



Natural stones of the Kuru granite batholith in south-central Finland

Olavi Selonen, Paavo Härmä and Carl Ehlers

THE FINNISH NATURAL STONE ASSOCIATION

Geotechnical report 6

Natural stones of the Kuru granite batholith in south-central Finland

YHTEENVETO: Kurun graniittialueen rakennuskivet

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

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

Carl Ehlers
Åbo Akademi University
Department of natural sciences
Geology and Mineralogy
FI-20500 Turku, Finland
E-mail: carl.ehlers@abo.fi

ISSN 2489-3161

Layout: Sonck-Koota

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

Front cover. The Satakunta bridge across the Tammerkoski rapids in Tampere, Finland. The bridge is built in grey granite from Kuru. Photo: Olavi Selonen. Small photo: www.suomalainenkivi.fi

Kansikuva. Tampereen Satakunnansilta on rakennettu Kurun harmaasta graniitista.
Kuva: Olavi Selonen. Pikkukuva: www.suomalainenkivi.fi

HELSINKI 2017

CONTENTS

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Introduction..... | 2 |
| 2 | Geological outline..... | 2 |
| 3 | Rock types of the Kuru batholith..... | 4 |
| 3.1 | Grey granite | 4 |
| 3.2 | Red granite | 5 |
| 3.3 | Mafic rocks | 6 |
| 4 | The geological structure of the Kuru batholith | 6 |
| 4.1 | Geological control of natural stone deposits in the Kuru batholith | 7 |
| 5 | Natural stone production in the Kuru batholith | 8 |
| 5.1 | Kuru Grey | 8 |
| 5.2 | Kuru Redbrown..... | 9 |
| 5.3 | Kuru Black | 10 |
| 6 | Geotechnical features of the Kuru Grey granite..... | 10 |
| 6.1 | Rock stress in the Kuru Grey granite..... | 12 |
| 7 | Assessment of suitability of the rock types of the Kuru batholith as natural stone .. | 13 |
| 7.1 | Grey granite..... | 13 |
| 7.2 | Red granite and mafic rocks | 14 |
| 7.3 | Further investigations..... | 14 |
| 8 | Concluding comments | 14 |
| | Acknowledgements | 15 |
| | References | 15 |
| | YHTEENVETO: Kurun graniittialueen rakennuskivet..... | 18 |
| | APPENDICES | 24 |

1 INTRODUCTION

The Kuru granite batholith¹ in south-central Finland, is one of the areas where natural stone has been produced for more than a century. Extraction of grey granite started in the mid-19th century for constructions in the city of Tampere, approx. 50 km south of Kuru (Aurola 1967, Kylkilahti 1989).

From being a local site of stone production, the extraction industry in the area has developed into an essential production centre for Finnish natural stone. Today, the classical Kuru Grey is a regular choice in the selection of Finnish granites on the global natural stone market (Selonen & Härmä 2003, Selonen et al. 2012). The Kuru batholith belongs to the best-known granite production areas in Finland together with the Wiborg batholith in southeastern Finland and the Vehmaa batholith in southwestern Finland (Selonen et al. 2016) (App. 1).

Geological maps with explanations by Simonen (1952), Matisto (1961), and Nironen (2003) cover the Kuru batholith. Geological features and natural stones of the batholith have been studied by Aurola (1967), Härmä et al. (2006), Nyman (2007), and Selonen et al. (2012). The usability of the leftover material from the Kuru Grey quarries was investigated by Vasenius (1998). The history of the natural stone production is described by Aurola (1967) and Kylkilahti (1989), and the history of the production of rollers for paper machines by Peltola et al. (2012, 2014, 2015). Geotechnical and material properties of the Kuru grey granite have been studied, e.g. by Aurola (1967), Ahtiainen (1974), Mononen (2005, 2006), Pérez (2009), Saksala et al. (2013), Formeau et al. (2014), Saksala et al. (2014), and Hokka et al. (2016).

For this geotechnical report, we have compiled the currently available knowledge on the geological features and the natural stones of the Kuru granite batholith. Since the report by

Aurola (1967), no recent compilation of data on the natural stones of the batholith has been published. Our aim is to provide the reader with the basic information on the area combined with a comprehensive list of literature for further reading. The batholith area was revisited by the authors in 2016–17.

2 GEOLOGICAL OUTLINE

The Kuru granite batholith is located in south-central Finland around the Lake Vankavesi (an open lake area in the northern part of the Lake Näsijärvi) mainly in the areas of Kuru and Kapee in the municipality of Ylöjärvi and in the city of Tampere, respectively (Fig. 1). A small strip of the eastern part of the batholith is situated in the municipality of Ruovesi. The batholith covers an area of approx. 100 km² shown on the Finnish Geological Survey map-sheets 2213 and 2214 (Simonen 1952, Matisto 1961, Nironen 2003).

The Kuru batholith consists of intrusions of 1. grey granite, 2. red granite, and 3. mafic rocks varying from gabbro and diorite to quartz gabbro, quartz diorite, and hornblende gabbro (“black granites”), the grey granite being the main rock type (Selonen et al. 2012) (Fig. 2).

In a regional geological context, the Kuru batholith is situated in the southern part of the Central Finland Granitoid Complex (CFGCC) (Fig. 2). The CFGCC comprises different synkinematic intrusions, from gabbros to granites (1890–1880 Ma), consisting mainly of foliated coarse-grained granites and granodiorites (Nironen 2005, Nikkilä 2016, Mikkola et al. 2016, Nironen 2017). Undeformed or weakly foliated postkinematic intrusions (1880–1870 Ma) are found around the margins of the CFGCC (Selonen & Ehlers 1996, Nironen et al. 2000, Nironen 2005). The age of the grey granite in the Kuru batholith is 1875±5 Ma (Nironen 2003), indicating an age of emplacement after the culmination of the 1890–1880 Ma old Svecfennian orogeny.

Tectonically, important features around the Kuru batholith are prominent NW–SE and

¹ A batholith is a large, generally discordant plutonic (granitic) body, having an aerial extent of 100 km² or more and no known floor (Jackson 1997).



Figure 1. Geographical location of the Kuru granite batholith in the northern part of the Lake Näsijärvi (indicated by a rectangle) in south-central Finland.

Kuva 1. Kurun graniittialueen maantieteellinen sijainti Näsijärven pohjoisosassa Pirkanmaalla.

NE-SW trending fracture zones, shear zones, and lineaments, extending towards north of the batholith (Selonen & Ehlers 1996, Nironen et al. 2000, Nironen 2003).

The host rocks to the Kuru batholith include 1890–1880 Ma old intrusions of Svecofennian granodiorites (Fig. 2). The granodiorites are even-grained or carrying feldspar phenocrysts (Aurola 1967, Nyman 2007).

Greenish-black, younger (ca 1645 Ma) diabase dykes intrude sharply the Kuru batholith in an approx. N–S direction (Nyman 2007) (Fig. 3).

They show en echelon patterns and bayonet-structures. The diabases are fine and even-grained, comprising small non-oriented needle-like plagioclase laths. The matrix is composed chiefly of amphibole with some biotite, and opaque minerals.

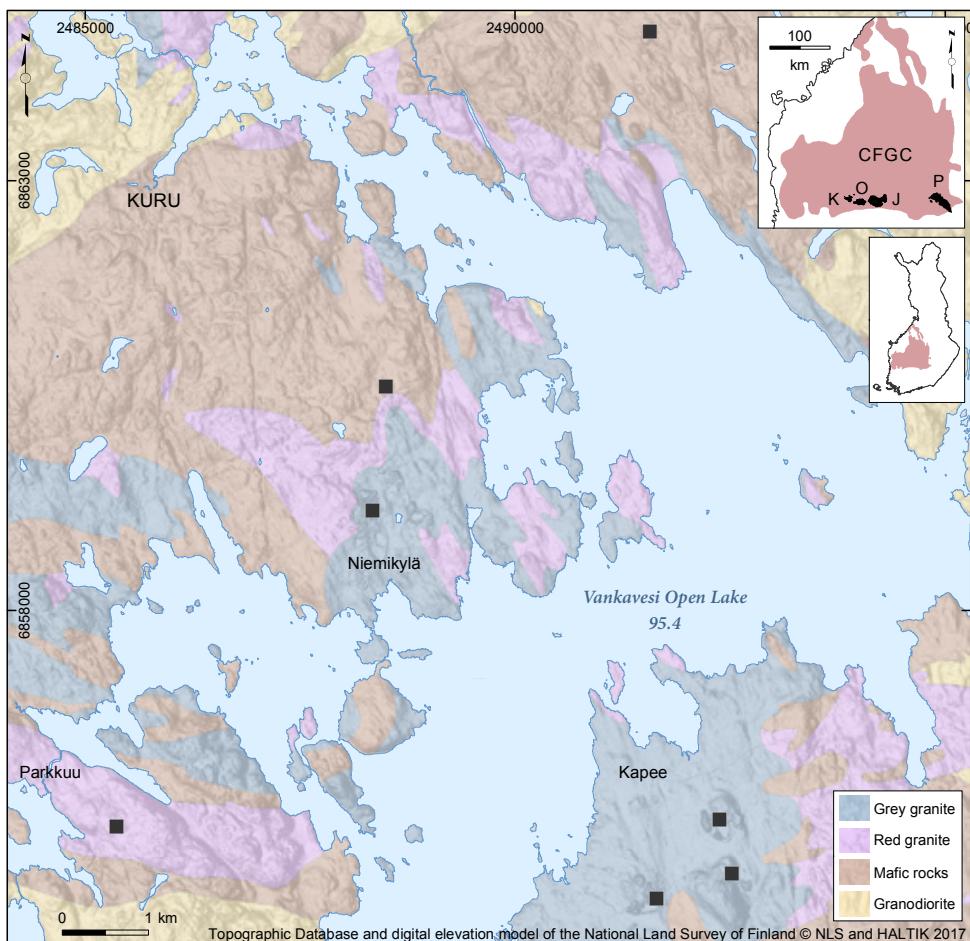


Figure 2. Geological map of the Kuru granite batholith. Licensed quarries are marked with black squares. Intrusions at the southern margin of the Central Finland Granitoid Complex (CFG) in the inset are Kuru (K), Orivesi (O), Juupajoki (J), and Puula (P). Digital elevation model as base. Modified from Aurola (1967), Peltola et al. (2012, 2014), and Selonen et al. (2012).

Kuva 2. Kurun graniittialueen kivilajikartta. Grey granite = Harmaa graniitti, Red granite = Punainen graniitti, Mafic rocks = Tummat mafiset kivilajit ("mustat graniitit"), Granodiorite = Granodioriitti. Mustilla neljällä on merkityt louhimoit, joilla louhintaaluvat ovat voimassa. CFGC = Keski-Suomen syväkivialue, K = Kuru, O = Orivesi, J = Juupajoki, P = Puula. Digitaalinen korkeusaineisto kartan pohjalla. Aurolaa (1967), Peltolaa et al. (2012, 2014) ja Selosta et al. (2012) mukailleen.

3 ROCK TYPES OF THE KURU BATHOLITH

3.1 Grey granite

The main rock type of the Kuru batholith is a grey granite that extends over an approx. 20 km² large area in the centre of the batholith around the Lake Vankavesi in the Kuru (Niemikylä) and Kapee areas (Fig. 2).

The colour of the granite is distinctively grey with occasional variations towards green, blue, and red. A red colouring may occur along pronounced vertical and horizontal fractures. The texture of the granite is generally homogenous, even-grained, and massive (Fig. 4). A weak biotite foliation can be observed in some outcrops. The average grain size is 0.3–2 mm, but the diameter of single grains can rise up to 5 mm (Aurola 1967). Potassium feldspar, quartz, and plagioclase are the main minerals (Aurola 1967, Nyman 2007), small amounts



Figure 3. N–S directed cutting diabase dykes in the grey granite of the Kuru granite batholith. Photo: Rasmus Nyman.

Kuva 3. Pohjois–eteläsuuntainen leikkaava diabaasijuoni Kurun graniittialueen harmaassa graniitissa. Kuva: Rasmus Nyman.

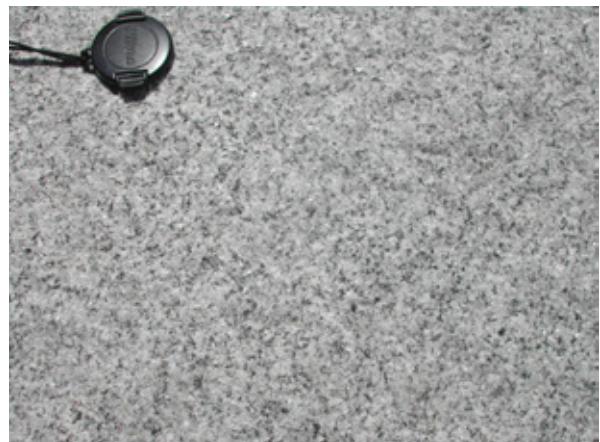


Figure 4. Grey granite of the Kuru granite batholith on outcrop. Photo: Rasmus Nyman.

Kuva 4. Kurun graniittialueen harmaa graniitti kalliopaljastumalla. Kuva: Rasmus Nyman.



Figure 5. Porphyritic red granite of the Kuru granite batholith on outcrop. Photo: Rasmus Nyman.

Kuva 5. Kurun graniittialueen porfyryinen punainen graniitti kalliopaljastumalla. Kuva: Rasmus Nyman.

of biotite, muscovite, zircon, epidote, titanite, hornblende, carbonate, and opaques can be observed (Aurola 1967, Nyman 2007).

The slightly bluish colour of some grey granites is due to blue quartz grains, and the reddish colour is attained by iron oxide concentration in the feldspars (Aurola 1967).

The grey granite shows different stages of magma mingling with more mafic rocks. Contacts against the red granite are mainly gradual

(Nyman 2007). Occasional coarse-grained granitic enclaves and coarse-grained pegmatite veins as well as schlieren structures are found.

3.2 Red granite

The red granites occur mostly along the margins of the grey granite intrusion. They show varying grain sizes, from medium, even-grained to coarse-grained or porphyritic but are generally coarser than the grey granites. The colour of



Figure 6. Diorite of the Kuru granite batholith on outcrop. Photo: Rasmus Nyman.

Kuva 6. Kurun graniittialueen doriitti kalliopaljastumalla. Kuva: Rasmus Nyman.

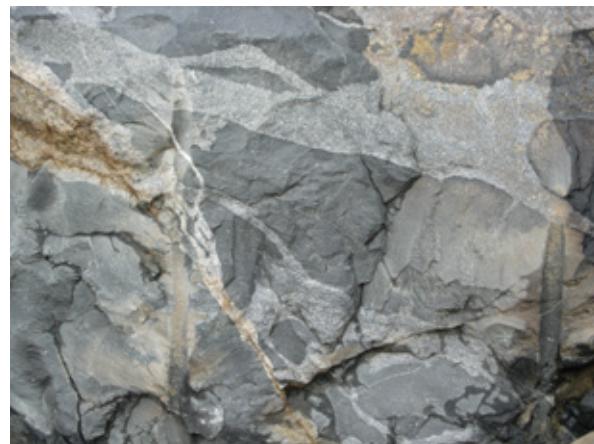


Figure 7. Mingling (net-veining) between diorite and granite in the Kuru granite batholith. Photo: Carl Ehlers.

Kuva 7. Doriitin ja graniitin mekaanista sekoitumista ("magma mingling") Kurun graniittialueella. Kuva: Carl Ehlers.

the rocks varies from red to intense red and red brown. The main minerals in the red granites are potassium feldspar, plagioclase, and quartz (Aurola 1967, Nyman 2007). Sparser minerals are biotite, muscovite, titanite, apatite, zircon, and opaques; chlorite and sericite are found as alteration products (Aurola 1967, Nyman 2007).

The porphyritic granite variety is usually red brown, coarse or medium-grained and massive, but sometimes a weak biotite foliation is visible (Fig. 5). The porphyritic microcline grains are 0.5–2 cm in size, and the quartz is bluish.

