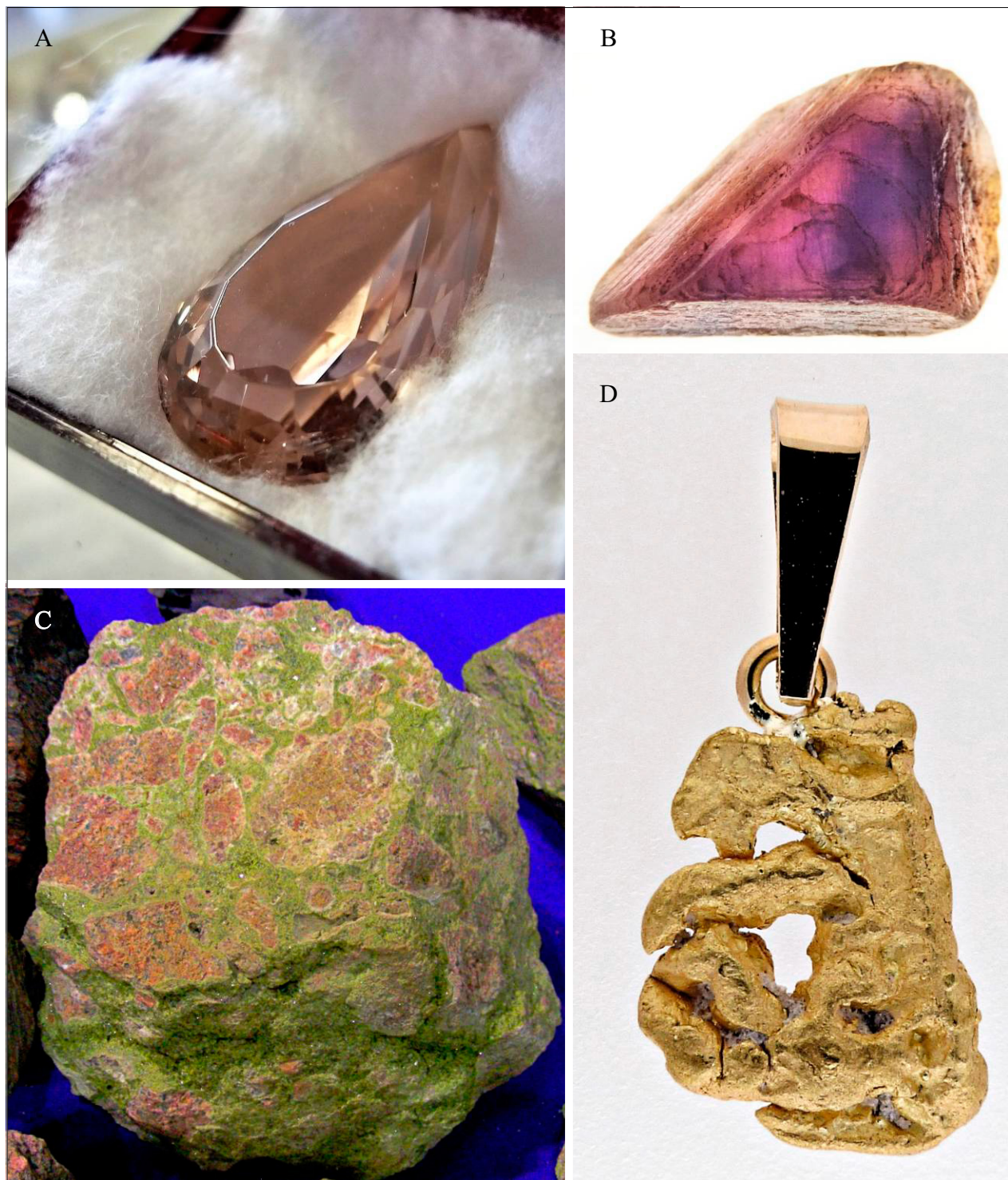
Virolahden rakennuskivilouhoksien kideonteloista on edelleen löytynyt muutamia kookkaita, jalokiviluokan ruskehtavia topaaseja. Suurin niistä, viistehiottu topaasi, painaa 65 karaattia (kuva 21A). Rubiinin ja safiirin muodostama jalokorundi (kuva 21B) on tunnistettu Elsaajalta, Palsin kullanhuhdonta-alueelta Inarista (Kinnunen 2012). Kurikan Niinistön vanhasta tarvekivilouhoksesta on Veikko Myllyniemi löytänyt kohtalaisia määriä epidoottibreksiaa, joka sisältää hiontakelpoista unakiittia (vihreää epidoottia ja vaaleanpunaista maasälpää sekä kvartseja sisältävä graniitti) (kuva 21C). Lemmenjoen kullanhuhdonta-alueilta Inarista on kerätty yhä enemmän pieniä mutta kauniin muotoisia korukultahippuja paikallisen korutuotannon käyttöön (kuva 21D). Korukultahippujen arvo on moninkertainen kullan metallihintaan verrattuna, ja niitä on kerätty kultaaeristä tarkasti talteen. Pirjo Koski on löytänyt Laitilan rapakivigraniitin louhoksista morion-tyypin savukvartseja, joka soveltuu pienimuotoiseen korutuotantoon.

Eräitä korukiviharrastajia on palkittu vuoden 2012 löydöistä GTK:n kansannäytepalkinnolla (GTK 2013). Kiinnostus korukiviin on jatkunut aktiivisena eri puolilla Suomea, ja GTK:hon on lähetetty kansannäytteinä yhä enemmän korukivilöydöksiä tutkittavaksi. Aikaisemmin yhteydenotot kansannäytetoimistoon koskivat lähes pelkästään malmikiviä ja malmiaihteita.



Kuva 20. Suomen huomattavimmat korukiviesiintymät (Grönholmia ym. 2011 mukailen). Ympyröidyt korukivet Pohjois-Suomessa ovat löytyneet kullanhuuhton yhteydessä, ja niiden lähde ei ole tarkasti määriteltävissä.

Fig. 20. The most significant occurrences of gemstones in Finland (modified after Grönholm et al. 2011). The circled gemstones in northern Finland have been found while panning for gold and their source cannot be accurately determined. Contains data from the National Land Survey of Finland Topographic Database 03/2013 © NLS and HALTIK.



Kuva 21. (A) Virolahden jalotopaasi, paino 75 karaattia. Topaasikide löytyi vuonna 2012 rakennuskivilouhoksesta, rapakivi-graniitin onkalosta. Hioja: Vesa Kaikkonen. (B) Elsaajan jalokorundi, jossa on sekä rubiinia että safiiria. Läpimitta 20 mm ja paino 2,6 g. Löytäjä: Hannu Puotila. Löytöpaikka: Sopukulta-valtaus, Inari. (C) Kurikan Niinistön vanhan kivilouhoksen unakiittia sisältävää epidootibreksiaa. Läpimitta noin 20 cm. Löytäjä: Veikko Myllyniemi. (D) Kultaseppä Aarne Alhosen korukultahipusta valmistama riipus. Hipun pituus on 7,7 mm ja paino ilman kiinnikettä 0,9 g. Löytöpaikka: Puskuoja, Kulta-safiiri-kaivospiiri, Lemmenjoen kullanhuuhdonta-alue, Inari.

Fig. 21. (A) Gem topaz from Virolahti, weight 75 carats. The topaz crystal was found in 2012 in a cavity inside rapakivi granite extracted for dimension stone. Polish: Vesa Kaikkonen. (B) Gem corundum comprising ruby and sapphire, Elsaajoki. Diameter 20 mm and weight 2.6 g. Found by Hannu Puotila at Sopukulta claim, Inari. (C) Epidote breccia containing unakite from an old stone quarry in Niinistö, Kurikka. Diameter ca. 20 cm. Found by Veikko Myllyniemi. (D) Medallion made of a gold nugget by goldsmith Aarne Alhonen. The nugget itself, found at Puskuoja, Inari, weights 0.9 g and its length is 7.7 mm.

Kuva / Photo: (A, B, D) Kari A. Kinnunen, GTK; (C) Satu Hietala, GTK.



## 8 TURVE

***Turve on suokasvien jäänteistä epätäydellisen hajoamisen seurauksena kosteissa ja hapettomissa olosuhteissa muodostunut eloperäinen maalaji, joka on kerrostunut muodostumispaikalleen. Turpeen koostumus ja rakenne vaihtelevat suuresti kasvilajikoostumuksen ja maatumisasteen mukaan. Arvioitaessa suon soveltuvuutta energiaturvetuotantoon määrääviä tekijöitä ovat turvekerrostuman laajuus, paksuus, maatumisuus ja turvelaji sekä turpeen kuivatilavuuspaino, tuhkapitoisuus, lämpöarvo ja rikkipitoisuus. Kun taas arvioidaan suon soveltuvuutta kasvu- ja ympäristöturvetuotantoon, kiinnitetään huomiota erityisesti turpeen maatumisuuteen, rahkasammaltyyppiin ja kerrostuman paksuuteen.***

Suomen pinta-alasta noin 30 % on erilaisia soita (9,2 milj. ha). Suokuviaita Suomen kartoilta löytyy kaikkiaan lähes 100 000 kpl. Ojittamattomia soita Suomessa on noin 4 milj. hehtaaria, joista on suojeltu 1,1 milj. hehtaaria. Turvetta käytetään teollisuuden voimanlähteenä sekä asutuskeskusten yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa, joka tarkoittaa sähköntuotannon hukkalämmön käyttämistä lämmittämiseen. Turpeella tuotettavan energian osuus kokonaisenergiankulutuksesta on ollut viime vuosina noin 5–8 %, ja kaukolämmöstä vähän alle 20 % tuotetaan turpeella. Turveteollisuuden muodostama kansantalouden ylijäämä Suomessa on noin 360 milj. euroa. Luku on saatu olettamalla, että energiaturve korvattaisiin kivihiihellä (Flyktman 2012, Holmijoki 2010). Suomessa on noin sata turvetta käyttävää voimalaitosta ja lämpökeskusta (kuva 22), ja turvetuotantoon osallistuvia yhtiöitä on yli 150 kpl.

Turpeen käytöllä varmistetaan EU-direktiivin mukainen uusiutuvien biopolttoaineiden käytön kasvu, jota edellytetään EU:n ilmastotavoitteissa (Virtanen 2011). EU:n energiapolitiikan tärkeimmät periaatteet ovat EU:n energiaomavaraisuuden lisääminen ja tuontipolttoaineiden käytön asteittainen vähentäminen (EU 2008). Turve täyttää Suomessa erinomaisesti EU:n energiapolitiikan vaatimukset: turpeen varantojen riittävyys on hyvä, turpeella on laaja alueellinen saatavuus,

turpeen käyttö on riippumaton kansainvälisistä kuljetusjärjestelmistä, turve sopii käytettäväksi yhdessä muiden biopolttoaineiden kanssa, turpeella tuotettu energia on hajautettua energiantuotantoa, turveteknologia on valmista ja toimintavarmaa ja lisäksi turve toimii biopolttoaineiden lisä- ja varapolttoaineena.

Kesä 2012 oli turpeen korjuun suhteen yksi kaikkien aikojen huonoimpia kesän ennätyskellisten sateiden vuoksi. Tuotanto sujui Länsi- ja Etelä-Suomessa kohtalaisesti mutta Itä- ja Pohjois-Suomessa todella huonosti (Salo 2012). Energiaturvetta tuotettiin vuonna 2012 kaikkiaan 13,4 Mm<sup>3</sup> (taulukko 10, kuva 23). Sen energiamäärä oli noin 11 TWh, mikä oli alle puolet lämmityskauden 2012–2013 energiaturpeen tarpeesta. Tavoitteena oli kattaa koko talven tarve ja koota turvetta varastoihin. Lämmityskauden 2012–2013 turpeen ylivuotiset varastot olivat käytännössä lopussa. Sateiden vuoksi turve oli lisäksi normaalia huonolaatuisempaa ja turpeen normilaatuaroja jouduttiin pudottamaan (Salo 2012).

Kasvu- ja ympäristöturvetuotteita tuotettiin n. 1,5 Mm<sup>3</sup>. Myös ympäristö- ja kasvuturvetuotanto jäi tuotantotavoitteistaan. Kuiviketurpeen puute aiheuttaa suuria vaikeuksia kotimaiselle elintarviketuotannolle; erityisesti vaikeuksissa oli broilertuotanto (Salo 2012).

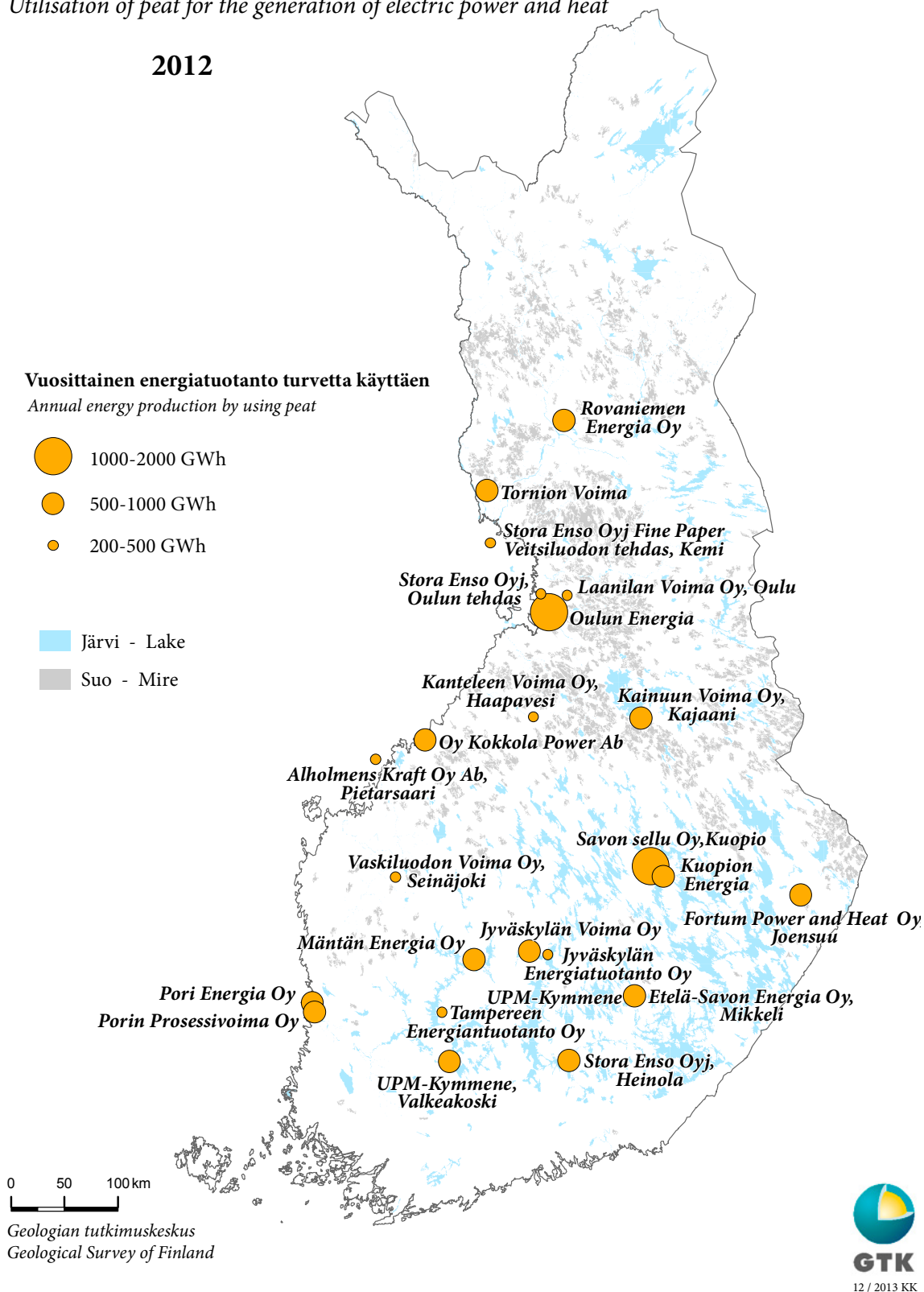
Energiantuotannossa on ollut viime vuosina turpeen saatavuuden vaikeuksia. Tämä johtuu alimitoitetusta turvetuotannosta, joka on seurausta tuotantolupien käsittelyn ruuhkautumisesta. Lupahakemuksia ei ole pystytty käsittelemään ja lupia myöntämään samaan tahtiin, kuin vanhoja tuotantoalueita on poistunut tuotannosta loppuun käytettyinä. Uusien tuotantolupien saaminen tuotantoalueille onkin tällä hetkellä turveteollisuuden suurin haaste imagoitapoiden korjaamisen ohella. Suomessa kiristyneen luvitusilanteen vuoksi turveteollisuus on pyrkinyt avaamaan tuotantoalueita Ruotsissa, ja turvetuotantoa suunnitellaan siirrettävän myös Venäjälle. Suomeen on tuotu viime vuosina turvetta ainakin Ruotsista, Virossa, Liettuasta ja Valko-Venäjältä.

Hallitusohjelmassa (Valtioneuvosto 2011) olevan periaatteen mukaan turpeen energiakäyttöä vähennetään tulevaisuudessa ja turvetta pyritään korvaamaan muilla energialähteillä mutta ei kuitenkaan kivihiihellä. Käytännössä turpeen puute on kuitenkin korvattu kokonaan kivihiihellä.

## TURPEEN KÄYTTÖ SÄHKÖN- JA LÄMMÖNTUOTANNOSSA

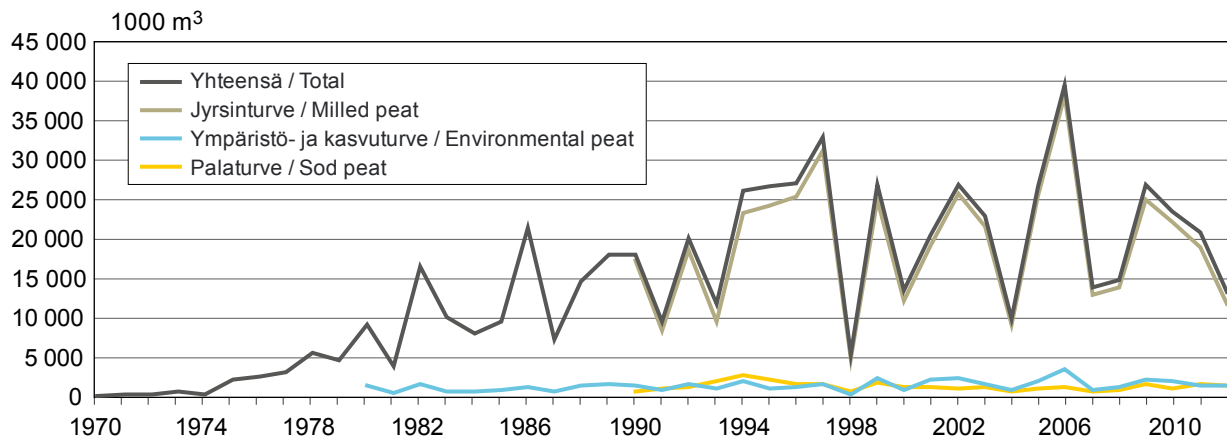
Utilisation of peat for the generation of electric power and heat

2012



Kuva 22. Turpeen käyttö sähkön- ja lämmöntuotannossa Suomessa vuonna 2012. Lisäksi alle 200 GWh energiaa turpeella tuottavia laitoksia oli noin 30 kpl. Lähde: Energiateollisuus ry, Tilastokeskus. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 3/2013 aineistoa © MML ja HALTIK.

Fig. 22. Utilisation of peat for the generation of electric power and heat in Finland in 2012. In addition, there were about 30 units producing energy less than 200 GWh by using peat. Source: Finnish Energy Industries, Statistics Finland. Contains data from the National Land Survey of Finland Topographic Database 03/2013 © NLS and HALTIK.



