



Spectrolite

– a unique natural stone from Finland

Paavo Härmä and Olavi Selonen

Spectrolite - a unique natural stone from Finland

Paavo Härmä
Geological Survey of Finland
FI-02151 Espoo, Finland
E-mail: paavo.harma@gtk.fi

Olavi Selonen
Åbo Akademi University
Faculty of Science and Engineering
Geology and Mineralogy
FI-20500 Turku, Finland
E-mail: olavi.selonen@abo.fi

ISBN 978-952-68554-2-4
Layout: Sonck-Koota

Publisher: The Finnish Natural Stone Association
P.O.Box 381, FIN-00131 HELSINKI
www.suomalainenkivi.fi

Front cover. Haapala and Vainikka monument, Gustaf Hällströmin katu 2, Helsinki.
Designers: Ilmari Haapala, Eero Vainikka, and Helena Korkka. 2001.
Photo: Olavi Selonen. Small photo: Jari Väätäinen, GTK.

Kansikuva. Haapala ja Vainikka -monumentti, Gustaf Hällströmin katu 2, Helsinki.
Suunnittelijat: Ilmari Haapala, Eero Vainikka ja Helena Korkka. 2001.
Kuva: Olavi Selonen. Pikkukuva: Jari Väätäinen, GTK.

2017

CONTENTS

1	Introduction	2
2	Area of occurrence	2
3	Geological setting and age	2
4	Principal location of quarries	5
5	Commercial designations.....	5
6	Primary colour(s), aesthetics and natural variability.....	5
7	Applicability and geotechnical features of spectrolite.....	5
8	Historical use and geographic area of utilization	8
8.1	Ylämaa.....	8
8.1.1	The 1950's	8
8.1.2	The 1960's	8
8.1.3	From the 1980's onwards	8
8.2	Jaala	8
9	Related stones, vulnerability and maintenance of supply.....	10
9.1	Stones related to spectrolite	10
9.2	Vulnerability and maintenance of supply of spectrolite	11
10	Concluding remarks	12
	Acknowledgements	13
	References	13
	Yhteenveto	16
	Appendices	20

1 INTRODUCTION

Spectrolite is a variety of the mineral labradorite (a plagioclase) found solely in the Ylämaa region in southeastern Finland. It shows strongly iridescent spectral colours and has been quarried as a gemstone since the end of the 1940's. The colours are created by light interference in the crystal planes of different composition in the spectrolite mineral. Because of the unique play of colours, the spectrolite from SE Finland is today regarded as a gemstone of global recognition.

“Spectrolite” is not only a name for the gemstone, but also for a dark stone used in natural stone industry (e.g. Selonen & Härmä 2003, Härmä et al. 2015). The Finnish spectrolite is defined as a coarse-grained, non-foliated deep grey or black stone with individual, sparkling, and iridescent spectrolite crystals. It is classified as a granite, and extracted as large dimensioned “rough” blocks. The quarrying of the stone started in the Ylämaa area at the beginning of the 1950's.

Spectrolite rock has been used both in the domestic and foreign markets as building stones, gravestones, and monumental stones. Most important are applications in interior design and decoration as well as in table and kitchen tops. Export countries include, e.g. Italy, China, Russia, Taiwan, Japan, and USA.

In this geotechnical report, we describe the geological characteristics of the spectrolite rock and its properties as natural stone. We also give examples of historical use of the stone. The outline of the report follows the guidelines set by the heritage stone task group of IAEG (see, Cooper 2014). For the report, the spectrolite areas were revisited by the authors in 2016. A compilation of data on the use of the Finnish spectrolite as natural stone has not previously been published. In this report, the nomination “spectrolite” is exclusively used for stone material from the Ylämaa area in southeastern Finland as applied in the natural stone industry (if nothing else is indicated). Thus the use of “spectrolite” indicating the gemstone is excluded from the report.

2 AREA OF OCCURRENCE

The occurrences of spectrolite are situated in the Ylämaa region in the city of Lappeenranta in southeastern Finland (Figs 1 and 2). Rocks showing iridescent labradorite are also found in the Jaala area in the city of Kouvola as well as in the municipality of Mäntyharju (Fig. 1). The Jaala deposit has been applied as natural stone to some extent and is briefly mentioned in this report while the stone from Mäntyharju has only been test quarried and is excluded from the report.

The Ylämaa and Jaala areas are mapped and published on the geological map sheet areas of 3044 (Simonen 1979a), 3133 (Simonen 1979b), and 3114 (Lehijärvi & Tyrväinen 1969) with explanations to the maps (Tyrväinen 1986, Simonen 1987) prepared by the Geological Survey of Finland, GTK.

3 GEOLOGICAL SETTING AND AGE

Anorthosite is a general term for a group of plutonic (gabbroic) rocks composed almost entirely of plagioclase (see also Jackson 1997). The term includes a variety of mafic (dark) rock types, e.g. anorthosites, gabbro anorthosites, leuconorites, leucogabbros defined on the basis of their mineral composition. Anorthosites have been formed in different geological settings all through the geological history. The Proterozoic massif-type anorthosites show the largest occurrences and are often found in connection with rapakivi granites (see, e.g. Ashwal 1993, Arponen et al. 2009, Heinonen 2012). The Ca-rich plagioclase variety called “labradorite” is frequently present in the anorthosites and may exhibit an iridescence on fresh and polished rock surfaces (like the spectrolite crystals). Anorthosite can be used as a general rock name also for the Ylämaa spectrolite (Table 1).

The Mezoproterozoic 1615–1646 Ma old Wiborg rapakivi granite batholith in southeastern Finland consists of different types of rapakivi granites (Simonen 1987, Rämö & Haapala 2005, Härmä & Selonen 2008, Härmä et al. 2015), including six anorthosite (spectrolite) areas in the Ylämaa region (Mättö, Pahaoja, Ylijärvi, Jokimies, Niemistenpitkä

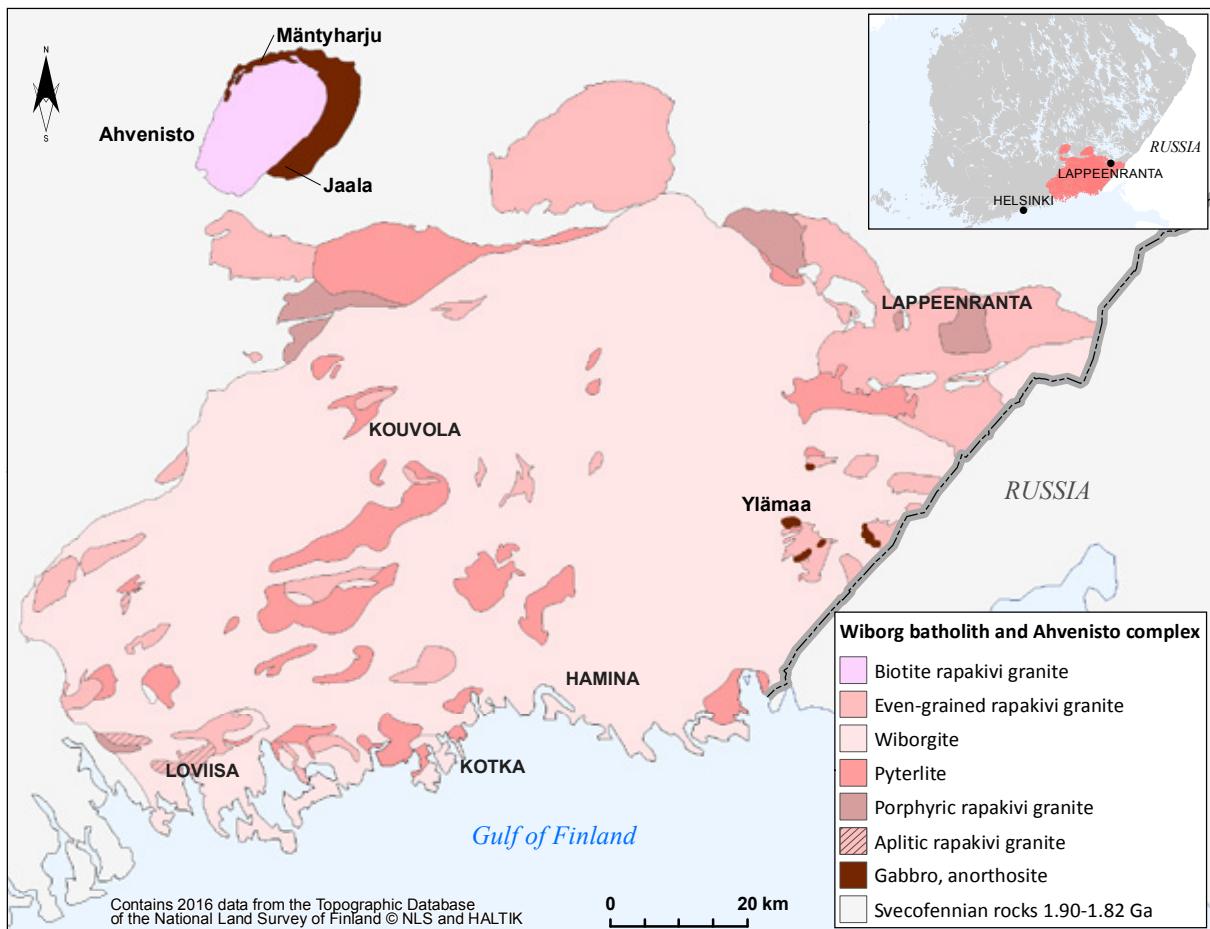


Figure 1. Geological map of the Wiborg rapakivi granite batholith and the Ahvenisto rapakivi granite–anorthosite complex. Map: Geological Survey of Finland, GTK.

Kuva 1. Viipurin rapakivigraniittibatolitin ja Ahveniston rapakivigraniitti-anortosiittikompleksin kivilajikartta. Kartta: Geologian tutkimuskeskus, GTK

W, and Niemisenpitkä E) (Härmä et al. 2007, Arponen et al. 2009) (Figs 1 and 2). The anorthosites can be regarded as large inclusions within the rapakivi batholith, ranging from 0.1 to 1.5 km² (Arponen et al. 2009). According to Suominen (1991), the age of the Ylijärvi anorthosite is 1633±2 Ma.