Occasional pegmatite veins can be observed in the red granites. Mingled mafic components, appearing as flame-shaped schlieren or as more clastic particles, are found (Nyman 2007).

3.3 Mafic rocks

The composition of the mafic rocks in the Kuru batholith varies from gabbro and diorite to quartz gabbro, quartz diorite, and hornblende gabbro. The dark-coloured mafic rocks are usually massive and even-grained (Fig. 6). The grain size varies from fine to coarse. The mafic rocks are mingled with granites (Fig. 7).

The main minerals of the quartz diorite are plagioclase, hornblende, biotite, and quartz (Aurola 1967, Nyman 2007), whereas the diorite is composed mainly of plagioclase, biotite, and amphibole (Pirinen 2017) (Fig. 8). Biotite can occur as large crystals (Nyman 2007), giving the rocks black spots. Occasional aplite veins are observed as well as white quartz rich veins, approx. 1–3 cm in thickness. Mafic, fine-grained, and rounded enclaves are found, e.g. in the quartz diorite and diorite.

4 THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE KURU BATHOLITH

According to Selonen & Ehlers (1996) the Orivesi, Juupajoki, and Kuru batholiths (Fig. 2) are bordered by regional NW–SE trending lineaments, which have controlled their emplacement. Nironen et al. (2000) also report that the postkinematic intrusions have a tendency to be closely connected to lineaments. The emplacement of the granites along shear zones indicates that extensional tectonism was active in the area during the formation of the granitoids (Selonen & Ehlers 1996, Nironen 2003).



Figure 8. Thin section showing mineral composition of diorite in the Kuru granite batholith. Plane polarized light. Photo: Heikki Pirinen, Geological Survey of Finland.

Kuva 8. Kurun graniittialueen diorititin mineraalikoostumusta ohuthieessä. Tasopolarisoituna. Plagioclase = plagioklaasi, Biotite = biotiitti, Amphibole = amfiboli, Clinopyroxene = klinopyrokseeni. Kuva: Heikki Pirinen, Geologian tutkimuskeskus.

Three vertical fracture directions in the Kuru batholith are measured in the field, striking 20°, 60° and 160° of which the second one is the most frequent (Nyman 2007). The main directions of fractures in the Kuru batholith correlate well with those of the regional large-scale lineaments. A subtle, E–W striking foliation with a steep dip is observed in the Kuru batholith.

The rocks of the Kuru batholith are exposed around the shores of the Lake Vankavesi (Fig. 2). The contacts between the rock types of the batholith lie close to the contours of the local topography indicating that the Kuru batholith is composed of roughly subhorizontal sheets of intrusion (Selonen et al. 2012). The grey granites occupy the lowest exposed levels, along the shorelines, whereas the mafic rocks are found higher up in the topography (Selonen et al. 2012). The red granites form a thin zone between the grey granite and the mafic rocks.

Mafic rocks can be found as inclusions in granites, but also magma mingling occurs, indicating a coeval intrusion between gabbros, quartz diorites, and granites (Nyman 2007, Selonen et al. 2012). The mingling between granitic and mafic rocks further implies successions of intrusions with contrasting composition forming a layered series.

Vertical drill cores through the grey granites in quarries in Kuru, show that they are partly underlain by red granites (Selonen et al. 2012). Nyman (2007) reports a positive magnetic anomaly over the deepest part of the Lake

Vankavesi, perhaps an indication of more mafic layers deeper down.

We conclude that the Kuru granite batholith consists of subhorizontal or gently dipping layers of intrusive rocks (Fig. 9). The exposed middle layer is composed of grey granite, occupying the topographically lowest parts of the area. A thin mingled layer of red granite, which is covered by dioritic (and more mafic) rocks, overlies the grey granite. The core drillings and the positive magnetic anomaly at the bottom of the Lake Vankavesi further imply that a similar sequence of layers could be found beneath (Fig. 9).

4.1 Geological control of natural stone deposits in the Kuru batholith

All natural stone deposits are situated in locations with a combination of geological conditions favourable for formation of homogeneous and structurally intact rock (e.g. Selonen 1998, Luodes et al. 2000, Selonen et al. 2000, Carvalho et al. 2008, Heldal et al. 2008, Arponen et al. 2009, Selonen et al. 2011, Selonen et al. 2012, Cárdenes et al. 2014, Selonen et al. 2014, Sousa et al. 2016, Sousa et al. 2017).

Geological factors control the location of deposits. Such factors are, e.g. the history of magmatic intrusion, its relation to the local topography, the brittle deformation history, and the metamorphic grade in the area. Several geological features must interact both on regional and local scale in order to produce a rock of economically viable quality.

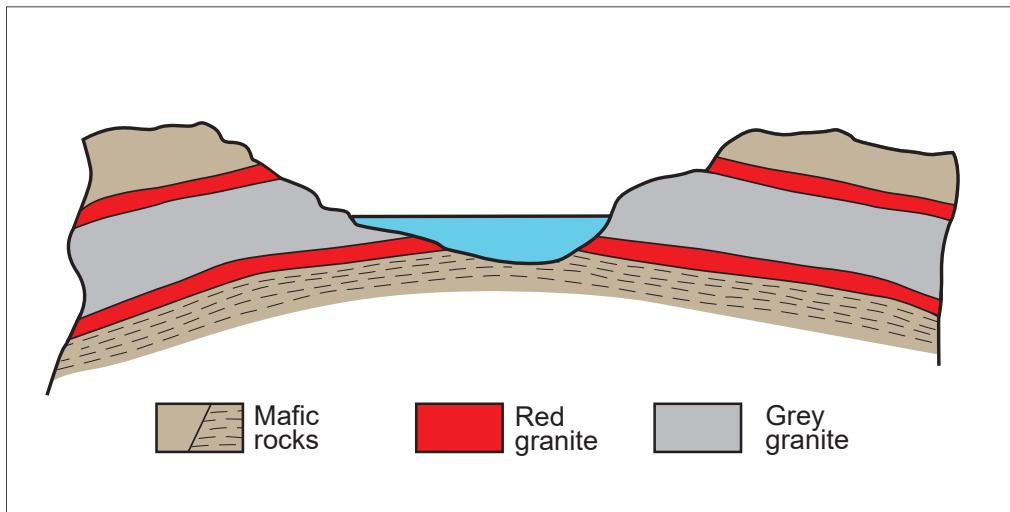


Figure 9. Geological structure of the Kuru granite batholith. The dotted lines indicate supposed mafic rocks in the layered series. Blue colour = lake. Not to scale. Modified from Selonen et al. (2014).

Kuva 9. Kurun graniittialueen geologinen rakenne. Tummiin mafisten kivilajien oletettu kerros on merkitty katkoviivoilla. Sininen väri = järvi. Ei mittakaavassa. Selosta et al. (2014) mukaillen.

The late and postkinematic intrusions at the southern margin of the CFGC (e.g. the Kuru, Orivesi, Juupajoki, and Puula batholiths) (Fig. 2) postdate the major regional deformation of the areas (Selonen & Ehlers 1996, Nironen et al. 2000, Nironen 2003, Mikkola et al. 2016). Hence, the density of fractures in these batholiths is low (Selonen 1994, Selonen 1998, Härmä et al. 2006, Meriluoto 2008), which means that large-sized blocks can be quarried. The Kuru batholith is thus regionally a location with high potential for natural stone.

The localization of the natural stone deposits in the Kuru granite batholith is geologically controlled by the intrusion structure of the batholith (Fig. 9), exposing gently dipping rock layers with potential for natural stone subparallel to the present level of erosion, e.g. the grey granite (see further Selonen et al. 2012).

5 NATURAL STONE PRODUCTION IN THE KURU BATHOLITH

The lively construction activity in the city of Tampere in the 1850's generated the stone industry in the Kuru area (Aurola 1967, Kykkilahti 1989). No high-quality building stone was found in the

immediate vicinity of Tampere, but good reserves of easily cleaved and worked grey granite in Kuru, some 50 km north of the city, were known (Fig. 1). The first quarries in grey granites were opened in Kuru (in the Niemikylä village) and Kapee along the shores and on the islands of the Lake Vankavesi in the northern parts of the Lake Näsijärvi (Figs 1 and 2). The quarrying of red granite commenced in 1902. The stones were transported to Tampere by boat along the Lake Näsijärvi (Fig. 1). The production of grey granitic press rollers for paper machines in Kuru, represents a phase of particular interest in the history of stone production in the area (Aurola 1967, Ahtiainen, 1974, Kykkilahti 1987, Peltola et al. 2012, 2014, 2015) (see, App. 2).

The extraction of stone in the Kuru batholith, beginning in the 1850's has continued up to this day, still with the grey granite as the most important rock type, with the main production areas still located in the Kuru (Niemikylä) and Kapee areas (Fig. 2). For historical aspects of quarrying, see App. 3.

5.1 Kuru Grey

The grey granite is quarried today from several licenced areas both in Kuru (Niemikylä) and

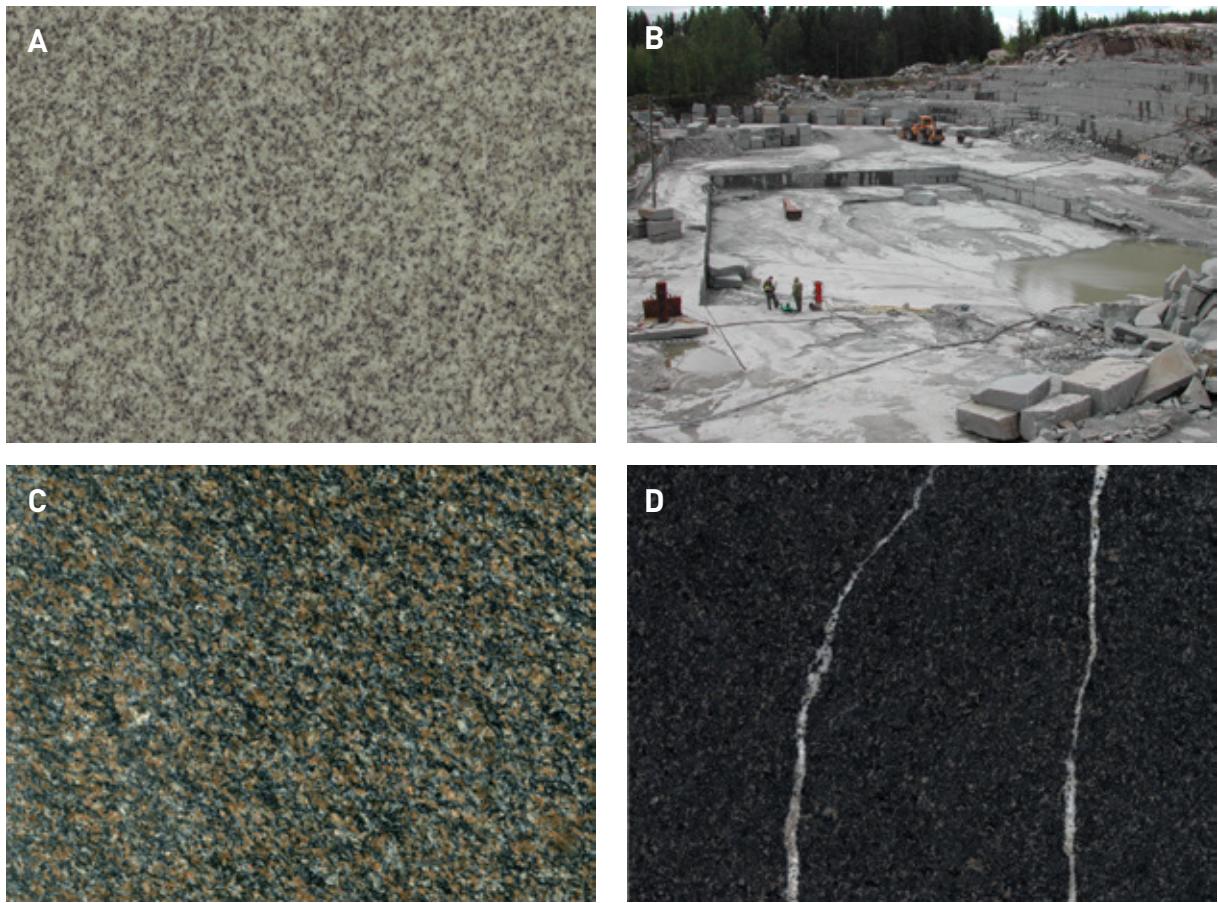


Figure 10. Commercial stone qualities produced in the Kuru granite batholith. A. Kuru Grey. B. Quarry of Kuru Grey. C. Kuru Redbrown. D. Kuru Black. Sources: A. and C. www.suomalainenkivi.fi, D. Geological Survey of Finland. Photo in B. by Paavo Härmä.

Kuva 10. Kurun graniittialueelta tuotettavat kaupalliset kivilaadut. A. Kurun harmaa. B. Kurun harmaan graniitin louhimo. C. Kurun punaruskea, D. Kurun musta. Lähteet: A. ja C. www.suomalainenkivi.fi, D. Geologian tutkimuskeskus. Valokuva B: Paavo Härmä.

Kapee (Fig. 2) with the commercial name of *Kuru Grey*² (Figs 10A and 10B). *Kuru Grey* is commercially defined as a fine-grained, non-foliated, equigranular grey granite. The granite is suited for all interior and outdoor uses, and especially well-suited for products with split surfaces such as environmental stone and paving stone.

Surface treatments for the *Kuru Grey* granite include split, bush hammered, flamed, shot blasted, brushed, matt polished, and polished finishes. The granite is exported to, e.g. Poland, Sweden, the Baltic countries, China, and Japan as

well as used at the domestic markets. The granite is produced by the companies Interrock Oy, Kurun Kivi Oy ja Tampereen Kovakivi Oy.

5.2 Kuru Redbrown

Kuru Redbrown is a medium-grained, slightly foliated granite with a deep red brown colour, containing potassium feldspar phenocrysts (0.5–2 cm in size) (Fig. 10C). It is quarried from one quarry (Fig. 2).

The granite is suited for all interior and outdoor uses. Surface treatments include split, bush hammered, flamed, shot blasted, brushed, matt

² Other commercial names used: Näsijärvi Grey, Karin Grey, Royal Grey, Royal Blue, Baltic King



Figure 11. Well-developed horizontal fracturing (sheeting) in a grey granite quarry in the Kuru granite batholith. Photo: Rasmus Nyman.

Kuva 11. Hyvin kehittynyt vaakarakoilu Kurun harmaaan graniittiin louhimaalla. Kuva: Rasmus Nyman.

polished, and polished finishes. The granite is used at the domestic markets and exported, e.g. to Sweden and Denmark. The granite produced by the company Tampereen Kovakivi Oy.

5.3 Kuru Black

*Kuru Black*³ is a fine and medium-grained, non-foliated black diorite with shades of grey or white stripes (Fig. 10D).

The diorite is suited for all interior and outdoor uses. Surface treatments include split, bush hammered, flamed, shot blasted, brushed, matt polished, and polished finishes. It is a product that is quarried from two quarries (Fig. 2) mainly for domestic markets as architectural stones, environmental stones and tombstones. The diorite is produced by the companies Interrock Oy and Tampereen Kovakivi Oy.

Information on the stone qualities from Kuru is also found on the portal of Finnish stone industry (www.suomalainenkivi.fi). A selection of applications and uses of the stones is presented in App. 4.

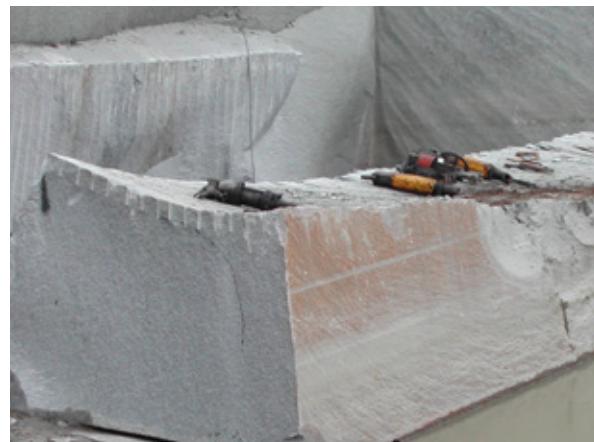


Figure 12. Short drill holes indicating good cleavability in this direction of the grey granite in the Kuru granite batholith. Photo: Paavo Härmä.