Kuva 23. Turpeen tuotanto Suomessa vuosina 1970–2012.

Fig. 23. Production of peat in Finland during 1970–2012.

Lähde: Tilastokeskus, Bioenergia ry. / Source: Statistics Finland, The Bioenergy Association of Finland.



Kuva 24. Forssan bio-turvevoimalaitos.

Fig. 24. Bio-peat power plant in Forssa.

Kuva / Photo: Kimmo Virtanen, GTK.

käytöllä turve-biovoimalaitoksissa. Vuonna 2013 kivihiilen käyttö lisääntyikin osin turvepulan seurauksena Suomessa yli 50 %, vaikka tavoitteena oli vähentää kivihiilen käyttöä.

Vuonna 2013 julkaistiin Suomen kansallisen energia- ja ilmastostrategian päivitys (TEM 2013), ja siinä todetaan turpeen olevan merkittävä biomassan tukipolttoaineena ja huoltovarmuuden turvaamisessa. Strategiassa todetaan, että turpeen energiakäyttöä vähennetään suunnitelmallisesti siten, ettei se korvautu hiilellä. Hallitus on asettanut tavoitteeksi vähentää turpeen energiakäyttöä kolmanneksella 23 TWh:n vuotuisesta käyttötasosta vuoteen 2025 mennessä. Lisäksi on kuitenkin turvattu kohtuullinen, noin 6–8 TWh:n yli-vuotinen turvevarasto sääriskien tasaamiseksi.

Strategian turvelinjauksessa todetaan, että vielä vuoden 2025 jälkeenkin turpeen energiakäyttöä on teknisesti edelleen mahdollista vähentää, mutta turve ei kuitenkaan saa korvautua fossiililla polttoaineilla eikä kaukolämmön hinta saa nousta kohtuuttomasti. Strategiaraaportissa todetaan turpeen voimalaitoskäytön teknisen minimitarpeen olevan 11–13 TWh vuodessa vuonna 2030 (TEM 2013).

Energia- ja ilmastostrategian tavoitteet (TEM 2013) ja VTT:n arvio (Flyktman 2012) turpeen tulevasta käyttömäärästä ovat keskenään ristiriitaisia. VTT:ssä arvioidaan turpeen käytön Suomessa olevan 23 TWh vuonna 2020, mikäli Suomen ilmastotavoitteista pidetään kiinni ja metsähakkeen käyttö lisääntyy energia- ja ilmastostrategian

mukaisesti. Metsähakkeen lisääntyvä käyttö lisää automaattisesti tukipolttoaineena käytettävän turpeen käyttöä. VTT:n ennusteessa arvioidaan, että lauhdesähkön tuotantoon tarvitaan energia-turvetta 6 TWh (Flyktman 2012). Lauhdesähkön tuottaminen turpeesta ei ehkä kuitenkaan toteudu, koska kivihiilen maailmanmarkkinahinta saattaa pysyä vielä pitkään alhaisena (Saijonmaa, Pöyry 2013, suullinen tieto).

Arvioidaan, että vuonna 2020 energiaturpeen tuotantoon tarvitaan tuotantoalaa 57 000 hehta-

ria. Koska tuotantoalaa poistuu keskimäärin 3 300 ha vuodessa, tarvitaan uutta tuotantoalaa poistuvan tilalle noin 33 000 ha. Ympäristöturvetta tuotetaan nykyisin noin 5 800 hehtaarin alalla. Koska varsinkin kuivikkeena käytetyn vaalean rahkaturpeen kysyntä on jatkuvasti lisääntynyt, ympäristöturpeen tuotantoalaa pitäisi kasvattaa 5 800 hehtaarista 10 800 hehtaariin vuoteen 2020 mennessä. Kun otetaan huomioon poistuva ala, uutta ympäristöturpeen tuotantoalaa tarvitaan 8 300 ha (Flyktman 2012).

## 9 GEOENERGIA

***Geoenergia eli maalämpö on maa- ja kallioperään sekä vesistöihin varastoitunutta pääosin auringosta peräisin olevaa, uusiutuvaa lämpöenergiaa, jota voidaan hyödyntää maalämpöpumpun avulla kaikenkokoisten rakennusten lämmittämiseen. Maaperästä lämpöä kerätään noin metrin syvyydelle asennettavalla vaakaputkistolla, kun taas kallioperästä lämpöä kerätään tavallisesti 100–300 m:n syvyyteen asti poratusta reiästä eli lämpökaivosta. Maankamaran lämpövarastoa voidaan hyödyntää myös rakennusten viilentämiseen siirtämällä lämpöä rakennuksesta maankamaraan, jonka lämpövarasto näin latautuu myöhempää lämmityskäyttöä varten.***

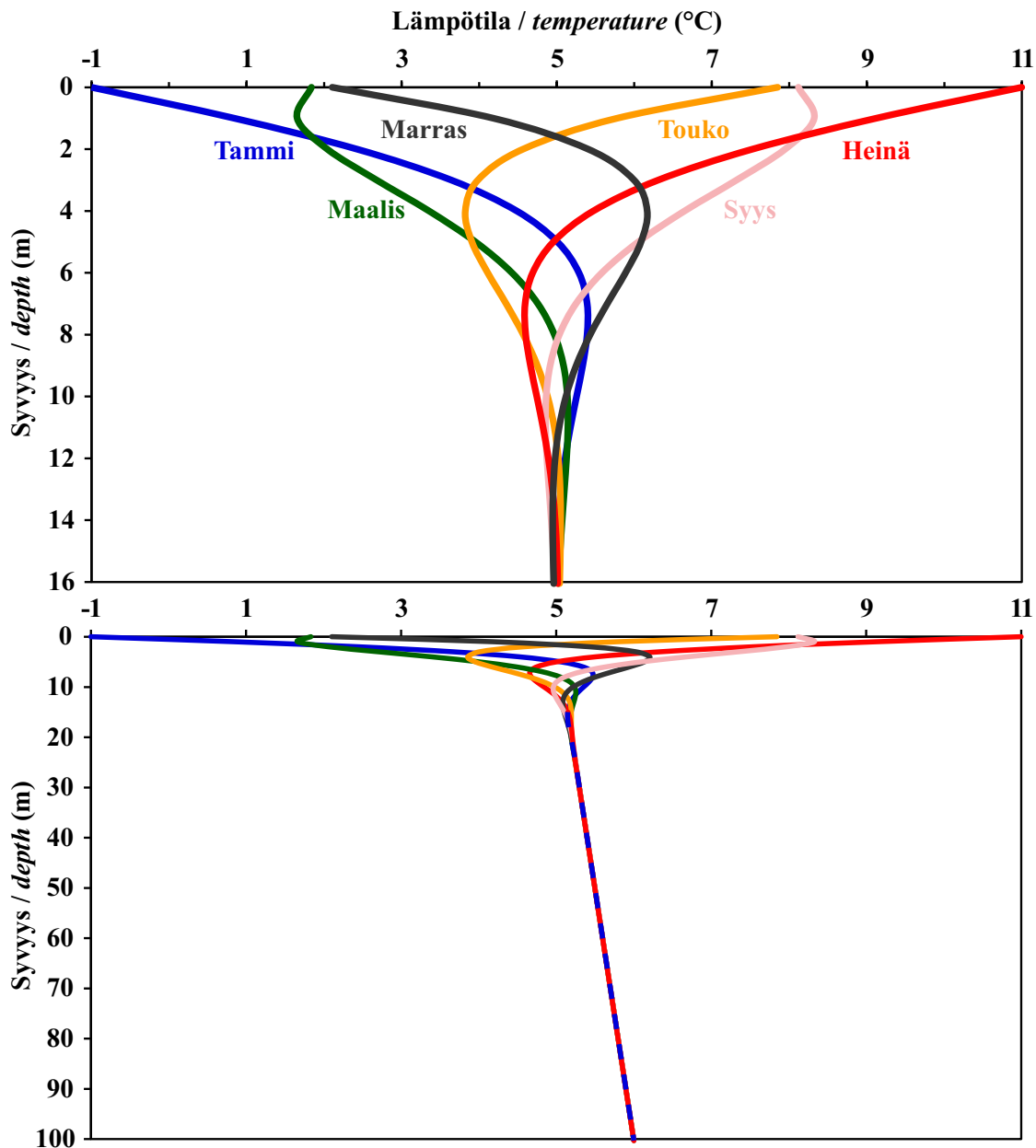
Suomessa ilman vuotuinen keskilämpötila vaihtelee Etelä-Suomen 5 °C:sta Pohjois-Suomen -2 °C:een. Maanpinnan vuotuinen keskilämpötila on muutaman asteen ilman vuotuista keskilämpötilaa korkeampi, mihin yksi tärkeä tekijä on eristävä lumipeite, joka suojaa maanpintaa pakkasilta. Vaikka pintamaan lämpötila vaihtelee vuodenaikojen mukaan, lämpötilavaihtelut tasoittuvat syvemmälle mentäessä (kuva 25). Noin 15 metrin syvyydessä maankamaran lämpötila on ympäri vuoden pintalämpötilan vuotuisen vaihteluvälin keskiarvo (Leppäharju 2008), Etelä-Suomessa 6–10 °C ja Pohjois-Suomessa 2–3 °C. Edelleen syvemmälle mentäessä geoterminen energia nostaa lämpötilaa keskimäärin 0,5–1 °C / 100 m (Juonen 2009). Geoenergiaa voidaan hyödyntää koko

maassa, mutta maalämpöpumppu toimii sitä tehokkaammin, mitä korkeampi lämmönlähteen lämpötila on.

Lämpöenergia siirtyy itsestään lämpimästä kohteesta viileämpään kohteeseen, jolloin lämpötilaerot tasoittuvat. Lämpöpumpun avulla lämpöenergiaa voidaan kuitenkin siirtää viileästä kohteesta lämpimämpään kohteeseen, kuten maankamarasta sisätiloihin, mihin tarvitaan ulkopuolista sähköenergiaa. Hyödynnettäessä lämpöpumppuja lämmitystarkoitukseen ei joudu tuottamaan ”uutta” lämpöenergiaa. Niinpä keskimäärin 2/3 maalämpöpumpun tuottamasta energiasta on ilmaisenergiaa (parhaissa tapauksissa jopa 4/5), joka ei tuota hiilidioksidipäästöjä.

Maalämpöpumppu toimii periaatteessa vastavalla tavalla kuin toinen lämpöpumppua hyödynnettävä yleinen kodinkone, jääkaappi. Kun jääkaapin sisäilmasta siirtyy lämpöenergiaa jääkaapin kylmäaineeseen, se höyrystyy. Tämän jälkeen höyrystyneen kylmäaineen lämpötilaa nostetaan puristamalla se korkeaan paineeseen kompressorissa. Lopuksi kuumentunut höyry vapauttaa lämpöenergiaansa ympäröivään huoneeseen lauhduttimessa. Maalämpöä hyödynnettäessä maankamara tai vesistö vastaa lämmönlähteenä jääkaapin sisäilmaa ja lauhduttimesta vapautuva lämpöenergia ohjataan rakennuksen vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään ja/tai lämmöksi käyttöveteen.

Maalämpöpumpun avulla voidaan myös jäähdyttää sisätiloja, kun sisätiloihin otettava ilma ohjataan kulkemaan järjestelmään kytketyn viilennyspatterin kautta. Viilennysenergian käyttö on selvästi kasvanut energiatehokkaiden uudiskin-teistöjen asuinviihtyvyyden takaamiseksi. Suomen maankamara tarjoaa hyvät edellytykset myös



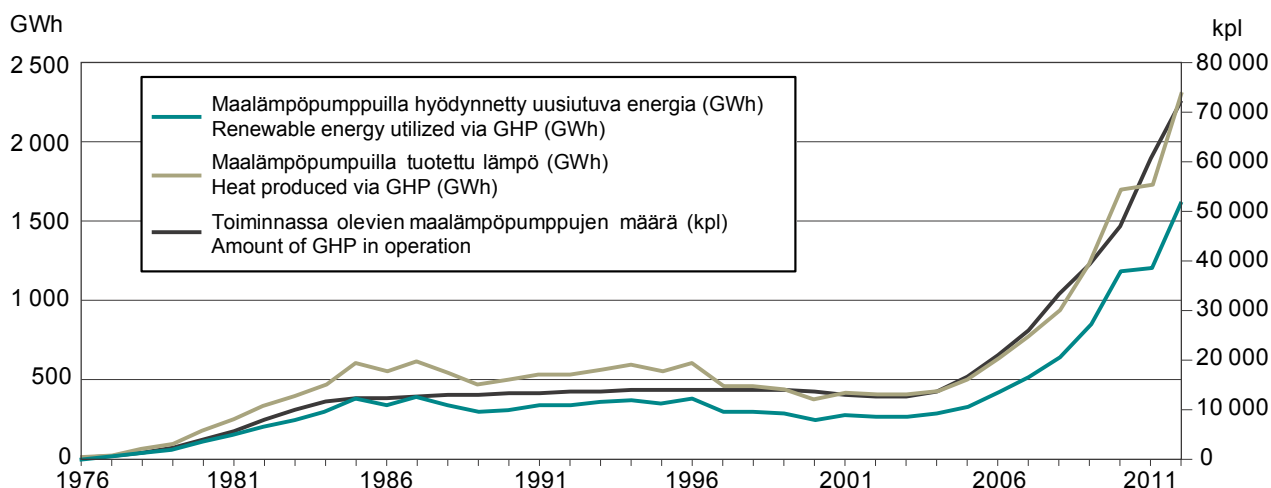
Kuva 25. Ylhäällä: Lähellä maanpintaa maankamaran lämpötila vaihtelee vuodenajan mukaan, mutta noin 15 m:n syvyydessä lämpötila on vakiintunut pintalämpötilan vuotuisen vaihteluvälin keskiarvoksi. Alhaalla: Tätä syvemmällä maankamaran lämpötila on pysyvästi maanpinnan vuotuisen keskilämpötilan ja geotermisen gradientin määräämä (kuvassa 1 °C / 100 m) (Leppäharju 2008).

Fig. 25. Upper: At shallow depths, the temperature of the ground is dependent on the season, but about 15 m below the ground surface the temperature is continuously the average of the annual range of the temperature at the surface. Lower: Below 15 m depth, the temperature is also dependent on the geothermal gradient (1°C / 100 m in the image) (Leppäharju 2008).

viilennysenergian saannille ns. vapaan viilennyksen avulla ilman lämpöpumppua. Tällöin maankamarassa viilentynyttä keruunestettä kierrätetään kiertopumpun avulla kiinteistön ilmanvaihtolaitteissa.

Suomen Lämpöpumppuyhdistys ry:n tilastojen mukaan maalämpöpumppujen myynti ja niillä tuotetun energian määrä lähtivät voimakkaaseen kasvuun vuosituhannen vaihteen jälkeen (kuva

26, taulukko 11) (SULPU 2013). Myynnin ennätysvuotena 2011 maalämpöpumppuja myytiin 14 000 kpl. Vuonna 2012 myynti oli 13 000 kpl, ja Suomessa arvioitiin olevan noin 72 000 maalämpöpumppua. Niiden avulla hyödynnettiin vuodessa 1,6 TWh uusiutuvaa energiaa (luvussa ei ole mukana lämpöpumppujen sähköverkosta ottamaa energiaa). Maalämpöpumppujen vuosittainen myyntimäärä on kymmenkertaistunut



Kuva 26. Maalämpöpumpuilla vuosittain tuotettavan uusiutuvan energian (tummanvihreä käyrä) määrä on kuusinkertaistunut vuodesta 2000. Tuotetusta energiasta noin 2/3 on uusiutuvaa ilmaisenergiaa. Kaavio sisältää vain nimellisteholtaan alle 26 kW:n maalämpöpumput.

Fig. 26. The renewable energy (dark green line) produced yearly by ground heat pumps (GHP) has increased nearly six-fold since 2000. Approximately two-thirds of the energy produced is renewable free energy. Only ground heat pumps with a nominal effect below 26 kW are included in the chart.

Lähde: Suomen Lämpöpumppuyhdistys / Source: The Finnish Heat Pump Association.

vuodesta 2000, ja hyödynnettävän uusiutuvan energian määrä on samassa ajassa kuusinkertaistunut. Pientalorakentajista yli puolet päätyy lämpöpumppuratkaisuun, mutta maalämmön hyödyntäminen laajemmin on vielä varsin vähäistä sen potentiaaliin nähden. Hallituksen ilmasto- ja energiapolitiikan ministerityöryhmä esitti vuonna 2010 tavoitteen, että vuonna 2020 lämpöpumpuilla tuotettaisiin uusiutuvaa energiaa 8 TWh (Tervo ym. 2010). Kansallisen energia- ja ilmastostrategian taustaraportin skenaariossa vastaavaksi luvuksi esitetään 6,2 TWh (TEM 2013). SULPUn tilastojen mukaan vuonna 2012 puoli miljoonaa lämpöpumppua tuotti Suomessa uusiutuvaa energiaa noin 4 TWh.

Varsinkin suurissa kohteissa, kuten liikerakennuksissa, ostoskeskuksissa tai asuinalueilla, geoenergiakentän energiantuottokapasiteetin selvittäminen on tärkeää. On tehtävä tietyt mittaukset ja geologis-geofysikaaliset paikkatutkimukset, joiden perusteella voidaan päätellä suurtuotantokentän eli energiakaivokokonaisuuden perustamisen järkevyys sekä mitoittaa ja mallintaa tarvittava geoenergian tuotantokenttä vastaamaan suunniteltua tarvetta (lämmitys-/viilennystarve). Tutkimuksilla varmistetaan, että energian saanti tulee olemaan riittävää ja on kestävällä pohjalla. Parhaita geoenergian lähteitä ovat kvartsiipitoiset kivilajit, kuten graniittiset kivet ja kvartsiitit, koska

ne johtavat ympäristöstään hyvin lämpöä kerätyn lämmön tilalle. Myös eräistä muista kivilajeista, esimerkiksi kiillegneisseistä, kosteasta irtomaasta (sedimentistä) sekä vesimassoista saadaan geoenergiaa varsin kohtuullisesti. Pohjavesiolosuhteet saattavat vaikuttaa huomattavasti koostumukseltaan samanlaisten kivilajien kykyyn toimia maalämmön lähteenä.

GTK on lisännyt panostustaan geoenergian hyödyntämisen tutkimukseen ja geoenergiaa tukevien liiketoimintamahdollisuuksien kehittämiseen. GTK:ssa on tehty runsaasti paikkakohtaisia, geologiseen ympäristöön sidottuja tutkimuksia ja mittauksia. Laajana tavoitteena on selvittää maamme geoenergiapotentiaali alueelliset geologiset ja ilmastolliset olosuhteet huomioiden. Alueellisia geoenergiaselvityksiä voidaan hyödyntää kaavoituksessa ja aluesuunnittelussa. GTK on panostanut viime aikoina erityisesti omien mallinnus- ja laskentamenetelmien sekä ohjelmistojen kehittämiseen. Toimintaa vauhdittavat EU:n ja Suomen hallituksen linjaukset ilmastotavoitteista ja uusiutuvien energiamuotojen käytön huomattavasta lisäämisestä. Myös kasvava energiaomavaraisuuden vaatimus ja fossiilisen tuontienergian negatiivinen vaikutus kauppataseeseen lisäävät geoenergian kiinnostavuutta.

Yksi ajankohtaisista teemoista geoenergian hyödyntämisessä on geoenergiasta ja jostain toisesta

energiamuodosta koostuvien hybridijärjestelmien jatkokehittäminen. Hybridijärjestelmä mahdollistaa eri energialähteiden hyödyntämisen geonergian rinnalla ja sitä tarvittaessa täydentäen. Monitorointi, joka ohjaa ja optimoi suurten, jopa

sadoista kaivoista koostuvien energiakaivokenttien käytön aikaista ajoa, tulee lisääntymään. Tätä varten GTK:ssa on tehty tutkimusta ja kehitetty monitorointijärjestelmä, jota on hyödynnetty menestyksekkäästi.

