



VALTION TEKNILLINEN TUTKIMUSKESKUS
STATENS TEKNISKA FORSKNINGSCENTRAL
TECHNICAL RESEARCH CENTRE OF FINLAND

TUTKIMUKSIA
FORSKNINGSRAPPORTER
RESEARCH REPORTS

308

Pekka Mesimäki, Hannu Pyy, Jouko Ritola & Heikki Sirén

Luonnonkiven rakennusteknisen käytön kehittäminen

Osa 1. Suomalaiset rakennuskivet ja niiden käyttökohteet





LUONNONKIVEN RAKENNUSTEKNISEN KÄYTÖN KEHITTÄMINEN

Osa 1. Suomalaiset rakennuskivet ja niiden käyttökohteet

Pekka Mesimäki

Hannu Pyy

Jouko Ritola

Betoni- ja silikaattitekniikan laboratorio

Heikki Sirén

Arkkitehtitoimisto Kaija & Heikki Sirén

ISBN 951-38-2121-8
ISSN 0358-5077
Copyright © Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) 1984

Julkaisija – Utgivare – Publisher

Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT), Vuorimiehentie 5, 02150 Espoo 15
puh. vaihde (90) 4561, teleks 122972 vttha sf

Statens tekniska forskningscentral (VTT), Bergsmansvägen 5, 02150 Esbo 15
tel. växel (90) 4561, telex 122972 vttha sf

Technical Research Centre of Finland (VTT), Vuorimiehentie 5, SF-02150 Espoo 15, Finland
phone internat. + 358 0 4561, telex 122972 vttha sf

VTT, Betoni- ja silikaattiteknikan laboratorio, Betonimiehenkuja 5, 02150 Espoo 15
puh. vaihde (90) 4561

VTT, Betong- och silikattekniska laboratoriet, Betongblandargränden 5, 02150 Esbo 15
tel. växel (90) 4561

VTT, Concrete and Silicate Laboratory, Betonimiehenkuja 5, SF-02150 Espoo 15, Finland
phone internat. + 358 0 4561

MESIMÄKI, Pekka, PYY, Hannu, RITOLA, Jouko & SIRÉN, Heikki, Luonnonkiven rakennusteknisen käytön kehittäminen. Osa 1. Suomalaiset rakennuskivet ja niiden käyttökohteet [Development of using natural stones in building. Part 1. Finnish building stones and their use]. Espoo 1984. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Tutkimuksia - Statens tekniska forskningscentral, Forskningsrapporter - Technical Research Centre of Finland, Research Reports 308. 96 s./p. + liitt. 11 s./app. 11 p.

UDK 691.21:624.012.1(480)
679.85

Key words natural stones, building stones, facades, slabs, stone slabs

TIIVISTELMÄ

Suomen kallioperässä on runsaasti rakennuskiveksi soveltuvaa kiveä. Eniten louhitaan nykyisin punaisia ja ruskeita rapakivigraniitteja, jotka ovat kysytyimmät vientikivilajimme. Rakennuskivenä käytetään myös harmaita ja mustia graniitteja sekä muita erivärisiä graniittilaatuja. Marmori, liuskeet ja vuolukivi ovat myös tunnettuja kotimaisia rakennuskiviä. Uusien rakennuskiviesiintymien etsintä on nykyisin vilkasta eri puolilla Suomea.

Ikivanhalla rakennusmateriaalilla, luonnonkivellä, on edelleen monipuolinen ja merkittävä asema rakentamisessa. Rakennuskivilaattoja käytetään nykyisin yleisesti rakennusten julkisivujen ja sisäseinien verhouksmateriaalina sekä lattioiden päällysteenä ja portaissa. Ympäristörakenteissa luonnonkivi on myös tunnustettu ja varsin yleisesti käytetty rakennusaine. Luonnonkiven rakennusteknisen tutkimustyön seurauksena voidaan odottaa luonnonkiven käytön kehittyvän rakentamisessa.

Rakennuskiven louhintatekniikka vaihtelee kivilajista ja louhoksen olosuhteista riippuen. Suomessa on graniittien louhinta teknisesti varsin kehittynyttä. Kivenjalostuksen tavalliset työvaiheet ovat raakakivilohkareen sahaus levyiksi ja aihioiksi, kiven pintakäsittelyt ja levyjen leikkaus haluttuun muotoon sekä viimeistely ja erikoistöiden teko. Teollinen rakennuskivilaattojen tuotanto on pitkälle rationalisoitua jalostustoimintaa. Luonnonkivimateriaalin vaihtelevan laadun ja erityisesti ulkonäkövikojen seurannan tarpeesta sekä erikoistöistä johtuen kivenjalostuksen käsityöpanos on kuitenkin yleensä varsin suuri. Kivenjalostustekniikkaan ja varsinkin kovien graniittien työstömenetelmiin liittyy edelleen selviä kehitystarpeita. Tutkimustyö alalla onkin viime aikoina selvästi vilkastunut, joten mm. kovien kivien timanttityöstöön on odotettavissa kehitystä.

Julkaisu on kirjallisuuteen perustuva yleisselvitys suomalaisista rakennuskivistä, niiden käyttömahdollisuuksista ja tuotantotekniikasta. Tutkimuksen kohteena olevalla rakennuskivellä tarkoitetaan luonnonkiveä, jota käytetään rakenteellisessa tarkoituksessa laattoina tai suurehkoina kappaleina niin, että kivi on ko. rakenneosassa pääasiallinen rakennusaine. Murskatun kiven tai luonnon maaperän kiviaineksen käyttö ei sisälly tutkimukseen.

MESIMÄKI, Pekka, PYY, Hannu, RITOLA, Jouko & SIRÉN, Heikki, Luonnonkiven rakennusteknisen käytön kehittäminen. Osa 1. Suomalaiset rakennuskivet ja niiden käyttökohteet [Development of using natural stones in building. Part 1. Finnish building stones and their use]. Espoo 1984. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Tutkimuksia – Statens tekniska forskningscentral, Forskningsrapporter – Technical Research Centre of Finland, Research Reports 308. 96 s./p. + liitt. 11 s./app. 11 p.

UDK 691.21:624.012.1(480)
679.85

Key words natural stones, building stones, facades, slabs, stone slabs

ABSTRACT

The Finnish bedrock contains stone which is suitable for use as building stone in abundance. At present, mainly red and brown granites of rapakivi-type are quarried extensively to meet the export demand. Grey and black granites as well as other granite-types of different colours are also used as building stone. Marble, schist and soap rock have also become well-known as domestic building stone. At present a vigorous search for new deposits of building stone is going on in different parts of Finland.

Natural stone, a building material with long traditions, still has significant role to play in the construction field. Cut stones are today frequently used in cladding panels and as a facing to internal walls, and as covering to floors and stairs. In environmental construction natural stone is a generally accepted and frequently used building material. As a result of research done in the field of building technology an improvement on the use of natural stone in construction can be expected.