Kuva 12. Lyhyet porareiat osoittavat, että Kurun harmaa graniitti lohkeaa helposti kiilaamalla. Kuva: Paavo Härmä.

6 GEOTECHNICAL FEATURES OF THE KURU GREY GRANITE

While the vertical fracturing of the red granite and the mafic rocks is non-systematic with poorly developed horizontal fracturing (sheeting), the fracture system of the grey granite is orthogonal with an especially well-developed horizontal fracturing (Fig. 11, Table 1). The well-developed sheeting can be utilized in quarrying, but it also delimits the height of the primary blocks. According to Selonen et al. (2012), the good sheeting in the grey granite could be a result of a combination of the regional subhorizontal compression in the crust (see, Chapter 6.1) and the high grade of brittleness and homogeneity of the rock as compared to the other rock types as well as of the subhorizontal position of the granite. In addition, the melting of the thick ice cap of the last Ice Age and the resulting decrease in pressure may have affected the development of the horizontal fracturing.

The cleavability of the grey granite is very good (Fig. 12), depending on its mineralogical composition, texture, and fine grain size. The occasionally observed biotite foliation also affects the splitting ability of the granite. According to Aurola (1967), three directions of cleavage (“rift”) can be discerned in the grey granite quarries. The main rift direction is found along the weak

³ Other commercial names used: Nelson Black, Black Star, Kuru Black Star, Arctic Black

Table 1. Geotechnical properties of the stone qualities produced in the Kuru granite batholith. Sources: Geological Survey of Finland, The Finnish Natural Stone Association, this study.**Taulukko 1.** Kurun graniittialueelta louhittavien kivilaatujen geoteknisiä ominaisuuksia. Lähteet: Geologian tutkimuskeskus, Kiviteollisuusliitto ry, tämä tutkimus.

| | Kuru Grey | Kuru Redbrown | Kuru Black |
|---|--|--|--|
| Rock type | Granite | Granite | Diorite |
| Mineralogical composition | Quartz (31.7%) K-feldspar (31.5%) Plagioclase (30.4%) Biotite (3.6%) Muscovite (1.4%) Others (1.4%) | Plagioclase (35.1%) K-feldspar (28.8%) Quartz (23.7%) Biotite (7.7%) Muscovite (2%) Epidote (1.3%) Others (1.4%) | Plagioclase (57%) Biotite (21%) Amphibole (10%) Pyroxene (6%) Opaques (2%) Quartz (2%) Others (2%) |
| Colour/appearance | Grey/homogeneous | Redbrown/slightly foliated | Black/homogeneous with shades of grey and white stripes |
| Colour variations | Small | Fair | Fair |
| Suitability | All uses outdoor and indoor, especially well-suited as environmental stone and paving stone | All uses outdoor and indoor | All uses outdoor and indoor |
| Polishability | Good | Good | Good |
| Resistance to weather | Good | Good | Good |
| Durability | High | High | High |
| Fracturing | Orthogonal | Non-systematic | Non-systematic |
| Cleavability | Very good | Good | Fair |
| Weathering | None | None | None |
| Availability | Good | Fair | Fair |
| Surface treatments | Polished, matt, brushed, shot blasted, flamed, bush hammered, split | Polished, matt, brushed, shot blasted flamed, bush hammered, split | Polished, matt, brushed, shot blasted, flamed, bush hammered, split |
| Water absorption (%), EN 13755 | 0.13–0.15 | 0.1 | 0.09 |
| Apparent density (kg/m ³), EN 1936 | 2620–2630 | 2680 | 2920 |
| Flexural strength (MPa), EN 12372 | 19.6 (17.9*)–22.1 (20.6*) | 22.9 (19.3*) | 20.1 (20.3*) |
| Frost resistance, change of flexural strength (%), EN 12371 | +1.6**–+8.6** | +2.2** | +1.3** |
| Compressive strength (MPa), EN 1926 | 184 (215*)–218 (192*) | 198 (211*) | 196 (181*) |
| Abrasion resistance (mm), EN 14157 | 15–18 | 15 | 15 |
| Breaking load at dowel hole (N), EN 13364 | 2550–3450 | 3950 | 4100 |

*after 56 freeze/thaw cycles (1% NaCl)

**after 48 freeze/thaw cycles

vertical foliation in the granite. The horizontal rift coincides with the sheeting in the granite. The poorest rift direction is perpendicular to the main rift and the sheeting direction. For splitting directions in granites, see also Freire-Lista & Fort (2017).

The technical properties of the Kuru Grey include: water absorption 0.13–0.15 %, apparent density 2620–2630 kg/m³, flexural strength 19.6–22.1 MPa, compressive strength 184–218 MPa, frost resistance +1.6–+8.6 % and abrasion resistance 15–18 mm (Selonen 2017, Suomalainen Kivi 2017) (Table 1). These values indicate high strength and durability as well as good resistance to weather and wear. Hence, the granite has been used for all purposes both indoors and outdoors, and no durability problems have been reported. The need for maintenance for products made of this stone is minimal.

The general soundness and the unweathered state of the granite together with the mineral composition, the fine grain size, and the homogeneity of the rock explains the good technical properties of the Kuru Grey. The granite is in micro scale very sound, only small micro cracks in quartz are reported (Aurola 1967). The silicic mineral composition of the rock with a low amount of soft minerals (such as biotite) and an absence of sulphides, contribute to the good durability of the granite. Because of its high homogeneity, the technical properties are equal in all directions in the stone. The grey Kuru granite has the great strength and soundness of the material required for the production of rollers for paper machines (see, App. 2).

A mineral composition with high quartz content (contributing to high hardness) and the fine grain size give the Kuru Grey a good ability to accept polishing. Because of the high quartz content, also a flamed finish can be easily applied on the granite.

See Table 1 for summary on geotechnical features of the stone qualities in the Kuru batholith. For geotechnical features of natural stones in general, see Siegesmund & Snethlake (2014).

6.1 Rock stress in the Kuru Grey granite

The fractures presently observed on outcrops have been formed in response to deformations after the solidification of the granitic magma (molten rock material). The main cause of deformation has been the prevailing stress field – paleostress – at given times after the solidification, and the bedrock is still today under constant stress. This stress is a result of plate tectonic forces, lithospheric plates moving in relation to each other. The movements causes a horizontal compression within the plates. In Finland, the tectonic stress is due the extension along the mid-Atlantic ridge between the North American and Eurasian plates, creating a principal horizontal lithospheric stress in a WNW–ESE direction in the Finnish bedrock (Mononen 2005).



Figure 13. Release of rock stress deforming the lower parts of horizontal sheets in a grey granite quarry in the Kuru granite batholith. Photo: Rasmus Nyman.

Kuva 13. Kalliojännityksen purkautumisen aiheuttamaa deformaatiota Kurun harmaaan graniitin loubimolla. Kuva: Rasmus Nyman.

In the Kuru Grey granite quarries, the high rock stress is released by the quarrying causing a slip along sheeting planes, deforming the lowest 15 cm of the overlying granite sheet (Fig. 13). The rock stress has been studied in the grey granite by means of hydraulic fracturing and a measuring set called Minifrac System (Mononen 2005, 2006). According to the measurements, the direction of the principal horizontal stress is approx. 110°, which is the typical NW–SE direction found in Finland (Mononen 2005, 2006). According to Nyman (2007), there is a secondary direction of rock stress, at a 90-degree angle (200°) to the main stress (110°) (as measured as expansion of rock sheets in the field).

The rock stress can be effectively managed in extraction, e.g. by quarry planning and the use of slot drilling in suitable locations perpendicular to the main horizontal stress direction for releasing the stress (Mononen 2005).

7 ASSESSMENT OF SUITABILITY OF THE ROCK TYPES OF THE KURU BATHOLITH AS NATURAL STONE

The main part of the Kuru granite batholith was included in a reconnaissance study carried out by the Geological Survey of Finland in south-central Finland (Härmä et al. 2006). The evaluation was based on quality requirements for natural stone presented in Table 2. See also Table 3 for properties of the rock types of the Kuru batholith in assessment for natural stone suitability.

7.1 Grey granite

The quality of the grey granite is in general good, only locally variations in the appearance are observed. The fracture spacing is suitable for extraction. While the quarry reserves for the grey granite are good, infrastructural and environmental aspects challenge further industrial uses of large areas (Härmä et al. 2006). The grey granite area has been largely exploited and remaining locations could be too close to homes and buildings.

Table 2. Requirements for suitable natural stone. Modified from Romu (2014).

Taulukko 2. Luonnonkiven soveltuvuuskriteerit. Romua (2014) mukaillen.

Geological requirements

- homogeneity of colour and appearance of stone (one-coloured/multi-coloured)
- soundness of bedrock (block size of 2–15 m³)
- size of the prospect
- mineralogy

Technical requirements

- physical properties (e.g. density, water absorption)
- mechanical properties (e.g. durability properties)
- production (quarrying/processing)

Infrastructural requirements

- legislation
- location of the prospect in relation to environment (noise, dust, vibration, waters)
- location of the prospect in relation to roads
- availability of labour

Commercial requirements

- interesting appearance and colour
- price and fashion
- product selection
- market and competition

Table 3. The main properties of the rock types of the Kuru granite batholith in assessment for natural stone suitability. Based on Härmä et al. (2006) and this study. See also Table 2.

Taulukko 3. Kurun graniittialueen kivilajien ominaisuuksia rakennuskiven esiintymäärvioinnissa. Lähde: Härmä et al. (2006) ja tämä tutkimus. Katso myös Taulukko 2.

| Rock type | Fracturing | Colour | Inconsistencies in appearance |
|--------------------------------|--|---|---|
| Grey granite | <ul style="list-style-type: none"> Orthogonal fracture pattern with especially well-developed horizontal fracturing (sheeting). Spacing of the vertical fractures 1–10 m. Spacing of the horizontal fractures 0.2–4 m with downward thickening of the sheets. Sheeting follows the contours of topography. | Grey with sporadic variations towards blue, green, and red. | <ul style="list-style-type: none"> Local red colouring along vertical and horizontal fractures. Occasional coarse-grained granitic enclaves and veins, schlieren structures (“smoke”), and dark mafic inclusions. |
| Red granite | <ul style="list-style-type: none"> Non-systematic fracture pattern. Spacing of the vertical fractures 0.5–4 m. Spacing of the horizontal fractures 0.1–2 m. | Red with intense red and red brown variations. | <ul style="list-style-type: none"> Dark mafic inclusions, occasional pegmatite veins. |
| Mafic rocks (“Black granites”) | <ul style="list-style-type: none"> Non-systematic fracture pattern. Spacing of the vertical fractures 0.5–2 m. Spacing of the horizontal fractures 0.5–1.5 m. | Black, dark grey or occasionally dark greenish grey. | <ul style="list-style-type: none"> Aplite and quartz veins as well as dark mafic inclusions. |

7.2 Red granite and mafic rocks

Variations in the appearance and colour of the rock as well as dense fracturing is a problem for the quality of the red granite and the mafic rocks (Härmä et al. 2006). The mafic rocks can contain veins and stripes of light-coloured granite and quartz as a result of mingling. On the other hand, these variations could be regarded as interesting details in the dark appearance of the rocks (Härmä et al. 2006).

7.3 Further investigations

The reconnaissance survey in the Kuru batholith should be followed by detailed explorations focused on the surroundings of the current

quarries and areas not included in the survey. An analysis of the infrastructural and environmental challenges concerning new sites in the grey granite is needed as well as closer studies of the quality variations of the red granite and the mafic rocks. Areas of rocks with only a thin soil cover could be checked, e.g. by core drilling.

8 CONCLUDING COMMENTS

The quarrying of grey granite in the Kuru granite batholith started in the 1850's. It has been an essential material for buildings in the city of Tampere and hence constitute an important part of our built stone heritage in Finland. The granite can also frequently be seen as facing material, interior stone and monumental stone abroad.

There is a constant and steady demand for the Kuru Grey granite both in the domestic and in the international natural stone market.

The Kuru Grey granite is acknowledged as a unique homogeneous, hard, and durable Finnish stone quality with a long service life and a minimal need for maintenance. Products of the grey granite have included rollers for paper machines, which requires exceptional soundness of the material. Due to its good cleavability, the Kuru Grey is particularly well-suited for paving stone and environmental stone with split surfaces, and the high homogeneity of the material makes it a popular monumental stone. The stone reserves of the Kuru Grey granite quarries are large and guarantees a good availability of the stone for years to come.

ACKNOWLEDGEMENTS

Tapani Elomaa and Antti Elomaa from Tampereen Kovakivi Oy gave invaluable information on stone quarrying and processing in the Kuru batholith area as well as references on the Kuru granites. Mikko Paljakka from Loimaan Kivi Oy provided knowledge on applications of the Kuru Grey, and Ilpo Ruuskanen (Sastamalan Koulutuskuntayhtymä, formerly Peipohjan Kiviveistämö Oy), Matti Silvennoinen (SKT-Granit Oy), and Pauli Immonen (Suomen Graniittikeskus Oy) on applications of the Kuru Black. Kirsti Keskisaari (Geological Survey of Finland) and Harri Kutvonen (Geological Survey of Finland) prepared maps and figures. Heikki Pirinen (Geological Survey of Finland) and Jari Sandqvist (Artin Net Finland Oy) gave technical help during making the report. All contributions are highly appreciated.