The main anorthositic inclusions in Ylämaa consist of four different mafic rocks, including leucogabbronorite, leuconorite, leucogabbro, and anorthosite in different proportions (Arponen et al. 2009). The Mättö inclusion is almost entirely leucogabbronorite (with plagioclase, pyroxene, and quartz as the main minerals). About 70 % of the Pahaoja and Ylijärvi inclusions consists of leucogabbronorite; the remaining part being leuconorite and leucogabbro in nearly equal

proportions. The Jokimies and Niemisenpitkä inclusions contain mostly hybrid rocks, in which granitic and mafic material occur mixed (see also Arponen & Rämö 2005). All six inclusions mentioned above contain small areas (a few percent) of anorthosite. For a detailed description of the Ylämaa anorthosites, see Arponen et al. (2009).

The Jaala deposit is found in the southeastern parts of the Ahvenisto rapakivi granite-massif-type anorthosite complex, northwest of the Wiborg batholith (Fig. 1). The 1632–1643 Ma old complex forms a concentric pattern with granitic rocks in the middle and dark mafic rocks at the margins (Fig. 1). The complex comprise mainly rapakivi granites (approx. 70 %) with minor amounts of gabbroic and anorthositic

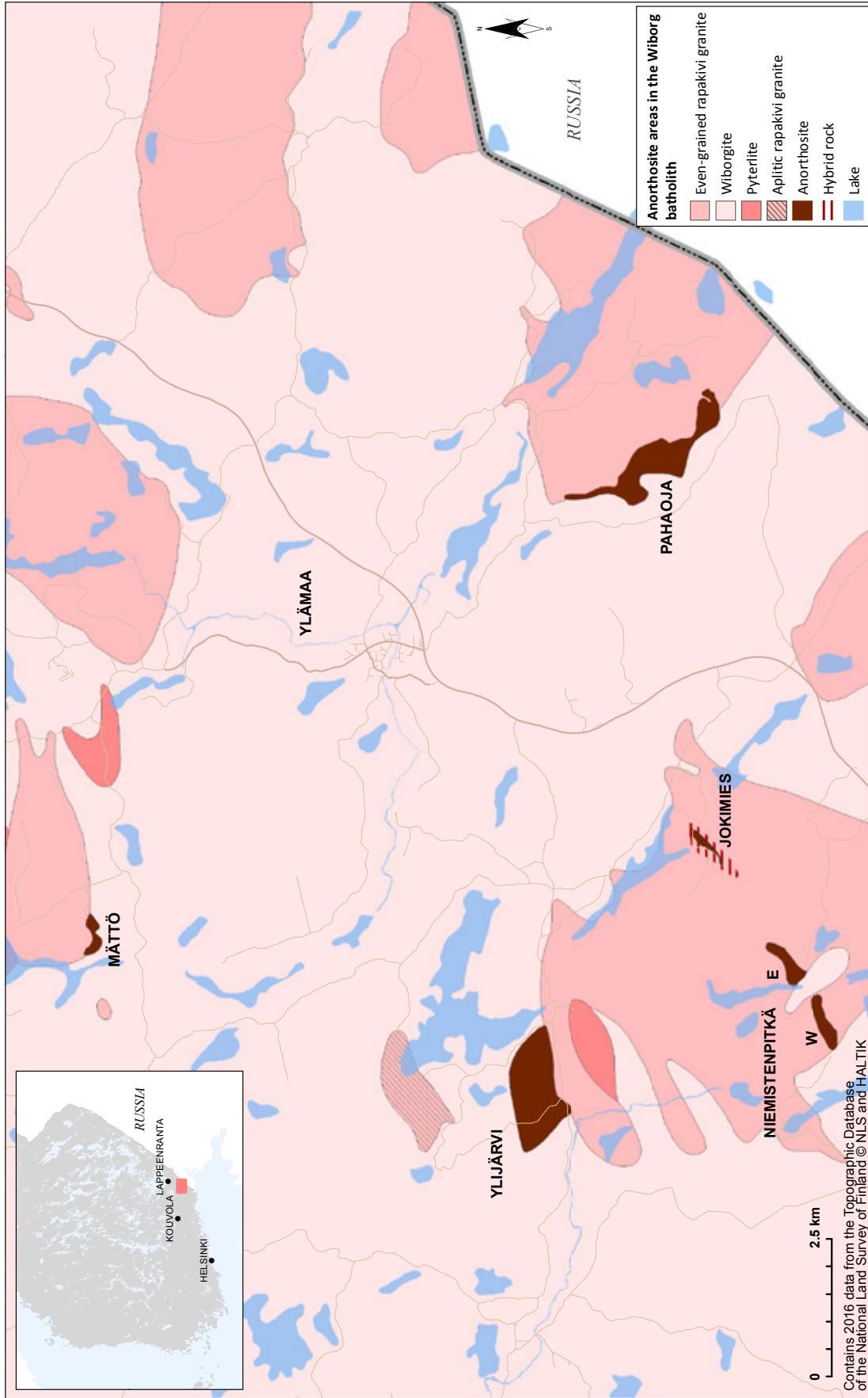


Figure 2.

Ylämaan anorthosittien (spectrolititien) esittymäalueet ja kivilajikartta. Arposta ja muita (2009) mukailten.

Table 1. Nominations of spectrolite in natural stone industry and in geology. Sources: Jackson (1997), Arponen et al. (2009), The Finnish Natural Stone Association.

Taulukko 1. Spektroliitin kiviteolliset ja geologiset nimitykset. Lähteet: Jackson (1997), Arponen et al. (2009), Kiviteollisuusliitto ry.

Natural stone type	General name in natural stone industry	Commercial names in natural stone industry	General rock name in geology	Rock types
Granite	Spectrolite	Spectrolite, Gem Spectrolite, Noble Spectrolite, Arctic Blue, Finlandia Blue, Ballado Blue	Anorthosite	Leucogabbronorite, leuconorite, leucogabbro, anorthosite

rocks (approx. 25 %), and monzodioritic rocks (<5 %) (Alviola et al. 1999). Geologically, the Jaala deposit is an anorthosite gabbro with the main minerals of plagioclase, hyperstene, and quartz. The age of the rock is 1643 ± 3 Ma (Alviola et al. 1999).

4 PRINCIPAL LOCATION OF QUARRIES

The main quarry areas for spectrolite in the Ylämaa region are located in the villages of Ylijärvi, Mättö, and Pahaoja (Fig. 2).

In the Jaala region, stone has been extracted in the village of Pökölä.

5 COMMERCIAL DESIGNATIONS

Spectrolite extracted from the quarry areas in Ylämaa has been marketed under different commercial names. These include Labrador (Ylijärvi), Spectrolite (Ylijärvi, Pahaoja, Mättö), Gem Spectrolite (Mättö), Noble Spectrolite (Mättö), Arctic Blue (Ylijärvi, Pahaoja), Finlandia Blue (Ylijärvi, Pahaoja), and Ballado Blue (Ylijärvi).

The anorthosite from Jaala have been quarried with the commercial names of Karelian Ice Black and Ice Black.

6 PRIMARY COLOUR(S), AESTHETICS AND NATURAL VARIABILITY

The Ylämaa spectrolite is a coarse-grained and non-foliated stone with an overall dark colorization. The background colour of the stone is black with variations towards dark grey. Individual, bluish and yellowish, iridescent, and glittering spectrolite crystals occur in the dark matrix (Figs 3A, B, C). The size of the spectrolite crystals can vary from 0.5 to 15 cm. Occasionally, larger whitish areas of plagioclase (“milk”) are found in the matrix. The iridescence of the spectrolite minerals is described in detail in the book Gemstones of Finland, and in Lahti (1989a, 1989b, 2015).

The Jaala anorthosite is a coarse-grained and non-foliated stone with a darkish overall tone. The background colour is dark grey or almost black, sometimes greenish. Iridescent labradorite (up to 10 cm in diameter) and bronze brown hypersthene crystals occur in the dark groundmass (Fig. 3D). Larger whitish areas of plagioclase are found, occasionally the background colour of the stone can be (light) grey with spots of dark crystals.

7 APPLICABILITY AND GEOTECHNICAL FEATURES OF SPECTROLITE

Spectrolite finds applications in many types of construction. Outdoor uses include, e.g. facing slabs, walls, gravestones, and sculptural works while indoor uses comprise, e.g. stairs, floor coverings, decorative elements as well as kitchen

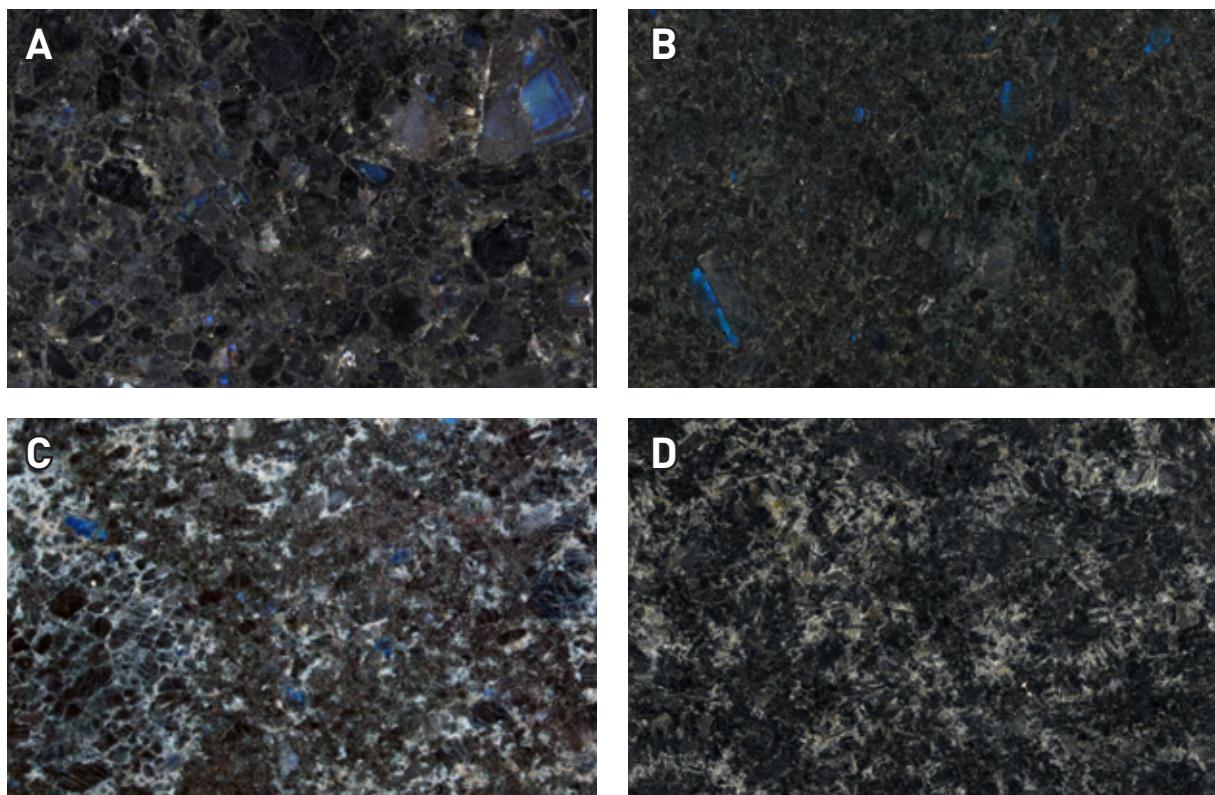


Figure 3. A. Gem Spectrolite from Mättö, Ylämaa. B. Arctic Blue from Ylijärvi, Ylämaa. C. Arctic Blue from Pahaoja, Ylämaa. D. Ice Black from Jaala. Sources: A. Rock collection of the department of geology at the Åbo Akademi University, B. Palin Granit Oy, C. Paavo Härmä private collection, D. Rock collection of the GTK.