Techniques used in the quarrying of building stone vary with the rock-type used and conditions existing in a quarry. In Finland, the quarrying process of granite is quite advanced when considered from the technological point of view. The usual operations in stone processing include sawing of quarry blocks into slabs, surfacing of stone, cutting of slabs to a desired shape as well as finishing and carrying out special work. The industrial production of cut stones for cladding and facing panels has been rationalized to a great extent. Usually stone processing is, however, labour-intensive work not only due to the varied quality of natural building stone and special work to be carried out but also (especially) due to a constant need for controlling defects in outward appearance of stone. Further development of stone processing techniques and particularly machining methods of granite is also needed. In recent years research being done in this field has increased considerably, it is expected therefore that e.g. an improvement on diamond working tools for hard stones will take place.

The report is a review based on the literature of Finnish building stones, prospects of their use and production techniques. The research is dealing with natural stone which is used for structural purposes as cut stone in slabs in such a way that stone in the structural member in question is the main building material. The use of crushed stone or mineral aggregate is not studied in this connection.

ALKUSANAT

Suomalaisen rakennuskivigraniitin vienti on kasvanut voimakkaasti viimeisten kymmenen vuoden aikana. Jalostetun kiven vienti on kuitenkin pysynyt varsin vähäisenä, eikä rakennuskiven käytön määrä kotimaassa ole useaan vuoteen merkittävästi lisääntynyt, vaikka Suomessa on hyvälaatuisten kivien lisäksi varsin hyvät valmiudet kivenjalostukseen. Viime aikoina on eri tahoilla esiintynyt kasvavaa kiinnostusta suomalaisen luonnonkiven käytön kehittämiseen kotimaassa ja vientikiven jalostusasteen nostamiseen. Teollisuusosapuolten lisäksi aiheesta on kiinnostunut mm. kauppaja- ja teollisuusministeriö, joka teetti alan kehittämismahdollisuuksista selvityksen vuosina 1980 - 1981 (Kiviteollisuustyöryhmän mietintö, Helsinki).

Valtion teknillisessä tutkimuskeskuksessa (VTT) käynnistettiin keväällä 1982 luonnonkiven rakennusteknisen käytön kehittämiseen liittyvä tutkimusprojekti "Luonnonkivet ja niiden käyttö rakentamisessa", jonka tavoitteiksi asetettiin

- luonnonkivien tutkimus- ja testausvalmiuden perustaminen VTT:een,
- suomalaisten luonnonkivien, niiden jalostuksen ja käyttömahdollisuuksien perusselvitys,
- luonnonkivipintaisen ulkoseinärakenteen kehittämismahdollisuuksien selvitys ja suppean koeohjelman toteuttaminen sekä
- rakennuskiviesiintymän käyttökelpoisuuden arviointimenetelmien alustava selvitys.

Tutkimuksen rahoittavat Suomen Kiviteollisuusliitto, Oy Partek Ab ja VTT. Projekti toteutettiin VTT:n betoni- ja silikaattitekniikan laboratorion ja geotekniikan laboratorion yhteistyönä.

Tutkimusta valvovaan johtoryhmään ovat kuuluneet joht. Reino Palin, Loimaan Kivi Ky, puheenjohtaja, toim.joht. Kalevi Tiinus, Kiviliiikkeiden Oy, ins. Jarmo Lesonen, Oy Partek Ab, ins. Lasse Pulli, A. W. Liljeberg Oy ja prof. Asko Sarja, VTT:n betoni- ja silikaattitekniikan laboratorio.

Projektin vastuunalaisena johtajana on toiminut dipl.ins. Pekka Mesimäki VTT:n betoni- ja silikaattitekniikan laboratoriosta. Projektin loppuraportti jakaantuu seuraaviin osiin:

- Osa 1. Suomalaiset rakennuskivet ja niiden käyttökohteet
(VTT Tutkimuksia 308)

Osa 2. Rakennuskiveltä vaadittavat ominaisuudet ja niiden määrittäminen
(VTT Tutkimuksia 309) /19/

Osa 3. Luonnonkivijulkisivun rakenteiden ja kivilaattojen kiinnitystekniikan kehittäminen (VTT Tutkimuksia 310) /20/.

Tämän julkaisun ovat laatineet dipl.ins. Pekka Mesimäki ja fil. maist. Hannu Pyy VTT:n betoni- ja silikaattitekniikan laboratoriosta sekä dipl.ins. Jouko Ritola VTT:n geotekniikan laboratoriosta. Pekka Mesimäki on laatinut julkaisun kohdan 3.2, Hannu Pyy luvut 1 ja 2 ja Jouko Ritola kuvan 4. Kohdan 3.1 on kirjoittanut prof. Heikki Siren arkkitehti-toimistosta Kaija ja Heikki Siren.

Kiitämme fil. maist. Aatto Laitakaria Geologian tutkimuskeskuksesta ja prof. Markku Tammirinnettä VTT:n geotekniikan laboratoriosta julkaisun käsikirjoituksen tarkistamisesta.

Tekijät

SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	5
ALKUSANAT	7
1 GEOLOGISIA KÄSITTEITÄ	11
1.1 Mineraalit	11
1.2 Kivilajit	12
2 SUOMEN KALLIOPERÄ JA KIVILOUHOKSET	17
2.1 Kallioperämme kivilajit ja alueellinen jako	17
2.2 Suomessa louhittavat rakennuskivet	20
2.2.1 Punainen graniitti	22
2.2.2 Harmaa graniitti	24
2.2.3 Tumma ja musta graniitti	26
2.2.4 Marmori ja vuolukivi	29
2.2.5 Liuskeet ja muut kivet	30
3 LUONNONKIVI RAKENTAMISESSA	32
3.1 Luonnonkiven merkitys arkkitehtuurissa	32
3.2 Rakennuskiven käyttökohteet ja käyttötექniikka	39
3.2.1 Yleistä	39
3.2.2 Rakennusten ulkoverhoukset	40
3.2.3 Luonnonkivilattiat	49
3.2.4 Sisäseinät ja sisustus	52
3.2.5 Portaat	58
3.2.6 Luonnonkivi ympäristörakenteissa	64
3.2.7 Uutta luonnonkivitekniikkaa	72
4 RAKENNUSKIVEN TUOTANTOTEKNIikka	76
4.1 Rakennuskiven louhintamenetelmät	76
4.1.1 Graniittien ja mustien kivien louhinta	77
4.1.2 Pehmeiden kivien louhinta	82
4.2 Raakakiven sahaus aihioiksi ja levyiksi	84
4.2.1 Raamisahaus	84
4.2.2 Timanttipyörösa-haus	86

	sivu
4.3 Rakennuskiven pintakäsittely	87
4.4 Levyjen leikkaus laatoiksi	89
4.5 Viimeistely ja erikoistyöt	89
4.6 Rakennuskiven teollinen tuotanto	90
LÄHDELUETTELO	92
LIITE	

1 GEOLOGISIA KÄSITTEITÄ

1.1 Mineraalit

Kallioperämme muodostuu erilaista alkuperää olevista kiteisistä kivilajeista, jotka puolestaan koostuvat mineraaleista. Mineraalit ovat yhdisteitä tai alkuaineita, jotka ovat kemiallisesti ja fysikaalisesti määrättyjä. Mineraaleja tunnetaan muutamia tuhansia, mutta kivilajien päämineraaleina niistä esiintyy vain muutama kymmenen. Taulukossa 1 on lueteltu tärkeimmät kivilajeja muodostavat mineraalit.