## 10 ULKOMAANKAUPPA

*Suomen metalliteollisuus on raaka-aineidensa suhteen voimakkaasti riippuvainen tuonnista, joskin viime vuosina kasvanut kotimainen kaivostoiminta on hieman parantanut tilannetta. Suomessa jalostettavista kupari-, sinkki- ja nikkelikasteista suurin osa on ulkomaisia, ja kaikki Suomessa jalostettavat rautarikasteet tuodaan ulkomailta, pääasiassa Ruotsista. Rautamalmeja ja -rikasteita tuodaan Suomeen tonnimääräisesti selvästi enemmän kuin muita metallimalmeja ja -rikasteita yhteensä, mutta euromääräisesti mitattuna kuparimalmit ja -rikasteet ovat hallinneet tuontia. Ulkomaankauppatilastot on saatavissa Tullin ULJAS-tietokannasta.*

### 10.1 Metallimalmit ja -rikasteet

#### Tuonti

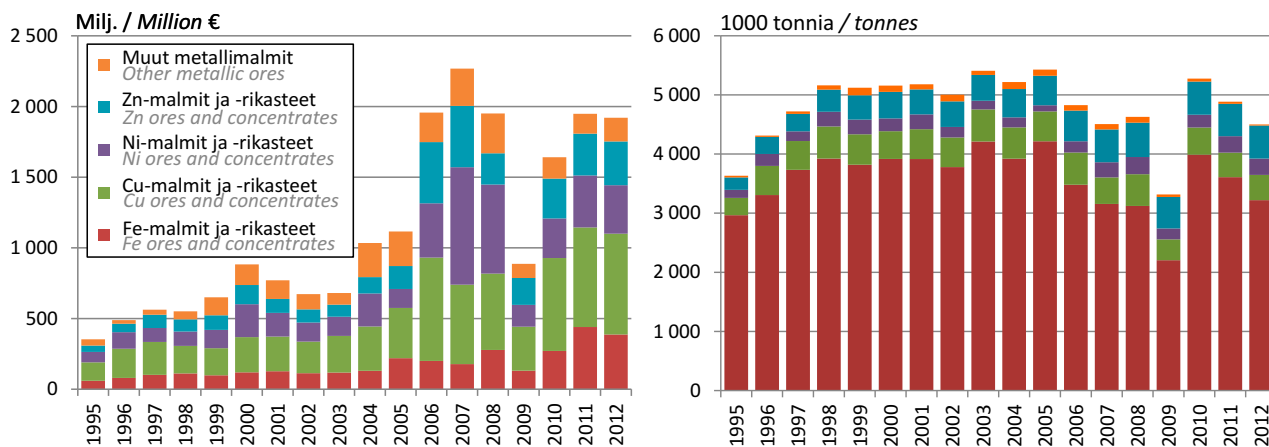
Metallimalmien ja -rikasteiden tuonti Suomeen vakiintui runsaaseen viiteen miljoonaan tonniin vuosina 1998–2005 (kuva 27). Tämän jälkeen rautamalminen tuonnin väheneminen painoi tonnimääräistä kokonaistuontia alaspäin, mutta nikkelin, kuparin ja sinkin maailmanmarkkinahintojen nousu aiheutti metallimalmien tuonnin kokonaisarvon huomattavan kasvun. Vuonna 2009 maailmantalouden taantumasta yhteydessä koettiin selvä notkahdus, kun rautamalmin tonnimääräinen tuonti laski edellisvuodesta 29 % ja samalla nikkelin, kuparin ja sinkin hinnat romahdivat. Tämän jälkeen rautamalminen tuonti sekä nikkelin, kuparin ja sinkin hinnat jälleen elpyivät. Vuonna 2012 metallimalmeja ja -rikasteita tuotiin Suomeen 4,5 Mt eli määrällisesti hieman huippuvuosia 1998–2005 vähemmän, mutta arvoltaan karkeasti kaksinkertaisesti näihin vuosiin verrattuna.

Vuonna 2012 metallimalmien euromääräinen tuonti väheni edellisvuodesta 28 milj. euroa, mutta tämä vastaa vain 1 %:n laskua. Rautamalminen tuonti väheni 53 milj. euroa (-12 %), ja nikkelimalmien tuonti väheni 25 milj. euroa (-7 %). Sinkkimalmien tuonti kasvoi 14 milj. euroa (+5 %), kuparimalmien tuonti kasvoi 8 milj. euroa (+1 %) ja muiden metallimalmien tuonti kasvoi 28 milj.

euroa (+19 %) (taulukko 12). Metallimalmien ja -rikasteiden tonnimääräinen kokonaistuonti väheni edellisvuodesta 7 % eli euromääräistä tuontia enemmän. Väheneminen ei johdu kotimaisen kaivostuotannon kasvamisesta vaan rautamalminen tuonnin vähenemisestä (kuva 27). Muiden metallimalmien kuin rautamalmin yhteenlasketun tuonnin arvo päinvastoin kasvoi vuosina 2010–2012 ja pysyi tonnimäärältään lähes samana. Rautamalminen tuonti väheni 388 kt (-11 %) vuodesta 2011, kun taas kupari- ja sinkkimalmien tuonti kasvoivat molemmat 2 % ja nikkelimalmin tuonti pysyi lähes ennallaan (taulukko 13). Rautamalmit ja -rikasteet tuotiin Ruotsista (88 %) ja Venäjältä (12 %), sinkkirikasteet pääosin Irlannista (45 %), Ruotsista (24 %) ja USA:sta (10 %), kuparirikasteet Perusta (42 %), Portugalista (24 %) ja Chilestä (13 %) ja nikkelikasteet Etelä-Afrikasta (77 %) ja Brasiliasta (20 %).

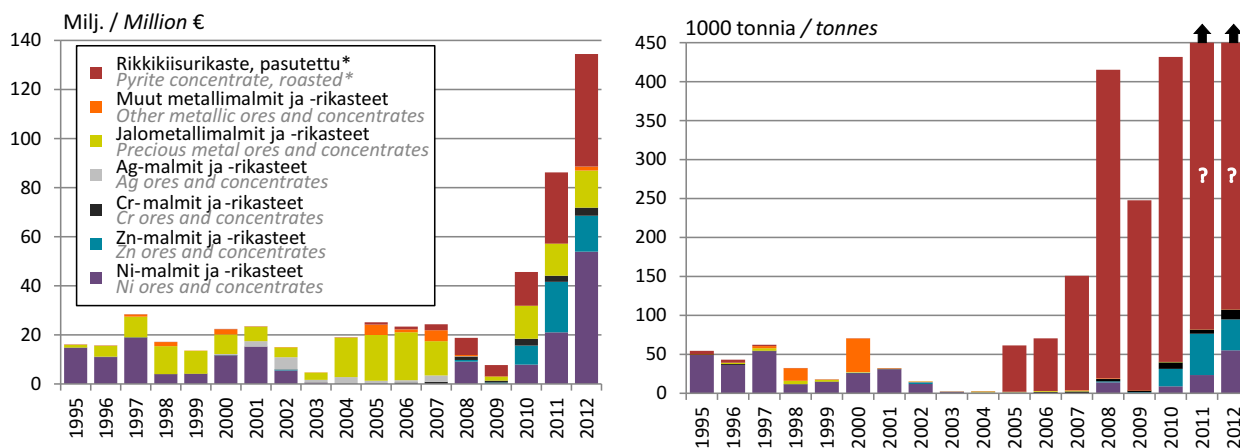
#### Vienti

Metallimalmien ja -rikasteiden viennin arvo lähti nikkeli- ja sinkkirikasteiden ansiosta voimakkaaseen kasvuun maailmantalouden taantumasta johon vuoden 2009 aallonpohjan jälkeen (kuva 28). Suurin osa näinä vuosina viedystä sinkkirikasteesta on peräisin Talvivaarasta. Vuonna 2012 metallirikasteiden viennin arvo oli nelinkertais-



Kuva 27. Metallisten malmien ja rikasteiden tuonnin arvo (käypään hintaan) ja määrä vuosina 1995–2012 (ULJAS – Tavaroiden ulkomaankauppatilastot).

Fig. 27. Value (at the market price) and quantity of metallic ores and concentrates imported to Finland during 1995–2012 (ULJAS – Foreign Trade Statistics).



Kuva 28. Metallisten malmien ja rikasteiden viennin arvo (käypään hintaan) ja määrä vuosina 1995–2012 (ULJAS – Tavaroiden ulkomaankauppatilastot). \*Pasutettu rikkikiisurikaste on teollisen pyrometallurgisen prosessin tuote; sen vientiä tonneissa ei ole saatavissa vuosille 2011–2012.

Fig. 28. Value (at the market price) and quantity of metallic ores and concentrates exported from Finland during 1995–2012 (ULJAS – Foreign Trade Statistics). \*Roasted pyrite concentrate is a product of pyrometallurgy; export in tonnage is not available for 2011–2012.

tunut taantumaa edeltävästä kaudesta. Kasvu on vielä voimakkaampaa, jos mukaan lasketaan myös pasutettu rikkikiisurikaste. Pasutettu rikkikiisu on rautaoksidia, joka on syntynyt kuumennettaessa rikkikiisua ( $\text{FeS}_2$ ) ilmavirrassa, eli rikkikiisurikasteesta on valmistettu teollisen pyrometallurgisen prosessin tuote. Sen tonnimääräinen vienti lähti huikkaan nousuun vuonna 2005. Vaikka pasutteen viennin määrää vuosina 2011–2012 ei ole saatavissa, sen viennin arvon nouseminen kyseisinä vuosina viittaa myös tonnimääräisen viennin kasvuun. Ylen mukaan vuonna 2013 lannoiteyhtiö Yara vei Siilinjärveltä jopa yli miljoona tonnia pasutettua rikkikiisua Kiinaan terästeollisuuden raaka-aineeksi (Yle 2014). Tullin tiedotteen mukaan

Suomen kaivannais- ja louhintatuotannon jalostamattoman viennin arvo vuonna 2012 oli 803 miljoonaa euroa (Tulli 2013). Luvun suuruus selittyy siten, että Tulli pitää metallista kultaa (viennin arvo noin 400 miljoonaa euroa) jalostamattomaan kaivannaistuotantoon kuuluvana.

Metallirikasteiden euromääräinen kokonaisvienti on kasvanut jo kolmena peräkkäisenä vuotena, kunakin karkeasti 40 milj. euroa, jos pasutettu rikkikiisurikaste otetaan lukuihin mukaan. Näin ollen metallirikasteiden vienti vuonna 2012 oli 7 % verrattuna niiden tuontiin. Viennin arvo kasvoi edellisvuodesta 48 milj. euroa (56 %), mikä johtuu erityisesti nikkelikasteen (+33 milj. euroa; +156 %) ja pasutetun rikkikiisurikasteen



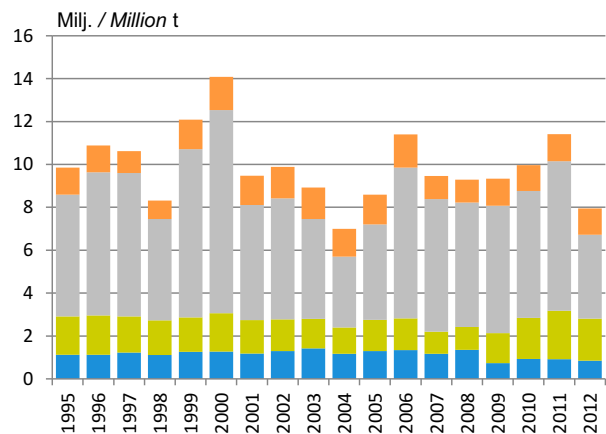
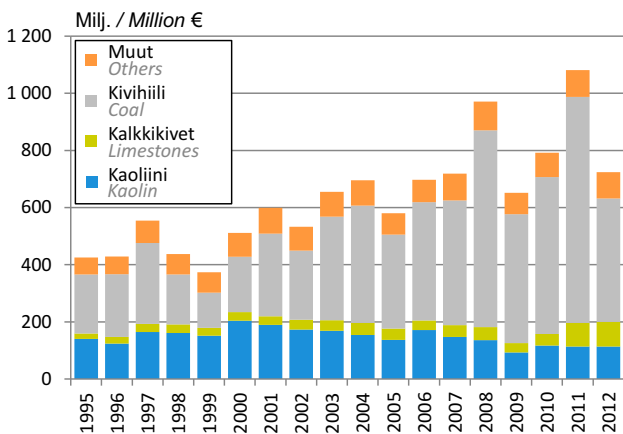
(+17 milj. euroa; +58 %) viennin kasvusta (taulukko 14). Nikkelirikastetta vietiin 54 milj. euron arvosta, ja se nousi rahallisesti arvokkaimmaksi vientiartikkeliksi ohi pasutteen, joka piti kärkisijaa vuosina 2009–2011. Kun nikkelirikasteen tuonnin arvo vielä vuonna 2010 oli 36-kertainen verrattuna sen viennin arvoon, vuonna 2012 sen tuonnin arvo oli enää 6-kertainen viennin arvoon nähden. Vuonna 2012 euromääräinen vienti kasvoi edel-

lisvuodesta myös jalometallirikasteiden (+2 milj. euroa; +16 %) ja kromirikasteen (+0,8 milj. euroa; +32 %) osalta, kun taas sinkkirikasteen viennin arvo väheni (-6 milj. euroa; -29 %). Nikkelirikasteen tonnimääräinen vienti kasvoi edellisvuodesta 32 kt (+136 %) ja kromirikasteen 7 kt (+140 %), kun taas jalometallirikasteiden ja sinkkirikasteen vienti vähenivät (taulukko 15).

## 10.2 Muut kaivannaiset

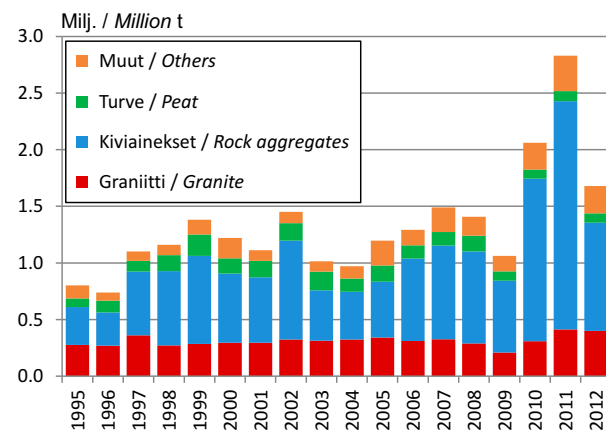
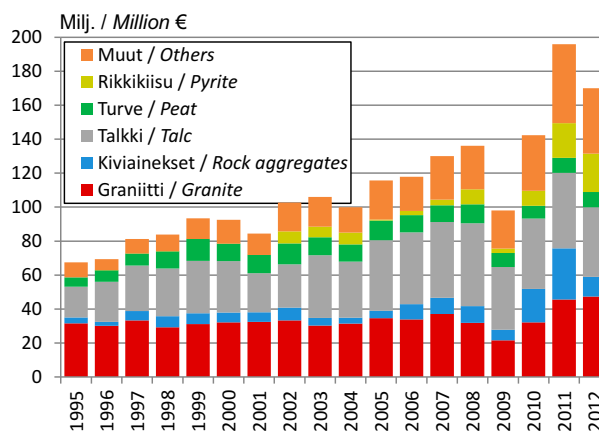
Metallimalmien ja -rikasteiden lisäksi Suomeen tuodaan myös muita kaivannaisia, joista selvästi merkittävin on pääasiassa Venäjältä ja Pohjois-Amerikasta tuotava kivihiili. Vuonna 2012 kivi-

hiilen tuonti väheni edellisvuodesta määrällisesti 3,1 Mt (-44 %) ja arvoltaan 359 milj. euroa (-45 %) (kuva 29, taulukko 16). Kalkkikivien tuonti väheni määrällisesti 290 kt (-13 %) mutta kasvoi arvoltaan



Kuva 29. Muiden mineraalisten raaka-aineiden tuonnin arvo (käypään hintaan) ja määrä vuosina 1995–2012 (ULJAS – Tavaroiden ulkomaankauppatilastot).

Fig. 29. Value (at the market price) and quantity of other mineral raw materials imported to Finland during 1995–2012 (ULJAS – Foreign Trade Statistics).



Kuva 30. Muiden mineraalisten raaka-aineiden viennin arvo (käypään hintaan) ja määrä vuosina 1995–2012 (ULJAS – Tavaroiden ulkomaankauppatilastot). Talkkin ja rikkikiisun vientiä tonneissa ei ole saatavissa.

Fig. 30. Value (at the market price) and quantity of other mineral raw materials exported from Finland during 1995–2012 (ULJAS – Foreign Trade Statistics). The exports of talc and unroasted pyrite in tonnage are not available.

3 milj. euroa (+4 %). Kaoliinin tuonti väheni määrältään 73 kt (-8 %), mutta sen tuonnin arvo pysyi lähes samana.

Graniittinen luonnonkivi, talkki, pasuttamaton rikkikiisu, kiviainekset ja turve ovat merkittävimpiä tähän ryhmään luettavia Suomesta vietäviä kaivannaisia (kuva 30, taulukko 17). Sekä pasuttamattoman rikkikiisun (+10 %) että graniitin (+3 %) vienti kasvoi 2 milj. euroa. Kiviainesten vienti

väheni poikkeuksellisen hyvän vuoden 2011 jälkeen määrältään 1,1 milj. tonnia (-53 %), arvotaan 19 milj. euroa (-62 %). Talkin vienti väheni 3,3 milj. euroa (-8 %), ja turpeen vienti kasvoi 0,2 milj. euroa (+2 %). Pasuttamaton rikkikiisu käytetään vientimaissa todennäköisesti teollisuusmineraalina, minkä vuoksi sitä ei ole tässä yhteydessä luettu metallirikasteeksi.

## KIITOKSET

Tekijät lausuvat kiitoksensa Harri Kutvoselle ja Kirsti Keskiisaarelle, jotka tuottivat valtaosan julkaisun kaavioista ja kartakkeista. Suomen historiallisen teollisuusmineraalilouhoskartan (kuva 1)

versiokehitys on Markku Lehtisen kanssa tehdyn yhteistyön tulos. Markus Vaarman (esitarkastaja), Laura Laurin ja Asmo Huuskon kommentit paransivat käsikirjoitusta.