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

REFERENCES

- Ahtiainen, J. 1974.** Tutkimus kivisteloihin käytetäviän graniittien ominaisuuksista. MSc (Tech) thesis. Helsinki University of Technology. Espoo, Finland. (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, 41 p. (in Finnish with an English summary).
- Aurola, E. 1967.** Building stones of Kuru, Finland. Geological Survey of Finland. Geotechnical publications Nr 71, 64 p. (in Finnish with an English summary).
- Cárdenes, V., Rubio-Ordóñez, Á., Wichert, J., Cnudde, J.P. & Cnudde, V. 2014.** Petrography of roofing slates. Earth-Science Reviews 138, 435–453.
- Carvalho, J.F., Henriques, P., Falé, P., & Luís, G. 2008.** Decision criteria for the exploration of ornamental-stone deposits: Application to the marbles of the Portuguese Estremoz Anticline. International Journal of Rock Mechanics & Mining Science 45, 1306–1319.
- Freire-Lista, D.M. & Fort, R. 2017.** Exfoliation microcracks in building granite. Implications for anisotropy. Engineering Geology 220, 85–93.
- Formeau, M., Gomon, D., Vacher, R., Hokka, M., Kane, A. & Kuokkala, V-T. 2014.** Application of DIC technique for studies of Kuru granite rock under static and dynamic loading. Procedia Materials Science, Volume 3, 691–697.
- Härmä, P., Karttunen, K., Nurmi, H., Nyholm, T., Sipilä, P. & Vuokko, J. 2006.** Natural stone exploration project in the Tampere region 2001–2005. Geological Survey of Finland, Report KA 33/2006/1. 24 p. (in Finnish with an English summary).
- 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.
- Hokka, M., Black, J., Tkalich, D., Formeau, M., Kane, A., Hoang, N-H., Li, C.C., Chen, W.W. & Kuokkala V-T. 2016.** Effects of strain rate and confining pressure on the compressive

- behavior of Kuru granite. International Journal of Impact Engineering, Volume 91, 183–193.
- Jackson, J.A. (ed.) 1997.** Glossary of geology. 4 th edition. American Geological Institute. 769 p.
- Kauranne, K. 2000.** Kivistä läpi aikain. The Finnish Natural Stone Association. Helsinki, Finland. 79 p. (in Finnish).
- Kylkilahти, P. 1989.** Näsijärven seudun kiviteollisuus 1800-luvun jälkipuoliskolta 1980-luvulle. MSc thesis, University of Jyväskylä, Department of Finnish history. Jyväskylä, Finland. (in Finnish).
- Luodes, H., Selonen, O. & Pääkkönen, K. 2000.** Evaluation of dimension stone in gneissic rocks — a case history from southern Finland. *Engineering Geology* 58, 209–223.
- Matisto, A. 1961.** Geological map of Finland 1:100 000. Explanation to the map of rocks, sheet 2213 Kuru. Geological Survey of Finland. 40 p. (in Finnish with an English summary).
- Meriluoto, A. 2008.** Puulan graniitin ja Viipurin rapakivibatoliitin Laapaksen alueen rakennegeologinen tulkinta. MSc thesis. University of Turku. Department of Geology, Geology and Mineralogy. Turku, Finland. (in Finnish).
- Mikkola, P., Heilimo, E., Aatos, S., Ahven, M., Eskelinen, J., Halonen, S., Hartikainen, A., Kallio, V., Kousa, J., Luukas, J., Makkonen, H., Mönkäre, K., Niemi, S., Nousiainen, M., Romu, I. & Solismaa, S. 2016.** Jyväskylän seudun kallioperä. Summary: Bedrock of the Jyväskylä area. Geological Survey of Finland, Report of Investigation 227, 95 p. (in Finnish with an English summary).
- Mononen, S. 2005.** The influence of rock stress on dimension stone quarrying. Licentiate thesis. Helsinki University of Technology. Department of civil and environmental engineering. Espoo, Finland. (in Finnish with an English summary).
- Mononen, S. 2006.** The influence of rock stress on dimension stone quarrying. In: Lu, M., Li, C.C., Kjørholt, H. & Dahle, H. (eds.) *In-Situ Rock Stress. International Symposium on In-Situ Rock Stress*, Trondheim, Norway, 19–21 June 2006. 319–322.
- Nikkilä, K. 2016.** Analog models of the lateral spreading of a thick three-layer crust – Implications for the Svecofennian orogeny in Finland. Academic dissertation. Åbo Akademi University. Faculty of Science and Engineering, Geology and Mineralogy. Turku, Finland.
- Nironen, M. 2003.** Central Finland Granitoid Complex – Explanation to a map. Geological Survey of Finland, Report of Investigation 157, 45 p. (in Finnish with an English summary).
- Nironen, M. 2005.** Proterozoic orogenic granitoid rocks. 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. 443–480.
- Nironen, M. (ed.) 2017.** Bedrock of Finland at the scale 1:1 000 000 – Major stratigraphic units, metamorphism and tectonic evolution. Geological Survey of Finland, Special Paper 60, 128 p.
- Nironen, M., Elliott, B.A. & Rämö, O.T. 2000.** 1.88–1.87 Ga postkinematic intrusions of the Central Finland Granitoid Complex: a shift from C-type to A-type magmatism during lithospheric convergence. *Lithos* 53, 37–58.
- Nyman, R. 2007.** Geological, geophysical, and structural features of the Kuru batholith. MSc thesis, Åbo Akademi University. Department of geology and mineralogy. Turku, Finland.
- Peltola, A., Selonen, O. & Härmä, P. 2012.** Tela-kivien valmistusta Kurussa. The Finnish Natural Stone Association. Helsinki, Finland. 32 p. (in Finnish with an English summary). Available at http://www.suomalainenkivi.fi/wp-content/uploads/2014/08/Kurun_valssikivet_taitto_view_final.pdf
- Peltola, A., Selonen, O. & Härmä, P. 2014.** Tillverkning av valsstenar i Kuru, Finland. The Finnish Natural Stone Association. Helsinki, Finland. 32 p. (in Swedish with an English summary). Available at http://www.suomalainenkivi.fi/wp-content/uploads/2014/08/granitvalssar_browser.pdf
- Peltola, A., Selonen, O. & Härmä, P. 2015.** Production of granitic press rollers in Finland. In: Lollino G. et al. (eds.) *Engineering Geology for Society and Territory – Volume 5*, 279–282.
- Pérez, K. 2009.** Deformation and Failure of Hard Rock Under Laboratory and Field Conditions. Licentiate thesis. Luleå University of Technology. Department of Civil, Mining and Environmental Engineering, Division of Mining and Geotechnical Engineering. Luleå, Sweden.
- Pirinen, H. 2017.** Kuru black diorite. Petrographic description. Standard SFS-EN 12407: 2007. Geological Survey of Finland, Report. 3 p.

- Pohjola, M.A. 1984.** Sinivalkoinen kivi. Suomalaisen kiviteollisuuden vuosikymmenet. The Finnish Natural Stone Association. Uusikaupunki, Finland. 231 p. (in Finnish).
- Rask, M. 2001.** Rakennuskivet. In: Virkkunen, M., Partanen, S.J. & Rask, M. (toim.) Suomen kivet. Oy Edita AB. 119–160. (in Finnish).
- Romu, I. (ed.) 2014.** Best environmental practices (BEP) for natural stone production. The Finnish Environment 5/2014. Ministry of Environment. 133 p. (in Finnish with an English and a Swedish summary).
- Saksala, T., Hokka, M., Kuokkala, V-T. & Mäkinen, T. 2013.** Numerical modeling and experimentation of dynamic Brazilian disc test on Kuru granite. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Volume 59, 128–138.
- Saksala, T., Gomon, D., Hokka, M. & Kuokkala, V-T. 2014.** Numerical and experimental study of percussive drilling with a triple-button bit on Kuru granite. International Journal of Impact Engineering, Volume 72, 56–66.
- Selonen, O. 1994.** K.H. Renlundin säätiön rakennuskivitutkimukset 1982–1993. K.H. Renlund Foundation. Turku, Finland. 43 p. (in Finnish).
- Selonen, O. 1998.** Exploration for Dimension Stone — Geological Aspects. Academic dissertation. Åbo Akademi University. Department of Geology and Mineralogy. Turku, Finland.
- Selonen, O. 2017.** Suomalaiset luonnonkivimateriaalit. Tekninen tiedote nro 2. Third edition. Finnish Natural Stone Association. Helsinki, Finland. 26 p. (in Finnish). Available at http://www.suomalainenkivi.fi/wp-content/uploads/2017/02/materiaaliopas2017_www.pdf
- Selonen, O. & Ehlers, C. 1996.** The Orivesi Granite Batholith, Southern Central Finland – Characteristics and Emplacement. Bulletin of the Geological Society of Finland 68, 11–24.
- 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.
- Selonen, O., Luodes, H. & Ehlers, C. 2000.** Exploration for dimensional stone — implications and examples from the Precambrian of southern Finland. Engineering Geology 56, 275–291.
- Selonen, O., Ehlers, C., Luodes, H. & Karell, F. 2011.** Magmatic constraints on localization of natural stone deposits in the Vehmaa rapakivi granite batholith, southwestern Finland. Bulletin of the Geological Society of Finland 83, 25–39.
- Selonen, O., Ehlers, C., Härmä, P. & Nyman, R. 2012.** Natural stone deposits in an assemblage of subhorizontal intrusions – The Kuru granite batholith. Bulletin of the Geological Society of Finland 84, 167–174.
- Selonen, O., Ehlers, C., Luodes, H. & Härmä, P. 2014.** Exploration methods for granitic natural stones – geological and topographical aspects from case studies in Finland. Bulletin of the Geological Society of Finland 86, 5–22.
- Selonen, O., Ehlers, C., Luodes, H., Härmä, P. & Karell, F. 2016.** The Vehmaa rapakivi granite batholith – production area for Balmoral Red granites in southwestern Finland. Geotechnical report 1. The Finnish Natural Stone Association. Helsinki, Finland. 47 p. Available at http://www.suomalainenkivi.fi/wp-content/uploads/2016/07/geotechnical_report_1_web3.pdf
- Siegesmund, S. & Snethlake, R. (eds.) 2014.** Stone in architecture. Properties, durability. 5th edition. Springer-Verlag Berlin Heiderberg. 550 p.
- Simonen, A. 1952.** Geological map of Finland 1:100 000. Explanation to the map of rocks, sheet 2124 Viljakkala-Teisko. Geological Survey of Finland. 64 p. (in Finnish with an English summary).
- Sousa, L.M.O., Oliveira, A.S. & Alves, I.M.C. 2016.** Influence of fracture system on the exploitation of building stones: the case of the Mondim de Basto granite (north Portugal). Environmental Earth Sciences 75:39. doi:10.1007/s12665-015-4824-6.
- Sousa, L., Barabasch, J., Stein, K-J. & Siegesmund, S. 2017.** Characterization and quality assessment of granitic building stone deposits: A case study of two different Portuguese granites. Engineering Geology 221, 29–40.
- Suomalainen Kivi 2017.** Finnish natural stones. <http://www.suomalainenkivi.fi/en/finnish-natural-stones/> [Visited 01.04.2017].
- Vasenius, M. 1998.** Jätekiven murskauskokeilu. Tielaitos, Hämeen ympäristökeskus, Kapeen Kivipojat Oy, Karjalan Murske Oy, Tampereen kaupungin ympäristövalvontayksikkö. Report. 13 p. (in Finnish).

YHTEENVETO: KURUN GRANIITIALUEEN RAKENNUSKIVET

Johdanto

Kurun graniittialue on perinteinen suomalainen rakennuskiven tuotantoalue, jolla harmaan graniitin lounhinta alkoi 1850-luvun tienoilla Tampereen kaupungin laajamittaista rakentamista varten. Hieman myöhemmin kiveä alettiin viedä myös Venäjälle.

Vähitellen Kurun harmaasta graniitista tuli kansainvälisesti tunnettu ja arvostettu suomalainen kivilaatu erityisesti lujuutensa ja tasalaatusuutensa vuoksi. Sitä on käytetty kaikentyyppisissä rakennuskivikohteissa niin sisätiloissa kuin ulkonakin ja myös kaikkialla maailmassa. Nykyäänkin kivellä on vakaa kysyntä kotimaisilla ja kansainvälillisillä rakennuskivimarkkinoilla. Kurun harmaa graniitti on myös hyvin käytetty kivi kotimaamme rakennetussa kulttuuriperinnössä.

Tämän raportin tarkoituksesta on antaa yleistiedot Kurun graniittialueen geologiasta ja rakennuskivistä. Lisäksi raportissa on laaja kirjallisuusluettelo lisätiedon hankkimiseksi.

Kurun graniittialueen yleispiirteitä

Kurun graniittialue ("batoliitti"¹) sijaitsee Pirkanmaalla Näsijärven pohjoisosassa pääosin Kurussa Ylöjärven kunnan alueella sekä Tampereen kaupungin alueella Kapeessa (Kuva 1). Graniittialueen pieni itäisin osa kuuluu Ruoveden kuntaan. Graniittialue on esitetty Geologian tutkimuskeskuksen julkaisemilla kallioperäkartoilta 2213 ja 2214. Batoliitti on noin 100 km²:n laajuinen ja koostuu kolmesta kivilajiksiköstä: 1. harmaa graniitti, 2. punainen graniitti ja 3. tummat mafiset kivilajit, joihin kuuluvat gabro, dioriitti, kvartsigabro, kvartsidioriitti ja sarvivälkegabro ("mustat graniitit") (Kuva 2).

¹ Batoliitti on laaja, yhdestä tai useammasta kivilajista koostuva syväkivialue, jonka pinta-ala on yli 100 km². (<http://www.geologinenseura.fi/suomenkalliopera/SANASTO.pdf>).

Kurun graniittialueen kallioperä kuuluu laajaan Keski-Suomen syväkivialueeseen ("granitoidikompleksiin"), jossa kivilajit vaihtelevat emäksisistä tummista peridotiteista ja gabroista happamiin (eli vaaleisiin) harmaisiin ja punaisiin graniitteihin. Kurun harmaan graniitin ikä on 1875 ± 5 Ma (miljoonaa vuotta).

Geologisesti Kurun graniittialue koostuu lähes vaaka-asentoisista intruusioista kerrossarjassa, jossa harmaa graniitti on alinna ja seuraavina ylöspäin ovat punainen graniitti ja tummat mafiset kivilajit (Kuva 9).

Kurun graniittialueen kivilajit

Harmaa graniitti

Kurun graniittialueen yleisin graniittimuunno on harmaa graniitti. Sitä esiintyy noin 20 km²:n laajuisella alueella Näsijärven pohjoisosassa Vankaveden ympäristössä Kurussa (Niemikylä) ja Kapeessa (Kuva 2).

Harmaa graniitti on suuntautumaton tai heikosti suuntautunutta (Kuva 4). Se on yleensä tasarakeista ja sen keskimääräinen raekoko on 0,3–2,0 mm. Kiven väri on yleensä harmaa; paikoin tavataan sinertäviä, punertavia tai vihertäviä muunnoksia. Graniitin sinertävä sävy johtuu sinertävästä kvartsista ja punertava väri rakojen läheisyydessä maasälven rautaosidipitoisuudesta. Kiven päämineraalit ovat plagioklaasi, kvartsi ja kalimaasälppä. Muina mineraaleina tavataan vähäisiä määriä mm. biotiittia, muskoviittia ja kloriittia. Kiven maasälppä on valkoista ja biotiitti näkyy kiven lohkopinnalla mustina täplinä. Kivi on mikroskooppisesti hyvin ehjää, vain muutamia mikrorakkoja esiintyy kvartsikiteissä.

Harmaa graniitti voi olla sekoittuneena ("magma mingling"²) tummien mafisten kivilajien kanssa. Kontaktit punaiseen graniittiin ovat pääasiassa vaiheittaisia. Satunnaisia karkearakeisia graniittisia sulkeumia, karkeita pegmatiittijuonia ja ns.

² Mingling = kahden koostumukseltaan erilaisen magman mekaaninen sekoittuminen (sekaantuminen), tuloksena magmakappaleita toisessa magmassa. (<http://www.geologinenseura.fi/suomenkalliopera/SANASTO.pdf>).

schlieren-rakenteita ("sauhua") esiintyy harmaassa graniitissa.

Punainen graniitti

Kurun graniittialueen punaisten graniittien raekoko vaihtelee keski- ja tasarakeisesta karkearakeiseen ja porfyyriseen. Yleensä ne ovat raekooltaan karkeampia kuin harmaa graniitti. Kivien väri vaihtelee punaisesta tumman punaiseen ja punaruskeaan. Punaisten graniittien päämineraalit ovat kalimaasälppä, plagioklaasi ja kvartsi. Muita mineraaleja ovat biotiitti, muskoviitti, titaniitti, apatiitti, zirkoni ja opaakit; kloriitti ja serisiittiä tavataan mineraalien muuttumistuotteina.

Porfyyrisen graniittimuunno on yleensä punaruskeaa, karkea- tai keskirakeista ja massiivista, mutta paikoin on nähtävissä heikko biotiitin määrittelemä suuntautuneisuus (Kuva 5). Porfyyristet mikrokliinikiteet ovat 0,5–2 cm:n kokoisia ja kvartsirakeet on sinertäviä.

Sekoittuneita tummia mafisia kivilajeja esiintyy usein punaisessa graniitissa, lisäksi tavataan satunnaisia pegmatiittijuonia.

Tummat mafiset kivilajit ("mustat graniitit")

Tummien mafisten kivilajien koostumus Kurun graniittialueella vaihtelee gabrosta ja dioriitista kvartsigabroon, kvartsidioriittiin ja sarvivälkegabroon. Kivet ovat yleensä suuntautumattomia ja tasarakeisia (Kuva 6). Raekoko vaihtelee pienirakeisesta karkearakeiseen. Mafisia kivissä tavataan sekoittumiskohdeita (Kuva 7).

Kvartsidioriitin päämineraalit ovat plagioklaasi, sarvivälke, biotiitti ja kvartsi, kun taas dioriitti koostuu pääasiassa plagioklaasista, biotiitista ja amfibolista (Kuva 8). Biotiittia voi usein nähdä suurempina kasaumina, jolloin kivestä tulee täplikkään musta. Satunnaisesti tavataan apliittijuonia sekä valkoisia kvartsijuonia, joiden leveys on n. 1–3 cm. Mafisia pienirakeisia sulkeumia tavataan esim. kvartsidioriitissa ja dioriitissa.