Mineraaleja makroskooppisesti tunnistettaessa ovat keskeisimmällä sijalla seuraavat ominaisuudet: väri, kidemuoto, ominaispaino, lohkosuunnat, asu, kovuus, kiilto ja elastisuus. Kovuudesta puhuttaessa tarkoitetaan yleensä naarmutuskovuutta eli ns. Mohsin kovuutta, joka määritetään naarmuttamalla tutkittavaa mineraalia vertailumineraaleilla, jolloin kovemman aineen kulma jättää naarmun pehmeämmän pintaan. Mohsin kovuusasteikko koostuu vertailumineraaleista, joiden kovuudet on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 1. Tärkeimpiä kivilajimineraaleja.

Mineraali	Kemiallinen koostumus	Luonteenomainen väri		Kovuus
Kvartsi	SiO ₂	väritön- valkoinen		7
Määsälvät - kalimaas. - plagiok- laasti	K-Al-silikaatti Na-Ca-Al- silikaatti	punainen-harmaa valkoinen- väritön	VAALEITA MINERAALEJA	6 6
Kalsiitti	Ca-karbonaatti	valkoinen		3
Amfibolit	Ca-Mg-Al-Fe- silikaatti	vihreä-musta		5 - 6
Pyroksenit	Ca-Mg-Al-Fe- silikaatteja	musta-vihreä	TUMMIA MINERAALEJA	6
Kiilteet - biotiitti	Mg-Al-Fe- silikaatteja	musta-tumman- ruskea		2 - 3
Oliviini	Mg-Fe-silikaatti	viherä		6,5 - 7

Taulukko 2. Mohsin kovuusasteikko. Pehmein mineraali on merkitty numerolla 1 ja kovin numerolla 10 /38/.

Kovuus	Vertailumineraali	Muu materiaali
1	talkki	
2	kipsi	kynsi n. 2,5
3	kalsiitti	
4	fluoriitti	
5	apatiitti	
6	ortoklaasi (kalimaas.)	ikkunalasi n. 6
7	kvartsi	teräspiikki n. 7
8	topaasi	
9	korundi	smirgeli n. 9
10	timantti	

1.2 Kivilajit

Kivilajit jaetaan syntytapansa mukaan seuraaviin pääluokkiin: magmakivet, sedimenttikivet ja metamorfiset kivet. **M a g m a k i v e t** ovat jähmettyneet sulasta kiviaineksesta. Ne jaetaan edelleen **s y v ä k i v i i n** (eli intrusiivikiviin) ja **p i n t a k i v i i n** (eli ekstrusiivikiviin) sen mukaan, onko sula aines kiteytynyt hitaasti suhteellisen tasaisissa lämpötila- ja paineolosuhteissa syvällä maan kuoressa vai onko sula kiviaines purkautunut maan pinnalle muodostaen laava- tai tuhkapatjoja tai molempia. Osa purkautuvasta kivisulasta kiteytyy puolipinnallisiksi juonikiviksi. Syväkivet ovat yleensä tasarakeisia ja suuntauksettomia (esim. graniitti). Pintakivet ovat tiiviitä ja usein hajarakeita sisältäviä eli porfyyrisiä tai kaasurakkuloita sisältäviä eli hohkakivimäisiä. Magmakivet jaetaan syntytapansa ja mineralogisen koostumuksensa mukaan useisiin ryhmiin. Niiden päätyypit on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Tavallisimmat magmakivet ja niiden mineraloginen koostumus /21/.

Syväkivi	Vastaava pintakivi	Päämineraalit
Peridotiitti		oliviini, pyrokseeni, sarvivälke
Gabro	Basaltti	plagioklaasi, pyrokseenit, sarvivälke, oliviini
Dioriitti	Andesiitti	plagioklaasi, sarvivälke, biotiitti
Granodioriitti	Dasiitti	plagioklaasi, kalimaasälpä, biotiitti, kvartsi, sarvivälke
Graniitti	Ryoliitti	kalimaasälpä, kvartsi, plagioklaasi, biotiitti
Syeniitti	Trakyytti	kalimaasälpä, plagioklaasi, sarvivälke

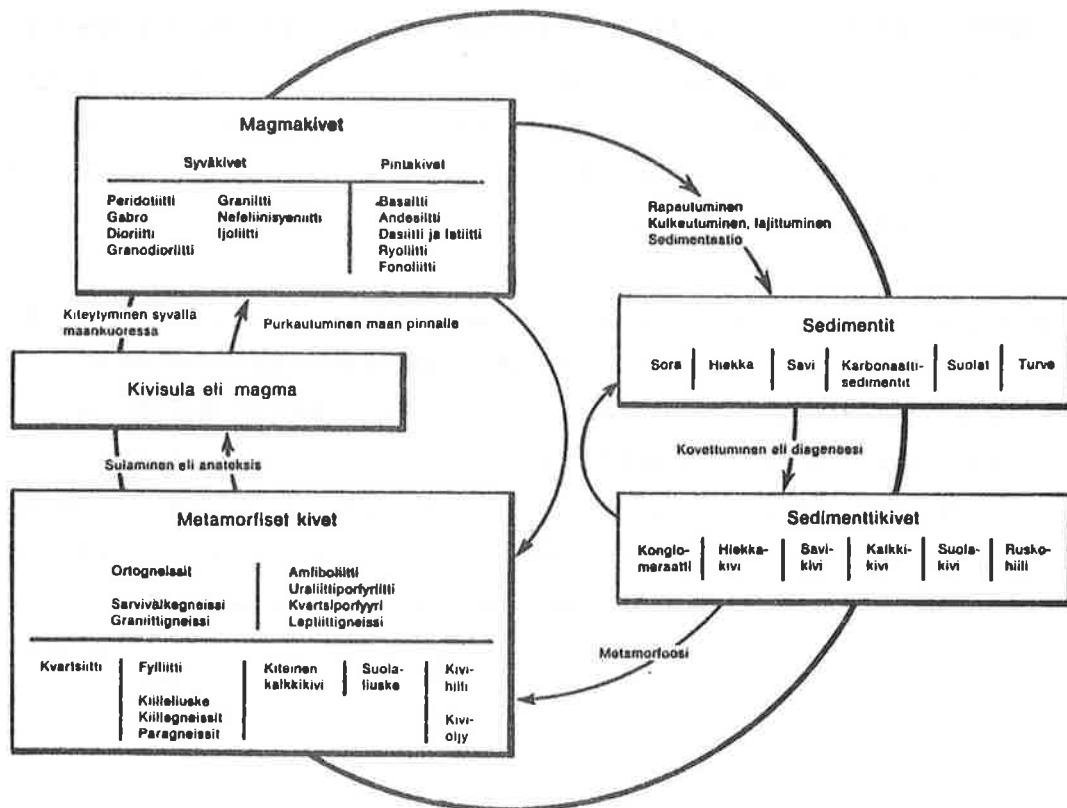
S e d i m e n t t i k i v e t ovat syntyneet maan pinnalla rapautumistuotteista, eliöjäänteistä tai tulivuorista peräisin olevista aineista. Nämä aineet kulkeutuvat, lajittuvat, kerrostuvat ja saostuvat sedimentteinä, jotka lopulta iskostuvat sedimenttikiviksi. Näin syntyy savesta savikiveä, hiekasta hiekkakiveä, karbonaattisedimentistä kalkkikiveä ja liitua, turpeesta ruskohiiltä jne. Kovettuminen ei paljoakaan muuta sedimenttien alkuperäistä rakennetta.