## LÄHDE- JA KIRJALLISUUSLUETTELO

- Boliden 2014.** Annual Report 2013. 124 s. (Elektroninen julkaisu) Saatavissa: [http://www.boliden.fi/Documents/Press/Publications/BOL\\_ar13\\_eng\\_webb.pdf](http://www.boliden.fi/Documents/Press/Publications/BOL_ar13_eng_webb.pdf)
- Brown, T. J., Idoine, N. E., Raycraft, E. R., Shaw, R. A., Deady, E. A., Rippingale, J., Bide, T., Wrighton, C. E. & Rodley, J. 2014a.** World Mineral Production 2008–2012. Centenary edition. Nottingham: British Geological Survey. 115 s. Saatavissa: <https://www.bgs.ac.uk/mineralsuk/statistics/worldStatistics.html>
- Brown, T. J., Idoine, N. E., Hobbs, S. F. & Mills, A. J. 2014b.** European Mineral Statistics 2008–12. A product of the World Mineal Statistics database. Nottingham: British Geological Survey. 353 s. Saatavissa: <https://www.bgs.ac.uk/mineralsuk/statistics/europeanStatistics.html>
- Eilu, P., Bergman, T., Bjerkgård, T., Feoktistov, V., Hallberg, A., Korsakova, M., Krasotkin, S., Muradymov, G., Nurmi, P. A., Often, M., Perdahl, J.-A., Philippov, N., Sandstad, J. S., Stromov, V. & Tontti, M. (comp.) 2009.** Metallogenic Map of the Fennoscandian Shield, 1:2 000 000. Geological Survey of Finland, Geological Survey of Norway, Geological Survey of Sweden, The Federal Agency of Use of Mineral Resources of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation.
- EU 2008.** An EU Energy Security and Solidarity Action plan. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of Regions. Second Strategic Energy Review. SEC(2008) 2794 and 2795. Brussels: Commission of the European Communities. 20 s. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0781:FIN:EN:PDF>
- European Commission 2014.** Report on critical raw materials for the EU. Report of the Ad hoc Working Group on defining critical raw materials. May 2014. 41 s. Saatavissa: [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/critical/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/critical/index_en.htm)
- Fennoscandian Ore Deposit Database – FODD.** Digitaalinen malmitietokanta [Elektroninen aineisto]. Espoo: Geologian tutkimuskeskus [viitattu 15.01.2013]. Saatavissa: <http://geomaps2.gtk.fi/website/fodd/viewer.htm>
- Flyktman, M. 2012.** Energia- ja ympäristöturpeen kysyntä ja tarjonta vuoteen 2020 mennessä. VTT, Tutkimusraportti VTT-R-08372-11. 43 s. Saatavissa: [http://www.turvetoollisuusliitto.fi/user\\_files2/turpeen\\_kysynta\\_ja\\_tarjonta\\_2020\\_paivitys\\_2012.pdf](http://www.turvetoollisuusliitto.fi/user_files2/turpeen_kysynta_ja_tarjonta_2020_paivitys_2012.pdf)
- Grönholm, S. (toim.), Alviola, R., Kinnunen, K., Kojonen, K., Kärkkäinen, N. & Mäkitie, H. 2011.** Retkeilijän kiviopas. Espoo: Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 184. 163 s. (Elektroninen julkaisu) Saatavissa: <http://arkisto.gtk.fi/ej/ej78.pdf>
- GTK 2010.** Suomen mineraalistrategia. [WWW-dokumentti]. 19 s. Saatavissa: <http://www.mineraalistrategia.fi>
- GTK 2013.** GTK:n kansannäytteiden pääpalkinnot Ilmajoelle ja Lieksaan. Saatavissa: <http://www.gtk.fi/ajankohtaista/media/uutisarkisto/index.html?year=2013&number=542&newsType=PressReleases>
- Holmijoki, O. 2010.** Kaivostoiminnan ja louhinnan rahavirrat Suomessa. Summary: Money flows of mining and quarrying in Finland. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 184. 163 s. (Elektroninen julkaisu) Saatavissa: <http://arkisto.gtk.fi/tr/tr184.pdf>
- Härmä, P., Nurmi, H., Räisänen, M. & Vuokko, J. 2006.** Results of aggregate inventories in Finland 1989–2004. Julkaisussa: Bulletin of the Geological Society of Finland. The 27<sup>th</sup> Nordic Geological Winter Meeting. Abstract Volume. Suomen Geologinen Seura, special Issue 1, s. 56. Saatavissa: <http://www.geologinenseura.fi/bulletin/archiive.html>
- ICES 2014.** First Interim Report of the Working Group on the Effects of Extraction of Marine Sediments on the Marine Ecosystem (WGEXT). 67 s. [WWW-dokumentti.] Saatavissa: <http://www.ices.dk/publications/library/Pages/default.aspx>
- Juvonen, J. (toim.) 2009 (viimeksi päivitetty 26.4.2011).** Maalämmön hyödyntäminen pientaloissa. [WWW-do-

- kumentti.] Suomen ympäristökeskus, Ympäristöopas / 2009. 44 s. Saatavissa: [http://www.pistoke.fi/sites/default/files/yo\\_2009\\_lampokaivo\\_12\\_11\\_09.pdf](http://www.pistoke.fi/sites/default/files/yo_2009_lampokaivo_12_11_09.pdf)
- Kihlman, S. & Lauri, L. 2013.** Kriittiset metallit ja mineraalit sekä niiden alueellinen jakautuminen ja esiintymispotentiaali Suomen ja Fennoskandian alueilla. 18 s. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti 102/2013. 21 s. Saatavissa: [http://arkisto.gtk.fi/2013/102\\_2013.pdf](http://arkisto.gtk.fi/2013/102_2013.pdf)
- Kihlman, S., Lauri, L. & Tuusjärvi, M. 2014, painossa.** Kriittisten metallien ja mineraalien maailmanlaajuinen tuotanto ja malmipotentiali Suomessa, sekä Suomen metallikaivosteollisuuden mahdolliset kehityspotut matalahiilissä yhteiskunnassa. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti.
- Kinnunen, K. 2012.** Kaksivärinen rubiini/safiiri jalokorundi Lapista, Elsaajalta. *Mineralia* 1 (1), 30–31.
- Kiviteollisuusliitto 2012.** Luonnonkivialan standardisointi ja CE-merkintä. [WWW-dokumentti.] Saatavissa: <http://finstone.fi/standardit/index.php>
- Lahtinen, P., Kolisoja, P., Kuula-Väisänen, P., Leppänen, M., Jyrävä, H., Maijala, A. & Ronkainen, M. 2005.** UUMA-esiselvitys. Suomen ympäristö 805. Helsinki: Ympäristöministeriö. 121 s. Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40577/SY\\_805.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40577/SY_805.pdf?sequence=1)
- Laine, U. 1994.** Luonnonvarojen käyttö Suomessa. Helsinki: VATT, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, Government Institute for Economic Research. 38 s.
- Leppäharju, N. 2008.** Kallioliämmön hyödyntämiseen vaikuttavat geofysikaaliset ja geologiset tekijät. Pro-gradu-tutkielma, Oulun yliopisto, Fysikaalisten tieteiden laitos, Geofysiikan osasto. 79 s., 6 liitettä.
- Moilanen, J. 2013.** Meteoriiitit, Brjusböle. [WWW-dokumentti.] Vierailtu 23.4.2013. Saatavissa: <http://www.somerikko.net/meteoriiitit/bjurböle.html>
- Norilsk Nickel 2013.** Annual Report 2012. [Elektroninen aineisto]. Saatavissa: <http://www.nornik.ru/go2012/#/en/1233-3>
- Pokki, J., Härmä, P., Nurmi, H., Grönholm, S., Mäkitie, H., Nyholm, T., Sipilä, P. & Vuokko, J. 2012.** Hard rock aggregate inventories at the Geological Survey of Finland (GTK) – their use in land-use planning and aggregate accounting. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* 71 (2), 245–249.
- Puustinen, K. 2003.** Suomen kaivosteollisuus ja mineraalisten raaka-aineiden tuotanto vuosina 1530–2001, historiallinen katsaus erityisesti tuotantolukujen valossa. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti M10.1/2003/3. 578 s. Saatavissa: [http://arkisto.gtk.fi/m10/M10\\_1\\_2003\\_1\\_3/0.%20Tekstit/KaivoksetMinerRaakaAineet\\_2003.doc](http://arkisto.gtk.fi/m10/M10_1_2003_1_3/0.%20Tekstit/KaivoksetMinerRaakaAineet_2003.doc)
- Pääkkönen, S. 2011.** Lahtojen timanttikaivos. Ympäristövaikutusten arviointihjelma. Sito Oy, 28.2.2011. 31 s., 1 liitekartta. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BA2FD8915-D640-43AC-BD8D-32077249ECA9%7D/43948>
- Rakennusalan suhdanneryhmä 2013.** Rakentaminen 2013. [WWW-dokumentti.] Valtionvarainministeriö. 25 s. Saatavissa: [http://www.vm.fi/vm/fi/04\\_julkaisut\\_ja\\_asiakirjat/01\\_julkaisut/02\\_taloudelliset\\_katsaukset/20130208Rakent/raksu.pdf](http://www.vm.fi/vm/fi/04_julkaisut_ja_asiakirjat/01_julkaisut/02_taloudelliset_katsaukset/20130208Rakent/raksu.pdf)
- Rasilainen, K., Eilu, P., Halkoaho, T., Iljina, M. & Karinen, T. 2010.** Quantitative mineral resource assessment of platinum, palladium, gold, nickel, and copper in undiscovered PGE deposits in mafic-ultramafic layered intrusions in Finland. Geological Survey of Finland, Report of Investigation 180. 338 s. (Suomenkielinen tiivistelmä). Saatavissa: <http://arkisto.gtk.fi/tr/tr180.pdf>
- Salo, H. 2012.** Kesän sateet leikkasivat turvetuotantoa. *Bioenergia* 3/2012, 2–4.
- SULPU 2013.** Suomen lämpöpumpputilastot. [viitattu 14.08.2013]. Saatavissa: <http://www.sulpu.fi/tilastot>
- Suominen, V. 1991.** Hard rock aggregate studies at the Geological Survey of Finland. *Bulletin of the Geological Survey of Estonia* 1(1), 40–41.
- TEM 2013.** Kansallinen energia- ja ilmastostrategia. Taustaraportti. 21.3.2013. 179 s. Saatavissa: [http://www.tem.fi/files/36279/Kansallinen\\_energia-\\_ja\\_ilmastostrategia\\_taustaraportti.pdf](http://www.tem.fi/files/36279/Kansallinen_energia-_ja_ilmastostrategia_taustaraportti.pdf)
- TEM & Tukes 2013.** Rikasteiden, metallien, mineraalien ja vuolukiven tuotantoluvut (tonnia/v). *Materia* 2/2013, s. 80. Saatavissa: [http://www.vuorimiesyhdistys.fi/sites/default/files/materia/pdf/Materia%202-13\\_web.pdf](http://www.vuorimiesyhdistys.fi/sites/default/files/materia/pdf/Materia%202-13_web.pdf)
- Tervo, H., Pirilä, E. & Seppovaara A. 2010.** Uusiutuvien energiamuotojen edistäminen. Valtiontalouden tarkastusviraston tuloksellisuustarkastuskertomukset 213/210. 136 s. Saatavissa: [http://www.vtv.fi/files/2397/2132010\\_Uusiutuvien\\_energiamuotojen\\_edistaminen\\_netiti.pdf](http://www.vtv.fi/files/2397/2132010_Uusiutuvien_energiamuotojen_edistaminen_netiti.pdf)
- Timonen, E. 2011.** Uusia tuulia Ylämaalla. *Kivi* 29 (4), 18–21.
- Tukes 2013.** Tilastoja vuoriteollisuudesta 2012. *Materia* 2/2013, s. 79. Saatavissa: [http://www.vuorimiesyhdistys.fi/sites/default/files/materia/pdf/Materia%202-13\\_web.pdf](http://www.vuorimiesyhdistys.fi/sites/default/files/materia/pdf/Materia%202-13_web.pdf)
- Tulli 2013.** Jo puolet jalostamattomasta kaivostoiminnan viennistä kultaa. [WWW-dokumentti.] Viitattu 10.1.2014. Saatavissa: <http://www.tulli.fi/fi/tiedotteet/ulkomaankauppatilastot/katsaukset/toimialat/kaivannais13/index.html?bc=370>
- ULJAS – Tavaroiden ulkomaankauppatilastot.** Digitaalinen tietokanta [Elektroninen aineisto]. Tulli. Vierailtu joulukuussa 2013. Saatavissa: <http://uljas.tulli.fi/>
- Valtioneuvosto 2011.** Neuvottelutulos hallitusohjelmasta. 17.6.2011. 89 s. (Elektroninen julkaisu) Saatavissa: <http://valtioneuvosto.fi/tiedostot/julkinen/hallitusneuvottelut-2011/neuvottelutulos/fi.pdf>
- Virtanen, K. 2011.** Turvevarat, turvemaiden käyttö ja turpeen energiakäyttö Suomessa. *Geologi* 63 (3), 82–89. Saatavissa: <http://www.geologinenseura.fi/geologi-lehti/3-2011/turve.pdf>
- Yle 2014.** Yaralla suurinvestoinnit Siilinjärvelle – tuotanto ennätyskseen. [WWW-dokumentti.] Viitattu 14.1.2014. Saatavissa: [http://yle.fi/uutiset/yaralla\\_suurinvestoinnit\\_siilinjärvelle\\_-\\_tuotanto\\_ennatyskseen/6496500](http://yle.fi/uutiset/yaralla_suurinvestoinnit_siilinjärvelle_-_tuotanto_ennatyskseen/6496500)

**LIITE 1: LIITEKARTAT**  
**APPENDIX 1: SUPPLEMENTARY MAPS**

Liitekartta 1. Metallien rikastamot ja jalostamot Suomessa.

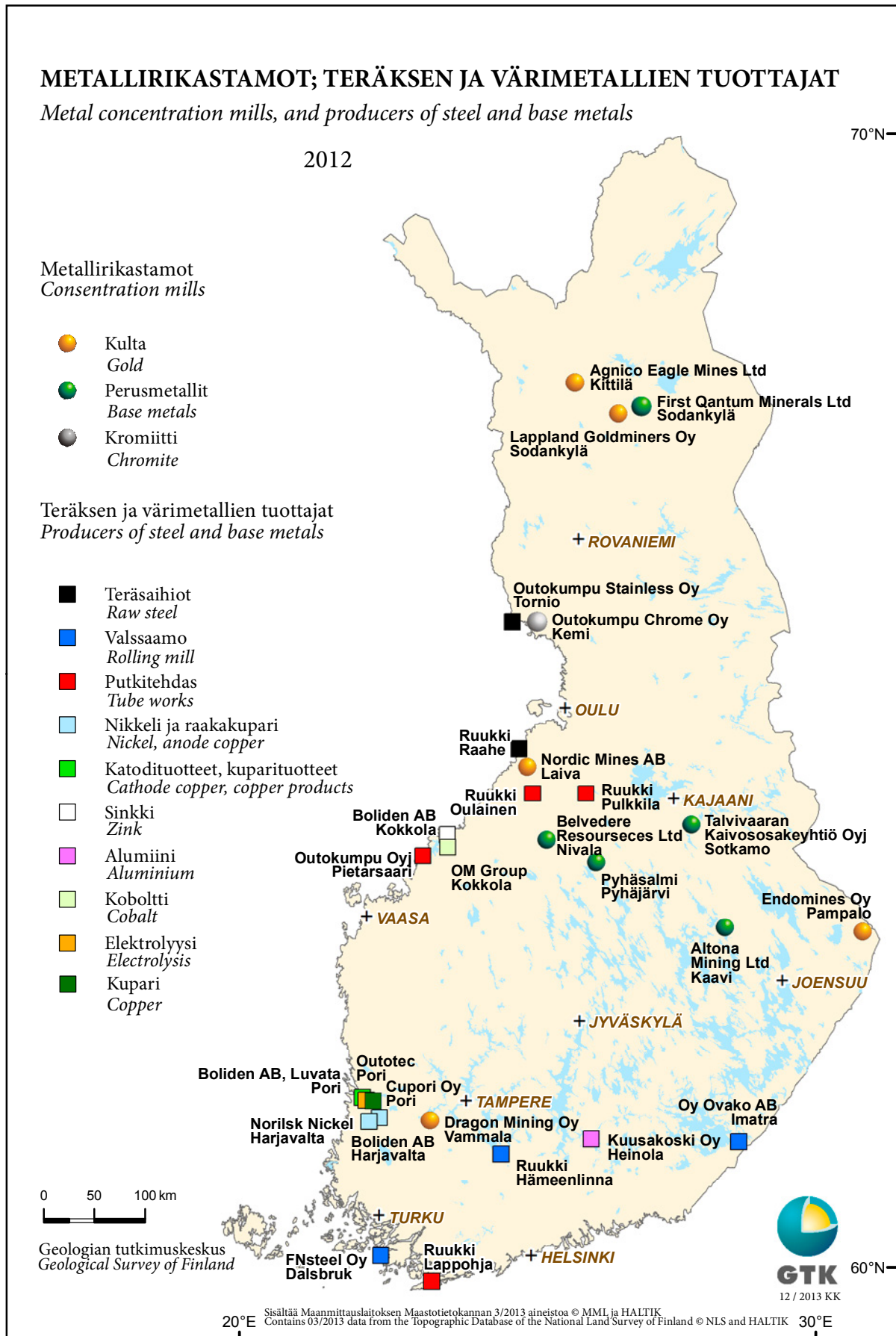
*Supplementary map 1. Metal concentration mills and metal refineries in Finland.*

Liitekartta 2. Metallogeeniset vyöhykkeet Suomessa.

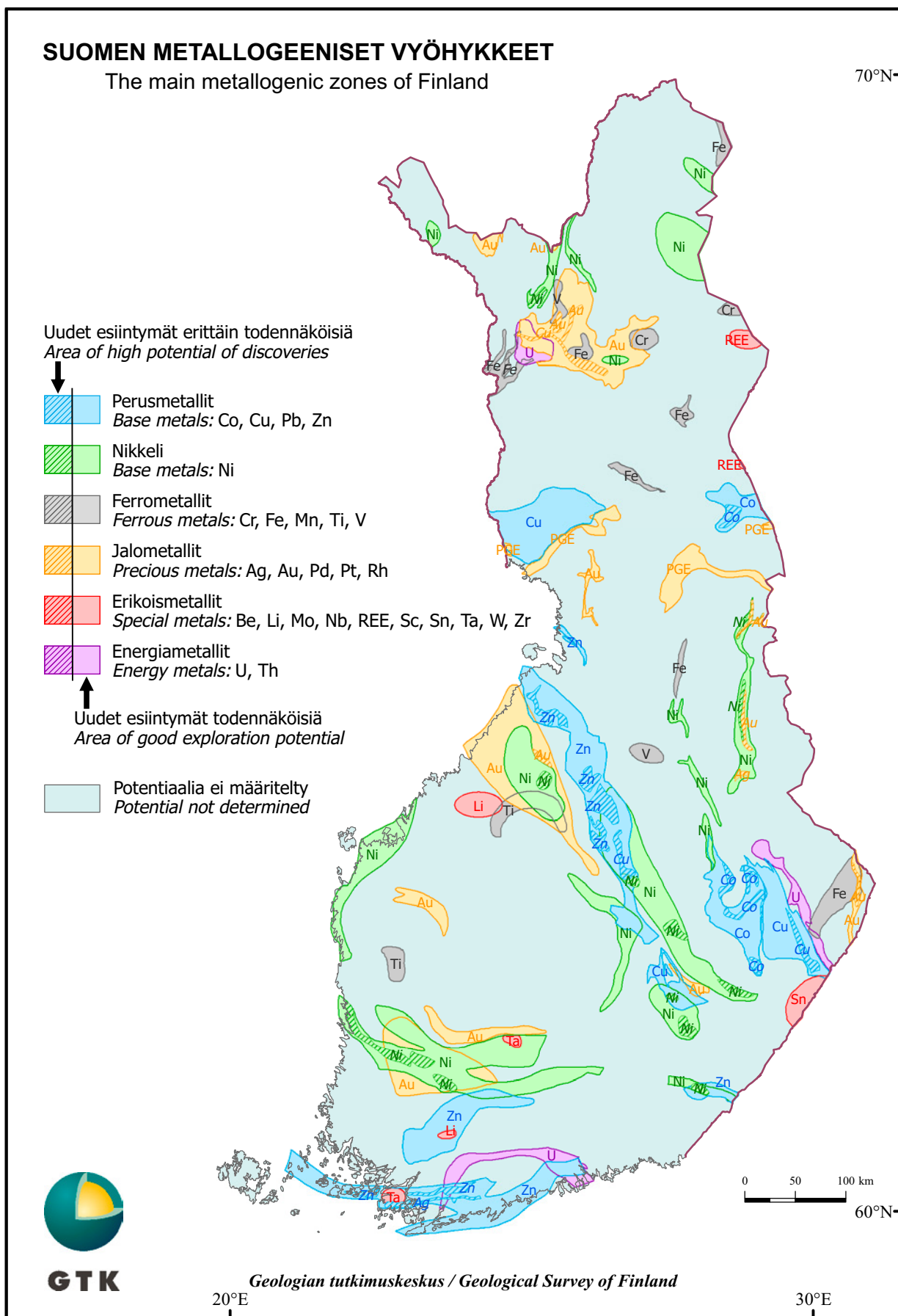
*Supplementary map 2. The main metallogenic zones in Finland.*

Liitekartta 1. Metallien rikastamot ja jalostamot Suomessa.