Rakennuskivien tuotanto

Historiaa³

Kurun alueen kiviteollisuus sai alkunsa, kun Tampereen kaupungissa tehtiin laajamittaisia rakenustöitä 1850-luvulla. Rakentamiseen tarvittiin hyvälaatuista luonnonkiveä, mutta sitä ei ollut saatavilla Tampereen lähistöllä. Kurun seudulta, noin 50 km Tampereelta pohjoiseen, oli sen sijaan saatavissa helposti lohkeavaa ja työstettävää harmaata graniittia.

Ensimmäiset harmaan graniitin louhimot sijaittivat Vankaveden rannoilla ja saarilla Kurussa (Niemikylä) ja Kapeessa Näsijärven pohjoisosassa (Kuvat 1 ja 2). Lisäksi hyödynnettiin irtolohkareita. Punaisen graniitin louhinta aloitettiin vuonna 1902. Kivet kuljetettiin vesiteitse Näsijärveä pitkin Tampereelle, jossa kivet jatkojaloitettiin.

Toiminnan alkupuolella Kurun ja Tampereen kiviteollisuus oli yksittäisten urakoitsijoiden kässissä (mm. K.J. Lindeman, Matti Wigelius, Karl Henrik Bärman ja Kalle Siltala). He olivat usein laivureita, joille kivenlouhinta ja toimittaminen tapahtuivat esim. puun kuljetusten lomassa. Tampereen kaupungin rakentamisen aktiivisin vaihe sijoittui vuosisadan vaihteeseen, jolloin kaupungin keskusta sai nykyisen historiallisen rakennuskantansa (Liite 3). Tämä tarkoitti sitä, että Kurun kivellä oli hyvin kysyntää, kun samaan aikaan sitä vietiin myös Venäjälle.

Vähitellen 1910-luvun alkupuolelta alkaen Kurun-Tampereen alueelle perustettiin myös osakeyhtiötä, joita olivat mm. Oy Näsä (1911), Tampereen Kiviteollisuus Oy (1911) ja Suomen Graniitti Oy (1914). Osakeyhtiöiden perustaminen loi pohjan tuotannon laajenemiselle. Vähitellen ne syrjäyttivätkin yksittäiset urakoitsijat. Esimerkiksi 1930-luvulla, joka oli hyvä vuosikymmen suomalaiselle kiviteollisuudelle, monet Kurun ja Tampereen alueen osakeyhtiöt veivät kiipeä ulkomaille blokkeina, puolivalmiina tuotteina sekä loppituotteina. Vientimaina olivat mm. Bal-

³ Luvun teksti perustuu Pekka Kylkilahden vuonna 1989 julkaistuun pro gradu -tutkielmaan, jossa hän on laajasti selvittänyt Kurun kiviteollisuusalueen historiaa.

tian maat, Englanti, Saksa ja Yhdysvallat. Samaan aikaan myös kotimaan kysyntä oli hyvä.

Merkittävin näistä 1930-luvun yrityksistä oli Suomen Graniitti Oy. Yhtiön johtajana toimi Ilmari Elomaa, joka oli hankkinut yhtiön omistukseensa vuonna 1917. Yhtiöllä oli Tampereella kivijalostamo ja louhimoita Kurussa ja esim. myös Hyvinkäällä sekä huomattavaa kiven vientiä ulkomaille. Yhtiö avasi ensimmäisenä mustan dioritin louhimon Kurussa vuonna 1932. Suomen Graniitti Oy oli 1930-luvulla Suomen neljän suurimman kivialan yrityksen joukossa ja sillä oli parhaimmillaan noin 70 työntekijää kolmivuorotyössä. Ilmari Elomaan poika Antti Elomaa tuli yhtiön johtajaksi vuonna 1951. Kivijalostamo siirrettiin Tampereelta Kuruun vuonna 1959. Vuonna 1972 Suomen Graniitti Oy perusti yhdessä ruotsalaisen kauppakumppaninsa kanssa Tampereen Kovakivi Oy:n louhintarytykseksi. Myöhemmin myös jalostus siirtyi Tampereen Kovakivi Oy:lle ja Suomen Graniitti Oy:stä tuli myyntiyhtiö. Antti Elomaan poika Tapani Elomaa toimi Tampereen Kovakivi Oy:n toimitusjohtajana vuosina 1986–2014, jolloin yhtiö investoi voimakkaasti sekä louhinta- että jalostusteknologiaan. Yhtiön vientilaajeni ja yritysostojen myötä myös louhintakapasiteetti kasvoi. Nykyään yhtiön johdossa on Tapani Elomaan poika Antti Elomaa, perheen neljäs sukupolvi. Tampereen Kovakivi Oy:llä on yhteensä neljä louhinalupa-alueetta Kurussa ja Kapeessa sekä jalostuslaitos Kurussa, ja se on tällä hetkellä Kurun graniittialueen tärkein kivialan yritys työlistään noin 20 henkilöä.

Toisen maailmasodan jälkeen luonnonkivi ei ollut suosittua rakennusmateriaalia Suomessa. Sitä pidettiin kalliina ja vaihtoehtoiset ja halvemmat materiaalit (kuten betoni) tulivat markkinoille. Jos luonnonkiveä hyödynnettiin, se oli usein ”halpaa” liusketta, jota käytettiin sokkeleissa ja portaissa sekä sisustuksessa. 1960-luvulta alkaen luonnonkiven käyttö hiljalleen lisääntyi kotimaisen graniitin ja marmorin sekä ulkomaisen marmorin käytön myötä. 1970-luku merkitsi varsinaista suomalaisen kiviteollisuuden nousua. Silloin louhinta- (ja jalostus)teknologia kehittyi voimakkaasti johtuen ”raakakiven” viennin reippaaseen kasvuun. Lisäksi luonnonkiveä alettiin arvostaa sen pitkäikäisyytensä ja kestävyytensä vuoksi.

Näsin Kiviteollisuus oli pitkään toisen maailman sodan jälkeen Kurun ja Tampereen alueella keskeisin kivialan yritys. Sen perusti Oy Näsin toimitusjohtaja Antti Ilmari Auvinen vuonna 1945 ostettuaan Oy Näsin kiviliketoiminnan. Yhtiö kasvoi 1960-luvulla Suomen neljänneksi suurimaksi kivialan toimijaksi. 1960-luvun loppuun mennessä yhtiön tuotanto kolminkertaistui ja parhaimpana aikana, vuosina 1968–1969, yhtiöllä oli 64 työntekijää. Vuonna 1960 Näsin Kiviteollisuus aloitti Kurussa paperikoneiden graniittisten puristintelojen valmistuksen. Pian telakivien valmistuksesta tulikin yhtiön päätoimiala ja se lopetti vuonna 1973 kivenjalostustoiminnan Tampereella ja keskittyi kokonaan puristintelojen valmistamiseen. Vuonna 1979 Näsin Kiviteollisuus myytiin pörssihittiö Mancon Oy:lle (myöh. Mancon-Granit Oy), joka kuitenkin ajautui konkurssiin 1980-luvun lopulla. Kurun Niemikylässä toiminna jatkoi Näsi Granit Oy, joka puolestaan myytiin Interrock Oy:lle vuoden vaihteessa 2004–2005. Interrock Oy:llä on tällä hetkellä kaksi louhinalupa-alueutta Kurun alueella.

Kurun ja Tampereen alueella on toiminut useita muitakin yrityksiä, jotka usein ovat olleet vain muutaman työntekijöiden yrityksiä. Tampereen Kiviteollisuus Oy, Graniittituote Oy ja Kapeen Kivipojat Oy ovat esimerkkejä suuremmista yrityksistä. Tampereen Kiviteollisuus Oy toimi vuosina 1911–1942. Yhtiö oli Kurun ja Tampereen alueen suurin toimija 1910- ja 1920-luvuilla, mutta tuotanto hiipui 1930-luvulla ja loppui lopulta kokonaan. Yhtiön nimi otettiin uudelleen käyttöön 1940-luvun lopulla ja tuotanto jatkui aina 1960-luvulle asti. Yhtiö louhi mustaa ja harmaata graniittia lähinnä hautakivituotantoa varten. Graniittituote Oy toimi vuodesta 1933 aina 1950-luvun alkunsa asti louhien ja jalostaan Kurun sekä muiden alueiden kiviä. Kapeen Kivipojat Oy perustettiin vuonna 1950. Yhtiö oli Suomessa 1980- ja 90-luvuilla merkittävä toimija, jolla oli louhimot Kapeessa ja jalostamat Kapeessa ja Muroleessa, mutta yhtiö ajautui konkurssiin vuonna 2013.

Kurun graniittialueella toimivat tänä päivänä myös vuonna 1972 perustettu Kivityöliike E. Väisänen Oy, joka valmistaa hautakiviä, sisustustuotteita, pihakalusteita ja lahmaesineitä sekä Taisto

Peltolan vuonna 1975 perustama Kurun Kivi Oy, jolla nykyään on yksi louhinalupa-alue Kapeessa; aiemmin yhtiö louhi kiveä Niemikylässä.

1960-luvun puolivälissä Kurun kiviteollisuusalueella oli yhteensä 81 louhimoa (hylättyjä ja aktiivisia) (mukaan lukien alueet Kurun varsinaisen graniittialueen ulkopuolella). 60 näistä oli harmaata graniittia, 5 punaista graniittia ja 16 tummia mafisia kiviä. Nykyään louhimoiden kokonaismäärä on noin sata. Vähitellen vuosien saatossa jalostava kiviteollisuus on siirtynyt Tampereelta käyttökohteiden läheltä louhimoiden lähelle Kurun alueelle, eikä Tampereella ole enää kiviteollisuutta.

Telakivien valmistus

Lujuutensa ja tasalaatuisuutensa vuoksi Kurun harmaata graniittia on käytetty paperikoneiden puristintelojen ("valssikivien") valmistukseen. Telagraniitin louhinta alkoi Kurussa jo 1930-luvulla. Aluksi telakivet valmistettiin Salossa, mutta kun vuonna 1960 Näsön Kiviteollisuus rakensi Kurun Niemikylään ensimmäisen sahaustornin, niin kivet voitiin tehdä paikan päällä. Menekin kasvaessa toinen torni rakennettiin vuonna 1967 ja kolmas 1977. Graniitti louhittiin Kurun Niemikylän louhimolta, jolta oli mahdollista irrottaa tarpeeksi ehyitä ja suuria aihtioita kivistelojen valmistusta varten.

Telakivien valmistus Kurussa muodostui Näsön Kiviteollisuuden aikana korkealaatuiseksi teolliseksi prosessiksi, jossa eri työvaiheille oli kehitetty omat erikoistuneet laitteiston. Valmistusprosesin vaiheet Kurussa olivat louhinta, sahaus ja pääden teko sekä paperikonetehtaalla akselin asennus, graniittivaipan esijännitys sekä telan tasapainotus ja kiillotus.

Kurussa telakivien tuotanto nousi parhaimmillaan 60–70 kappaaleeseen vuodessa ja 1980-luvulla Mancon-Granit Oy hallitsi 55 % telakivien maailmanmarkkinoista. 1980-luvulta alkaen muut materiaalit kuitenkin vähitellen syrjäyttivät luonnonkiven paperikoneiden telamateriaalina, ja graniitin käyttö hiljalleen väheni. Viimeiset graniittiset telakivet valmistettiin Kurussa kesällä 2008.

Telakivien valmistus ja sen historia on kuvattu kattavasti Arto Peltolan et al. selvityksissä vuosilta 2012, 2014 ja 2015. Katso myös Liite 2.

Nykyinen tuotanto

Kuru Grey eli *Kurun harmaa* on pienirakeinen, suuntautumaton ja tasarakeinen harmaa graniitti (Kuva 10A). Kurun harmaan sään- ja kulutuskestävyys on hyvä, värin vaihtelu vähäistä. Graniitti on saatavana kiillotettuna, hiottuna, kuulapuhallettuna, harjattuna, poltettuna, ristipäähakattuna ja lohkottuna. Sitä voidaan käyttää kaikissa käyttökohteissa sisällä ja ulkona, ja se soveltuu erityisen hyvin lohkokivituotannon raaka-aineeksi. Kiveä louhitaan useasta louhimosta Kurussa (Niemikylä) ja Kapeessa (Kuvat 2 ja 10B). Kurun harmaa on maailmanlaajuisesti tunnustettu kivilaatu ja sitä viedään esim. Puolaan, Ruotsiin, Baltian maihin, Kiinaan ja Japaniin. Lisäksi sitä käytetään laajasti kotimaan markkinoilla. Kiven tuottajat: Interrock Oy, Kurun Kivi Oy ja Tampereen Kovakivi Oy.

Kuru Redbrown eli *Kurun punaruskea* on keskirakeinen, lievästi suuntautunut voimakkaan punaruskea graniitti (Kuva 10C). Kivi soveltuu kaikkiin käyttökohteisiin sisällä ja ulkona. Graniitin säänkestävyys ja kulutuskestävyys on hyvä. Kiven värin vaihtelu on kohtalaista. Graniitti on saatavana kiillotettuna, harjattuna, hiottuna, kuulapuhallettuna, poltettuna, ristipäähakattuna ja lohkottuna. Nykyään kiveä louhitaan Kurun Parkkuusta yhdestä louhimosta (Kuva 2). Kiveä käytetään kotimaassa ja viedään esim. Ruotsiin ja Tanskaan. Kiven tuottaja: Tampereen Kovakivi Oy.

Kuru Black eli *Kurun musta* on pieni- ja keskirakeinen, suuntautumaton ja harmahtavan musta dioritti, jonka ulkonäköä eläväöittävä satunnaiset vaaleat juovat (Kuva 10D). Se soveltuu kaikkiin käyttökohteisiin sisällä ja ulkona. Säänkestävyys ja kulutuskestävyys on hyvä. Kiven värvävaihtelu on kohtalaista. Dioriitti on saatavana kiillotettuna, harjattuna, hiottuna, kuulapuhallettuna, poltettuna, ristipäähakattuna ja lohkottuna. Kiveä louhitaan Kurussa kahdesta louhimosta (Kuva 2) pääasiassa kotimaan hautakivi- ja ympäristöki- vimarkkinoille. Kiven tuottajat: Interrock Oy ja Tampereen Kovakivi Oy.

Tietoja Kurun alueen kivilaaduista löytyy myös Suomalainen luonnonkivi -portaalista (www.suomalainenkivi.fi). Kurun graniittien käyttökohteita esitetään puolestaan Liitteessä 4.

Kuru Grey -graniitin geoteknisiä ominaisuuksia

Punaisen graniitin ja tummien mafisten kivien pystyrakoilu on säännötöntä ja vaakarakoilu on heikosti kehittynyt, kun taas harmaan graniitin rakoilusysteemi on kuutiollinen ja sillä on erityisen hyvin kehittynyt vaakarakoilu eli pengerrys (Kuva 11). Hyvin kehittynyt vaakarakoilua voidaan käyttää hyväksi louhinnassa, mutta samalla vaakarokojen väli määrittelee kamin korkeuden. Harmaan graniitin louhimoilla on havaittu myös kalliojännitystä ("vuoripainetta"), joka murtaa vaaka-asentoisten penkkereiden alareunoja (Kuva 13). Kalliojännityksen pääsuunta on Etelä-Suomelle tyypillinen 110°.

Harmaan graniitin voimakkaan vaakarakoilun syntyn ovat todennäköisesti vaikuttaneet graniitin pienirakeisuus ja tasalaatusisuus verrattuna muihin Kurun alueen graniittiin kiviin sekä kivilajien lähes vaaka-asentoinen asema. Lisäksi vaakasuuntainen kalliojännitys sekä viime jääkauden aikaisen paksun jäätipeitten sulaminen ja siitä aiheutunut puristuksen vähentäminen ovat myös vaikuttaneet vaakarakoilun kehittymiseen.