M e t a m o r f i s e t k i v e t (eli muuttuneet kivet eli kiteiset liuskeet) ovat syntyneet magma- ja sedimenttikivistä muuttumisen eli metamorfoosin tuloksena. Lämpötilan nousu, paineen kasvu, maankuoren poimuttuminen ovat kaikki tekijöitä, jotka saavat kivessä aikaan alkuperäisen rakenteen muuttumista ja uudelleen kiteytymistä: kivet metamorfoituvat uuteen asuun, jolle on lähes aina ominaista liuskeisuus. Taulukossa 4 esitetään joitakin metamorfisia kiviä sekä niiden alkuperä.

Taulukko 4. Metamorfisia kiviä /21/.

Alkuperäinen kivi		Metamorfinen kivi
Sedimenttikivi	kalkkikivi kvartsihiekkä savi grauvakka mätälieju	marmori kvartsiitti fylliitti, kiilleliuske kiilleliuske, -gneissi musteliuske, grafiittiliuske
Magmakivi	graniitti peridotiitti diabaasi, basaltti, gabro ryoliitti	graniittigneissi vuolukivi amfiboliitti, vihreäkivi kvartsi-maasälpäliuske

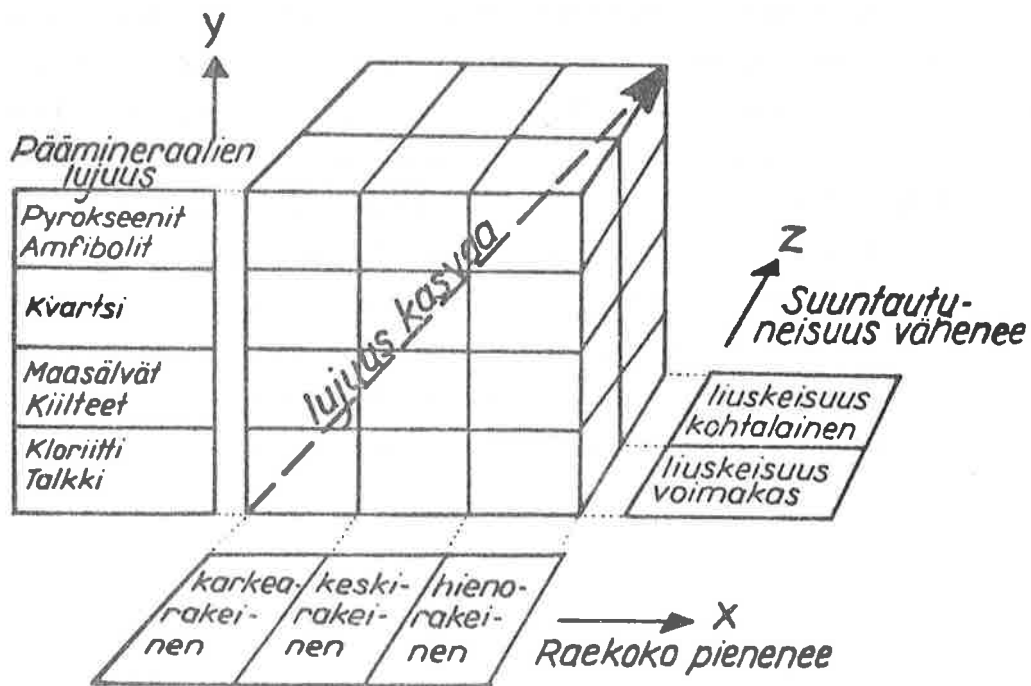
Kiviä alati muokkaavia prosesseja ja niihin liittyvää kiertokulkua esittää kuva 1 /21/.



Kuva 1. Kiviä muokkaavat prosessit ja materiaalin kiertokulku /21/.

Kivilajin ominaisuudet riippuvat suuresti sen mineralogisesta koostumuksesta, raakoosta, -muodosta, -suuntauksesta sekä rakeiden yhteenliittymisestä, tiheydestä, huokoisuudesta ja rapautuneisuudesta.

Mineraalien lujuuteen vaikuttavat niiden perusosana olevien ionien laatu ja keskinäiset etäisyydet sekä ionipakkauksen hilarakenne. Myös mineraalien kiteytymisjärjestyksellä on merkitystä lujuuden kannalta. Kun kivilaji muodostuu, voivat ensimmäisinä kiteytyvät mineraalit saada oman kidemuotonsa, mutta viimeisimpänä kiteytyvä voi vain täyttää jo kiteytyneiden mineraalien välitilat. Näin on laita esimerkiksi graniitissa, jossa kvartsi sitoo kiven muut mineraalit lujasti yhteen. Rapakivessä sen sijaan ovat sekä kvartsi että maasälpä omamuotoisia ja tartunnat heikkoja, ja näin on kivilaji helposti rapautuvaa. Hienorakeiset ja tiiviit kivet ovat yleensä lujempia kuin suuri- ja karkearakeiset kivet. Liuskeiset kivet lohkeavat yhdensuuntaisten mineraalien muodostamia heikkoutasojia (liuskeisuuspintoja) pitkin huomattavan helposti. Näin suuntautuneisuuden kasvaessa kiven lujuus pienee. Lujuuden riippuvuutta kiven raakoosta, suuntautuneisuudesta sekä päämineraalien lujuudesta voidaan havainnollistaa kuvalla 2 /11/.