Kuva 3. A. Gem Spectrolite Ylämaan Mätöstä. B. Arctic Blue Ylämaan Ylijärveltä. C. Arctic Blue Ylämaan Pahajalta. D. Ice Black (Jäänmusta) Jaalasta. Lähteet: A. Åbo Akademien geologian laitoksen rakennuskivikokoelma, B. Palin Granit Oy, C. Paavo Härmän yksityiskokoelma, D. GTK:n rakennuskivikokoelma.

and table tops. Surface treatments include split, bush hammered, flamed, shot blasted, matt polished, and polished finishes.

The silicate mineral composition with fresh plagioclase, pyroxene, and quartz gives the spectrolite an ability to accept good glossy polishing.

The fracturing of the spectrolite is orthogonal or multi-directional. The spacing of the vertical fractures is in general approx. 1–3 m, and the spacing of the horizontal fractures approx. 1–2 m. However, block sizes like 2.5 x 1.5 x 1.5 m, or larger have been obtained from the quarry areas (Fig. 4).

The cleavability of the spectrolite is only fair, because of the coarse grain size of the stone and

the porphyritic texture with phenocrysts of plagioclase. The intergranular and (inter)cumulus (occasionally ophitic) texture of the stone, with interweaved smaller and bigger grains, further contribute to its rather poor ability to split.

The main technical properties of spectrolite include: apparent density (EN 1936): 2760 kg/m³, water absorption (EN 13755): 0.05 %, flexural strength (EN 12372): 13.6 MPa, compressive strength (EN 1926): 144 MPa (see also Selonen 2010).

See Table 2 for a summary of geotechnical features of the spectrolite. For geotechnical features of natural stones in general, see Siegesmund & Snethlake (2014).



Figure 4. Quarried block of spectrolite at the Mättö quarry. Photo: Paavo Härmä.

Kuva 4. Spektroliittilohkare Mätön louhimolla. Kuva: Paavo Härmä.

Table 2. Geotechnical properties of spectrolite. Sources: The Finnish Natural Stone Association, this study.

Taulukko 2. Spektroliitin geoteknisiä ominaisuuksia. Lähteet: Kiviteollisuusliitto ry, tämä selvitys.

Colour variations	Fair
Polishability	Good
Resistance to weather	Good
Durability	High
Cleavability	Fair
Weathering	None
Fracturing	Orthogonal/multi-directional. Spacing of vertical fractures approx. 1–3 m and horizontal fractures approx. 1–2 m.
Surface treatments	Polished, matt polished, shot blasted, bush hammered, flamed, split
Availability	Limited
Apparent density (EN 1936)	2760 kg/m ³
Water absorption (EN 13755)	0.05 %
Flexural strength (EN 12372)	13.6 MPa
Compressive strength (EN 1926)	144 MPa

8 HISTORICAL USE AND GEOGRAPHIC AREA OF UTILIZATION

8.1 Ylämaa*

8.1.1 The 1950's

The Ylämaa spectrolite has been quarried during three periods of production. The quarrying commenced at the beginning of the 1950's when the company Mikkolan Kivi Oy started production in the Ylijärvi area. The stone was used as gemstones, small items, and gravestones.

8.1.2 The 1960's

Lehdon Kiviliike Oy started the second phase of extraction of spectrolite in a more industrial scale in the same Ylijärvi area in 1959. The commercial name of the stone was "Labrador" and it was used in several applications in Finland, e.g. as monuments, gravestones, and in interior design (Table 3). The spectrolite was quarried by drilling and blasting at least in three (small) quarries, and cranes were used for moving the stone. The quarries were in operation throughout the year during the 1960's and employed 4–6 persons.

The spectrolite was exported as blocks and other products to Europe (e.g. England, France, and Austria) and to the USA. Lehdon Kiviliike Oy continued the production of spectrolite until the beginning of the 1970's. In addition to spectrolite, a greenish granite with lustrous plagioclase crystals was quarried by the company under the commercial name of "Plagioclase" in the same Ylijärvi area (App. 2, photo no 11).

8.1.3 From the 1980's onwards

The third phase of production of spectrolite in Ylämaa started around 1981–82 by Louhinta Tielinens Ky in Ylijärvi. Initially, the extraction occurred on a small scale, but became more intensive towards the end of decade. Other companies followed: Kymen Kallityö Oy in Mänttö and Palin Granit Oy in Pahaoja at the end of the 1980's (1989), Savon Kivi Oy in Mänttö and Oy Scandia Granite Ab in Ylijärvi in 1991.

The 1990's marked a period of great activity for the production of the Finnish spectrolite (Fig. 5). It was produced in different quarries by several companies and spectrolite was a regular choice in the selection of Finnish natural stones. The stone was quarried as large "rough" blocks and exported to countries like Germany, Italy, China, Russia, Japan, Taiwan, and the USA, and used in the domestic markets. This phase of activity faded out towards the end of the first decade of the 21st century, and the production of the Ylämaa spectrolite came to a halt.

8.2 Jaala**

The Jaala anorthosite prospect was localized in the summer of 1983 as a result of an extensive prospecting work. The production commenced in 1986 by the Saxo Oy company (Oy Busto Ab did the quarrying) in the village of Pökölä. The anorthosite was produced in one quarry, which was later taken over by Pieksämäen Kiviveistämö Oy in 1988. The anorthosite from Jaala was quarried as large dimensioned "rough" blocks and utilized in the domestic markets. The main applications for the stone were gravestones, monuments, interior design, and table and kitchen tops. The production continued until approx. to the year 2001, when the production of the Jaala anorthosite finally ceased.

See App. 2 for photos on selected applications for the Jaala anorthosite and the Ylämaa spectrolite.

* The chapter is based on Laitakari (1946, 1954), Puntanen & Talka (1999), Nurmi (2001a, 2001b), Arponen et al. (2009), Lahti (2015), Archives of Lehdon Kiviliike Oy (2016), and on oral and e-mail communications with Seppo Alatalo, Jarmo Karttunen, Markku J. Lehtinen, Jukka Mikkola, Jukka Partonen, Tapio Salaterä, Jarmo Tielinens, and Teuvo Tielinens in 2016.

** The chapter is based on oral communications with Markku J. Lehtinen, Tapio Salaterä, and Alli Turunen in 2016.

Table 3. A selection of applications for spectrolite manufactured by Lehdon Kiviliike Oy. Numbers in the leftmost column refer to photos in App. 2. Source: Archives of Lehdon Kiviliike Oy 2016.

Taulukko 3. Valikoima Lehdon Kiviliike Oy:n valmistamia spektroliitin käyttökohteita. Numerot vasemmassa sarakkeessa viittaavat valokuviin Liitteessä 2. Lähde: Lehdon Kiviliike Oy:n arkisto 2016.

Target	Application	Site	Time of foundation
Kollaa vasama monument (7,8)	Monument	Kontiolahti, Finland	1959
Bank of Finland	Interior	Rovaniemi, Finland	1959
Savings Bank (9)	Façade	Huittinen, Finland	1959
KOP building	Columns	Hämeenlinna, Finland	1959
SOK building	Portal frames	Turku, Finland	1959
Hotel Polar (10)	Interior (spectrolite/green granite) lower façade (spectrolite)	Rovaniemi, Finland	1960
Kenraali Nenonen memorial	Monument	Helsinki, Finland	1960
Naamio monument	Monument pedestal	Turku city theatre, Turku, Finland	1962
Suomen ratsuväen muistomerkki memorial (11)	Monument (spectrolite/green granite)	Lappeenranta, Finland	1963
Bank of Finland	Counter tops	Tampere, Finland	1965



Figure 5. Pahaoja quarry at the beginning of the 1990's. Photo: Palin Granit Oy.

Kuva 5. Pahaojan louhimo 1990-luvun alussa. Kuva: Palin Granit Oy.

9 RELATED STONES, VULNERABILITY AND MAINTENANCE OF SUPPLY

9.1 Stones related to spectrolite

Stones with an appearance similar to the Finnish spectrolite can be found, e.g. in Ukraine, Canada, Norway, Angola, and Madagascar. Small amounts of spectrolite-like rocks are also quarried in China.

Volga Blue is a dark coloured and coarse-grained anorthosite, which is mainly composed of plagioclase, quartz, pyroxene, and potassium feldspar in a variegated texture. The basic colours of the stone are grey and black, shaded with spots of sparkling bluish labradorite crystals (Fig. 6A). It is extracted from the 1800–1750 Ma old gabbro-anorthositic rapakivi Korosten pluton of the Ukrainian Shield (see, e.g. Bogdanova et al. 2004). The main targets of use are kitchen and table tops. Other commercial names for similar Ukrainian anorthosites include *Fantasy Azure* and *Galattica Blue*.

Blue Eyes is a medium-grained, light grey, plagioclase bearing anorthositic quarried in Newfoundland, Canada. The stone has few but intensive blue iridescent labradorite crystals. It comes from the ca 1300 Ma old Nain anorthositic complex of northern Labrador. The stone is quarried on demand, approx. four months of the year, when the weather permits (TUC 2016).