Supplementary map 1. Metal concentration mills and metal refineries in Finland.



Liitekartta 2. Metallogeeniset vyöhykkeet Suomessa.  
 Supplementary map 2. The main metallogenic zones in Finland.  
 Lähde / Source: Eilu et al. (2009).



## LIITE 2: TILASTOT APPENDIX 2: STATISTICS

Taulukko 1. Suomessa vuonna 2012 toimineet kaivoslain alaiset kaivokset ja louhokset.

*Table 1. Mines and quarries operating under the Finnish Mining Act in 2012.*

Taulukko 2. Teollisuusmineraalien louhinta (sisältää myös karbonaattikivet, teollisuuskivet ja jalokivet) ja karbonaattikivien käyttö Suomessa vuosina 1969–2012.

*Table 2. Extraction of industrial minerals (also including carbonate rocks, industrial rocks and gemstones) and the use of carbonate rocks in Finland during 1969–2012.*

Taulukko 3. Teollisuusmineraalirikasteiden ja -tuotteiden tuotanto Suomessa vuosina 1969–2012.

*Table 3. Production of concentrates and products of industrial minerals in Finland during 1969–2012.*

Taulukko 4. Metallimalmien louhinta sekä kromi-, rauta- ja titaanipitoisten rikasteiden tuotanto Suomessa vuosina 1969–2012.

*Table 4. Extraction of metallic ores and production of ferrous concentrates in Finland during 1969–2012.*

Taulukko 5a. Perusmetallirikasteiden tuotanto Suomessa vuosina 1968–2012.

*Table 5a. Production of base metal concentrates in Finland during 1968–2012.*

Taulukko 5b. Suomen kaivosyhtiöiden vuosikertomuksissaan ilmoittamat metallien tuotantomäärät 2010–2012.

*Table 5b. Metal production from the annual reports of Finnish mining companies during 2010–2012.*

Taulukko 6a. Metallien ja metallurgisten tuotteiden tuotanto Suomessa vuosina 1969–2012. Osa raaka-aineista on Suomen ulkopuolelta.

*Table 6a. Metals and metallurgical products produced in Finland during 1969–2012. The raw materials are partly imported.*

Taulukko 6b. Metallien ja metallurgisten tuotteiden tuotanto Suomessa vuosina 1969–2012. Osa raaka-aineista on Suomen ulkopuolelta.

*Table 6b. Metals and metallurgical products produced in Finland during 1969–2012. The raw materials are partly imported.*

Taulukko 7. EU:n määrittelemät kriittiset raaka-aineet, taloudellisesti merkittävimpiä ei-kriittisiä raaka-aineita sekä niiden kaivostuotanto ja löytömispotentiaali Suomessa.

*Table 7. Critical raw materials and some of the economically most important non-critical raw materials, defined by the EU, and the associated mining production and discovery potential in Finland.*

Taulukko 8. Kiviainesten arvioitu käyttö Suomessa vuosina 1990–2012.

*Table 8. Estimated use of rock aggregates in Finland during 1990–2012.*

Taulukko 9. Luonnonkivien ja niihin liittyvien sivukivien louhinta ja louhitun vuolukiven jalostus Suomessa vuosina 1979–2012.

*Table 9. Extraction of natural stones and associated left-over rocks and refining of extracted soapstones in Finland during 1979–2012.*

Taulukko 10. Turpeen tuotanto ja kulutus energiakäyttöön sekä ympäristöturpeen tuotanto Suomessa vuosina 1970–2012.

*Table 10. Extraction and consumption of peat for energy production and the production of environmental peat in Finland during 1970–2012.*

Taulukko 11. Geoenergian hyödyntäminen nimellisteholtaan alle 26 kW:n maalämpöpumppujen avulla Suomessa vuosina 1976–2012.

*Table 11. Utilisation of geoenergy via ground heat pumps with a nominal effect below 26 kW in Finland during 1976–2012.*

Taulukko 12. Metallisten malmien ja rikasteiden tuonnin arvo Suomeen vuosina 1995–2012 käypään hintaan.

*Table 12. Value of imports of metallic ores and concentrates at market prices to Finland during 1995–2012.*

Taulukko 13. Metallisten malmien ja rikasteiden tonnimääräinen tuonti Suomeen vuosina 1995–2012.

*Table 13. Imports of metallic ores and concentrates to Finland during 1995–2012.*

Taulukko 14. Metallisten malmien ja rikasteiden viennin arvo Suomesta vuosina 1995–2012 käypään hintaan.

*Table 14. Value of exports of metallic ores and concentrates at market prices from Finland during 1995–2012.*

Taulukko 15. Metallisten malmien ja rikasteiden tonnimääräinen vienti Suomesta vuosina 1995–2012.

*Table 15. Exports of metallic ores and concentrates from Finland during 1995–2012.*

Taulukko 16. Kaoliinin, kalkkikivien, kivihiilen ja muiden kaivannaisten kuin metallimalmien tuonti Suomeen vuosina 1995–2012.

*Table 16. Imports of kaolin, limestones, coal and other extractives (apart from metallic ores) to Finland during 1995–2012.*

Taulukko 17. Graniitin (luonnonkivenä), kiviainesten, talkin, turpeen ja pasuttamattoman rikki-kiisun vienti Suomesta vuosina 1995–2012.

*Table 17. Exports of granite (as natural stone), aggregates, talc, peat and unroasted pyrite from Finland during 1995–2012.*



Taulukko 1. Suomessa vuonna 2012 toimineet kaivoslain alaiset kaivokset ja louhokset.  
 Table 1. Mines and quarries operating under the Finnish Mining Act in 2012.

Kaivos / Louhos Kunta		Tärkeimmät arvoaineet	Haltija	Yhteensä nostettu (t)	Malmia (t)	Sivukiveä (t)
<i>Mine / Quarry</i>	<i>Municipality</i>	<i>Commodities</i>	<i>Operator</i>	<i>Total extraction (t)</i>	<i>Ore (t)</i>	<i>Leftover rocks (t)</i>
<b>Metallimalmit / Metallic ores</b>						
Suurikuusikko	Kittilä	Au	Agnico-Eagle Finland Oy	3 409 864	1 220 061	2 189 803
Hitura	Nivala	Ni, Cu	Belverede Mining Oy	659 125	659 125	0
Jokisivu	Huittinen	Au	Dragon Mining Oy	401 277	169 075	232 202
Orivesi	Orivesi	Au	Dragon Mining Oy	329 973	146 454	183 519
Pampalo	Ilomantsi	Au	Endomines Oy	368 000	250 790	117 210
Kevitsa	Sodankylä	Cu, Ni, PGM, Au	FQM Kevitsa Mining Oy	7 597 000	3 367 000	4 230 000
Kylylahti	Polvijärvi	Zn, Cu, Ni, Co	Kylylahti Copper Oy (Altona Mining Ltd)	726 600	380 257	346 343
Pahtavaara	Sodankylä	Au	Lappland Goldminers Oy	709 453	521 800	187 653
Laiva	Raahe	Au	Nordic Mines Marknad AB	5 116 709	1 519 470	3 597 239
Kemi	Keminmaa	Cr	Outokumpu Chrome Oy	1 901 269	1 246 859	654 410
Pyhäsalmi	Pyhäjärvi	Cu, Zn, S, Ag, Au	Pyhäsalmi Mine Oy (Inmet Mining Co)	1 426 482	1 384 216	42 266
Talvivaara	Sotkamo, Kajaani	Ni, Cu, Zn	Talvivaara Sotkamo Oy	14 179 005	8 726 892	5 452 113
<b>Yhteensä / Total: 12</b>				<b>36 824 757</b>	<b>19 591 999</b>	<b>17 232 758</b>
<b>Karbonaattikivet / Carbonate rocks</b>						
Matara	Juuka	Do	Juuan Dolomiittikalkki Oy	9 050	9 050	0
Reetinniemi	Paltamo	Do	Juuan Dolomiittikalkki Oy	44 400	44 000	400
Matkusjoki	Huittinen	Do, Kals	Nordkalk Oyj Abp	33 025	33 025	0
Putkinotko	Huittinen	Do, Kals	Nordkalk Oyj Abp	33 574	15 446	18 128
Ruokojärvi	Savonlinna	Do, Kals	Nordkalk Oyj Abp	9 647	9 647	0
Siivikkala	Huittinen	Do	Nordkalk Oyj Abp	19 687	11 583	8 104
Ihalainen	Lappeenranta	Do, Kals, Wo	Nordkalk Oyj Abp	2 174 355	1 391 980	782 375
Tytyri	Lohja	Kals	Nordkalk Oyj Abp	285 755	276 562	9 193
Limberg-Skräbböle	Parainen	Kals	Nordkalk Oyj Abp	2 503 661	1 556 267	947 394
Mustio	Raasepori	Kals	Nordkalk Oyj Abp	29 300	300	29 000
Sipoo	Sipoo	Do, Kals	Nordkalk Oyj Abp	75 004	75 004	0
Ryytimaa	Vimpeli	Do	Nordkalk Oyj Abp	56 495	54 000	2 495
Vesterbacka	Vimpeli	Do	Nordkalk Oyj Abp	8 500	8 500	0
Siikainen	Siikainen	Do	Nordkalk Oyj Abp	23 574	10 074	13 500
Hyypiämäki	Salo	Kals	Salon Mineraali Oy	111 287	109 385	1 902
Ankele	Pieksämäki	Do	SMA Mineral Oy	43 952	30 820	13 132
Kalkkimaa	Tornio	Do	SMA Mineral Oy	53 336	53 336	0
Rantamaa	Tornio	Do	SMA Mineral Oy	2 057	2 057	0
<b>Yhteensä / Total: 18</b>				<b>5 516 659</b>	<b>3 691 036</b>	<b>1 825 623</b>

Taulukko 1 jatkuu.

Table 1 continues.

Kaivos / Louhos Kunta		Tärkeimmät arvoaineet	Haltija	Yhteensä nostettu (t)	Malmia (t)	Sivukiveä (t)
Mine / Quarry	Municipality	Commodities	Operator	Total extraction (t)	Ore (t)	Leftover rocks (t)
<b>Muut teollisuusmineraalit / Other industrial minerals</b>						
Siilinjärvi	Siilinjärvi	Ap	Yara Suomi Oy	21 392 126	9 947 267	11 444 859
Horsmanaho	Polvijärvi	Tlk, Ni	Mondo Minerals B.V.	346 893	221 400	125 493
Pehmytkivi	Polvijärvi	Tlk	Mondo Minerals B.V.	1 532 402	289 216	1 243 186
Punasuo	Sotkamo	Tlk, Ni	Mondo Minerals B.V.	1 145 570	366 000	779 570
Uutela	Sotkamo	Tlk	Mondo Minerals B.V.	541 222	259 798	281 424
Sälpä	Kemiönsaari	Ms, Kv	Sibelco Nordic Oy Ab	73 020	33 688	39 332
Kinahmi	Siilinjärvi, Kuopio	Kv	Sibelco Nordic Oy Ab	85 880	80 076	5 804
Ristimaa	Tornio	Kv	SMA Mineral Oy	21 516	18 001	3 515
<b>Yhteensä / Total: 8</b>				<b>25 138 629</b>	<b>11 215 446</b>	<b>13 923 183</b>
<b>Teollisuuskivet / Industrial rocks</b>						
Joutsenenlampi	Lapinlahti	Al	Paroc Oy Ab	154 207	72 487	81 720
Lehlampi	Mäntyharju	Ol	Paroc Oy Ab	74 306	74 306	0
Vanhasuo	Savitaipale	Al, Mg, Fe	Paroc Oy Ab	40 052	40 052	0
<b>Yhteensä / Total: 3</b>				<b>268 565</b>	<b>186 845</b>	<b>81 720</b>
<b>Vuolukivet ja jalokivet / Soapstones and gemstones</b>						
Kännätsalo	Luumäki	Jk	Karelia Beryl Oy	135	0	135
Lampivaara	Pelkosenniemi	Jk	Kaivosyhtiö Arctic Ametisti Oy	10	5	5
Tevalaisen spektr.louhokset	Lappeenranta	Jk	Tielinen Teuvo	25	25	0
Nunnanlahti	Juuka	Vlk	Nunnanlahden Uuni Oy	82 070	24 944	57 126
Sara-aho	Polvijärvi	Vlk	Polvijärven Yrityspalvelu Oy	592	592	0
Koskela	Juuka	Vlk	Tulikivi Oyj	71 246	2 286	68 960
Tulikivi	Juuka	Vlk	Tulikivi Oyj	132 200	49 200	83 000
Vaaralampi	Juuka	Vlk	Tulikivi Oyj	125 535	12 395	113 140
Kivikangas	Suomussalmi	Vlk	Tulikivi Oyj	218 011	21 081	196 930
<b>Yhteensä / Total: 9</b>				<b>629 824</b>	<b>110 528</b>	<b>519 296</b>
<b>YHTEENSÄ / TOTAL: 50</b>				<b>68 378 434</b>	<b>34 795 854</b>	<b>33 582 580</b>

Lähde: Turvallisuus- ja kemikaalivirasto / Source: Finnish Safety and Chemicals Agency

Ap: apatiitti / *apatite*

Ol: oliiviini / *olivine*

Do: dolomiitti / *dolomite*

PGM: platinaryhmän metallit / *platinum group metals*

Jk: jalokivet / *gemstones*

Tlk: talkki / *talc*

Kals: kalsiitti / *calcite*

Vlk: vuolukivi / *soapstone*

Kv: kvartsi / *quartz*

Wo: wollastoniitti / *wollastonite*

Ms: maasälpä / *feldspar*

Muut arvoaineiden lyhenteet ovat alkuaineiden kemiallisia merkkejä / *Other abbreviations of commodities represent chemical symbols of chemical elements*

Taulukko 2. Teollisuusmineraalien louhinta (sisältää myös karbonaattikivet, teollisuuskivet ja jalokivet) ja karbonaattikivien käyttö Suomessa vuosina 1969–2012.

Table 2. Extraction of industrial minerals (also including carbonate rocks, industrial rocks and gemstones) and the use of carbonate rocks in Finland during 1969–2012.

Vuosi	Kokonais- louhinta	Malmi- louhinta	Sivukiven louhinta	Karbonaatti- kivien kokonais- käyttö	Sementin valmistus	Maan- parannus- kalkki	Kalkin- poltto	Rouheet, tekniset jauheet ym.
Year	Total extraction	Extraction of ore	Leftover rocks	Total use of limestones	Production of cement	Agricultural lime & dolomite	Quicklime production	Other end uses
	t	t	t	t	t	t	t	t
1969	5 162 352	4 617 427	544 925	3 718 781	2 411 034	462 883	402 110	220 576
1970	5 696 673	5 213 275	483 398	4 173 673	2 685 333	508 852	487 591	266 267
1971	5 570 592	5 114 074	456 518	3 752 422	2 347 560	485 272	481 048	265 207
1972	5 650 912	5 094 510	556 401	3 902 509	2 597 420	447 714	434 201	262 805
1973	6 132 319	5 442 157	690 161	4 345 811	2 909 003	509 858	445 717	323 880
1974	6 745 623	6 101 106	644 517	4 632 620	3 202 168	425 007	511 783	347 518
1975	6 353 070	5 738 599	614 471	4 373 323	2 861 309	631 213	481 974	262 177
1976	6 258 598	5 480 585	778 013	4 250 470	2 394 440	1 029 517	419 690	237 144
1977	7 188 418	5 613 365	1 575 053	3 964 924	2 534 889	653 629	430 345	247 707
1978	6 839 849	5 857 040	982 809	3 809 841	2 286 746	838 216	386 799	216 676
1979	7 306 752	5 936 787	1 369 965	3 875 688	2 339 487	801 999	439 105	214 691
1980	10 576 779	8 622 542	1 954 238	4 311 921	2 534 331	1 035 871	392 227	262 032
1981	10 779 459	8 569 762	2 209 698	3 819 300	2 416 092	630 590	382 903	315 009
1982	11 773 770	9 417 821	2 355 950	3 979 203	2 446 397	864 253	359 377	257 634
1983	15 754 227	12 282 328	3 471 899	4 661 800	2 608 400	1 370 100	344 100	287 300
1984	16 685 397	12 756 435	3 928 962	4 207 240	2 286 561	1 191 907	367 278	316 403
1985	16 865 354	13 261 706	3 603 648	4 367 716	2 217 455	1 453 040	357 309	313 456
1986	16 295 317	12 376 358	3 918 959	3 876 076	1 967 545	1 184 226	380 716	330 529
1987	17 432 168	12 889 397	4 542 770	4 039 146	2 053 833	1 203 238	382 496	397 579
1988	17 702 995	13 899 964	3 803 030	4 094 800	2 149 700	1 072 300	417 500	455 300
1989	17 721 272	14 064 570	3 656 702	4 338 073	2 107 245	1 187 852	464 044	578 932
1990	17 123 861	14 015 318	3 108 542	4 753 600	2 397 000	1 269 000	439 000	648 600
1991	16 048 737	12 458 520	3 590 216	3 864 300	1 714 000	1 119 800	396 600	633 900
1992	16 656 898	12 639 305	4 017 593	3 191 100	1 554 200	796 300	363 600	477 000
1993	16 232 844	12 293 591	3 939 253	2 956 600	1 005 400	1 034 700	348 200	568 300
1994	16 474 812	12 642 378	3 832 434	2 883 113	1 047 222	954 381	316 799	564 711
1995	17 325 790	12 686 814	4 638 977	2 903 081	1 145 103	789 000	308 500	660 478
1996	17 872 384	12 772 264	5 100 120	2 914 692	1 092 077	908 016	412 035	502 564
1997	18 799 732	13 589 923	5 209 809	3 375 657	1 374 000	898 152	351 735	751 770
1998	20 784 733	13 907 118	6 877 615	3 331 508	1 348 000	891 591	377 961	713 956
1999	21 620 542	14 559 571	7 060 971	3 333 683	1 400 977	857 878	389 696	685 132
2000	20 856 898	13 980 571	6 876 327	3 029 219	1 526 700	634 132	355 178	513 209
2001	21 017 617	14 777 539	6 240 078	3 275 991	1 514 166	805 934	333 220	622 671
2002	19 844 072	14 535 179	5 308 893	3 254 667	1 460 100	916 861	339 600	538 106
2003	21 454 366	15 538 156	5 916 210	3 038 602	1 410 500	625 796	423 800	578 506
2004	21 658 321	15 579 318	6 079 003	3 169 101	1 628 100	555 306	316 000	669 695
2005	23 567 811	15 479 167	8 088 644	3 074 237	1 537 230	566 132	341 740	629 135
2006	24 429 227	16 033 468	8 395 759	3 399 310	1 569 581	657 232	328 257	844 240
2007	24 870 359	16 301 106	8 569 253	3 574 177	1 764 300	547 461	310 000	952 416
2008	23 794 180	15 774 042	8 020 138	3 578 957	1 807 000	646 547	317 000	808 410
2009	18 928 030	12 156 666	6 771 364	2 602 283	1 132 000	687 431	191 000	591 852
2010	24 853 153	15 609 751	9 243 402	3 059 434	1 495 000	646 320	234 000	684 114
2011	28 085 402	15 967 678	12 117 724	2 973 718	1 600 000	450 233	220 000	703 485
2012	30 924 023	15 093 357	15 830 666	..	..	..	..	..