Kuva 2. Kiven lujuuden riippuvuus sen raakoosta, suuntautuneisuudesta sekä päämineraalien lujuudesta /11/.

Kun ominaisuudet esiintyvät läpi kiven samanlaisina, kiveä kutsutaan *i s o t r o o p p i s e k s i*. Jos ominaisuuksissa esiintyy jonkin suunnan mukaista vaihtelua, kiveä nimitetään *a n i s o t r o o p p i s e k s i*.

Rakennuskiven louhintaa ajatellen on lisäksi olemassa sellaisia kallion rakennetekijöitä, jotka omalta osaltaan vaikuttavat myönteisesti tai kielteisesti kiven louhintaan. Tällaisia tekijöitä ovat kerroksellisuus, ruhjeisuus, rakoilu (suunnat, säännöllisyys, tiheys jne.) sekä poimutus.

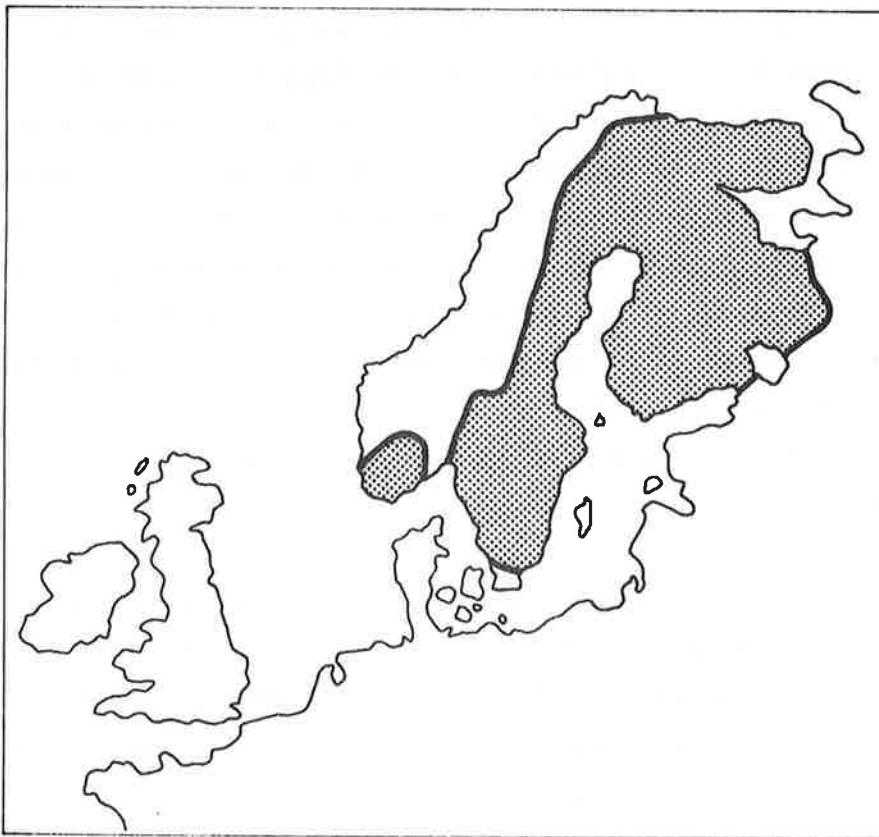
Kivilajia kutsutaan *t a s a r a k e i s e k s i*, jos lähes kaikki mineraalirakeet ovat samankokoisia. Jos taas rakeiden koko vaihtelee, sanotaan kiveä *s e k a r a k e i s e k s i*. Kiveä, jossa hienorakeisessa perusmassassa on kookkaita hajarakeita, kutsutaan *p o r f y y r i s e k s i*. *T a s a l a a t u i s e l l a* kivellä tarkoitetaan kiveä, jossa mineraalit ovat tasaisesti jakautuneena ja rakeiden koostumus, suuntaus, väri ja kuvio sekä muut ominaisuudet ovat kautta kiven samanlaisia.

Kiven kovuudella on yhteys sekä sen lujuuteen ja kulutuskestävyyteen että sen kykyyn kestää rapautumista. Pitkäikäisimpinä kivilajeina pidetään kvartsiitteja, joiden rapautuminen alkaa vasta noin 650 vuoden paikkeilla, kun sen sijaan marmorin rapautuminen alkaa jo noin 20 - 130 vuodessa. Graniiteilla tämä ikä on noin 220 - 350 vuotta /37/. Kivien säilyminen on kuitenkin suuresti riippuvainen sijaintipaikasta. Ilman saasteiden ja suurien lämpötilan vaihteluiden alaisena kiven rapautumisprosessi nopeutuu. Rakennuskivelle asetettaviin vaatimuksiin kuuluvat myös kiven esteettiset ominaisuudet. Näitä kiven ulkonäköön vaikuttavia tekijöitä ovat kiven väri, rakenne ja tekstuuri. Rakennuskiven tärkeitä ominaisuuksia ja niiden testausta tarkastellaan lähemmin tämän tutkimuksen loppuraportin osassa 2 "Rakennuskiveltä vaadittavat ominaisuudet ja niiden määrittäminen" /19/.

2 SUOMEN KALLIOPERÄ JA KIVILOUHOKSET

2.1 Kallioperämme kivilajit ja alueellinen jako

Maamme peruskallio kuuluu osana laajaan Pohjois- ja Itä-Euroopan peruskalliolohkoon, joka on paljastuneena Fennoskandian ja Ukrainan alueella (kuva 3). Kallioperämme muodostuu pääosin yli 1 600 miljoonaa vuotta vanhoista kivilajeista. Luonteenomaista sille on piihapporikkaiden syväkivien (graniitin, granodioriitin ja kvartsidioriitin) runsaus.