Harmaan graniitin erittäin hyvä lohkeavuus (Kuva 12) johtuu kiven mineralogisesta koostumuksesta, tekstuurista ja pienestä raekoosta. Lisäksi kiveessä toisinaan esiintyvä biotiitin muodostama liuskeisuus vaikuttaa lohkeavuuteen. Louhimoilla voidaan havaita kolme lohkeavuussuuntaa ("lustasuuntaa"). Pääsuunta on yleensä pystyliuskeisuuden suuntainen ("pää-/pitkä-/pystylusta"). Kiven heikon suuntautuneisuuden takia täällä suuntaa saattaa paikoin olla vaikea määrittää. Vaaka-asentoinen lohkeavuus ("lamalusta") on käytännössä samansuuntainen kuin vaakarakoilu. Graniitti lohkeaa huonoimmin suunnassa, joka on kohtisuoraan vaakarakoilua ja pääluista vasten ("poikkilusta").

Kuru Greyn tärkeimmät tekniset ominaisuudet ovat vedenimukkyky 0,13–0,15%, tiheys 2620–2630 kg/m³, taivutusvetolujuus 19,6–22,1 MPa, puristuslujuus 184–218 MPa, pakkasenkestävyys +1.6–+8,6% ja kulutuskestävyys 15–18 mm (Taulukko 1). Nämä arvot osoittavat erityistä lujuutta ja kestävyyttä sekä hyvää vastustuskykyä säätiä ja kulutusta vastaan. Siksi graniittia on käytetty kaikkiin tarkoituksiin sekä sisällä että ulkona, eikä kestävyyssongelmia ole todettu edes vanhimmissakaan käyttökohteissa. Kivistä valmistetut tuotteet ovat käytännössä huoltovapaat.

Kuru Greyn hyvät tekniset ominaisuudet johtuvat kiven pienestä raekoosta, mineraalikoostumuksesta, tasalaatusisuudesta, mikroskooppisesta eheydestä sekä rapautumattomuudesta. Graniitissa on kovien silikaattisten päämineraalien lisäksi vain vähiäisiä määriä pehmeitä mineraaleja, mikä parantaa sen kestävyyttä. Graniitti on hyvin tasalaatuista ja suuntautumatonta ja siten sen lujuusominaisuudet ovat isotrooppiset eli suunnasta riippumattomat ja yhtä hyvät joka suunnassa mitattuna. Kiven tekniset ominaisuudet selittävät myös sen, miksi kiveä voitiin käyttää erityistä lujuutta ja eheyttä vaativien paperikoneiden telojen valmistukseen. Kivi on mikroskooppisesti hyvin ehjää, ainoastaan paikoin pieniä mikrorakoja kvartsissa on havaittu.

Suuresta kvartsipitoisuudesta johtuvan kovuuden ja pienen raekoon ansiosta Kuru Grey -graniitti kihlottuu hyvin. Lisäksi kvartsipitoisuuden takia kiveä voi helposti käsitellä polttamalla.

Taulukossa 1 esitetään yhteenveto Kurun graniittien geoteknisistä ominaisuuksista.

Kurun graniittialueen kivilajien soveltuvuus rakennuskiveksi

Suurin osa Kurun graniittialueesta sisältyi Geologian tutkimuskeskuksen vuosina 2001–2005 Pirkanmaalla toteuttamaan rakennuskiven etsintähankkeeseen. Kurun graniittialueen kivilajien ominaisuuksia rakennuskiven esiintymäärvioinneissä esitetään Taulukossa 3. Katso myös Taulukko 2.

Harmaan graniitin louhimoiden varannot ovat hyvät. Harmaan graniitin haasteena ovat lähinnä inf-

rastruktuuriset ja ympäristölliset tekijät. Alueella on ollut paljon louhintatoimintaa ja jäljellä olevat alueet ovat lähellä asutusta tai lähellä muita häiriölle alittiita kohteita. Yleisesti harmaan graniitin laatu on hyvä, vain paikallisesti tavataan ulkonäön vaihteluita. Lisäksi rakoilun määrä ja tyyppi mahdollistaisivat louhinnan.

Punaisen graniitin ja tummien mafisten kivien ("mustien graniittien") laadun haasteina ovat ulkonäön ja värin vaihtelut sekä tiheä rakoilu. Tummien kivien markkina-arvoa voivat heikentää erilaiset vaaleat graniittijuonet ja raidat sekä kvartsijuonet. Toisaalta nämät voivat myös elävöittää kiven tummaa pintaa.

Koko Kurun graniittialueella tulisi tehdä yksityiskohtainen jatkotutkimus, joka keskittyisi olemassa olevien louhimoiden lähialueisiin ja vielä kartoittamattomiin alueisiin, harmaan graniitin infrastruktuuriisiin ja ympäristöllisiin haasteisiin ja punaisen graniitin ja tummien kivien laatuvalituihin. Lisäksi vain ohuen maapeitteeen alla olevat alueet tulisi tutkia esim. kairamalla.

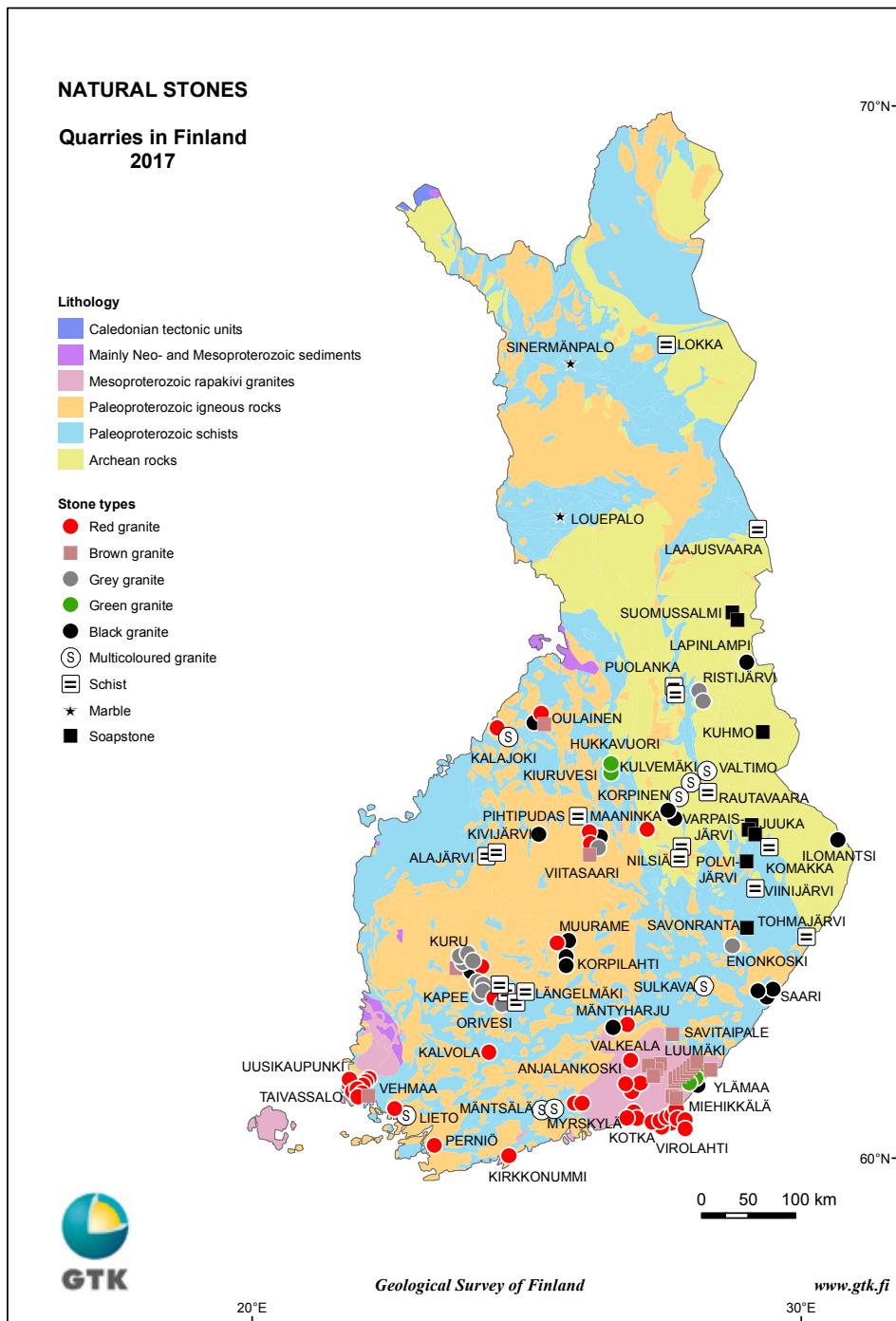
Lopuksi

Harmaan graniitin louhinta Kurun graniittialueella alkoi jo 1850-luvulla. Kurun harmaa graniitti on Tampereen kaupungin rakennusten olennainen rakennusmateriaali ja siten tärkeä osa suomalaista rakennettua kulttuuriperintöä. Kurun harmaata graniittia voidaan nähdä myös ulkomailta pinta- ja sisustusmateriaalina sekä monumentteina. Kurun harmaalla graniitilla (*Kuru Grey*) on edelleen jatkuva vakaa kysyntä niin kotimaisilla kuin kansainvälisilläkin rakennuskivimarkkinoilla.

Kurun harmaa graniitti tunnetaan tasalaatusuudestaan, lujuudestaan ja kestävyydestään sekä kotimaassa että ulkomailta. Kivellä on pitkä käyttöikä ja vähäinen huoltotarve. Kivistä on valmistettu myös suurta lujuutta ja eheyttä vaatineita paperikoneiden puristintelakiviä. Hyvän lohkeavuutensa vuoksi graniitti soveltuu erityisen hyvin lohkokivituotantoon sekä tasalaatusuutensa ansiosta muistomerki- ja monumenttiutantoon. Louhimoiden varannot ovat hyvät ja takaavat kiven saatavuuden pitkälle tulevaisuuteen.

APPENDICES

Appendix. 1. Licenced areas for natural stone quarries in Finland in 2017, and the main natural stone companies operating within the Kuru granite batholith.



Interrock Oy (www.interrock.fi)

Kivityöliike E. Väisänen Oy (www.kuruntaidekivi.com)

Kurun Kivi Oy (www.kurunkivi.fi)

Tampereen Kovakivi Oy (<http://kovakivi.fi>)

Appendix 2. Production of granitic press rollers in the Kuru granite batholith

Rollers for paper machines requiring great strength and soundness of the material has been a special product of the grey granite of the Kuru batholith (Aurola 1967, Ahtiainen, 1974, Kylkilahti 1987, Peltola et al. 2012, 2014, 2015).

The production of granitic press rollers in Kuru commenced already in the 1930's but increased from the year 1960 when the first dressing mill was raised by the company Näsö Kiviteollisuus in the Niemikylä village (see, Fig. 2 on page 4) near the quarry where the blocks were extracted. Contrary to the previous dressing of the rolls in a horizontal position, the granite block was now turned into a vertical position and the raw roll was prepared with a cylindrical saw.

Later, two additional vertical mills were raised. At the peak of the production, during the 1980's, 60–70 rolls were manufactured annually, which covered 55 % of the world production at that time. The biggest granite roller manufactured in Kuru measured 9650 mm in length, 1700 mm in diameter, and weighed approx. 70 tons.

The production of granite press rollers in Kuru was developed by Näsö Kiviteollisuus into an unique and highly specialized industrial process with several stages. The first stage was the quarrying of the stone block. The height of the block was defined by the horizontal fractures. The back side of the block was released by drilling and blasting, and the ends of the block were cut by jet-flame burning. The splitting of the loosened block was done by drilling and wedging (if needed).

The quarried block was then transported to the dressing mill, where it was set in a vertical position for dressing. The outer and inner surfaces of the roll were sawed vertically with a rotating cylindrical saw (which was manufactured from an ordinary steel pipe) with the aid of abrasive, silicon carbide powder, and water. The ends of the dressed roll were first cut by wire saw and the final preparation was done by an automatic grinding machine equipped with diamond and silicon carbide tools.

After these stages, the roll was transported from Kuru to a paper machine factory, where a steel axis or several steel rods were installed. The roll was pre-compressed in order to avoid tensile load in the granitic mantle. Finally, balancing, grinding, and polishing of the roll ended the production process.

The production of granite rollers eventually begun to decline when increased paper production required higher speed paper machines and new coating materials for the rolls. Today, mostly ceramic coatings are used. The last granite roller was produced in Kuru during the summer of 2008. For production of granitic press rollers in Kuru, see also Peltola et al. (2012, 2014, 2015).



A rotating cylindrical saw was used for dressing of the surfaces of the granite roller. Photo: Roger Aapola.
Kivitelan ulko- ja sisäpinta sahattiin pyörivällä sylinterisahalla. Kuva: Roger Aapola.



Dressed granite roller in Kuru. Photo: Näsö Granit Oy.
Sahattu graniititela Kurussa. Kuva: Näsö Granit Oy.

Appendix 3. Historical aspects of production of natural stone in the Kuru granite batholith.¹

Around 1850's there was a lively construction activity in the growing city of Tampere. No good-quality building stone was to be found in the immediate vicinity of the city, but good reserves of easily cleaved and worked grey granite in Kuru, some 50 km north of the city, were known (see, Fig. 1 on page 3).

The first quarries in grey granites were opened in Kuru (Niemikylä) and Kapee areas along the shores and on the islands of the Lake Vankavesi in the northern parts of the Lake Näsijärvi (see, Figs 1 and 2 on page 3 and 4). Also, boulders found on the shorelines were utilized. The quarrying of the red granite began in 1902. The raw material was transported to Tampere by boat along the Lake Näsijärvi (see, Fig. 1 on page 3), and the processing of stone was done in Tampere.

In the beginning, the stone industry in Kuru and Tampere was in the hands of individual contractors (e.g. K.J. Lindeman, Matti Wigelius, Karl Henrik Bärman, and Kalle Siltala), shipmasters or other all-rounders, partly occupied with other activities not connected to quarrying. The most active period of construction of the city of Tampere took place at the turn of the 20th century. During this period, the whole city centre got its characteristic historical look with buildings many of which are standing still today (see below). The demand for stone from Kuru was considerable during that time, including exports to Russia.

From 1911, joint-stock companies were established alongside the individual entrepreneurs, including, e.g. Oy Näsijärvi (1911), Tampereen Kiviteollisuus Oy (1911), and Suomen Graniitti Oy (1914), which allowed expansion of production. Gradually, the limited companies took over the stone industries in Kuru and Tampere. The 1930's was a successful decade for the Finnish stone industry, several companies also from Kuru and Tampere exported

stone either as "rough", semi-finished or processed, e.g. to the Baltic countries, England, Germany, and the USA. The domestic demand for stone constructions was also good.

During the 1930's, the most prominent stone company in the Kuru-Tampere area was Suomen Graniitti Oy. The company had a processing plant in Tampere, quarries in Kuru (also, e.g. in Hyvinkää, outside the Kuru area), and extensive exports abroad. In 1932, the company was the first to open a quarry in black diorite in Kuru. Suomen Graniitti Oy was one of the four largest stone companies in the Finnish stone industry during that time and had about 70 employees. The company is still today operating in the Kuru batholith under the name of Tampereen Kovakivi Oy (founded in 1972). The processing plant was moved from Tampere to Kuru in 1959. Tampereen Kovakivi Oy is presently the most important stone company active in the Kuru batholith area, with four licenced quarry areas and a processing plant, employing approx. 20 persons.

After the Second World War, natural stone was not in fashion as construction material in Finland. It was considered expensive, and alternative and cheaper materials (e.g. concrete) were favoured as building material. When used, stone was often "cheap" slabs of schist, e.g. on foundations and outdoor stairs as well as in interiors. During the 1960's, the use of natural stone started to increase when domestic granite and marble as well as imported marble were applied. The real renaissance of Finnish stone industry came during the 1970's due to a rapid development of the quarrying (and processing) technology, leading to a strong growth in exports of "rough stone". An increasing appreciation of the durability and long service-life of natural stone as construction material was also a contributing factor to this development.