.. Tietoa ei saatavilla / Information not available

Lähde / Source: 1969–1996 Puustinen (2003), 1997–2011 Työ- ja elinkeinoministeriö / Ministry of Employment and the Economy, 2011–2012 Turvallisuus- ja kemikaalivirasto / Finnish Safety and Chemicals Agency

Taulukko 3. Teollisuusmineraalirikasteiden ja -tuotteiden tuotanto Suomessa vuosina 1969–2012.  
Table 3. Production of concentrates and products of industrial minerals in Finland during 1969–2012.

Vuosi	Apatiittirikaste	Talkki	Kvartsi	Maasälpä	Wollastoniitti	Kiille-rikaste	“Biotiitti” raaka-ainekäyttöön	Vuorivillan raaka-aineet
Year	Apatite concentrate	Talc	Quartz	Feldspar	Wollastonite	Mica concentrate	Industrial “biotite”	Rocks for rockwool production
	t	t	t	t	t	t	t	t
1969	-	28 740	80 680	57 099	5 200	-	-	..
1970	-	62 723	86 880	62 126	6 051	-	-	141 294
1971	-	100 679	86 197	64 062	5 549	-	-	129 276
1972	-	90 327	92 085	59 858	6 491	-	-	50 382
1973	-	109 704	92 937	58 318	6 547	-	-	74 179
1974	-	128 269	120 300	63 577	9 118	-	-	103 640
1975	2 107	124 260	105 480	68 577	13 089	-	-	77 806
1976	4 187	148 531	108 884	68 213	6 165	-	-	84 058
1977	2 550	156 584	119 040	71 890	8 904	-	-	70 467
1978	4 218	195 159	145 309	71 330	7 688	-	-	68 239
1979	2 688	267 180	216 798	67 928	10 576	-	-	103 639
1980	137 950	317 901	236 974	74 089	8 782	-	-	140 900
1981	200 927	307 915	255 169	63 066	13 690	-	-	140 500
1982	233 053	325 298	249 429	69 609	14 962	-	-	105 623
1983	381 216	318 430	213 000	52 066	15 402	-	-	134 237
1984	477 300	327 472	261 826	56 265	14 669	-	-	138 746
1985	511 500	318 547	223 425	52 940	16 917	-	-	113 669
1986	527 495	284 179	232 265	47 049	16 795	-	-	156 986
1987	553 279	324 474	233 508	51 632	15 768	-	-	109 224
1988	583 542	378 843	271 800	56 200	26 040	-	-	152 200
1989	579 690	397 835	273 935	54 581	31 436	-	-	184 100
1990	546 134	385 207	276 373	52 630	29 570	-	-	153 000
1991	472 459	360 790	200 987	53 337	27 844	4 693	-	124 400
1992	554 772	370 873	169 071	47 470	27 842	5 134	-	181 500
1993	627 570	399 316	166 953	51 477	26 796	4 488	-	65 053
1994	647 250	453 031	162 410	41 389	27 757	5 591	-	150 253
1995	671 242	464 290	236 801	42 100	29 600	5 403	-	120 047
1996	667 196	418 592	194 520	42 100	22 300	4 592	-	232 080
1997	689 053	437 066	155 509	40 000	21 000	5 630	-	120 718
1998	716 000	498 152	174 162	42 740	16 700	7 200	-	210 009
1999	734 000	508 770	203 525	43 827	13 883	8 500	-	340 356
2000	751 000	501 853	173 637	38 609	15 000	10 000	16 200	191 368
2001	767 020	476 620	163 226	36 145	18 399	9 684	59 400	193 598
2002	799 800	477 229	187 912	39 552	17 400	7 086	..	154 994
2003	799 339	501 658	219 180	59 362	17 300	9 337	65 140	266 005
2004	838 000	528 943	203 875	44 495	16 763	9 225	59 577	213 577
2005	822 987	508 169	194 070	42 783	15 950	9 473	59 381	224 016
2006	857 922	547 146	169 322	43 187	16 200	8 097	62 959	215 853
2007	830 989	535 882	232 295	48 980	16 364	11 449	57 720	352 301
2008	780 000	527 686	224 152	45 250	15 600	10 706	57 661	230 444
2009	658 347	375 302	154 689	23 120	9 200	7 855	53 860	145 665
2010	817 289	419 345	160 545	28 013	12 100	13 809	37 850	161 734
2011	869 694	429 494	153 159	26 292	11 500	12 896	31 504	223 584
2012	858 005	396 332	111 183	43 124	..	12 112	27 493	188 896

- Ei tuotannossa / Not in production

.. Tietoa ei saatavilla / Information not available

Lähde / Source: 1969–1996 Puustinen (2003), 1997–2010 Työ- ja elinkeinoministeriö / Ministry of Employment and the Economy, 2011–2012 Turvallisuus- ja kemikaalivirasto / Finnish Safety and Chemicals Agency

Taulukko 4. Metallimalmien louhinta sekä kromi-, rauta- ja titaanipitoisten rikasteiden tuotanto Suomessa vuosina 1969–2012.  
 Table 4. *Extraction of metallic ores and production of ferrous concentrates in Finland during 1969–2012.*

<b>Vuosi</b>	<b>Kokonais- louhinta</b>	<b>Malmin louhinta</b>	<b>Sivukiven louhinta</b>	<b>Kromirikaste</b>	<b>Rautarikaste ja palamalmi</b>	<b>Ilmeniitti- rikaste</b>
<b>Year</b>	<b>Total extraction</b>	<b>Extraction of ore</b>	<b>Leftover rocks</b>	<b>Chrome concentrate</b>	<b>Iron concentrates</b>	<b>Ilmenite concentrate</b>
	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>t</b>
1969	7 060 775	5 957 478	1 103 297	98 647	587 698	138 200
1970	7 645 703	6 051 907	1 593 796	148 112	579 595	151 000
1971	7 248 450	5 695 209	1 553 241	139 378	528 653	139 500
1972	9 490 145	7 482 111	2 008 034	104 571	573 389	149 500
1973	11 284 587	8 427 354	2 857 233	149 471	582 982	159 000
1974	12 351 708	8 483 795	3 867 913	165 479	569 447	152 000
1975	11 853 126	7 909 105	3 944 021	331 540	376 134	122 600
1976	11 298 054	9 119 159	2 178 895	413 981	676 797	122 600
1977	12 075 265	9 690 982	2 384 283	602 317	1 002 461	124 700
1978	12 613 079	9 682 480	2 930 599	506 966	1 092 562	131 900
1979	14 404 112	10 436 306	3 967 806	434 693	925 118	119 700
1980	14 202 807	10 074 648	4 128 159	340 952	810 006	159 000
1981	14 090 709	9 697 412	4 393 297	412 312	871 360	161 500
1982	15 500 424	9 792 924	5 707 500	345 018	883 800	167 800
1983	13 209 506	8 991 083	4 218 423	245 416	865 715	163 900
1984	15 247 313	9 061 404	6 185 909	445 904	889 512	167 000
1985	14 194 436	8 230 667	5 963 769	522 252	898 810	53 300
1986	13 558 325	6 904 188	6 654 137	678 091	643 000	-
1987	10 304 762	5 760 626	4 544 136	542 734	648 000	-
1988	12 612 092	6 177 680	6 434 412	619 723	555 550	-
1989	12 313 927	5 504 708	6 809 219	498 572	-	-
1990	11 568 816	5 575 143	5 993 673	489 265	-	-
1991	10 825 003	5 488 236	5 336 767	458 018	-	-
1992	9 095 532	4 734 598	4 360 934	499 305	-	-
1993	11 075 257	4 889 853	6 185 404	510 918	-	-
1994	12 431 213	4 606 972	7 824 241	572 747	-	-
1995	13 729 861	3 159 400	10 570 461	597 674	-	-
1996	16 459 565	3 418 852	13 040 713	582 174	-	-
1997	15 602 323	3 471 597	12 130 726	588 900	-	-
1998	14 146 370	3 215 019	10 931 351	498 100	-	-
1999	14 061 562	3 101 275	10 960 287	597 400	-	-
2000	11 724 713	3 338 525	8 386 188	628 400	-	-
2001	9 347 890	2 940 334	6 407 556	575 126	-	-
2002	8 818 268	3 185 150	5 633 118	566 090	-	-
2003	8 105 374	3 243 608	4 861 766	549 000	-	-
2004	8 104 728	3 636 679	4 468 049	580 000	-	-
2005	4 807 665	3 623 531	1 184 134	571 100	-	-
2006	4 940 440	3 605 223	1 335 217	548 713	-	-
2007	6 931 345	3 732 900	3 198 445	556 101	-	-
2008	13 919 331	6 311 123	7 608 208	613 544	-	-
2009	26 640 453	11 845 051	14 795 402	246 818	-	-
2010	45 781 906	18 191 462	27 590 444	598 085	-	-
2011	43 326 236	17 213 074	26 113 162	692 527	-	-
2012	36 824 757	19 591 999	17 232 758	425 217	-	-

- Ei tuotannossa / *Not in production*

Lähde / *Source*: 1969–1996 Puustinen (2003), 1997–2010 Työ- ja elinkeinoministeriö / *Ministry of Employment and the Economy*,  
 2011–2012 Turvallisuus- ja kemikaalivirasto / *Finnish Safety and Chemicals Agency*

Taulukko 5a. Perusmetallirikasteiden tuotanto Suomessa vuosina 1968–2012.

Table 5a. Production of base metal concentrates in Finland during 1968–2012.

<b>Vuosi</b>	<b>Sinkki- rikaste</b>	<b>Nikkeli- rikaste</b>	<b>Kupari- rikaste</b>	<b>Rikkikiisu- rikaste</b>	<b>Koboltti- rikaste</b>	<b>Muut rikasteet</b>
<b>Year</b>	<b>Zinc concentrate</b>	<b>Nickel concentrate</b>	<b>Copper concentrate</b>	<b>Pyrite concentrate</b>	<b>Cobalt concentrate</b>	<b>Other concentrates</b>
	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>t</b>
1968	120 257	52 028	142 373	776 065	-	20 371
1969	132 436	71 095	155 369	918 899	-	18 001
1970	119 668	105 065	145 933	970 703	4 051	15 882
1971	98 819	66 121	126 077	865 612	4 036	10 049
1972	96 496	107 537	162 574	856 719	1 995	6 980
1973	110 452	122 511	178 023	777 426	20 679	4 144
1974	117 941	122 252	173 644	703 790	25 831	2 975
1975	108 064	116 460	186 698	519 067	209 287	2 206
1976	122 532	115 595	189 167	494 118	190 941	3 066
1977	131 223	81 065	193 891	295 015	197 908	1 393
1978	110 718	64 152	196 911	215 765	168 267	1 696
1979	109 571	87 540	175 767	341 967	147 893	2 922
1980	116 633	100 471	156 432	321 797	143 807	2 696
1981	108 428	90 311	164 695	403 352	136 061	3 623
1982	111 544	90 972	159 383	385 465	143 933	3 111
1983	116 212	60 383	164 613	448 848	147 910	4 033
1984	126 345	86 481	136 435	425 707	130 345	5 015
1985	127 056	104 234	120 245	492 822	132 726	5 037
1986	124 410	110 161	111 916	546 782	116 024	4 552
1987	107 878	105 532	85 568	621 050	38 257	5 226
1988	124 306	123 549	86 378	614 940	-	4 933
1989	112 787	130 552	56 746	737 796	-	7 224
1990	99 084	135 397	68 053	671 661	-	6 460
1991	107 519	121 259	60 458	724 114	-	19 938
1992	60 022	135 200	60 396	652 907	-	14 908
1993	42 400	127 470	44 154	690 887	-	6 000
1994	32 732	106 548	49 615	774 666	-	2 707
1995	32 074	65 963	43 129	828 679	-	5 839
1996	51 062	39 400	35 944	869 000	-	8 088
1997	60 900	38 918	31 900	740 000	-	2 360
1998	58 400	22 802	35 600	770 000	-	10 702
1999	37 700	6 760	38 400	840 000	-	827
2000	31 100	24 502	41 900	823 800	-	3 739
2001	37 300	32 836	40 500	583 300	-	-
2002	63 280	37 093	49 920	570 450	-	-
2003	70 782	41 289	50 891	673 553	-	-
2004	68 380	45 914	52 179	692 043	-	-
2005	74 369	39 854	51 319	461 341	-	-
2006	66 327	40 474	44 663	512 131	-	-
2007	71 812	44 824	46 325	485 780	-	-
2008	52 518	43 038	46 096	565 204	-	-
2009	56 197	11 413	50 876	383 901	-	-
2010	95 305	43 151	50 709	584 085	-	-
2011	91 196	87 974	48 668	804 884	-	-
2012	89 026	99 089	104 393	909 299*	117 819	-

- Ei tuotannossa / Not in production

\* Päivitetty / Updated

Lähde / Source: 1968–1996 Puustinen (2003), 1997–2010 Työ- ja elinkeinoministeriö / Ministry of Employment and the Economy, 2011–2012 Turvallisuus- ja kemikaalivirasto / Finnish Safety and Chemicals Agency

Taulukko 5b. Suomen kaivosyhtiöiden vuosikertomuksissaan ilmoittamat metallien tuotantomäärät 2010–2012.  
 Table 5b. Metal production from the annual reports of Finnish mining companies during 2010–2012.

Kaivos <i>Mine</i>	Vuosi <i>Year</i>	Tuotetut metallimäärät <i>Metals produced</i>						
		Ni (t)	Zn (t)	Cu (t)	FeCr (t)	Au (t)	Pd (t)	Pt (t)
Hitura	2010	858						
Hitura	2011	2 156						
Hitura	2012	2 282						
Jokisivu*	2010					0,278		
Jokisivu*	2011					0,204		
Jokisivu*	2012					0,287		
Kemi	2010				238 000			
Kemi	2011				231 000			
Kemi	2012				229 000			
Kevitsa	2010							
Kevitsa	2011							
Kevitsa	2012	3 875		8 094		0,167	0,379	0,429
Kylylahti	2010							
Kylylahti	2011							
Kylylahti <sup>o</sup>	2012		798	4 751		0,149		
Laiva	2010							
Laiva	2011							
Laiva	2012					0,932		
Orivesi*	2010					0,701		
Orivesi*	2011					0,513		
Orivesi*	2012					0,397		
Pahtavaara	2010					0,739		
Pahtavaara	2011					0,621		
Pahtavaara	2012					0,575		
Pampalo	2010							
Pampalo	2011					0,616		
Pampalo	2012					0,867		
Pyhäsalmi	2010		30 100	14 700				
Pyhäsalmi	2011		32 300	14 000				
Pyhäsalmi	2012		25 600	12 600				
Suurikuusikko	2010					3,925		
Suurikuusikko	2011					4,465		
Suurikuusikko	2012					5,470		
Talvivaara	2010	10 382	25 462					
Talvivaara	2011	16 087	31 815					
Talvivaara	2012	12 916	25 867					
YHT / TOT	2010	11 240	55 562	14 700	238 000	5,643		
YHT / TOT	2011	18 243	64 115	14 000	231 000	6,419		
YHT / TOT	2012	19 073	52 265	25 445	229 000	8,844	0,379	0,429

\* Arvioitu ilmoitetusta Jokisivun ja Oriveden kaivosten yhteenlasketusta kullan tuotantomäärästä prosentiosuutena, joka on laskettu kustakin kaivoksesta prosessiin tulleen malmin määrän ja sen kultapitoisuuden perusteella.

*Estimated from the reported total gold production of Jokisivu and Orivesi mines, based on the relative proportion (%) calculated from the mass of ore processed from each mine and its gold grade.*

<sup>o</sup> Kalenterivuoden tuotanto selvitetty Q-raporteista / Production during calendar year based on Q reports.

Taulukko 6a. Metallien ja metallurgisten tuotteiden tuotanto Suomessa vuosina 1969–2012. Osa raaka-aineista on Suomen ulkopuolelta.

*Table 6a. Metals and metallurgical products produced in Finland during 1969–2012. The raw materials are partly imported.*

<b>Vuosi</b>	<b>Teräsaihiot*</b>	<b>Harkkorauta</b>	<b>Ferrokromi</b>	<b>Sinkki</b>	<b>Katodikupari</b>	<b>Ni-tuotteet**</b>
<b>Year</b>	<b>Raw steel*</b>	<b>Pig iron</b>	<b>Ferro chrome</b>	<b>Zinc</b>	<b>Cathode copper</b>	<b>Ni products**</b>
	<b>1000 t</b>	<b>1000 t</b>	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>t Ni</b>
1969	-	1 162	25 869	1 384	33 877	3 722
1970	-	1 164	33 021	55 820	34 047	4 009
1971	-	1 029	35 323	63 702	32 339	3 890
1972	-	1 183	24 324	81 096	38 424	5 458
1973	-	1 412	39 569	80 662	42 907	5 839
1974	-	1 381	47 932	91 786	38 277	6 455
1975	-	1 368	39 787	109 885	35 764	6 104
1976	1 644	1 329	40 353	110 633	38 149	7 191
1977	2 196	1 763	33 616	137 980	42 755	9 274
1978	2 333	1 916	44 801	132 935	42 719	7 292
1979	2 463	2 038	49 116	147 064	43 027	11 176
1980	2 508	2 019	52 722	146 719	40 542	12 646
1981	2 428	1 965	51 624	139 835	33 796	13 051
1982	2 414	1 944	54 532	143 882	47 949	12 304
1983	2 416	1 898	58 698	155 336	55 376	14 514
1984	2 632	2 034	58 644	158 819	57 318	15 282
1985	2 518	1 891	133 350	160 560	58 766	15 656
1986	2 586	1 978	145 271	155 397	64 235	16 243
1987	2 669	2 063	155 019	151 467	59 538	17 689
1988	2 798	2 174	154 827	156 076	55 846	16 343
1989	2 921	2 284	135 997	162 508	69 911	13 090
1990	2 861	2 283	155 495	174 923	69 030	17 136
1991	2 890	2 332	195 612	170 389	64 908	13 146
1992	3 077	2 452	196 870	170 523	71 352	14 984
1993	3 256	2 535	195 063	170 934	73 373	14 577
1994	3 420	2 597	253 450	173 000	69 187	16 902
1995	3 176	2 242	232 000	177 000	73 700	14 800
1996	3 301	2 457	236 000	176 000	110 700	15 200
1997	3 734	2 786	236 652	175 000	116 000	13 500
1998	3 952	2 920	230 906	199 000	123 000	15 800
1999	3 956	2 954	256 300	225 200	114 700	18 700
2000	4 096	2 983	260 600	222 900	114 000	21 879
2001	3 938	2 852	236 000	248 800	115 500	17 900
2002	4 003	2 828	248 000	235 300	126 016	18 500
2003	4 765	3 092	250 000	265 900	135 713	50 989
2004	4 832	3 037	264 492	284 500	132 384	49 580
2005	4 738	3 056	234 881	281 904	132 126	39 159
2006	5 054	3 158	243 350	282 238	137 961	47 469
2007	4 431	2 915	242 000	305 543	109 870	55 000
2008	4 417	2 943	234 000	297 722	131 249	51 963
2009	3 066	..	123 000	295 049	105 411	41 556
2010	4 029	..	238 000	307 144	120 528	49 772
2011	3 989	..	231 405	307 352	124 360	49 823
2012	3 759	..	228 744	314 742	129 256	46 275

\* Sisältää jaloteräsaihiot / *Includes stainless steel*

\*\* Ennen vuotta 2003 luvut vastaavat katodinikkelin tuotantoa / *Values before 2003 represent production of cathode nickel*

- Ei tuotannossa / *Not in production*

.. Tietoa ei saatavilla / *Information not available*

Lähde / *Source: 1969–1996 Puustinen (2003), 1997–2012 Työ- ja elinkeinoministeriö / Ministry of Employment and the Economy*



Taulukko 6b. Metallien ja metallurgisten tuotteiden tuotanto Suomessa vuosina 1969–2012. Osa raaka-aineista on Suomen ulkopuolelta.