Labrador Antique/Lundhs Antique and *Blue Antique* are coarse-grained anorthosites extracted in southwestern Norway. They are mainly composed of plagioclase (90 %) and pyroxene (Heldal 2003). *Labrador Antique/Lundhs Antique* has a brownish colour with blue and purple crystals of labradorite (Fig. 6B) whereas *Blue Antique* has a brownish/greyish colour with blue and turquoise crystals of labradorite (Fig. 6C). Both materials are suited for desk and kitchen tops, and interior decoration. Both stones are quarried from the 1250–900 Ma old Rogaland Igneous Complex (Fig. 7) (see, e.g. Heldal & Lund 1995). In Norway, also monzonitic rocks, “larvikites”, with iridescent feldspar crystals

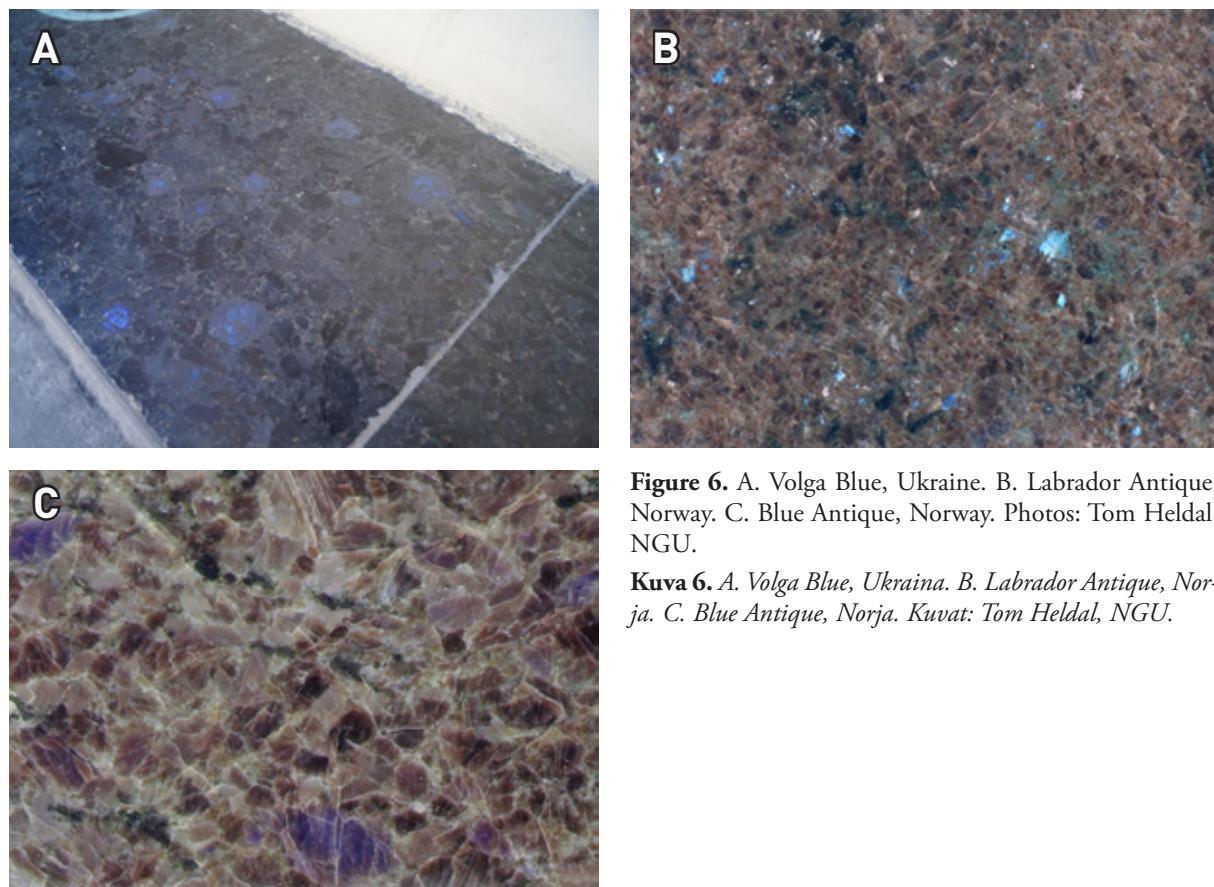


Figure 6. A. Volga Blue, Ukraine. B. Labrador Antique, Norway. C. Blue Antique, Norway. Photos: Tom Heldal, NGU.

Kuva 6. A. *Volga Blue*, Ukraina. B. *Labrador Antique*, Norja. C. *Blue Antique*, Norja. Kuvat: Tom Heldal, NGU.

are produced (see, e.g. Heldal 2003, Heldal et al. 2008, Børresen & Heldal 2009).

Blue in The Night from Angola is a medium-grained dark blue or black anorthosite with iridescent bluish labradorite crystals. It is commonly used in monuments, mosaics, countertops, and exterior/interior wall and floor applications. The stone is extracted from the northern part of the large 1360–1220 Ma old Kunene anorthosite complex in southwestern Angola (see, e.g. Maier et al. 2013). Other names for the stone include, e.g. *Angola Blue Star* and *Blues in The Night*.

Labradorite Blue River, *Labradorite Green* and *Lemurian blue* are coarse and medium-grained anorthosites with bluish and yellowish iridescent labradorite crystals in a green, dark grey, blue or white matrix. The main applications are found in interior design. They are quarried from the ca 600 Ma old massif-type anorthosite intrusions in the southern parts of Madagascar (see, e.g. Ashwal et al. 1998).

9.2 Vulnerability and maintenance of supply of spectrolite

The extraction of the Ylämaa spectrolite came to a halt at the end of the first decade of the 21st century. At present, the only licensed quarry in the Ylämaa area is situated in the Ylijärvi village (Fig. 2).

Regarding the present supply of spectrolite, still a given stock of quarried Ylämaa spectrolite blocks is available (Fig. 8). (Also, a small stock of the Jaala anorthosite remain).

The colour of the spectrolite as well as the colour and the amount of spectrolite crystals correlate with the rock types in the Ylämaa anorthosite areas, affecting the utilization potential of spectrolite (Arponen et al. 2009). The leucogabbronorite has the highest potential, because it is the most common mafic rock type in the anorthosite inclusions and richest in spectrolite crystals. The crystals are large and distinct, and leucogabbronorite is the darkest



Figure 7. Quarry in anorthosite (*Labrador Antique/Lundhs Antique*) in Sirevåg in southwestern Norway. Photo: Maria Palin.

Kuva 7. Anortosiittilouhimo (*Labrador Antique/Lundhs Antique*) Sirevågissa, Norjan lounaisosassa. Kuva: Maria Palin.



Figure 8. Sales blocks of spectrolite. Photo: Paavo Härmä.

Kuva 8. Spektroliitin myyntilohkareita. Kuva: Paavo Härmä.

rock type in the area. The Ylijärvi and Mättö inclusions are the most suitable for production of spectrolite, because they have the highest content of leucogabbronorite and the spectrolite minerals iridescence in all the spectral colours. In contrast, the Jokimies and Niemistenpitkä inclusions are less feasible because of their large volumes of hybrid rocks and because the mafic rock types are grey in colour.

General challenges for continued production of spectrolite in Ylämaa include dense fracturing of the rock and variations in the appearance (Härmä 2001). However, the quarry areas indicate that blocks large enough for production could be obtained. Based on recent field observations by the authors and the geological correlation study above, a detailed exploration work should be focused on the Ylijärvi, Mättö, and Pahaoja inclusions. The Ylijärvi and Pahaoja occurrences are large and have voluminous amounts of rock, and should be prioritized in the exploration. Furthermore, the infrastructural and environmental aspects here

could be favourable for future quarrying. The areal extension of the Mättö inclusion is smaller than that of the Ylijärvi and Pahaaja inclusions, and it seems that it would be difficult to locate prospects there. The surroundings of the present quarry areas should however be checked.

10 CONCLUDING REMARKS

The spectrolite is a unique natural stone in the selection of Finnish granites. The stone contains spectrolite crystals with unusually strong spectral colours, and finds its main applications in monuments, interior decorations and design as well as in table and kitchen tops.

The spectrolite has been exported to several countries, gaining a global reputation as being a unique and attractive natural stone material. It has been widely used in the domestic markets. Today, the production of Finnish spectrolite is temporarily discontinued. A focused and detailed

exploration work would reveal the true potential of spectrolite for further development.

However, the gemstone industry in the Ylämaa area is lively and spectrolite gemstones are produced today from several active quarries.

ACKNOWLEDGEMENTS

Information on the Finnish spectrolite, and on the Finnish and international labradorite was given by designer Mr Anssi Ahlgren (Heureka - the Finnish Science Centre); managing director Mr Seppo Alatalo (Finnish Spectrolite Exports Seppo Alatalo); geologist Mr Reijo Alviola (formerly GTK); geologist Mr Tom Heldal (Norges geologiske undersøkelse, NGU); sales director Mr Jarmo Karttunen (Nikolaus Bagnara SPA); city gardener Mr Heikki Laaksonen (City of Kotka); geologist Mr Seppo I. Lahti (formerly GTK); geologist Mr Markku J. Lehtinen (Nordkalk Oy, formerly Ruskealan Marmori Oy); Mr Erkka Lehto (formerly Palin Granit Oy, Baltic Granit Oy, and Lehdon Kiviliike Oy); geologist Mr Magne Martinsen (Lundhs AS); Mr Jukka Mikkola; managing director Mr Mikko Paljakka (Loimaan Kivi Oy); production manager Mr Jukka Partonen (Louhi Kivitasot Oy); sales

director Mr Kai Ruokonen (Palin Granit Oy); Mr Tapios Salaterä (formerly Scankivi Oy, Scanstone Oy, Saxo Oy, Ruskealan Marmori Oy and Heinon Kiviliike Oy); managing director Mr Jarmo Tiellinen (LT Granit Oy); managing director Mr Jukka Tiellinen (Ylämaan Graniitti Oy); managing director Mr Teuvo Tiellinen (Ylämaan Korukivi Oy); managing director Ms Alli Turunen (Hautakiviliike Turunen Oy, formerly Pieksämäen Kiveistämö Oy); managing director Mr Eero Vainikka (Sorvikivi Oy); managing director Mr Esa Vikman (Vikmanin Kivi Oy), and managing director Mr Ilkka Ylitalo (Vientikivi Oy Finland). Their contributions are highly appreciated.