For a long period of time, the most notable stone company after the Second World War in the Kuru-Tampere area was Näsijärvi Kiviteollisuus (a derivative of Oy Näsijärvi), which in the 1960's became the fourth largest stone company in Finland. During the years 1968–1969, the company

¹ The text is based on the thorough study of the history of the stone industries in the Kuru area and in the city of Tampere by Kylkilahti (1989). See also Pohjola (1984), Kauranne (2000), and Rask (2001).

had up to 64 employees. In 1960, the company started production of granitic press rollers for paper machines in Kuru (see, App. 2), which soon became the company's main product. In 1973, the company closed the stone processing operations in Tampere and focused on the manufacturing of granite rollers in Kuru. In 1979, Näsijärvi Kiviteollisuus was sold to Mancon Oy, which in turn went bankrupt in the end of the 1980's. The stone production in Kuru was continued by Näsijärvi Granit Oy, which was finally sold to the Interrock Oy company at the turn of 2004–05. Interrock Oy has currently two licenced quarry areas in Kuru and Kapee.

Numerous small-scale stone production companies employing only a few workers have operated in the Kuru and Tampere areas. Tampereen Kiviteollisuus Oy, Graniittituote Oy, and Kapeen Kivipojat Oy are examples of larger companies. Tampereen Kiviteollisuus Oy was active during the years 1911–1942. The company was the largest stone producer in the Kuru-Tampere area during the 1910's and the 1920's, but the production declined considerably during the 1930's, and eventually faded away. The company

name was activated again at the end of the 1940's and the production continued until the 1960's with quarrying of black and grey stone mainly for tombstone manufacturing. Graniittituote Oy operated with quarrying and processing of stone from 1933 to the beginning of the 1950's. Kapeen Kivipojat Oy (founded in 1950) was a notable operator in Finland the 1980's and 1990's with quarries and processing plants in the Kapee area, but the company was declared bankrupt in 2013. Other active operators in the Kuru granite batholith include today Kivityöliike E. Väisänen Oy (from 1972) and Kurun Kivi Oy (from 1975).

In the middle of the 1960's, there were, according to Aurola (1967), altogether 81 quarries (abandoned and active) in the Kuru area of stone industry (including areas outside the Kuru batholith), sixty of which were in grey granite, five in the red granite and sixteen in the mafic rocks. Currently, the total amount of quarries is approx. one hundred. Beginning in the 1960's, the stone processing industry has gradually moved closer to the quarries in Kuru and today, the stone processing in Tampere has ceased.



A grey granite quarry on an island outside the village Niemikylä in Kuru. Photo: J.J. Sederholm, 1899. GTK, old pictures No. 737.

"Graniittilouhoksen länsiosa erääällä Lörpyksen kartanon omistamalla saarella Kurussa." Kuva: J. J. Sederholm, 1899. GTK, Vanhatkuvat nro 737.



A grey granite quarry in Kapee. Photo: J.J. Sederholm, 1899. GTK, old pictures No. 739.

"Kapeerannan graniittilouhos Näsijärvestä itään." Kuva: J. J. Sederholm, 1899. GTK, Vanhatkuvat nro 739.

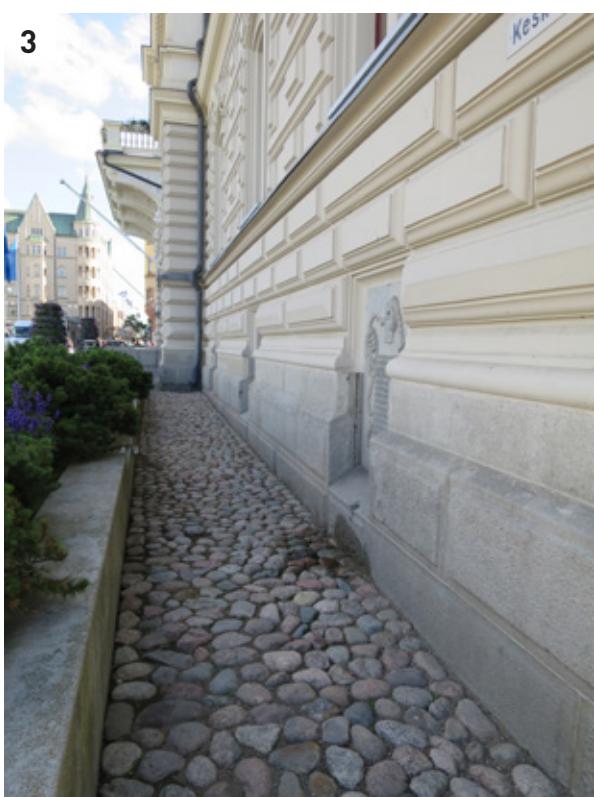
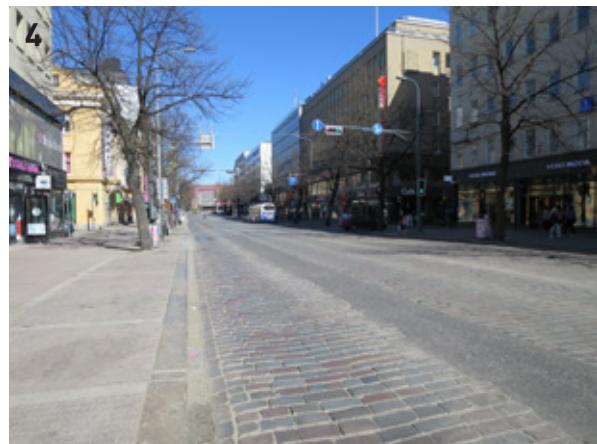
Selected buildings and structures in the city of Tampere where granites from the Kuru area of stone industry have been used at the turn of the 20th century. Defined by the authors. Photos: Olavi Selonen.

Valikoima Tampereen kaupungin rakennuksia ja rakenteita, joissa on käytetty Kurun kiviteollisuusalueen graniitteja 1900-luvun taitteessa. Määritetty kirjoittajien toimesta. Kuvat: Olavi Selonen.

1. Walls on the rapids of Tammerkoski 1870's / Tammerkosken kiveykset 1870-luku (Palatsinraitinsilta). (G)
2. Foundations of the Finlayson factory / Finlaysonin perustukset 1877 (Satakunnankatu 18). (G)
3. Foundations of Tampere City Hall / Raatihuoneen perustukset 1890 (Keskustori 10). (G)
4. Hämeenkatu Street around 1900 / Hämeenkatu noin 1900. (G)
5. Central Square around 1900 / Keskustori noin 1900 (Keskustori). (G)
6. Laukontori Square around 1900 / Laukontori noin 1900 (Laikontori). (G)
7. Satakunta Bridge / Satakunnansilta 1897–1900 (Satakunnankatu). (G)
8. Tirkkonen Commercial House / Tirkkosen liiketalo 1901 (Kauppakatu 6). (G)
9. Student House / Ylioppilastalo 1901 (Kauppakatu 10). (G)
10. Tampere Savings bank / Tampereen säästöpankki 1902–03, 1925 (Kauppakatu 14). (G)
11. Tampere Cathedral / Tampereen Tuomiokirkko 1902–07 (Tuomiokirkonkatu 3). (G)
12. Tampere Joint-Stock Bank / Tampereen Osake-Pankin talo 1907 (Kauppakatu 7). (G)
13. Fire Station / Keskuuspaloasema 1908 (Satakunnankatu 16). (G/R)
14. Tampere Theatre / Tampereen teatteri 1912 (Keskustori 2). (G)
15. Otra Oy Commercial House / Otra Oy:n liiketalo 1912 (Hämeenkatu 23). (G)
16. Haarla Palace / Haarlan Palatsi 1923 (Hatanpään valtatie 2). (R)

G = Grey granite / Harmaa graniitti

R = Red granite / Punainen graniitti







Appendix 4. A selection of applications where the stones from the Kuru granite batholith have been used.

KURU GREY (Kuru grey granite)

1. Façade, Office building, Aleksanterinkatu 10, Lahti, Finland. 1913. Photo: Olavi Selonen.
2. Memorial, Tuohikotintie, Kouvola, Finland. 1924. Photo: Olavi Selonen.
3. Portal, Lepolankatu 11, Lappeenranta, Finland. 1939. Photo: Olavi Selonen.
4. Façade, Office building, Fabianinkatu 23, Helsinki, Finland. 1962. Photo: Olavi Selonen.
5. Façade, Office building, Lapinmäentie 1, Helsinki, Finland. 1969, 1982, 1989. Photo: Paavo Härmä.
6. Façade, Office building, Eteläesplanadi 20, Helsinki, Finland. 1975. Photo: Olavi Selonen.
7. Lower façade, Office building, Unioninkatu 13, Helsinki, Finland. 1979. Photo: Olavi Selonen.
8. Façade, Office building, Humalistonkatu 11, Turku, Finland. 1983. Photo: Olavi Selonen.
9. Floor, Library, Pirkankatu 2, Tampere, Finland. 1986. Photo: Olavi Selonen.
10. Floor, Shopping centre, Mannerheimintie 14–20, Helsinki, Finland. 1987. Photo: Olavi Selonen.
11. Façade, Office building, Kauppakatu 10–12, Lohja, Finland. 1988. Photo: Olavi Selonen.
12. Façade, Office building, Kauppakatu 32, Lappeenranta, Finland. 1989. Photo: Olavi Selonen.
13. Façade, Office building, Eerikinkatu 6, Turku, Finland. 1989. Photo: Olavi Selonen.
14. Memorial, Emil Aaltosen puisto, Tampere, Finland. Designer: Kauko Salmi, 1989. Photo: Olavi Selonen.
15. Façade, Office building, 5–23 Thomas More Street, London, United Kingdom. 1990. Photo: www.suomalainenkivi.fi
16. Façade, Congress Centre, Yliopistonkatu 55, Tampere, Finland. 1990. Photo: Olavi Selonen.
17. Façade, Congress centre, Katajanokanlaituri 6, Helsinki, Finland. 1991. Photo: Olavi Selonen.
18. Façade, Shopping centre, Kauppakatu 18, Kajaani, Finland. 1991. Photo: Olavi Selonen.
19. Stairs and walls, Office building, Järvensivuntie 3, Tampere, Finland. 1991. Photo: Olavi Selonen.
20. Façade, Office building, Heikinkuja 4, Mäntsälä, Finland. 1992. Photo: Olavi Selonen.
21. Lower façade, Office building, Lönnrotinkatu 7, Mikkeli, Finland. 1992. Photo: Olavi Selonen.
22. Memorial, Sampaliinanmäki, Turku, Finland. Designer: Aarne Ehojoki, 1992. Photo: Olavi Selonen.
23. Stairs and wall, Office building, Katajanokanlaituri 3, Helsinki, Finland. 1993. Photo: Olavi Selonen.
24. Lower façade, Office building, Kauppurienkatu 10, Oulu, Finland. Photo: Olavi Selonen.
25. Monument, Helsinginkatu 58, Helsinki, Finland. Designer: Hannu Siren, 1995. Photo: Olavi Selonen.
26. Memorial, Porthaninrinne, Helsinki, Finland. Designer: Heikki Häiväoja, 1996. Photo: Olavi Selonen.
27. Paving, Market square, Århus, Denmark. Photo: www.suomalainenkivi.fi
28. Estonia Memorial, Galärvarvskyrkogården, Djurgårdsvägen 28, Stockholm, Sweden. Designer: Mirosław Bałka, 1997. Photo: Olavi Selonen.
29. Façade, Office building, Sairashuoneenkatu 2–4, Turku, Finland. 1998. Photo: Olavi Selonen.
30. Memorial, Kirkkotanhantie 1, Ylöjärvi, Finland. Designer: Sakari Ermala, 1999. Photo: Olavi Selonen.
31. Stairs, Vuolteentori, Tampere, Finland. Photo: Olavi Selonen.
32. Memorial, Kirkkotie 34, Tuusula, Finland. Designer: Erkki Eronen, 1999. Photo: Olavi Selonen.
33. Planting pool, Central Square, Tampere, Finland. Photo: Olavi Selonen.
34. Stairs, lower façade, paving, Office building, Kalevantie 2, Tampere, Finland. Photo: Olavi Selonen.

35. Monument, Keltakankaantie 5, Anjalankoski (Kouvola), Finland. Designer: Juhani Honkanen, 2003. Photo: Paavo Härmä.
36. Planting pools, Office building, Åkerlundinkatu 11, Tampere, Finland. Photo: Olavi Selonen.
37. Wall and stairs, Kahvikuja, Helsinki, Finland. 2006. Photo: Olavi Selonen.
38. Wall, Ratinanranta, Tampere, Finland. Photo: Olavi Selonen.
39. Paving, Freedom square, Tallinn, Estonia. 2009. Photo: Olavi Selonen.
40. Paving, Mannerheimintie 13, Helsinki, Finland. 2010. Photo: Olavi Selonen.
41. Paving, stairs, façade, Pellavantori 1, Tampere, Finland. Photo: Olavi Selonen.
42. Bridge cladding, Lövö, Kimitoön, Finland. 2010. Photo: Olavi Selonen.
43. Paving, Square, Turebergs torg, Sollentuna, Sweden. 2012. Photo: Olavi Selonen.
44. Paving, Market square, Kuopio, Finland. 2012. Photo: Heikki Pirinen.
45. Paving, Otavalankatu 3, Tampere, Finland. Photo: Olavi Selonen.
46. Stairs, Dwelling house, Satamakatu 1, Tampere, Finland. 2015. Photo: Olavi Selonen.
47. Stairs, Arena, Krutvägen 2, Göteborg, Sweden. 2015. Photo: Olavi Selonen.
48. Paving and portal, Skeppsbron, Göteborg, Sweden. 2015. Photo: Olavi Selonen.
49. Paving, Teollisuuskatu 1, Helsinki, Finland. 2015. Photo: Olavi Selonen.
50. Façade, Bicycle garage, Odenplan, Stockholm, Sweden. 2015. Photo: Olavi Selonen.
51. Paving, Square, Nysäters gata 1–10, Vallentuna, Sweden. Photo: Olavi Selonen.
52. Pool construction, Gråbo Centrum, Lerum, Sweden. 2016. Photo: Olavi Selonen.
53. Façade, Shopping centre, Stjärntorget 2, Solna, Sweden. 2016. Photo: Olavi Selonen.
54. Paving etc., Office building, Pyramidvägen, Sweden. 2018. Photo: Olavi Selonen.