Table 6b. *Metals and metallurgical products produced in Finland during 1969–2012. The raw materials are partly imported.*

<b>Vuosi</b>	<b>Kadmium</b>	<b>Kobolttituotteet</b>	<b>Elohopea</b>	<b>Seleeni</b>	<b>Hopea</b>	<b>Kulta</b>
<b>Year</b>	<b>Cadmium</b>	<b>Cobalt products</b>	<b>Mercury</b>	<b>Selenium</b>	<b>Silver</b>	<b>Gold</b>
	<b>t</b>	<b>t Co</b>	<b>kg</b>	<b>kg</b>	<b>kg</b>	<b>kg</b>
1969	0	-		6 197	19 438	587
1970	89	-		6 946	20 857	888
1971	120	-	4 659	6 273	15 708	468
1972	175	-	7 309	5 069	14 774	442
1973	179	-	6 760	9 171	23 533	615
1974	156	-	6 320	9 690	23 600	645
1975	217	-	10 654	8 477	22 071	691
1976	344	-	13 186	9 931	24 279	861
1977	383	-	21 718	11 654	25 576	852
1978	489	-	39 477	16 830	35 701	905
1979	491	-	16 467	17 541	32 750	881
1980	503	-	74 819	17 250	51 470	1 303
1981	621	-	67 190	19 422	40 251	922
1982	566	-	71 273	10 020	39 830	1 144
1983	616	-	64 000	11 172	34 371	802
1984	614	-	79 000	16 975	39 994	972
1985	565	-	125 138	14 038	39 543	689
1986	532	-	146 138	5 693	44 931	1 384
1987	428	-	144 047	23 638	52 454	1 857
1988	808	-	130 204	25 073	33 186	2 021
1989	569	-	158 679	27 969	33 129	2 490
1990	484	-	140 972	31 160	29 760	2 813
1991	471	-	74 000	35 210	31 278	2 229
1992	580	-	85 000	30 040	28 484	1 575
1993	332	-	98 000	30 400	30 078	1 368
1994	876	-	89 000	29 200	26 098	1 372
1995	535	-	90 000	27 000	27 100	2 060
1996	648	-	88 000	41 000	33 800	3 070
1997	490	-	63 000	43 000	32 200	4 775
1998	520	-	54 000	43 200	29 700	4 980
1999	700	-	55 000	36 800	30 700	6 938
2000	680	-	76 100	36 900	23 600	4 960
2001	600	7 947	71 200	41 900	22 800	5 550
2002	4	8 240	50 600	37 100	29 900	4 670
2003	–	7 989	25 000	51 600	33 960	5 579
2004	–	7 893	23 500	64 770	49 449	6 222
2005	–	8 171	34 200	65 675	47 462	3 747
2006	–	8 582	22 820	70 458	50 843	5 292
2007	–	9 173	45 000	52 171	44 895	4 261
2008	–	9 645	33 120	64 730	69 906	4 148
2009	–	8 970	6 210	59 040	70 062	5 749
2010	–	9 429	9 000	73 130	64 596	7 628
2011	–	10 627	–	85 663	73 081	8 461
2012	–	10 562	–	92 769	128 200	10 886*

- Ei tuotannossa / *Not in production*

.. Tietoa ei saatavilla / *Information not available*

\* Päivitetty / *Updated*

Lähde / *Source*: 1969–1996 Puustinen (2003), 1997–2012 Työ- ja elinkeinoministeriö / *Ministry of Employment and the Economy*,  
 2011–2012 Turvallisuus- ja kemikaalivirasto / *Finnish Safety and Chemicals Agency*

Taulukko 7. EU:n määrittelemät kriittiset raaka-aineet, taloudellisesti merkittävimpiä ei-kriittisiä raaka-aineita sekä niiden kaivostuotanto ja löytymispotentiaali Suomessa.

Table 7. Critical raw materials and some of the economically most important non-critical raw materials, defined by the EU, and the associated mining production and discovery potential in Finland.

<b>Metalli tai mineraali</b>	<b>Kaivostuotanto Suomessa</b>	<b>Löytymispotentiaali Suomessa</b>
<i>Metal or mineral</i>	<i>Mining production in Finland</i>	<i>Discovery potential in Finland</i>
<b>Kriittiset / Critical</b>		
Antimoni	Esiintymiä	Kohtalainen
Beryllium	Esiintymiä	Kohtalainen
Boraatti	Ei esiintymiä	Ei
Fluorisälpä	Ei esiintymiä	Alhainen
Fosfaatti	Kaivostuotantoa	Hyvä
Gallium	Ei esiintymiä	Alhainen
Germanium	Ei esiintymiä	Alhainen
Grafiitti	Esiintymiä	Hyvä
Harvinaiset maametallit (kevyet)	Esiintymiä	Hyvä
Harvinaiset maametallit (raskaat)	Esiintymiä	Kohtalainen
Indium	Ei esiintymiä	Alhainen
Kivihilli	Ei esiintymiä	Ei
Koboltti	Kaivostuotantoa	Hyvä
Kromi	Kaivostuotantoa	Hyvä
Magnesiitti	Esiintymiä	Kohtalainen
Magnesium	Esiintymiä	Kohtalainen
Niobium	Kaivosprojekteja	Hyvä
Pii (metallinen)	Esiintymiä	Alhainen
Platinaryhmän metallit	Kaivostuotantoa	Hyvä
Volframi	Esiintymiä	Kohtalainen
<b>Ei-kriittisiä, taloudellisesti merkittävimpiä (abioottiset) / Non-critical, high economical importance (abiotic)</b>		
Alumiini	Ei esiintymiä	Kohtalainen
Bauksiitti	Ei esiintymiä	Ei
Hafnium	Esiintymiä	Kohtalainen
Kalkkikivi	Kaivostuotantoa	Hyvä
Kipsi	Ei esiintymiä	Alhainen
Kali	Ei esiintymiä	Ei
Kupari	Kaivostuotantoa	Hyvä
Kvartsi (silica sand)	Kaivostuotantoa	Hyvä
Litium	Kaivosprojekteja	Hyvä
Mangaani	Kaivosprojekteja	Kohtalainen
Molybdeeni	Esiintymiä	Kohtalainen
Nikkeli	Kaivostuotantoa	Hyvä
Rauta	Kaivosprojekteja	Kohtalainen
Seleen	Kaivostuotantoa	Hyvä
Sinkki	Kaivostuotantoa	Hyvä
Talkki	Kaivostuotantoa	Hyvä
Tantaali	Esiintymiä	Hyvä
Telluuri	Esiintymiä	Hyvä
Tina	Esiintymiä	Kohtalainen
Titaani	Kaivosprojekteja	Hyvä
Vanadiini	Kaivosprojekteja	Hyvä

Lähde: European Commission (2014), GTK:ta (2010) mukailten  
Source: European Commission (2014), modified after GTK (2010)

Taulukko 8. Kiviainesten arvioitu käyttö Suomessa vuosina 1990–2012.  
 Table 8. Estimated use of rock aggregates in Finland during 1990–2012.

<b>Vuosi</b>	<b>Kokonaiskäyttö</b>	<b>Kalliomurske</b>	<b>Jalostettu sora ja hiekka</b>	<b>Jalostamaton sora ja hiekka</b>
<i>Year</i>	<i>Total use</i>	<i>Crushed rock</i>	<i>Screened gravel and sand</i>	<i>Unscreened gravel and sand</i>
	<b>Mt</b>	<b>Mt</b>	<b>Mt</b>	<b>Mt</b>
1990	106	24	31	51
1991	94	24	26	44
1992	86	24	23	39
1993	73	24	18	31
1994	76	26	20	30
1995	76	28	20	28
1996	73	28	18	27
1997	78	30	20	28
1998	85	33	20	32
1999	92	36	21	35
2000	92	37	23	32
2001	91	38	23	30
2002	90	39	22	29
2003	92	40	21	31
2004	100	43	24	33
2005	98	45	24	29
2006	105	49	24	32
2007	113	54	26	33
2008	113	60	25	28
2009	84	47	16	21
2010	84	48	16	20
2011	89	53	17	19
2012	88	54	17	17

Lähde: Laine (1994), Suomen ympäristökeskus ja INFRA ry /  
 Source: Laine (1994), Finnish Environmental Institute and INFRA

Taulukko 9. Luonnonkivien ja niihin liittyvien sivukivien louhinta ja louhitun vuolukiven jalostus Suomessa vuosina 1979–2012.

Table 9. Extraction of natural stones and associated left-over rocks and refining of extracted soapstones in Finland during 1979–2012.

<b>Vuosi</b>	<b>*Graniitit, liuskeet</b>	<b>*Sivukivi (graniitit, liuskeet)</b>	<b>Vuolukivi</b>	<b>Sivukivi (vuolukivi)</b>	<b>Vuolukivituotteet</b>
<b>Year</b>	<b>*Granites, schists</b>	<b>*Leftover rocks (granites, schists)</b>	<b>Soapstone</b>	<b>Leftover rocks (soapstone)</b>	<b>Soapstone products</b>
	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>t</b>
1979	..	..	1 450	3 650	..
1980	..	..	6 790	6 650	..
1981	..	..	1 630	10 750	..
1982	..	..	2 013	6 041	..
1983	..	..	8 385	8 547	3 700
1984	..	..	1 010	11 200	7 200
1985	..	..	21 015	61 077	10 400
1986	..	..	45 616	94 837	10 035
1987	..	..	45 097	121 890	14 768
1988	..	..	52 163	154 247	20 225
1989	..	..	78 812	237 774	31 857
1990	..	..	84 240	284 635	33 570
1991	..	..	95 363	275 697	30 583
1992	..	..	66 283	165 540	31 932
1993	..	..	92 802	558 646	34 533
1994	..	..	110 004	462 530	38 105
1995	..	..	75 451	315 046	46 036
1996	..	..	90 686	358 484	35 915
1997	..	..	111 595	504 251	55 589
1998	..	..	180 023	695 684	39 544
1999	560 912	1 818 825	123 063	904 506	37 339
2000	441 785	2 191 825	135 655	927 986	38 010
2001	564 607	2 432 359	153 298	1 127 875	42 418
2002	507 124	1 499 033	111 463	941 156	40 304
2003	481 927	2 368 998	131 672	969 584	42 472
2004	565 446	2 053 050	145 113	969 262	40 314
2005	589 805	2 205 199	163 124	1 289 788	39 684
2006	620 366	2 433 617	184 511	1 092 289	50 282
2007	628 515	2 162 232	193 464	1 432 448	41 795
2008	407 878	2 844 155	157 452	945 864	50 323
2009	257 969	2 030 376	128 653	714 978	30 953
2010	285 198	1 606 057	92 518	794 919	31 930
2011	378 129**	2 001 939**	81 873	556 033	28 827
2012	411 196	2 176 897	110 498	519 156	27 708

.. Tietoa ei saatavilla / *Information not available*

\* Käytetty muuntokerrointa / *Conversion factor 2,8 (k-m<sup>3</sup> → t)*

\*\* Päivitetty / *Updated*

*Graniitit ja liuskeet: Suomen ympäristökeskus / Granites and schists: Finnish Environment Institute*

*Vuolukivet / Soapstones: 1979–1996 Puustinen (2003), 1997–2010 Työ- ja elinkeinoministeriö / Ministry of Employment and the Economy, 2011–2012 Turvallisuus- ja kemikaalivirasto / Finnish Safety and Chemicals Agency*

Taulukko 10. Turpeen tuotanto ja kulutus energiakäyttöön sekä ympäristöturpeen tuotanto Suomessa vuosina 1970–2012.  
 Table 10. Extraction and consumption of peat for energy production and the production of environmental peat in Finland during 1970–2012.

Vuosi	Jyrsin- turve	Pala- turve	**Yht.	**Yht.	Turve- pelletti	***Tuotanto yht.	***Kulutus yht.	Ympäristö- ja kasvuturve
Year	Milled peat	Sod peat	**Total	**Total	Peat pellets	***Total production	***Total consumption	Environ- mental peat
	1000 m <sup>3</sup>	1000 m <sup>3</sup>	1000 m <sup>3</sup>	GWh	1000 t	GWh	GWh	1000 m <sup>3</sup>
1970	..	..	284	236	..	236	248	..
1971	..	..	332	276	..	276	248	..
1972	..	..	452	372	..	372	271	..
1973	..	..	718	587	..	587	440	..
1974	..	..	347	281	..	281	485	..
1975	..	..	2 238	1 809	..	1 809	485	..
1976	..	..	2 560	2 112	..	2 112	891	..
1977	..	..	3 219	2 498	..	2 498	1 444	..
1978	..	..	5 611	4 496	..	4 496	3 373	..
1979	..	..	4 654	3 647	..	3 647	4 545	..
1980	..	..	9 203	7 053	..	7 053	4 738	1 569
1981	..	..	3 909	2 923	..	2 923	5 212	619
1982	..	..	16 500	14 066	..	14 066	6 464	1 750
1983	..	..	10 066	9 079	..	9 079	8 438	832
1984	..	..	8 140	7 801	..	7 801	9 645	737
1985	..	..	9 515	9 303	..	9 303	11 427	1 039
1986	..	..	21 320	20 176	..	20 176	12 036	1 351
1987	..	..	7 250	6 815	..	6 815	12 612	760
1988	..	..	14 720	13 893	..	13 893	11 529	1 470
1989	..	..	17 970	16 926	..	16 926	10 965	1 770
1990	17 305	736	18 041	18 950	..	18 950	14 801	1 480
1991	8 424	1 147	9 571	8 978	..	8 978	15 554	1 034
1992	18 628	1 423	20 051	18 945	..	18 945	16 307	1 784
1993	9 668	2 169	11 837	11 513	..	11 513	17 924	1 135
1994	23 223	2 810	26 033	25 344	..	25 344	20 460	2 145
1995	24 278	2 296	26 574	25 367	..	25 367	22 060	1 111
1996	25 332	1 696	27 028	25 000	..	25 000	24 299	1 296
1997	31 095	1 751	32 847	31 180	..	31 180	24 438	1 626
1998	4 818	682	5 500	5 304	..	5 304	22 421	313
1999	25 046	1 894	26 940	25 742	..	25 742	19 937	2 420
2000	12 261	1 292	13 553	12 663	..	12 663	17 203	1 029
2001	19 190	1 315	20 506	19 538	..	19 538	23 868	2 182
2002	25 771	1 174	26 945	25 471	..	25 471	24 930	2 413
2003	21 672	1 254	22 927	21 306	..	21 306	27 550	1 700
2004	9 194	741	9 935	10 295	27	10 429	24 667	1 000
2005	25 464	1 128	26 593	24 718	29	24 864	19 107	2 112
2006	38 100	1 300	39 400	36 755	4	36 773	26 000	3 568
2007	13 053	817	13 870	12 663	9	12 663	28 406	977
2008	13 900	900	14 850	12 200	33	12 231	22 627	1 300
2009	25 000	1 800	26 800	25 300	42	25 510	19 929	2 300
2010	22 200	1 200	23 400	20 900	25	23 425	26 400	2 000
2011	19 000	1 800	20 800	18 700	46	20 846	23 600	1 500
2012	11 900	1 500	13 400	11 000	..	13 400	18 300	1 500

.. Tieto ei ole saatavilla / Data not available

\*\* Sisältää turpeen käytön sähkön ja lämmön yhteistuotannossa sekä lämmön erillistuotannossa /  
 Includes peat used to make electricity and heat.

\*\*\* Sisältää jyrsinturpeen, palaturpeen ja turvepelletit / Includes milled peat, sod peat and peat pellets

Lähde: Tilastokeskus, Bioenergia ry. / Source: Statistics Finland, The Bioenergy Association of Finland

Taulukko 11. Geoenergian hyödyntäminen nimellisteholtaan alle 26 kW:n maalämpöpumppujen avulla Suomessa vuosina 1976–2012.

Table 11. Utilisation of geoenergy via ground heat pumps with a nominal effect below 26 kW in Finland during 1976–2012.

<b>Vuosi</b>	<b>*Määrä</b>	<b>Kapasiteetti</b>	<b>Tuotettu lämpö</b>	<b>Kulutettu sähkö</b>	<b>**Primäärisesti säästetty</b>
<b>Year</b>	<b>*Amount</b>	<b>Capacity</b>	<b>Heat produced</b>	<b>Electricity used</b>	<b>**Energy primarily saved</b>
	<b>kpl / ct</b>	<b>MW</b>	<b>MWh</b>	<b>MWh</b>	<b>MWh</b>
1976	200	2	9 295	3 380	5 915
1977	600	7	26 438	9 614	16 824
1978	1 300	15	61 037	22 195	38 842
1979	2 300	27	99 462	36 168	63 294
1980	3 900	46	177 443	64 525	112 919
1981	5 800	69	253 981	92 357	161 624
1982	7 900	94	331 307	120 475	210 832
1983	10 100	120	402 103	146 219	255 884
1984	11 800	141	473 333	172 121	301 212
1985	12 300	146	607 706	220 984	386 722
1986	12 500	149	549 281	199 738	349 542
1987	12 700	151	616 538	224 196	392 342
1988	12 900	154	544 955	198 165	346 789
1989	13 100	156	470 033	170 921	299 112
1990	13 300	158	500 234	181 903	318 331
1991	13 500	161	536 797	195 199	341 598
1992	13 700	163	534 662	194 096	340 566
1993	13 850	165	567 488	204 769	362 719
1994	13 950	166	592 554	212 422	380 132
1995	14 050	167	558 134	198 448	359 687
1996	14 100	168	603 588	212 842	390 746
1997	14 100	133	461 603	161 433	300 170
1998	14 100	133	461 542	160 083	301 459
1999	14 000	132	439 655	151 247	288 407
2000	13 600	128	378 074	129 033	249 042
2001	13 177	124	421 938	142 896	279 042
2002	12 556	118	407 205	136 892	270 313
2003	12 556	118	406 021	135 486	270 535
2004	13 756	129	430 558	142 512	288 045
2005	16 656	157	500 314	164 007	336 306
2006	20 956	197	632 406	204 893	427 513
2007	26 056	245	768 992	245 755	523 238
2008	33 362	314	937 960	294 976	642 984
2009	39 299	369	1 235 726	382 601	853 125
2010	47 190	444	1 704 029	519 620	1 184 409
2011	60 631	570	1 728 138	518 850	1 209 288
2012	72 420	681	2 316 977	685 691	1 631 287

\* Toiminnassa olevien pumppujen arvioitu määrä (vuosittainen poistuma huomioitu) /  
*Estimated amount of pumps in operation (annual loss taken into consideration)*

\*\*  $\frac{[Tuotettu\ lämpö] - [Kulutettu\ sähkö]}{[Heat\ produced] - [Electricity\ used]}$

Lähde: Suomen Lämpöpumppuyhdistys / *Source: The Finnish Heat Pump Association*

Taulukko 12. Metallisten malmien ja rikasteiden tuonnin arvo Suomeen vuosina 1995–2012 käypään hintaan.  
 Table 12. Value of imports of metallic ores and concentrates at market prices to Finland during 1995–2012.