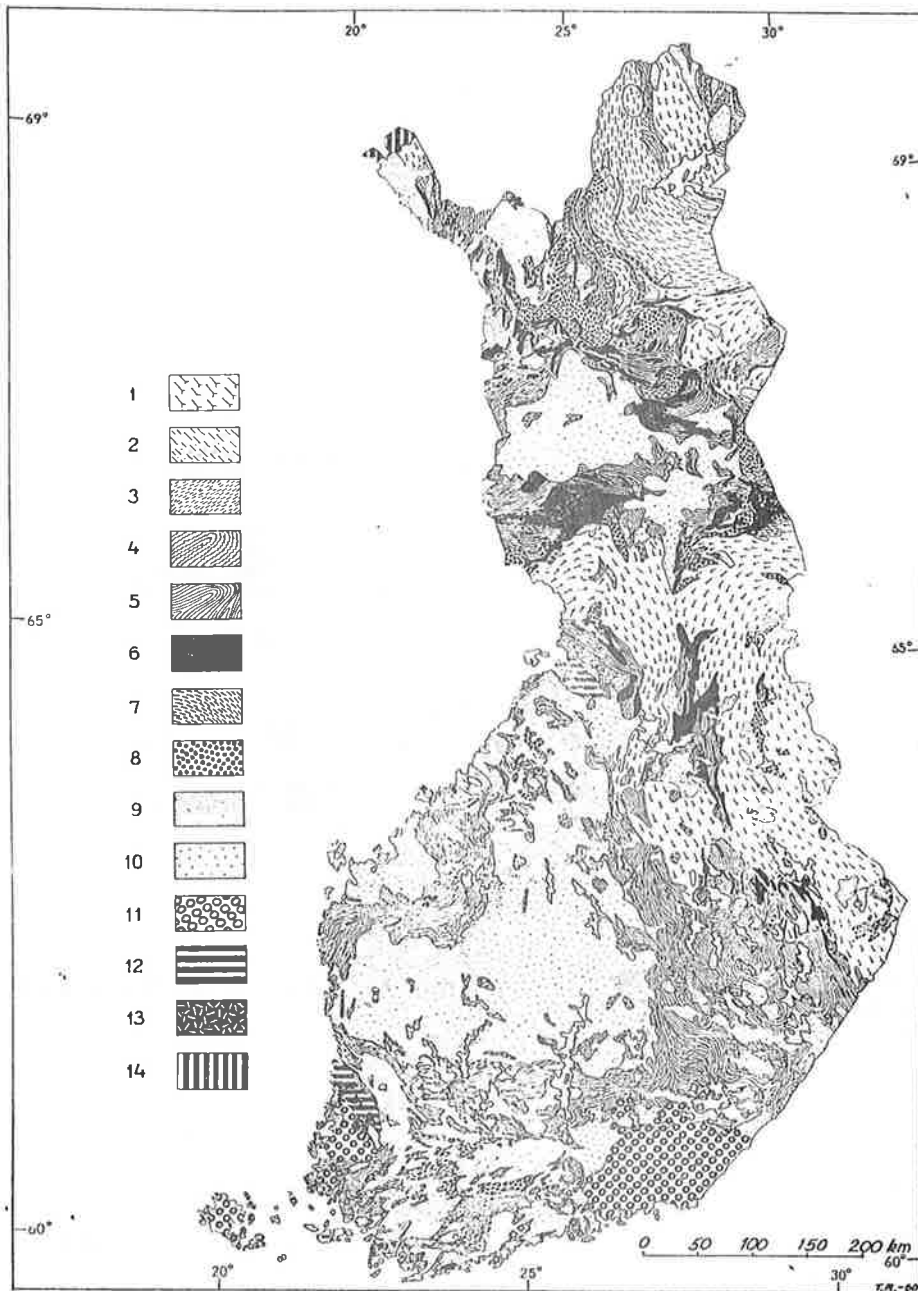
Bet 3971

Kuva 3. Pohjois-Euroopan paljastunut prekambriinen peruskallioalue, ns. Fennoskandian kilpi /35/.

Noin puolet maamme kivilajeista kuuluu tähän ryhmään. Lisäksi graniittien ja kiillegneissien muodostamien seoskivien eli migmatiittien määrä on varsin suuri. Piihappoköyhien malmakivien (gabrojen, diabaasien ja amfiboliittien) osuus on alle 10 %:n suuruusluokkaa. Sedimenttisestä materiaalista syntyneitä metamorfisia ja metamorfoitumattomia kiviä (liuskeita, kvartsiitteja, kalkkikiviä ja hiekkakiviä) on kohtalaisen runsaasti. Kallioperämme kemiallinen keskikoostumus vastaa granodioriittisen kiven koostumusta.

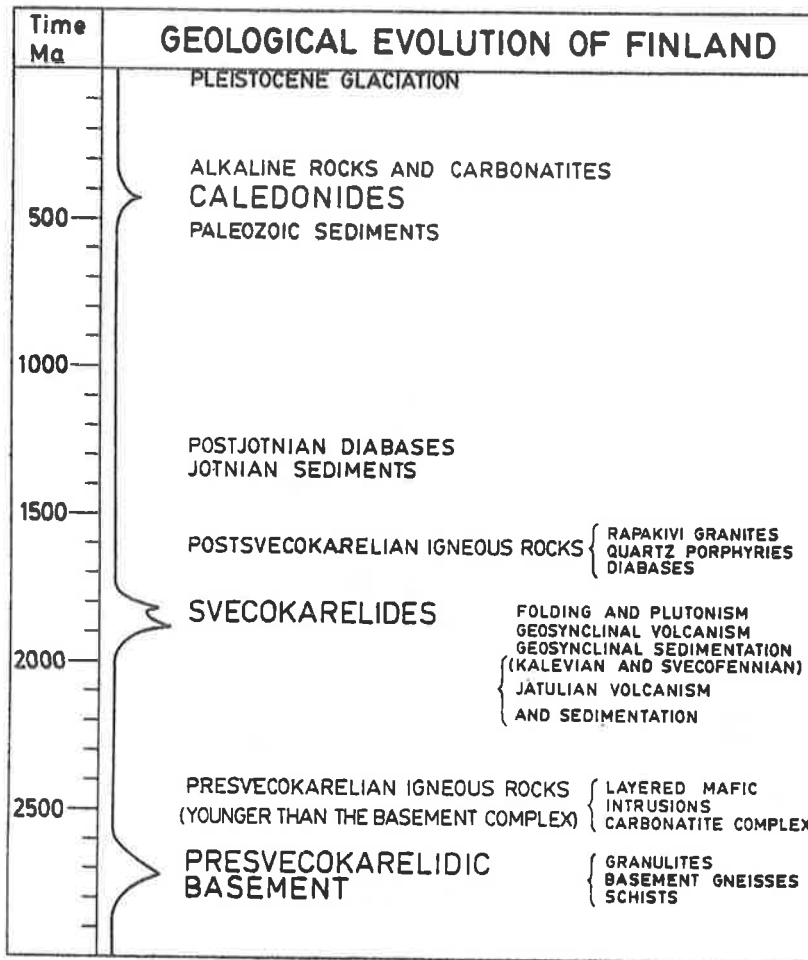
Suomen kallioperän vanhimmat kivet kuuluvat Itä- ja Pohjois-Suomessa tavattavaan presvekokarelidiseen pohjakompleksiin. Nämä noin 2 600 - 2 800 miljoonaa vuotta sitten tapahtuneessa vuorijonopoimutuksessa syntyneet granodioriittiset ja pohjagneissit paljastuivat pitkän eroosiojakson aikana ja muodostivat laajan, tasaisen mantereen. Tälle niin sanotulle jatulimantereelle kerrostuivat (Itä-Suomesta Pohjois-Suomeen ulottuvat) karjalaiset sedimentit. Jatulimantereen länsipuolelle muodostui geosynkliini, jonne kerrostui useita kilometrejä paksuja kerroksia. Nämä svekofenniset sedimentit koostuivat hiekka- ja savisedimenteistä sekä emäksisistä laava- ja tuffikerroksista. Tätä vaihetta seurasi noin 1 750 - 1 950 miljoonaa vuotta sitten ns. svekokarjalainen orogenia, jossa suuret magmamassat tunkeutuivat poimuttumisvyöhykkeisiin ja valtaosa kallioperästä metamorfoitui nykyiseen asuunsa. Karjalaiset sedimentit metamorfoituivat kvartsiiteiksi, fylliiteiksi ja kiilleliuskeiksi, svekofenniset sedimentit puolestaan kiilleliuskeiksi ja -gneisseiksi sekä metabasalteiksi ja amfiboliiteiksi.