Prof. Mr Carl Ehlers (Åbo Akademi University) critically commented the manuscript. Ms Kirsti Kesksaari (GTK, Espoo) prepared the geological maps. Geologist/gemmologist Mr Risto Vartiainen (GTK, Rovaniemi), geologist Mr Heikki Pirinen (GTK, Kuopio), geologist Mr Seppo Leinonen (GTK, Kuopio), and geologist Ms Ilona Romu (GTK, Kuopio) gave technical assistance during making the report. We acknowledge their input.

Finally, we want to thank the Finnish Natural Stone Association for the possibility to publish this report.

REFERENCES

- Alviola, R., Johanson, B.S., Rämö, O.T. & Vaasjoki, M. 1999.** The Proterozoic Ahvenisto rapakivi granite–massif-type anorthosite complex, southeastern Finland; petrography and U–Pb chronology. *Precambrian Research* 95, 89–107.
- Archives of Lehdon Kiviliike Oy, 2016.** Photos, newspaper clips etc. Managed by Mr Erkka Lehto.
- Arponen, E. & Rämö, T. 2005.** Ylämaalta löytynyt uudentyyppinen seoskivi. *KIVI* 4, 6–7. (in Finnish).
- Arponen, E., Härmä, P., Selonen, O., Luodes, H. & Pokki J. 2009.** Anorthosite and spectrolite in the Wiborg rapakivi granite batholith and the lithological control of spectrolite deposits. Geological Survey of Finland, Report of Investigation 178. Espoo, Finland. 41 p. (in Finnish with an English summary).
- Ashwal, L.D. 1993.** Anorthosites. Springer-Verlag, Berlin. 422 p.
- Ashwal, L.D., Hamilton, M.A., Morel, V.P.I. & Rambeloson, R.A. 1998.** Geology, petrology and isotope geochemistry of massif-type anorthosites from southwest Madagascar. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 133, 389–401.
- Bogdanova, S.V., Pashkevich, I.K., Buryanov, V.B., Makarenko, I.B., Orlyuk, M.I., Skoblev, V.M., Starostenko, V.I. & Legostaeva, O.V. 2004.** The 1.80–1.74-Ga gabbro-anorthosite-rapakivi Korosten Pluton in the Ukrainian Shield: a 3-D geophysical reconstruction of deep structure. *Tectonophysics* 381, 5–27.
- Børresen, A.K. & Heldal, T. 2009.** Larvikitt: unik, vakker og eksklusiv. Norsk Geologisk Forening. GeoPublishing AS. 152 p. (in Norwegian).
- Cooper, B.J. 2014.** The ‘Global Heritage Stone Resource’ designation: past, present and future. In: Pereira, D., Marker, B.R., Kramar, S., Cooper, B.J. & Schouenborg, B.E. (eds) *Global Heritage Stone: Towards International Recognition of Building and Ornamental Stones*. Geological Society, London, Special Publications, 407.
- Gemstones of Finland.** Geological Survey of Finland. 340 p. (in prep.).
- Härmä, P. 2001.** Etelä-Karjalan rakennuskivivarojen etsintäkartoitus 1998–2001. Raportti KA 33/01/2. Geological Survey of Finland. 19 p. (in Finnish).
- Härmä, P. & Selonen, O. 2008.** Surface weathering of rapakivi granite outcrops – implications for natural stone exploration and quality evaluation. *Estonian Journal of Earth Sciences* 57, 3, 135–148.
- Härmä, P., Selonen, O. & Arponen, E. 2007.** Ylämaan spektroliitin salat avautumassa. *GEOLOGI* 59, 22–24. (in Finnish).
- Härmä, P., Selonen, O. & Luodes, H. 2015.** The Wiborg granite batholith - the main production area for granite in Finland. In: G. Lollino et al. (eds.), *Engineering Geology for Society and Territory – Volume 5*, 259–262.
- Heinonen, A. 2012.** Isotopic evidence for the origin of Proterozoic massif-type anorthosites and their relation to rapakivi granites in Southern Finland and northern Brazil. Academic dissertation. University of Helsinki. Department of Geosciences and Geography A18.
- Heldal, T. 2003.** Stone resources and distribution: Norway. In: Selonen, O. & Suominen, V. (eds.) *Nordic Stone*. Geological Science series. UNESCO publishing, Paris, France. 29–36.
- Heldal, T. & Lund, B. 1995.** A regional study of the dimension-stone potential in labradorite-bearing anorthositic rocks in the Rogaland Igneous Complex. *Geological Survey of Norway, Bulletin* 427, 123–126.
- Heldal, T., Kjølle, I., Meyer, G.B. & Dahlgren, S. 2008.** National treasure of global significance. Dimension-stone deposits in larvikite, Oslo igneous province, Norway. *Geological Survey of Norway, Special Publication* 11, 5–18.
- Jackson, J.A. (ed.) 1997.** *Glossary of geology*. 4th edition. American Geological Institute. 769 p.
- Lahti, S.I. 1989a.** Spektroliitin värien synnystä. Summary: The origin of interference colours in spectrolite (iridescent labradorite). *GEOLOGI* 41, 108–114. (in Finnish).
- Lahti, S.I. 1989b.** Spektroliitin esiintymisestä, ominaisuuksista ja hionnasta. *KIVI* 4, 4–20. (in Finnish).
- Lahti, S.I. 2015.** Ylämaan spektroliitin mineralogia ja geologia. *KIVI* 2, 5–15. (in Finnish).
- Laitakari, A. 1946.** Suomalaisesta labradoriitista. *Kultaseppien lehti* 9–10, 100. (in Finnish).

- Laitakari, A. 1954.** The stone industries. The Finnish stone industry. In: Aurola, E. (ed.) The mines and quarries in Finland. Geological Survey of Finland, Geoteknillisiä julkaisuja N:o 55. Helsinki, Finland. 105–108.
- Lehijärvi, M. & Tyrväinen, A. 1969.** Vuohijärvi. Suomen geologinen kartta 1:100 000, kallioperäkartta, lehti 3114. Geological map of Finland 1:100 000, Pre-Quaternary rocks, sheet 3114. Geological Survey of Finland, Espoo.
- Maier, W.D., Rasmussen, B., Fletcher, I.R., Li C., Barnes, S-J. & Huhma, H. 2013.** The Kunene Anorthosite Complex, Namibia, and Its Satellite Intrusions: Geochemistry, Geochronology, and Economic Potential. *Economic Geology* 108, 953–986.
- Nurmi, J. 2001a.** Estekivi – kirjokivi – spektroliitti – jalokivi. Spektroliitin historia 1. osa. Kello & Kulta 2, 20–24. (in Finnish).
- Nurmi, J. 2001b.** Spektroliitin tie maailmalle. Spektroliitin historia 2. osa. Kello & Kulta 3, 24–28. (in Finnish).
- Puntanen, P. & Talka, A. 1999.** Ylämaan historia. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä. 155 p. (in Finnish).
- Rämö, O.T. & Haapala, I. 2005.** Rapakivi granites. In: Lehtinen, M., Nurmi, P.A. & Rämö, O.T. (eds.) Precambrian Geology of Finland – Key to the Evolution of the Fennoscandian Shield. Elsevier B.V. Amsterdam, Netherlands. 533–562.
- Selonen, O. 2010.** Suomalaiset luonnonkivimaterriaalit. Tekninen tiedote nro 2. Toinen painos. Finnish Natural Stone Association. Helsinki. 26 p. (in Finnish).
- Selonen, O. & Härmä, P. 2003.** Stone resources and distribution: Finland. In: Selonen, O. & Suominen, V. (Eds.), Nordic Stone. Geological Science series, UNESCO publishing. Paris, France. 19–29.
- Siegesmund, S. & Snethlake, R. (eds.) 2014.** Stone in architecture. Properties, durability. 5th edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 550 p.
- Simonen, A. 1979a.** Vaalimaa. Suomen geologinen kartta 1:100 000, kallioperäkartta, lehti 3044. Geological map of Finland 1:100 000, Pre-Quaternary rocks, sheet 3044. Geological Survey of Finland, Espoo.
- Simonen, A. 1979b.** Ylämaa. Suomen geologinen kartta 1:100 000, kallioperäkartta, lehti 3133. Geological map of Finland 1:100 000, Pre-Quaternary rocks, sheet 3133. Geological Survey of Finland, Espoo.
- Simonen, A. 1987.** Kaakkos-Suomen rapakivimassiivin kartta-alueiden kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the map-sheet areas of the rapakivi massif in SE Finland. Suomen geologinen kartta 1:100 000, Kallioperäkarttojen selitykset, lehdet 3023 + 3014, 3024, 3041, 3042, 3044, 3113, 3131 ja 3133. Geological map of Finland 1:100 000, Explanation to the maps of Pre-Quaternary rocks, sheets 3023 + 3014, 3024, 3041, 3042, 3044, 3113, 3131 and 3133. Geological Survey of Finland, Espoo. 49 p. (in Finnish with an English summary).
- Suominen, V. 1991.** The chronostratigraphy of southwestern Finland, with special reference to Postjotnian and Subjotnian diabases. Geological Survey of Finland, Bulletin 356. 100 p.
- TUC, 2016.** <http://lidc.ca/tuc/> Visited 01.08.2016.
- Tyrväinen, A. 1986.** Vuohijärven kartta-alueen kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Vuohijärvi map-sheet area. Suomen geologinen kartta 1:100 000, Kallioperäkarttojen selitykset, lehti 3114. Geological map of Finland 1:100 000, Explanation to the maps of Pre-Quaternary rocks, sheet 3114. Geological Survey of Finland, Espoo. 35 p. (in Finnish with an English summary).

YHTEENVETO

Johdanto

Spektroliitti on erikoinen labradoriittimineraali (eräs plagioklaasimineraalin koostumusmuoto), jota tavataan ainoastaan Ylämaalla Kaakkois-Suomessa. Spektroliitti on alun perin saanut nimensä siitä, että se iridisoi (välkkehtii) voimakkaasti spektrin väreissä. Voimakkaan väri-ilmiön johdosta se on ulkonäältään kiinnostava materiaali korujen valmistukseen ja sitä onkin louhittu korukiveksi aina 1940-luvun lopulta alkaen. Kaakkois-Suomessa esiintyvä spektroliitti on nykyään kansainvälisti tunnustettu korukivi, koska sen väriileikki on erityisen kaunis ja ainutlaatuinen.