<b>Vuosi</b>	<b>Fe-malmi, -rikaste</b>	<b>Cu-malmi, -rikaste</b>	<b>Ni-malmi, -rikaste</b>	<b>Zn-malmi, -rikaste</b>	<b>Muut malmit, rikasteet</b>
<b>Year</b>	<b>Fe ore, concentrate</b>	<b>Cu ore, concentrate</b>	<b>Ni ore, concentrate</b>	<b>Zn ore, concentrate</b>	<b>Other ores, concentrates</b>
	<b>1 000 €</b>	<b>1 000 €</b>	<b>1 000 €</b>	<b>1 000 €</b>	<b>1 000 €</b>
1995	59 489	130 415	73 508	44 944	44 598
1996	79 860	206 503	116 936	59 525	25 992
1997	101 234	233 159	98 587	94 164	34 979
1998	111 544	194 928	101 754	86 070	56 441
1999	98 240	191 552	129 950	103 397	127 290
2000	119 304	249 218	233 071	135 854	145 736
2001	126 874	245 255	168 125	98 505	131 345
2002	113 455	223 230	134 744	93 407	107 687
2003	117 688	259 557	135 911	84 828	82 226
2004	130 459	313 172	233 547	115 721	241 699
2005	219 439	355 190	134 593	162 035	244 453
2006	199 751	731 232	384 026	433 255	208 475
2007	177 725	561 860	830 577	434 486	263 261
2008	277 823	540 256	630 041	220 619	281 832
2009	131 307	311 283	154 153	189 991	100 405
2010	270 614	657 398	280 407	281 130	151 763
2011	439 947	704 840	367 501	295 591	140 253
2012	387 423	713 133	342 570	309 618	167 842

Lähde: Tulli, ULJAS-tietokanta, ulkomaankauppatilasto, tavaraluokitus CN8 /

Source: Customs, ULJAS database, statistics for foreign trade, classification CN8 /

Rautamalmit ja -rikasteet / Iron ores and concentrates: CN8 (26011100, 26011200)

Kuparimalmit ja -rikasteet / Copper ores and concentrates: CN8 (26030000)

Nikkelimalmit ja -rikasteet / Nickel ores and concentrates: CN8 (26040000)

Sinkkimalmit ja -rikasteet / Zinc ores and concentrates: CN8 (26080000)

Muut malmit ja rikasteet / Other ores and concentrates: CN8 (26020000, 26050000, 26060000, 26070000, 26090000, 26100000, 26110000, 26121010, 26121090, 26122010, 26122090, 26131000, 26139000, 26140000, 26151000, 26159000, 26161000, 26169000, 26171000, 26179000)

Taulukko 13. Metallisten malmien ja rikasteiden tonnimääräinen tuonti Suomeen vuosina 1995–2012.  
*Table 13. Imports of metallic ores and concentrates to Finland during 1995–2012.*

<b>Vuosi</b>	<b>Fe-malmi, -rikaste</b>	<b>Cu-malmi, -rikaste</b>	<b>Ni-malmi, -rikaste</b>	<b>Zn-malmi, -rikaste</b>	<b>Muut malmit, rikasteet</b>
<b>Year</b>	<b>Fe ore, conc.</b>	<b>Cu ore, conc.</b>	<b>Ni ore, conc.</b>	<b>Zn ore, conc.</b>	<b>Other ores, conc.s</b>
	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>t</b>
1995	2 964 991	293 676	134 831	211 074	27 802
1996	3 305 768	494 217	200 610	288 603	22 806
1997	3 732 023	487 477	163 962	295 485	40 700
1998	3 922 531	544 111	247 276	375 432	71 235
1999	3 818 566	514 879	249 028	411 447	127 706
2000	3 917 135	468 557	217 154	448 698	105 879
2001	3 916 207	503 460	250 973	422 274	86 600
2002	3 778 578	500 798	178 968	433 196	112 407
2003	4 212 158	543 488	146 122	436 345	69 267
2004	3 921 507	528 930	169 170	479 603	117 553
2005	4 215 633	504 658	104 983	499 024	103 122
2006	3 481 019	544 149	190 233	520 081	90 806
2007	3 156 096	448 119	256 932	555 569	88 572
2008	3 121 303	536 584	290 914	582 049	97 004
2009	2 204 018	352 370	185 202	532 036	42 403
2010	3 989 432	458 174	217 164	559 918	50 387
2011	3 608 822	415 365	276 892	547 405	36 734
2012	3 220 998	424 982	276 587	558 963	18 559

Lähde: Tulli, ULJAS-tietokanta, ulkomaankauppatilasto, tavaraluokitus CN8 /

Source: Customs, ULJAS database, statistics for foreign trade, classification CN8

Rautamalmit ja -rikasteet / Iron ores and concentrates: CN8 (26011100, 26011200)

Kuparimalmit ja -rikasteet / Copper ores and concentrates: CN8 (26030000)

Nikkelimalmit ja -rikasteet / Nickel ores and concentrates: CN8 (26040000)

Sinkkimalmit ja -rikasteet / Zinc ores and concentrates: CN8 (26080000)

Muut malmit ja rikasteet / Other ores and concentrates: CN8 (26020000, 26050000, 26060000, 26070000, 26090000, 26100000, 26110000, 26121010, 26121090, 26122010, 26122090, 26131000, 26139000, 26140000, 26151000, 26159000, 26161000, 26169000, 26171000, 26179000)



Taulukko 14. Metallisten malmien ja rikasteiden viennin arvo Suomesta vuosina 1995–2012 käypään hintaan.  
 Table 14. Value of exports of metallic ores and concentrates at market prices from Finland during 1995–2012.

<b>Vuosi</b>	<b>Ni-malmi, -rikaste</b>	<b>Zn-malmi, -rikaste</b>	<b>Pasutettu rikkikiisu</b>	<b>Cr-malmi, -rikaste</b>	<b>Ag-malmi, -rikaste</b>	<b>Jalometallimalmit, -rikasteet</b>	<b>Muut malmit, rikasteet</b>
<b>Year</b>	<b>Ni ore, conc.</b>	<b>Zn ore, conc.</b>	<b>Iron pyrite (roasted)</b>	<b>Cr ore, conc.</b>	<b>Ag ore, conc.</b>	<b>Precious metal ores, conc.s</b>	<b>Other ores, conc.s</b>
	<b>1 000 €</b>	<b>1 000 €</b>	<b>1 000 €</b>	<b>1 000 €</b>	<b>1 000 €</b>	<b>1 000 €</b>	<b>1 000 €</b>
1995	14 705	0	74	130	0	1 104	23
1996	10 939	0	87	158	60	4 374	25
1997	18 922	1	44	111	0	8 420	901
1998	4 000	0	5	40	0	11 388	1 663
1999	4 168	0	0	2	0	9 346	8
2000	11 682	8	6	39	510	7 967	2 119
2001	15 184	0	3	58	2 200	5 892	3
2002	5 487	398	0	53	4 970	4 026	8
2003	530	0	0	119	1 022	2 982	40
2004	0	0	6	218	2 596	16 052	54
2005	0	0	951	283	1 035	18 660	4 208
2006	0	0	1 135	577	990	19 504	1 202
2007	0	0	2 401	899	2 588	13 976	4 455
2008	9 107	703	6 968	1 375	135	0	492
2009	0	605	4 617	748	0	1 738	24
2010	7 874	7 779	13 704	2 788	0	13 446	27
2011	21 056	20 558	29 001	2 511	0	13 095	0
2012	53 938	14 608	45 874	3 304	0	15 157	1 603

Lähde: Tulli, ULJAS-tietokanta, ulkomaankauppatilasto, tavaraluokitus CN8 /

Source: Customs, ULJAS database, statistics for foreign trade, classification CN8

Nikkelimalmit ja -rikasteet / Nickel ores and concentrates: CN8 (26040000)

Sinkkimalmit ja -rikasteet / Zinc ores and concentrates: CN8 (26080000)

Pasutetut rautapyriitit / Iron pyrites (roasted): CN8 (26012000)

Kromimalmit ja -rikasteet / Chrome ores and concentrates: CN8 (26100000)

Hopeamalmit ja -rikasteet / Silver ores and concentrates: CN8 (26161000)

Jalometallimalmit ja -rikasteet / Precious metal ores and concentrates: CN8 (26169000)

Muut malmit ja rikasteet / Other ores and concentrates: CN8 (26011100, 26020000, 26030000, 26050000, 26060000, 26070000, 26090000, 26110000, 26121010, 26121090, 26122010, 26122090, 26131000, 26139000, 26140000, 26151000, 26159000, 26171000, 26179000)

Taulukko 15. Metallisten malmien ja rikasteiden tonnimääräinen vienti Suomesta vuosina 1995–2012.

Table 15. Exports of metallic ores and concentrates from Finland during 1995–2012.

<b>Vuosi</b>	<b>Ni-malmi, -rikaste</b>	<b>Zn-malmi, -rikaste</b>	<b>Pasutettu rikkikiisu</b>	<b>Cr-malmi, -rikaste</b>	<b>Ag-malmi, -rikaste</b>	<b>Jalometallimalmit, -rikasteet</b>	<b>Muut malmit, rikasteet</b>
<b>Year</b>	<b>Ni ore, conc.</b>	<b>Zn ore, conc.</b>	<b>Iron pyrite (roasted)</b>	<b>Cr ore, conc.</b>	<b>Ag ore, conc.</b>	<b>Precious metal ores, conc.s</b>	<b>Other ores, conc.s</b>
	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>t</b>
1995	49 186	0	4 223	951	0	5	127
1996	36 675	0	3 818	1 005	0	1 605	50
1997	53 974	0	1 823	675	0	3 285	2 618
1998	11 480	0	65	255	0	4 253	16 250
1999	14 868	0	1	31	0	2 472	116
2000	25 804	11	72	282	572	651	43 032
2001	30 711	0	35	354	220	1	2
2002	11 939	1 928	0	281	531	4	10
2003	1 459	0	0	612	357	0	222
2004	0	0	52	708	507	1 109	132
2005	0	0	59 433	841	417	600	199
2006	0	0	67 503	1 570	263	977	216
2007	0	0	146 844	2 492	1	739	800
2008	14 069	1 238	396 064	3 041	0	0	840
2009	0	1 426	244 225	2 050	0	0	15
2010	8 946	22 479	391 549	8 291	0	540	7
2011	23 411	53 056	..	5 231	0	192	1
2012	55 260	39 555	..	12 575	0	148	78

.. Tietoa ei saatavilla / Information not available

Lähde: Tulli, ULJAS-tietokanta, ulkomaankauppatilasto, tavaraluokitus CN8 /

Source: Customs, ULJAS database, statistics for foreign trade, classification CN8

Nikkelimalmit ja -rikasteet / Nickel ores and concentrates: CN8 (26040000)

Sinkkimalmit ja -rikasteet / Zinc ores and concentrates: CN8 (26080000)

Pasutetut rautapyriitit / Iron pyrites (roasted): CN8 (26012000)

Kromimalmit ja -rikasteet / Chrome ores and concentrates: CN8 (26100000)

Hopeamalmit ja -rikasteet / Silver ores and concentrates: CN8 (26161000)

Jalometallimalmit ja -rikasteet / Precious metal ores and concentrates: CN8 (26169000)

Muut malmit ja rikasteet / Other ores and concentrates: CN8 (26011100, 26020000, 26030000, 26050000, 26060000, 26070000, 26090000, 26110000, 26121010, 26121090, 26122010, 26122090, 26131000, 26139000, 26140000, 26151000, 26159000, 26171000, 26179000)

Taulukko 16. Kaoliinin, kalkkikivien, kivihiilen ja muiden kaivannaisten kuin metallimalmien tuonti Suomeen vuosina 1995–2012.

Table 16. Imports of kaolin, limestones, coal and other extractives (apart from metallic ores) to Finland during 1995–2012.

Vuosi	Kaoliini	Kalkkikivet	Kivihiili	Muut	Kaoliini	Kalkkikivet	Kivihiili	Muut
Year	Kaolin	Limestones	Coal	Other	Kaolin	Limestones	Coal	Other
	1 000 €	1 000 €	1 000 €	1 000 €	1000 t	1000 t	1000 t	1000 t
1995	140 801	18 771	206 060	59 180	1 127	1 790	5 671	1 261
1996	124 215	23 078	219 244	61 942	1 120	1 843	6 670	1 245
1997	164 747	28 433	282 727	78 644	1 230	1 685	6 684	1 026
1998	161 294	29 651	174 780	71 505	1 115	1 617	4 722	863
1999	151 700	27 599	122 932	71 478	1 266	1 605	7 836	1 385
2000	204 008	30 501	193 367	83 788	1 272	1 785	9 474	1 556
2001	189 424	30 385	289 294	90 115	1 179	1 566	5 365	1 359
2002	173 006	34 866	241 189	83 775	1 301	1 471	5 641	1 468
2003	168 753	37 169	362 392	86 708	1 419	1 377	4 658	1 469
2004	154 558	41 375	411 297	88 096	1 173	1 225	3 299	1 300
2005	136 587	40 056	328 327	74 878	1 301	1 450	4 452	1 389
2006	171 076	33 456	414 488	77 894	1 347	1 470	7 039	1 538
2007	147 340	41 133	436 452	93 812	1 164	1 042	6 177	1 076
2008	135 985	45 377	689 039	100 480	1 357	1 059	5 804	1 067
2009	93 313	32 298	451 258	74 792	729	1 398	5 950	1 261
2010	117 132	40 811	549 076	84 414	928	1 913	5 920	1 210
2011	113 840	82 688	790 822	93 461	918	2 259	6 973	1 263
2012	113 812	85 679	432 170	92 024	845	1 969	3 910	1 224

Lähde: Tulli, ULJAS-tietokanta, ulkomaankauppatilasto, tavaraluokitus CN8 /

Source: Customs, ULJAS database, statistics for foreign trade, classification CN8

Kaoliini / Kaolin: CN8 (25070020)

Kalkkikivet / Limestones: CN8 (25210000, 25221000, 25222000, 25223000)

Kivihiili / Coal: CN8 (27011100, 27011210, 27011290, 27011900, 27012000, 27021000, 27022000)

Muut / Other: CN8 (27030000, 25010031, 25010051, 25010091, 25010099, 25020000, 25030010, 25041000, 25049000, 25051000, 25059000, 25061000, 25062000, 25070080, 25081000, 25083000, 25084000, 25085000, 25086000, 25087000, 25090000, 25101000, 25102000, 25111000, 25112000, 25120000, 25131000, 25132000, 25140000, 25151100, 25151200, 25152000, 25161100, 25161200, 25162000, 25169000, 25171010, 25171020, 25171080, 25172000, 25173000, 25174100, 25174900, 25181000, 25182000, 25183000, 25191000, 25199010, 25199030, 25199090, 25201000, 25202000, 25249000, 25251000, 25252000, 25253000, 25261000, 25262000, 25280000, 25291000, 25292100, 25292200, 25293000, 25301000, 25302000, 25309000, 71021000, 71023100, 71031000)

Taulukko 17. Graniitin (luonnonkivenä), kiviainesten, talkin, turpeen ja pasuttamattoman rikkikiisun vienti Suomesta vuosina 1995–2012.

Table 17. Exports of granite (as natural stone), aggregates, talc, peat and unroasted pyrite from Finland during 1995–2012.

Vuosi	Graniitti	Kiviainekset	Talkki*	Turve	Rikkikiisu*	Muut	Graniitti	Kiviainekset	Turve	Muut
Year	Granite	Aggregates	Talc*	Peat	Pyrite*	Others	Granite	Aggregates	Peat	Others
	1 000 €	1 000 €	1 000 €	1 000 €	1 000 €	1 000 €	1000 t	1000 t	1000 t	1000 t
1995	31 597	3 471	18 043	5 578	..	8 788	276	334	76	116
1996	30 188	2 252	23 644	6 742	10	6 520	269	294	104	72
1997	33 258	5 522	26 796	7 178	8	8 527	360	563	96	83
1998	29 337	6 403	28 133	10 185	9	9 799	272	656	140	91
1999	31 087	6 404	30 831	12 960	8	12 163	285	778	189	130
2000	32 169	5 745	30 336	10 187	6	14 110	295	610	135	180
2001	32 416	5 711	22 935	10 748	7	12 687	296	578	144	95
2002	33 281	7 590	25 501	12 219	7 079	17 007	324	874	153	100
2003	30 299	4 416	37 012	10 541	6 187	17 586	313	445	166	90
2004	31 437	3 471	32 951	10 244	6 922	14 870	324	422	116	109
2005	34 635	4 266	41 585	11 667	539	23 079	342	492	143	221
2006	33 855	9 070	42 171	10 142	2 587	20 010	311	728	116	137
2007	37 069	9 631	44 536	9 807	3 301	25 734	325	829	118	219
2008	31 849	9 831	48 813	11 183	8 760	25 665	290	812	138	168
2009	21 545	6 319	36 943	8 255	2 578	22 346	208	634	84	136
2010	32 151	19 773	41 288	7 552	8 932	32 631	309	1 436	79	236
2011	45 602	30 150	44 383	8 839	20 510	46 398	412	2 016	90	313
2012	47 395	11 503	41 030	9 046	22 544	38 470	399	956	83	242

\* Tietoa talkin ja pasuttamattoman rikkikiisun tonnimääräisestä viennistä ei ole saatavissa /

*The tonnages of exports of talc and unroasted pyrite are not available*

.. Tietoa ei saatavissa / *Information not available*

Lähde: Tulli, ULJAS-tietokanta, ulkomaankauppatilasto, tavaraluokitus CN8 /

*Source: Customs, ULJAS database, statistics for foreign trade, classification CN8*

Graniitti / *Granite*: CN8 (25161100, 25161200, 25161210, 25161290)

Kiviainekset / *Aggregates*: CN8 (25171010, 25171020, 25171080, 25172000, 25173000, 25174100, 25174900)

Talkki / *Talc*: CN8 (25262000)

Turve / *Peat*: CN8 (27030000)

Muut / *Other*: CN8 (25010031, 25010051, 25010091, 25010099, 25030010, 25041000, 25049000, 25051000, 25059000, 25061000, 25062000, 25070020, 25070080, 25081000, 25082000, 25083000, 25084000, 25085000, 25086000, 25087000, 25090000, 25101000, 25102000, 25111000, 25112000, 25120000, 25131000, 25132000, 25140000, 25151100, 25151200, 25151220, 25151250, 25151290, 25152000, 25162000, 25169000, 25181000, 25182000, 25183000, 25191000, 25199010, 25199030, 25199090, 25201000, 25202000, 25202010, 25202090, 25210000, 25221000, 25222000, 25223000, 25240000, 25241000, 25249000, 25251000, 25252000, 25253000, 25261000, 25280000, 25281000, 25289000, 25291000, 25292100, 25292200, 25293000, 25301000, 25301010, 25301090, 25302000, 25309000, 25309020, 25309098, 27011100, 27011110, 27011190, 27011210, 27011290, 27011900, 27012000, 27021000, 27022000, 71021000, 71022100, 71023100, 71031000)

Yhteiskuntamme hyvinvointi ja vakaus perustuvat maa- ja kallioperästä saatavien raaka-aineiden hyödyntämiseen ja riittävyyteen. Näiden geologisten luonnonvarojen (metallimalmit, teollisuusmineraalit, kiviaines, luonnokivet, jalokivet, turve ja geoenergia) käytöstä on koottu tähän julkaisuun lupaviranomaisten sekä alan toimijoiden keräämiä tietoja. Julkaisu tarjoaa kokonaiskatsauksen kaivannaistuotannosta ja sen maantieteellisestä sijoittumisesta Suomessa vuonna 2012. Tavoitteena on myös lisätä tietoisuutta geologiasta sekä geologisten luonnonvarojen käytön merkityksestä suomalaiselle yhteiskunnalle.

To a large extent, the economic prosperity and stability of Finnish society is built on geological natural resources. In this publication, we present production data on these resources (metallic ores, industrial minerals, rock aggregates, natural stones, gemstones, peat and geoenergy) collected by public authorities and industrial companies. Our purpose here is to provide an overview of production by the extraction industry and its spatial distribution in Finland in 2012. A further goal is to increase general awareness of geology and the significance that natural resources have in our society.



Kaikki GTK:n julkaisut verkko-osoitteessa [hakku.gtk.fi](http://hakku.gtk.fi)  
All GTK's publications online at [hakku.gtk.fi](http://hakku.gtk.fi)