Poimittumisvaiheen jälkeen tunkeutuivat kallioperään vielä anorogeeniset graniitit (rapakivet). Prekambrisena aikana kerrostuivat vielä nykyisessä asussaan metamorfoitumattomat sedimenttikivet, Satakunnan hiekkakivi ja Muhoksen savikivi. Prekambrikautta nuorempia kiviä (ikä alle 570 miljoonaa vuotta) on meillä hyvin vähän. Tähän ryhmään kuuluvat vain kambriset hiekkakivet Länsi-Suomessa, ordovikiset kalkkikivet Ahvenanmaalla, Enontekiön kaledoniset liuskeet ja Pohjois-Suomen alkalikivet ja karbonaattit. Kuvasta 4 ilmenee maamme kallioperän kivilajien alueellinen jakautuminen sekä kuvasta 5 kallioperämme muotoutumiseen liittyvät keskeisimmät tapahtumat.



1. ortogneissi, 2. granuliitti, 3. kvartsi-maasälpäliuske, 4. kiille-
gneissi ja migmatiitti, 5. fylliitti ja kiilleliuske, 6. kvartsiitti,
7. metabasaltti ja amfiboliitti, 8. gabro, anortosiitti ja ultramafiset
kivet, 9. granodioriitti ja kvartsidioriitti, 10. graniitti, 11. rapa-
kivigraniitti, 12. matamorfoitumattomia sedimenttikiviä, 13. diabaasi,
14. kaledonisia liuskeita.

Kuva 4. Suomen kallioperä /33/.



Kuva 5. Suomen kallioperän muotoutumiseen liittyvät prosessit ja niiden aikataulu /35/.

2.2 Suomessa louhittavat rakennuskivet

Louhinnan kohteina ovat maassamme ennen kaikkea tasarakeiset, suuntautumattomat syväkivilajit, mutta niiden lisäksi louhitaan myös marmoria, vuolukiveä ja jonkin verran erilaisia liuskeita. Eniten käytettyjä rakennuskiviä ovat eri graniittilaadut.

Koska luonnonkivien käyttömahdollisuudet ovat usein riippuvaisia kiven rakenteesta ja tämä taas merkittävästi riippuu kivilajin syntytavasta, voidaan käyttää seuraavaa syntyävän mukaista kivilajiryhmittelyä (RT 302;1) /25/:

1. **S y v ä k i v i l a j i t** ovat syntyneet sulan kiviaineksen kiteytymisen tuloksena syvällä maan kuoressa.

2. K e r r o s t u n e e t k i v i l a j i t ovat syntyneet maan pinnalla rapautumistuotteista, eliöjäänteistä tai tulivuorista peräisin olevien ainesten kerrostuessa ja iskostuessa.
3. K i t e i s e t l i u s k e e t ovat syntyneet syväkivilajien tai kerrostuneiden kivilajien jouduttua maan kuoren liikunnoissa muuttuneisiin paine- ja lämpötilaolosuhteisiin, jolloin kiven rakenne on muuttunut liuskeiseksi. Yleensä on tapahtunut myös kiviaineksen uudelleen kiteytymistä.

Kiven pintakäsittelyyn ja muuhun työstöön vaikuttavat kivilajin rakenteen lisäksi myös kiven kovuus. Tämän vuoksi voidaan käyttää myös seuraavaa kivilajiluokittelua (RT 302:1) /25/:

1. K o v a t k i v i l a j i t (syväkivilajit ja eräät kerrostuneet kivilajit)
2. P e h m e ä t k i v i l a j i t (eräät kerrostuneet kivilajit ja eräät kiteiset liuskeet)
3. L i u s k a k i v i l a j i t (ne kiteiset liuskeet, jotka helposti voidaan lohkaista laatoiksi).

Rakennuskivet voidaan lisäksi jakaa /37/

1. koviin
2. keskikoviin
3. pehmeisiin

Kovia rakennuskiviä ovat mm. graniitit, dioriitit, gabrot, diabaasit ja kvartsiitit. Keskikovia ovat mm. marmorit ja pehmeitä rakennuskiviä mm. vuolukivet.

Eri kivilajiryhmissä vaihtelevat kivien raekoot hienosta karkearakeiseen. Raekoon mukaan luokitellaan kivilajit seuraavasti (RT 302:1) /25/:

H i e n o r a k e i n e n

1. graniitti, syeniitti, dioriitti
gabro, peridotiitti: $\geq 3/4$ rakeista < 3 mm
2. diabaasi, marmori (kalkkikivi): " " " $< 1,5$ mm
3. hiekkakivi: " " " $< 0,2$ mm

K e s k i r a k e i n e n

1.	graniitti, syeniitti, dioriitti, gabro, peridotiitti:	$\geq 3/4$ rakeista	3 - 10 mm
2.	diabaasi, marmori (kalkkikivi):	" " "	1,5 - 7 mm
3.	hiekkakivi:	" " "	0,2 - 1 mm

K a r k e a r a k e i n e n

1.	graniitti, syeniitti, dioriitti, gabro, peridotiitti:	" " "	> 10 mm
2.	diabaasi, marmori (kalkkikivi):	" " "	> 7 mm
3.	hiekkakivi:	" " "	> 1 mm

Koska kiven käytön kannalta luonteenomainen ja määräävä tekijä on itse kivilaatu ja sen väri, käsitellään seuraavassa rakennuskiviä tämän jaot-
telun pohjalta.