Spektroliitti ei ole pelkästään korukivi, sillä ”spektroliitti” on myös rakennuskiviteollisuudessa käytettävän tumman kiven kiviteollinen nimi. Sillä tarkoitetaan sellaista kiveä, joka on karkearakeista, suuntautumatonta, väristään tumman harmaata tai mustaa ja jossa on yksittäisiä värikäitä spektroliittikiteitä. Spektroliittikivi luokitellaan rakennuskiviteollisuudessa graniitiksi ja sitä louhitaan suurikokoisina määrämittaisina ja -muotoisina kivilohkarevalmisteina eli blokkeina. Kiven louhinta alkoi Ylämaalla 1950-luvun alkupuolella.

Spektroliittikiveä on käytetty sekä kotimaan että ulkomaan markkinoilla erilaisissa rakentamiskohteissa, hautakivinä ja monumenteissa. Erityisen tärkeitä käyttökohteita ovat olleet sisustuskivet sekä pöytä- ja keittiötasot. Kiveä on viety esim. Italiaan, Kiinaan, Venäjälle, Japaniin, Taiwaniin ja Yhdysvaltoihin.

Tämän raportin tarkoituksena on antaa yleiskuva spektroliittikiven geologiasta ja sen kiviteollisesta käytöstä. Raportissa käytetään termillä ”spektroliitti” tarkoitetaan tässä yhteydessä yksinomaan Ylämaalta louhittavaa ja rakennuskiviteollisuudessa käytettävää kiveä, ellei toisin mainita. Raportissa ei siis käsitellä spektroliittimineraalin käyttöä korukivenä.

Esiintymäalueet ja louhintapaikat

Spektroliittiesiintymät sijaitsevat Kaakkois-Suomessa Ylämaan alueella (Kuvat 1 ja 2). Jaalassa ja Mäntyharjulla tavataan myös kiveä, jossa esiintyy

värikästä labradoriittia (Kuva 1). Jaalan kiveä on Ylämaan spektroliitin tavoin käytetty rakennuskiivenä ja sitä käsitellään lyhyesti tässä raportissa. Sen sijaan Mäntyharjun kiveä on ainoastaan koelouhitettu ja siten sen osuus on jätetty raportista pois.

Ylämaan alueella tärkeimmät louhimoalueet sijaitsevat Ylijärven, Mätön ja Pahaojan kylissä (Kuva 2). Jaalan alueella kiveä on louhittu Pökölän kylästä.

Spektroliittia on louhittu eri louhimoalueilta käytäen erilaisia kaupallisia nimiä, joita ovat olleet Labrador (Ylijärvi), Spectrolite (Ylijärvi, Pahaoja, Mätö), Gem Spectrolite (Mätö), Noble Spectrolite (Mätö), Arctic Blue (Ylijärvi, Pahaoja), Finlandia Blue (Ylijärvi, Pahaoja) ja Ballado Blue (Ylijärvi).

Jaalan kiveä on puolestaan louhittu kauppanimillä Karelian Ice Black (Karjalan Jäänmusta) ja Ice Black (Jäänmusta).

Kiven ulkonäkö

Ylämaan spektroliitti on karkearakeista ja suuntautumatonta kiveä, jonka yleissävy on tumma. Perusväristään kivi on musta tai tummanharmaa. Yksittäisiä, sinertäviä/kellertäviä ja kimaltelevia spektroliittikiteitä esiintyy tummassa taustamassassa (Kuvat 3A, B, C). Spektroliittikiteiden koko vaihtelee 0,5–15 cm. Paikoin kivessä voidaan nähdä suurempia vaaleita alueita (nk. ”maitoa”). Spektroliittimineraalin ominaisen värin puolestaan aiheuttaa heijastuneiden valonsäteiden interferensi mineraaliin sen kiteytessä syntyneistä suotau-malamelleista. Värien syntyä on kuvannut yksityiskohtaisesti Seppo I. Lahti kirjoituksissaan.

Jaalan kivi on karkearakeista, suuntautumatonta, ja sen yleissävy on tumma. Taustaväristään kivi on tummanharmaa tai lähes musta, joskus vihertävä. Kimmeltäviä ja välkkehtiviä labradoriittikiteitä (hal-kaisija 10 cm) ja pronssinruskeita hypersteenikiteitä esiintyy tummassa taustamassassa (Kuva 3D). Suurempia vaaleita alueita esiintyy, jolloin kiven taustaväri voi olla jopa (vaalean)harmaa tummien kiteiden korostuessa taustalla.

Geologinen ympäristö

Anortosiitti on yleisnimi kivilajille, joka koostuu lähes kokonaan plagioklaasista, sen lisäksi siinä voi olla hieman tummia eli nk. mafisia mineraaleja. Mineralogista vaihtelua ja siten myös kivilajivaihtelua esiintyy paljon anortosiittien sisällä. Anortosiittialueiden pääkivilajeja ovat leukogabronoriittiset kivilajit, mutta myös leukogabroja, leukonoriitteja sekä anortosiitteja esiintyy. Anortosiitteja on muodostunut läpi koko geologisen historian, mutta proterotsooiset massiivityypin anortosiitit muodostavat laajimmat esiintymät, ja niitä tavataan usein rapakivigraniittien yhteydessä. Anortosiitteissa esiintyvä plagioklaasi voi iridisoida spektrin väreissä, kuten spektroliittikiteet. Myös Ylämaan spektroliitin kivilajista voidaan käyttää yleisnimeä anortosiitti (Taulukko 1).

Kaakkos-Suomessa sijaitsevassa keskiproterotsooissessa, 1615–1646 Ma (miljoona vuotta) vanhassa nk. Viipurin rapakivigraniittibatoliitissa tavataan Ylämaalla kuusi anortosiitti-(spektroliitti)alueita: Ylijärvi, Pahaoja, Mättö, Jokimies, Niemistenpitkä W ja Niemistenpitkä E (Kuvat 1 ja 2). Alueet voidaan käsitteää laajoiksi sulkeumiksi rapakivigraniitissa ja niiden pinta-alat vaihtelevat 0,1–1,5 km². Ylijärven anortosiitin iäksi on määritetty 1633 ± 2 Ma.

Ylämaan anortosiittialueilla kivilajit vaihtelevat siten, että Ylijärven, Pahaojan ja Mätön sulkeumat koostuvat kokonaan mafisista (tummista) kivilajeista, mutta Jokimiehen ja Niemistenpitkän (E ja W) sulkeumissa mafisia kiviä esiintyy ainoastaan keskiosissa. Mätön sulkeuma koostuu lähes yksinomaan leukogabronoriitista (päämineraaleina plagioklaasi, pyrokseeni ja kvartsi). Ylijärven ja Pahaojan sulkeumista noin 70 % on leukogabronoriittia – loppuosa on leukonoriittia ja leukogabroa lähes puoliksi. Jokimiehen ja Niemistenpitkän sulkeumat (E ja W) koostuvat pääosin seoskivistä, jossa on mafisesta magmasta peräisin olevia plagioklaasirakeita graniittisessa massassa. Niiden keskiosista tavattava leukogabronoriitti sisältää sulkeumina muita tummia kivilajeja muutamia kymmeniä prosentteja. Anortosiittia esiintyy kaikissa kuudessa sulkeumassa, mutta vain muutaman prosenttiyksikön verran. Ylämaan anortosiittialueet on kuvattu kattavasti Elina Arposen tutkimuksessa vuodelta 2009.

Jaalan esiintymä sijaitsee Ahveniston rapakivigraniiti-gabro-anortosiittikompleksin kaakkoisosassa, Viipurin batoliitista luoteeseen (Kuva 1). 1632–1643 Ma vanha kompleksi muodostaa samakeskisen rakenteen, jossa graniittiset kivilajit ovat keskellä ja tummat, mafiset kivet reunilla (Kuva 1). Kompleksi koostuu pääasiassa rapakivigraniiteista (n. 70 %) sekä pienistä määristä gabro- ja anortosiittiluokan kivilajeista (n. 25 %) sekä montsodioriteista (<5 %). Geologisesti Jaalan kivi on anortosiitti-gabroa, jonka päämineraalit ovat plagioklaasi, hypersteeni (pyrokseeni) ja kvartsi. Kivilajin ikä on 1643 ± 3 Ma.

Spektroliitin geoteknisiä ominaisuuksia

Spektroliittia on käytetty monenlaisessa erilaisessa rakentamiskohteessa. Ulkokäytössä kohteita ovat olleet esim. julkisivulaatat sekä hauta- ja monumenttikivet. Sisäkäytön tyyppillisä kohteita ovat olleet mm. portaat, lattiapinnoitteet, sisustuksen koriste-elementit sekä pöytä- ja keittiötasot. Pin-takäsittelyvaihtoehtoina ovat voineet olla kiillotus, sahaus, poltto, ristipäähakkaus, harjaus, kuulapuhallus sekä lohkopinta.

Spektroliitin kiillottuvuus on hyvä silikaattisen mineraalikoostumuksen (rapautumaton plagioklaasi, pyrokseeni, kvartsi) vuoksi.

Spektroliitin rakoilu on kuutiollista tai sekarakointua. Pystyrakojen väli on keskimäärin 1–3 m ja vaakarakojen väli 1–2 m. Silti louhimoalueelta on voitu louhia lohkkareita, joiden koko on ollut noin 2,5 x 1,5 x 1,5 m tai suurempi (Kuva 4).

Spektroliitin lohkeavuuus on vain kohtalainen, mikä johtuu kiven karkearakeisuudesta ja tekstuurista, jossa peruskivessä esiintyy suurempia plagioklaasi-hajarakeita (porfyyrisen tekstuuri). Kiven keskikertaiseen lohkeavuteen vaikuttaa myös sen intergranulaari- ja (inter)kumulusrakennet (sekä paikoin ofiittinen rakenne), jossa suuremmat ja pienemmät mineraalirakeet ovat kutoutuneet yhteen.

Ylämaan spektroliitin keskeisiä teknisiä ominaisuuksia ovat: tiheys (EN 1936): 2760 kg/m³, veden imukyky (EN 13755): 0,05 %, taivutusvetolujuus (EN 12372): 13,6 MPa sekä puristuslujuus (EN 1926): 144 MPa.