KURU REDBROWN (Kuru red granite)

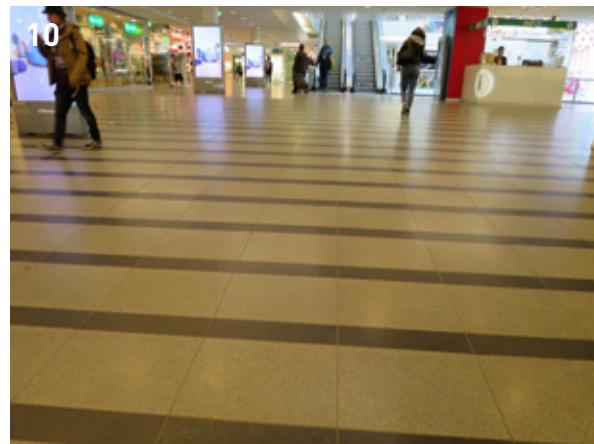
55. Upper façade, Office building, Hämeenkatu/Hatanpään valtatie, Tampere, Finland. 1943. Photo: Olavi Selonen.
56. Floor, Shopping centre, Mannerheimintie 14–20, Helsinki, Finland. 1987. Photo: Olavi Selonen.
57. Stairs, Shopping centre, Mannerheimintie 14–20, Helsinki, Finland. 1987. Photo: Olavi Selonen.
58. Façade, Office building, Aleksanterinkatu 9, Helsinki, Finland. 1988. Photo: Olavi Selonen.
59. Paving, Kaivokatu 2, Helsinki, Finland. 1990. Photo: Olavi Selonen.
60. Wall and bridge, Katajanokka, Helsinki, Finland. 1991. Photo: Olavi Selonen.
61. Fence, Katajanokka, Helsinki, Finland. 1991. Photo: Olavi Selonen.
62. Façade, Office building, Alppikatu 2, Helsinki, Finland. 1991. Photo: Olavi Selonen.
63. Façade, Office building, Järvensivuntie 1, Tampere, Finland. 1991. Photo: Olavi Selonen.
64. Façade, Office building, Kanalinranta 3, Rauma, Finland. 1991. Photo: Olavi Selonen.
65. Paving and lower façade, Office building, Kanalinranta 3, Rauma, Finland. 1991. Photo: Olavi Selonen.
66. Paving, Aleksanterinkatu 15, Helsinki, Finland. 1991. Photo: Olavi Selonen.
67. Paving with details, Århus, Denmark. Photo: www.suomalainenkivi.fi
68. Façade, Office building, Panuntie 4, Helsinki, Finland. Photo: Olavi Selonen.
69. Façade, Office building, Panuntie 4, Helsinki, Finland. Photo: Olavi Selonen.
70. Lower façade, Office building, Sibeliuksenkatu 3, Forssa, Finland. Photo: Olavi Selonen.
71. Portal, Hämeenkatu 17, Tampere, Finland. Photo: Olavi Selonen.
72. Portal and lower façade, Hallituskatu 8, Tampere, Finland. Photo: Olavi Selonen.
73. Floor, Shopping centre, Urho Kekkosen katu 1, Helsinki, Finland. 2006. Photo: Olavi Selonen.
74. Paving and lower façade, Dwelling house, Pohjoinen Rautatiekatu/Lapinlahdenkatu, Helsinki, Finland. 2015. Photo: Olavi Selonen.
75. Wall, Verkatehtaankatu/Pellavatehtaankatu, Tampere, Finland. 2016. Photo: Olavi Selonen.

KURU BLACK (Kuru diorite)

76. Lower façade, Hotel, Rautatienkatu/Hämeenkatu, Tampere, Finland. 1936. Photo: Olavi Selonen.
77. Lower façade, Office building, Hämeenkatu 10, Tampere, Finland. Photo: Olavi Selonen.
78. Lower façade, Office building, Hämeenkatu 9, Tampere, Finland. Photo: Olavi Selonen.
79. Lower façade, Office building, Hämeenkatu 25, Tampere, Finland. Photo: Olavi Selonen.
80. Memorial pedestal, Näsikallio, Tampere, Finland. Designer: Yrjö Liipola, 1940. Photo: Olavi Selonen.
81. Monument pedestal, Hämeenpuisto, Tampere, Finland. Designer: Lauri Leppänen, 1951. Photo: Olavi Selonen.
82. Memorial, Naistenmatkantie, Tampere, Finland. 1968. Photo: Olavi Selonen.
83. Façade, Church, Varikonkatu 10, Sastamala, Finland. 1990. Photo: Olavi Selonen.
84. Floor, Railway station, Kaivokatu 1, Helsinki, Finland. 1992. Photo: Olavi Selonen.
85. Floor, Office building, Hämeenkatu 22, Tampere, Finland. Photo: Olavi Selonen.
86. Fountain, Mannerheiminaukio, Helsinki, Finland. 1998. Photo: Olavi Selonen.
87. Paving, Kauppalankatu 13, Kouvola, Finland. 1998. Photo: Olavi Selonen.
88. Paving, Office building, Risto Rytin tie 33, Helsinki, Finland. 2003. Photo: Olavi Selonen.
89. Wall, Office building, Risto Rytin tie 33, Helsinki, Finland. 2003. Photo: Olavi Selonen.
90. Walls, Office building, Risto Rytin tie 33, Helsinki, Finland. 2003. Photo: Olavi Selonen.
91. Memorial, Esplanāde Park, Riga, Latvia. Designer: Andris Veidemanis, Sculptor: Glebs Panteljejevs, 2006. Photo: Aleksandrs Balodis (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e1/Memorial-Oskars_Kalpaks_01.JPG [1.9.2017]).
92. Memorial, Louhisaarentie 5, Askainen, Finland. Designer: Bey Heng, 2007. Photo: Olavi Selonen.
93. Lower façade, Dwelling house, Käsiteyläiskatu 16, Turku, Finland. 2007. Photo: Olavi Selonen.
94. Lower façade, Dwelling house, Puistokatu 1, Turku, Finland. 2012. Photo: Olavi Selonen.
95. Wall, Hospital, Hämeentie 11, Turku, Finland. 2013. Photo: Olavi Selonen.
96. Wall, Hospital, Hämeentie 11, Turku, Finland. 2013. Photo: Olavi Selonen.
97. Façade, Hospital, Hämeentie 11, Turku, Finland. 2013. Photo: Olavi Selonen.
98. Wall, Office building, Hakakalliontie 2, Hyvinkää, Finland. 2014. Photo: Olavi Selonen.
99. Paving, Office building, Hakakalliontie 2, Hyvinkää, Finland. 2014. Photo: Olavi Selonen.
100. Bridge structure, Kalasatama, Helsinki, Finland. 2016. Photo: Olavi Selonen.
101. Lower façade, Dwelling house, Mikonkatu 6, Mikkeli, Finland. 2016. Photo: Olavi Selonen.
102. Fountain, Gråbo Centrum, Lerum, Sweden. 2016. Photo: Olavi Selonen.

KURU GREY (Kuru grey granite)





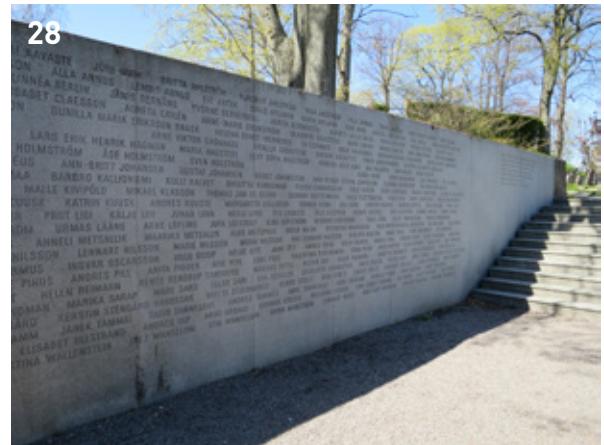




25



28



26

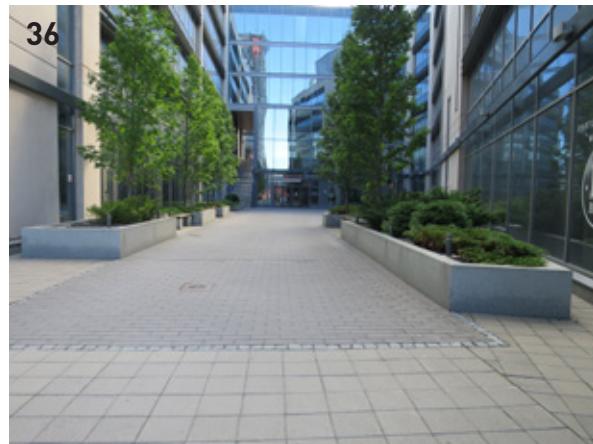
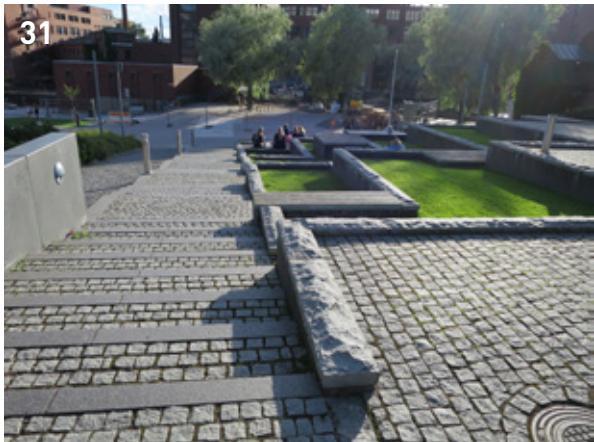


30

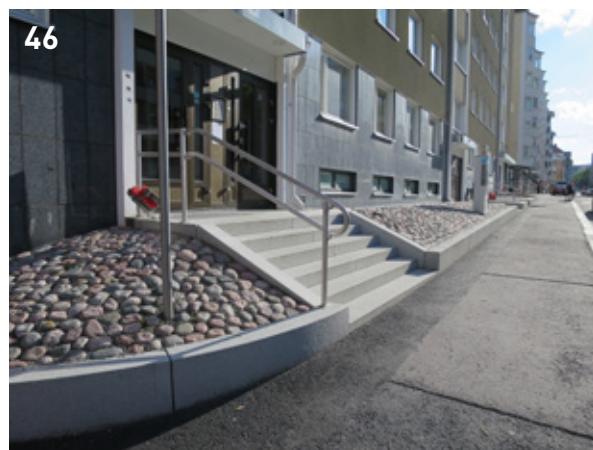


27











KURU REDBROWN (Kuru red granite)





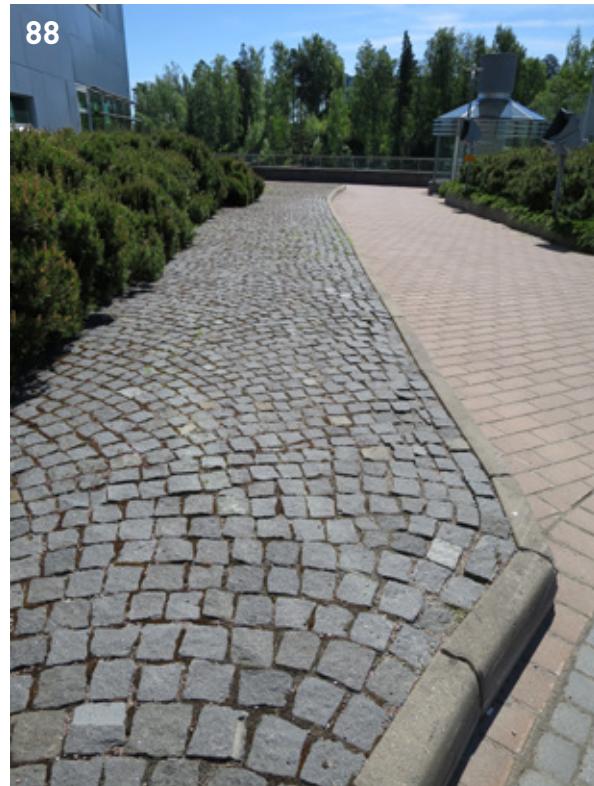
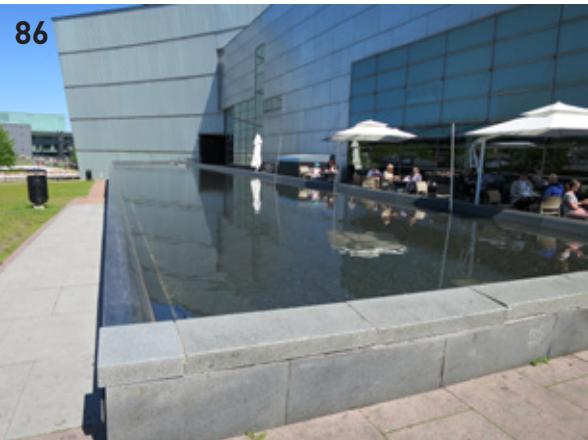


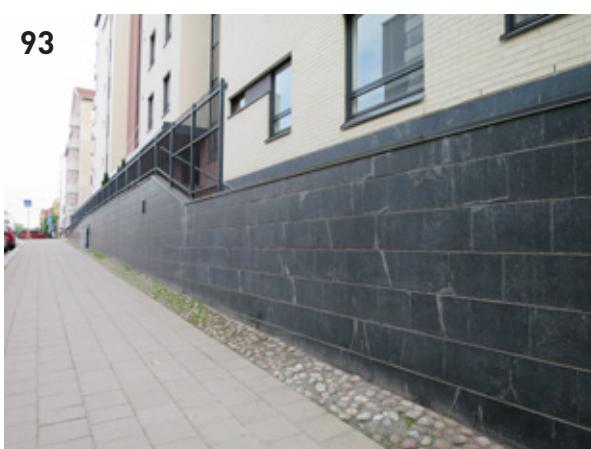


KURU BLACK (Kuru diorite)

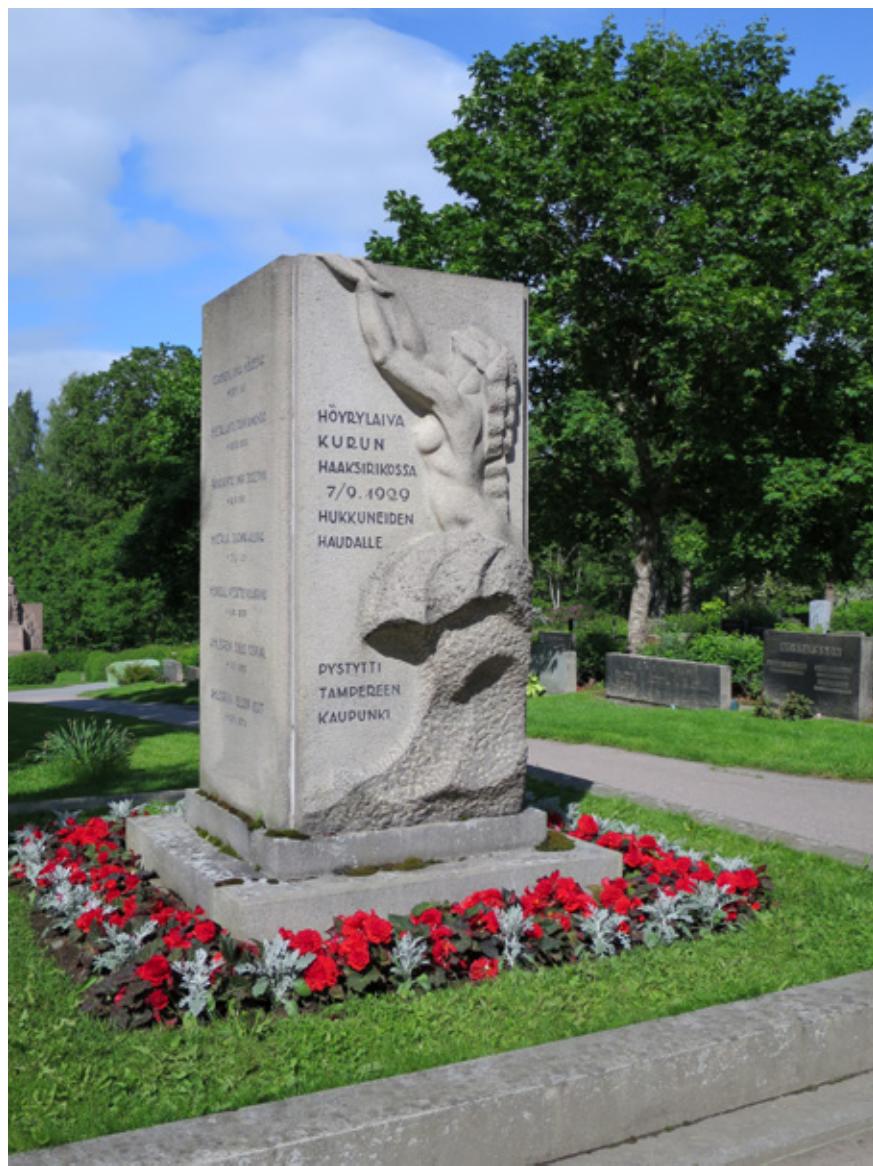












Photo/Kuva: Olavi Selonen



Unioninkatu 14, 3rd floor
P.O.Box 381, FIN-00131 Helsinki
Tel. +358 9 129 9300
Fax +358 9 129 9252
finstone@finstone.fi
www.suomalainenkivi.fi