Taulukossa 2 esitetään yhteenvetö spektroliitin geoteknisistä ominaisuuksista.

Louhinnan historiaa

Ylämaan spektroliitin tuotanto alkoi 1950-luvun alussa, kun Mikkolan Kivi Oy aloitti louhinnan Ylijärven alueella. Kiveä käytettiin koruiksi, pienesineiksi sekä hautakiviksi.

Spektroliitin louhinnasta tuli teollisempaa, kun Lehdon Kiviliike Oy käynnisti tuotannon samalla Ylijärven alueella vuonna 1959. Kiven kaupallinen nimi oli "Labrador" ja sitä käytettiin useissa kohdeissa Suomessa monumenttikivenä ja sisustuskivenä (Taulukko 3). Spektroliittia louhittiin alusta asti koneellisesti ainakin kolmesta (pienestä) louhimosta. Louhinta tehtiin poraus-räjäytys -menetelmää käyttäen ja lohkareita siirrettiin louhimoilla kraanilla. Kivet kuljetettiin jalostamolle kuorma-autioilla. 1960-luvulla louhimoilla työskenteli 4–6 henkilöä. Louhimot olivat toiminnassa ympäri vuoden ja kiveä vietin ulkomaille lohkareina ja muina kivistuotteina. Vientimaita olivat Euroopan maat, kuten esim. Englanti, Ranska, Itävalta sekä toisaalta USA. Yhtiö louhi spektroliittia aina 1970-luvun alkuun asti. Yhtiö louhi samaan aikaan samalta Ylijärven alueelta spektroliitin lisäksi myös vihertävää graniittia, jossa oli kiilteleviä plagioklaasikiteitä (Liite 2, valokuva no 11). Tästä kivestä käytettiin kaupallista nimeä "Plagioklaasi".

Spektroliitin louhinta rakennuskiveksi alkoi uudelleen 1980-luvun alkupuolella (1981–82), jolloin Louhinta Tielinne Ky aloitti Ylijärvellä. Toiminta oli aluksi pienimuotoista, mutta laajeni vuosikymmenen loppua kohden. Vuosikymmenen loppulla aloittivat myös Kymen Kalliötö Oy Mätössä ja Palin Granit Oy Pahojalla (1989). Vuonna 1991 aloittivat puolestaan Savon Kivi Oy Mätössä ja Oy Scandia Granite Ab Ylijärvellä. 1990-luku olikin Ylämaan spektroliittin tuotannon aktiivisinta toiminnan aikaa (Kuva 5). Spektroliittia louhittiin monesta louhimosta usean yrityksen toimesta ja se kuului keskeisesti suomalaisen luonnonkivien valikoimaan. Kiveä louhittiin suurina määrämitaisina ja -muotoisina kiviblokkeina ja vietin mm. Saksaan, Italiaan, Kiinaan, Venäjälle, Japaniin, Taiwaniin ja Yhdysvaltoihin sekä käytettiin kotimaan markkinoilla. Ylämaan spektroliitin louhinta

kuitenkin keskeytyi 2000-luvun ensi kymmenen loppulla.

Jaalan anortosiitin tuotanto alkoi Pökkölän kyläsä vuonna 1986. Lupien haltijana oli Saxo Oy ja louhijana Oy Busto Ab. Kiveä louhittiin yhdestä louhimosta, joka siirtyi vuonna 1988 Pieksämäen Kiviveistämö Oy:n haltuun. Yhtiö louhi kiveä aina 2000-luvun alkuun saakka (2001), jolloin tuotanto Jaalan alueella loppui kokonaan. Anortosiittia louhittiin määrämitaisiksi ja -muotoisiksi kiviblokeiksi, jotka jatkojaloitettiin kotimaan markkinoille mm. sisustustarkoituksiin, keittiö- ja pöytätaisoiksi sekä hauta- ja monumenttikiviksi.

Jaalan anortosiitin ja Ylämaan spektroliitin käyttökohteita esitetään Liitteessä 2.

Spektroliittia vastaavia kiviä

Suomalaista spektroliittia vastaavaa kiveä löytyy esim. Ukrainasta, Kanadasta, Norjasta, Madagaskarista ja Angolasta. Pieniä määriä louhitaan myös Kiinassa.

Volga Blue on tummaa ja karkearakeista anortosiittia, joka koostuu plagioklaasista, kvartsista, pyrokseenista ja kalimaasälvästä. Kiven perusvärit ovat harmaa ja musta, ja siinä on iridisoivia sinertäviä labradoriittikiteitä (Kuva 6A). Sitä louhitaan 1800–1750 Ma vanhasta Korostenin gabro-anortosiitti-rapakivi-plutonista Ukrainasta. Kiven tärkeimpää käyttökohteita ovat keittiö- ja pöytäasot. Muita vastaavien ukrainalaisten anortosiittien kauhallasia nimiä ovat *Fantasy Azure* ja *Galattica Blue*.

Blue Eyes on keskirakeista ja vaaleanharmasta plagioklaasipitoista anortosiittia, jota louhitaan Newfoundlandissa Kanadassa. Kivesä on paikoin intensiivisen sinisiä ja välkehtivää labradoriittikiteitä. Esiintymä kuuluu 1500–1400 Ma vanhaan Nainin anortosiittikompleksiin Pohjois-Labradorissa. Kiven saatavuus on rajallinen, sillä sitä louhitaan noin neljän kuukauden ajan vuodessa – silloin kun sää sallii.

Labrador Antique/Lundhs Antique ja *Blue Antique* ovat karkearakeisia anortosiitteja, joita louhitaan Lounais-Norjassa. Ne koostuvat pääasiassa plagioklaasista (90 %) ja pyrokseenista. Labrador

Antique/Lundhs Antique on väristään ruskehtavaa kiveä, jossa on sinisiä ja violetteja välkehtivää labradoriittikiteitä (Kuva 6B), kun taas Blue Antique on enemmän ruskehtavaa/harmahtavaa kiveä, jossa on sinisiä ja turkooseja labradoriittikiteitä (Kuva 6C). molemmat materiaalit soveltuват esim. pöytä- ja keittiötasoiksi, sekä sisustuselementteihin. molempia kiviä louhitaan 1250–900 Ma vanhasta Rogalandin kompleksista (Kuva 7). Norjassa louhitaan rakennuskiveksi myös montsoniittisia kiviä, "larvikiteja", joissa tavataan välkehtivää maasälpäkiteitä.

Blue in the Night Angolasta on keskirakeinen tummansininen tai musta anortosiitti, jossa esiintyy värikäitä sinertäviä labradoriittikiteitä. Sitä käytetään yleisesti monumentteihin, mosaiikkieihin, työtasoihin, ulko- ja sisäseiniin ja lattioihin. Kiveä louhitaan laaja-alaisen 1360–1220 Ma vanhan Kunenen anortosiittikompleksin pohjoisosasta Lounais-Angolasta. Kiven muita kaupallisia nimiä ovat mm. *Angola Blue Star* ja *Blues in The Night*.

Labradorite Blue River, *Labradorite Green* ja *Lemurian Blue* ovat karkea- ja keskirakeisia anortosiitteja, joissa esiintyy sinertäviä ja kellertäviä välkehteleviä labradoriittikiteitä vihreässä, tummanharmaassa, sinisessä tai valkoisessa peruskivessä. Näitä kiviä käytetään pääosin erilaisissa sisustuskohteissa. Kiviä louhitaan noin 600 Ma vanhoista massiivityypin anortosiitti-intruuusioista Madagaskarin eteläosista.

Spektroliitin potentiaalisuus

Ylämaan spektroliitin louhinta keskeytyi 2000-luvun ensi kymmenen loppupuolella. Tänä päivänä ainoaa luvitettu spektroliittilouhimo sijaitsee Ylijärven läheisyydessä (Kuva 2). Ylämaan spektroliitin myyntilohkareita (sekä myös Jaalan anortosiitin) on vielä jonkin verran jäljellä (Kuva 8).

Spektroliitin potentiaalisuus (kiven väri sekä spektroliittimineraalin määrä ja väri) vaihtelee kivilajien muukaan Ylämaan eri anortosiittialueilla. Kaupalliseen hyödyntämiseen soveltuu parhaiten leukogabronoriitti, joka sisältää kivilajeista eniten spektroliittimineraalia. Parhaimman laatuinen leukogabronoriitti on raekooltaan karkeahko ja väristään hyvin tumma. Leukogabronoriitissa ei myöskään useimmiten ole väriä vaalentavaa muuttumista ja leukogabronoriitti on raekoko on hyödyntämisen kannalta optimaali-

sin. Ylijärven ja Mätön sulkeumat ovat spektroliitin hyödyntämiseen parhaita, koska niissä leukogabronoriitti on eniten ja spektroliittimineraali iridisoi kaikissa spektrin väreissä. Jokimiehen ja Niemisten pitkän alueet ovat hyödyntämismielessä huonompia, koska suuri osa esiintymisalueista on seoskiveä ja mafiset kivet ovat harmaita.

Spektroliitin louhinnan uudelleenkäynnistämisen yleisiä haasteita Ylämaalla ovat kallioperän tiheä rakoilu ja kiven ulkonäölliset vaihtelut. Kuten louhimoalueilla voidaan nähdä, tarpeeksi suuria lohkareita on kuitenkin saatu louhittua tuotantoa varten. Kirjoittajien tekemien viimeaikaisten kenttähavaintojen sekä yllämainitun geologisen korrelaatiotutkimuksen perusteella voidaan todeta, että yksityiskohtainen etsintätutkimus tulisi kohdentaa Ylijärven, Mätön ja Pahaojan sulkeumiin. Koska Ylijärven ja Pahaojan esiintymät ovat suuria, ja niissä on runsaasti kivimassaa, ne olisi asetettava etusijalle etsintätutkimuksessa. Lisäksi infrastruktuuriin ja ympäristöön liittyvät näkökohdat näillä alueilla voisivat olla suotuisia uusien kohteiden hyödyntämiseen. Mätön sulkeuma on puolestaan alueellisesti pienempi kuin Ylijärven ja Pahaojan sulkeumat, ja vaikuttaa siltä, että siltä olisi haastavampaa löytää uusia louhinkohdeita. Nykyisten louhimoalueiden lähiympäristöt olisi ainakin tarkistettava.

Lopuksi

Spektroliitti on ainutlaatuinen kivi suomalaisten graniittien valikoimassa. Kivessä olevat spektroliittikiteet välkehtivät kaikissa spektrin väreissä harvinaisen voimakkaasti ja siksi sitä on käytetty erityisesti sisustuksessa pöytä- ja keittiötasoina sekä monumentteina.

Spektroliittia on viety useisiin maihin, ja se on saatettanut maailmanlaajuisista mainetta erityisen kauaniina ja houkuttelevana luonnonkivimateriaalina. Kiveä on käytetty myös laajalti kotimaan markkinoilla. Tänä päivänä spektroliitin tuotanto Suomessa on keskeytynyt. Spektroliitin tulevaisuuden todellinen potentiaali voitaisiin saada selville suunnatulla ja yksityiskohtaisella etsintätutkimuksella.

Korukiviteollisuus Ylämaalla on sen sijaan vilkasta ja korukiviä tuotetaan tänäkin päivänä useasta aktiivisesta louhoksesta.

APPENDICES

Appendix 1. A list of companies that have quarried spectrolite as natural stone.

Ballado Oy
Finnish Spectrolite Exports Seppo Alatalo
Mikkolan Kivi Oy
Kymen Kallityö Oy
Lehdon Kiviliike Oy
Louhinta Tiilinen Ky
Palin Granit Oy
Savon Kivi Oy/Savonia Stone Ltd
Oy Scandia Granite Ab

Appendix 2. A selection of applications where the Jaala anorthosite and the Ylämaa spectrolite have been used. (All references are located in Finland).

JAALA ANORTHOSITE

- 1.** Rock specimen, Heureka - the Finnish Science Centre, Kuninkaantie 7, Vantaa. 1988. Photo: Olavi Selonen.
- 2. and 3.** Ilmari Salminen memorial pedestal, Salpausselänkatu 40, Kouvola. Designer: Pauli Koskinen. 1988. Photos: Olavi Selonen.
- 4.** Globe pedestal (anorthosite in the foundation for the globe), Pitkä-Shell, Sivuntie 5, Luumäki. Photo: Paavo Härmä.
- 5.** Chairs, Sapokka Water Park, Tallinnankatu, Kotka. 1995. Photo: Paavo Härmä.
- 6.** Sculpture (anorthosite in the upper part of the monument), Sapokka Water Park, Tallinnankatu, Kotka. 1995. Photo: Paavo Härmä.

YLÄMAA SPECTROLITE

- 7. and 8.** Kollaa vasama memorial, Kontioniemi, Kontiolahti. Designer: Kalervo Kallio. 1959. Photos: Heikki Pirinen (7) and Olavi Selonen (8).
- 9.** Façade, Savings Bank, Lauttakylänkatu 1, Huittinen. 1959. Photo: Olavi Selonen.
- 10.** Interior, Hotel Polar, Valtakatu 23, Rovaniemi. 1960. Photo: Risto Vartiainen.
- 11.** Suomen ratsuväen muistomerkki memorial (relief in spectrolite, memorial in green granite), Mannerheiminkatu, Lappeenranta. Designer: Wäinö Aaltonen. 1963. Photo: Paavo Härmä.
- 12.** Gravestone, Levonkatu 4, Lahti. 1969. Photo: Olavi Selonen.
- 13.** Window frame, Torikatu 3, Lahti. Photo: Olavi Selonen.
- 14.** Rock specimen, Heureka - the Finnish Science Centre, Kuninkaantie 7, Vantaa. 1988. Photo: Olavi Selonen.
- 15.** Top, Geological Survey of Finland, Neulaniementie 5, Kuopio. 1988. Photo: Heikki Pirinen.
- 16.** Reception desk, Geological Survey of Finland, Neulaniementie 5, Kuopio. 1988. Photo: Heikki Pirinen.
- 17.** Evakkotie memorial (spectrolite in the lower parts of the columns), Siunauskappelintie 2, Kuopio. Designer: Herman Joutsen. 1989. Photo: Olavi Selonen.
- 18.** Fenix-lintu sculpture, Valtakatu 10-12, Rovaniemi. Designer: Harry Kivistö. 1990. Photo: Risto Vartiainen.
- 19.** Interior, Etelä-Saimaa office, Lauritsalantie 1, Lappeenranta. 1991. Photo: Paavo Härmä.
- 20.** Interior, Hotel Cumulus Airport, Robert Huberin tie 6, Vantaa. 1992. Photo: Olavi Selonen.
- 21.** Portal, Uudenmaankatu 19, Turku. Photo: Olavi Selonen.
- 22.** Sculpture (spectrolite in the lower part of the monument), Sapokka Water Park, Tallinnankatu, Kotka. 1995. Photo: Paavo Härmä.
- 23.** Memorial, Kirkkopolku 9, Pyhäjärvi. Photo: Olavi Selonen.
- 24.** Globe, Lokomonkatu 3, Tampere. Photo: Paavo Härmä.
- 25.** Paavo Korhonen memorial, Keskuskatu 2, Joutseno. Designer: Reino Puustinen. 2000. Photo: Olavi Selonen.
- 26.** Haapala and Vainikka monument, Gustaf Hällströmin katu 2, Helsinki. Designers: Ilmari Haapala, Eero Vainikka, and Helena Korkka. 2001. Photo: Olavi Selonen.
- 27.** Globe (spectrolite on the far right), The Finnish Stone Centre, Kuhnuantie 10, Juuka. 2003. Photo: The Finnish Stone Centre.
- 28.** Globe, Fair, Turku. 2004. Photo: Olavi Selonen.
- 29. and 30.** Utility box, Tennispalatsinaukio, Helsinki. Photos: Olavi Selonen.
- 31. and 32.** Memorial, Rauhanmaa, Forssa. Designer: Simo Leino. 2004. Photos: Olavi Selonen.

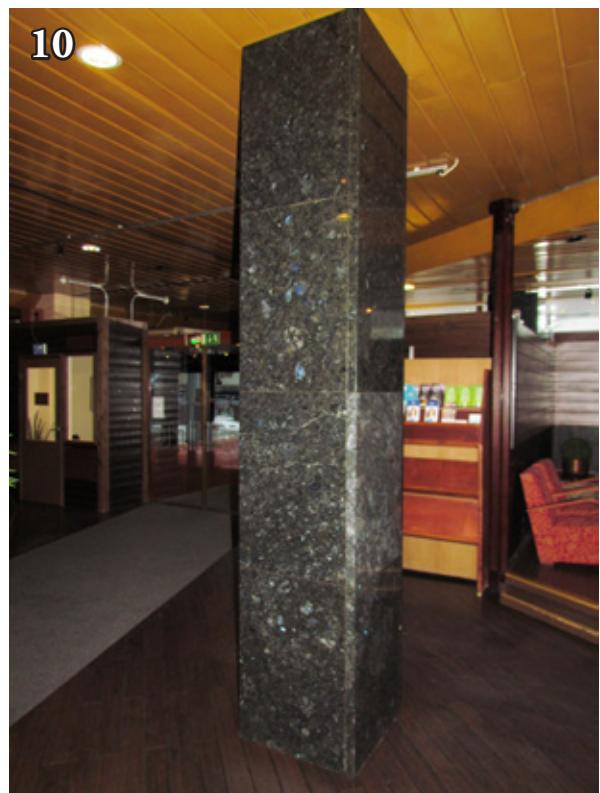
- 33.** Matto ja pallo sculpture (spectrolite basement), Tammerinpuisto, Tampere. Designer: Antero Koskinen. 2006. Photo: Olavi Selonen.
- 34.** Yökulkijat sculpture, Keskuskatu, Kotka. Designer: Markku Hirvelä. 2007. Photo: Olavi Selonen.
- 35. and 36.** Table tops, Katariina Seaside Park, Öljsatamantie, Kotka. 2011. Photos: Olavi Selonen.
- 37. and 38.** Wall, KOY Metsätapiola, Revontulenpuisto 2, Espoo. 2012. Photos: Olavi Selonen.
- 39.** Harmonikka gravestone, Hämeenkyläntie 2, Salo. 2013. Photo: Jari Sandqvist.
- 40.** Globe (with a diameter of 262 cm), Hallitie 1, Savitaipale. 2016. Photo: Paavo Härmä.
- 41.** Equinox sculpture pedestal, Art Museum Gösta, Joenniementie 47, Mänttä. Designer: Antero Toikka. 2016. Photo: Olavi Selonen.

JAALA ANORTHOSITE





YLÄMAA SPECTROLITE





17



19



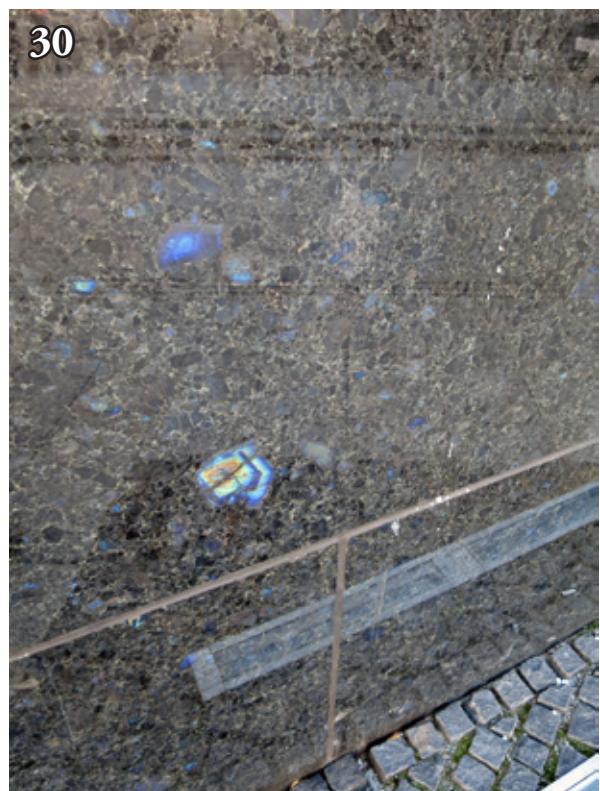
18



21















Kuva: Paavo Härmä.



Unioninkatu 14, 3. kerros
PL 381, 00131 Helsinki
Puh. 09-1299 300
Fax 09-1299 252
e-mail: kiviteollisuusliitto@finstone.fi
www.suomalainenkivi.fi