2.2.1 Punainen graniitti

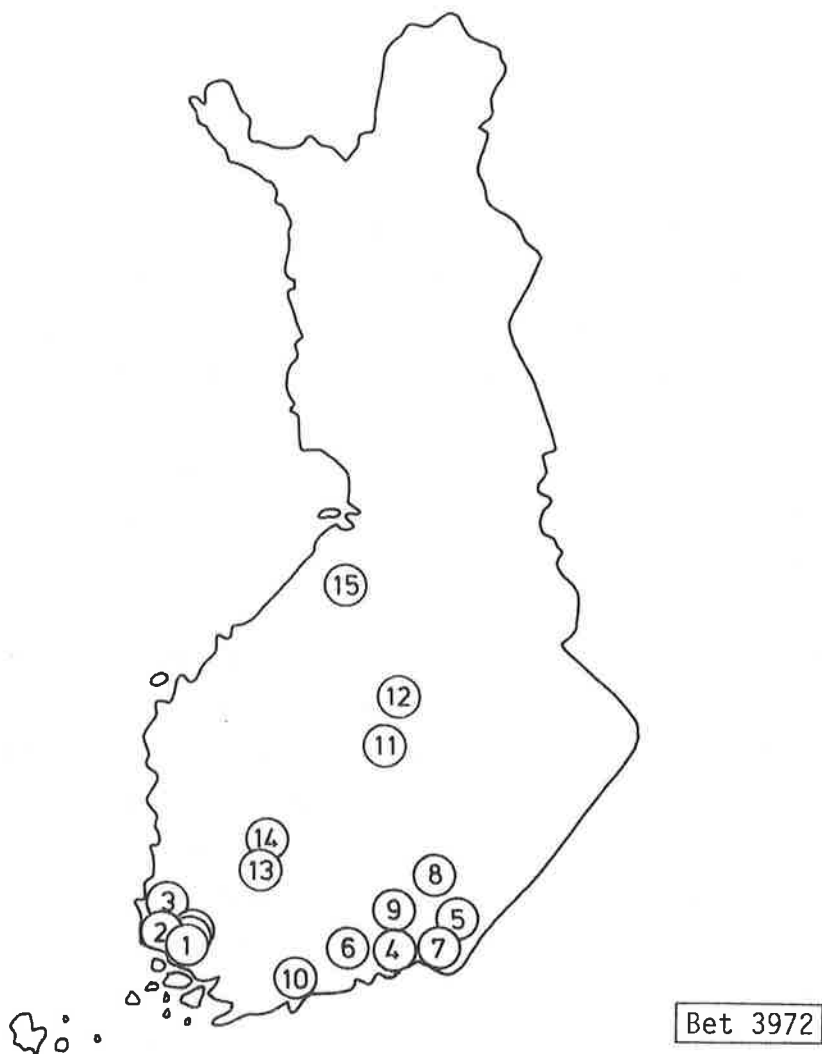
Graniitti on Suomen kallioperän yleisin kivilaji. Graniittien päämineraalit ovat kvartsi, maasälvät (kalimaasälpä - plagioklaasi) ja kiilteet (biotitiitti, muskoviitti). Muista mineraaleista on sarvivälke yleisin. Graniittien väri vaihtelee hyvin vaaleasta kellertävään, vihertävään ja voimakkaan punaiseen pääasiassa maasälvän värin mukaan. Biotitiitti, sarvivälke, pyrokseeni ja muut tummat mineraalit saavat aikaan tumman kuvioinnin kivessä tai kiven tumman värisävyn. Kiveä jalostettaessa aiheuttavat granaatti, biotitiitti ja kaikki muut kovat, hauraat tai pehmeät mineraalit kuoppia ja säröjä kiven sileään pintaan. Punaisiin graniitteihin luetaan yleensä ne graniitit, joiden maasälpä on värillistä. Graniitit, joiden maasälpä on väritöntä, ovat harmaita graniitteja (ks. kohta 2.2.2). Rakennuskivenä käytetään enimmäkseen keski- ja karkearakeisia graniitteja. Näille on luonteenomaista suuntautumaton ja tasalaatuinen rakenne.

Suomalaiset r a p a k i v i g r a n i i t t i t ovat maailmalla tunnettuja. Ne ovat Suomen graniiteista nuorimpia. Eri rapakivityypit ovat rakenteeltaan ja raekooltaan vaihtelevia. Yleisimpiä ovat p o r f y y r i s e t

tyypit. Tasarakeisia rapakiviä esiintyy myös varsin runsaasti (mm. Vehmaalla). Rapakiveä, jossa punaisten kalimaasälpäpallojen ympärillä on harmaa tai vihreä plagioklaasikuori, kutsutaan **v i b o r g i i t t i k - s i**.

Lounais-Suomi on maamme huomattavinta kiviteollisuusaluetta. Vehmaan (Balmoral Red) (1) (numero viittaa kuvan 6 kartan numeroon) ja Taivassalon (2) punainen graniitti on tasalaatuista keski- tai karkearakeista, intensiivisen ruskean punaista rapakivigraniittia. Kiven päämineraalit ovat kvartsi n. 33 %, plagioklaasi n. 15 %, kalimaasälpä n. 46 % ja biotiitti n. 5 %. Mineraalikoostumuksessa ei eri louhosten välillä ole suuriakaan eroja. Graniitin raekoko on n. 2 mm, poikkeuksena kuitenkin kalimaasälpä, jonka raekoko voi olla jopa n. 6 mm. Muuten tasalaatuisuutta häiritsevät vain siellä täällä esiintyvät pienet juonet ja epäpuhtaudet. Lounais-Suomen kivilouhoksia täydentää Lokalahden (3) punainen graniitti.

Vientimarkkinoilla ovat Vehmaan ja Taivassalon kiven lisäksi varsin kysytyjä Kotkan (4) tasalaatuinen, karkearakeinen ja voimakkaan punainen graniitti (Kotka Red, Kymi Rot) sekä Ylämaan (5) viborgiitti, tuotenimeltään Baltic Brown. Myrskylässä (6) louhitaan vaalean punertavaa keskirakeista graniittia (Mahogany Red) nykyisin lähinnä kadunreunakiviksi. Rapakivigraniitteja louhitaan lisäksi seuraavilla paikkakunnilla: Viro-lahti (7), Savitaipale (8), Anjalankoski (Karelia Red) (9) ja Kirkkonummi (10). Muita punaisen graniitin louhoksia ja louhosalueita on maassamme lisäksi useita: Vesanto (11), jossa louhitaan voimakkaan punaista graniittia, Kiuruvesi (12) (vihreä pyrokseenigraniitti), Ylöjärven (13) tasalaatuinen karkea- tai keskirakeinen, louhenpunainen kivi (Näsi Red), Teisko (14) ja, Oulainen (15) (Fox Brown). Tunnettuja punaisen graniitin paikkakuntia ovat lisäksi Eura, Kalvola, Hanko, Lohja, Kokemäki, Mynämäki, Kalajoki, Toholampi ja Paimio.

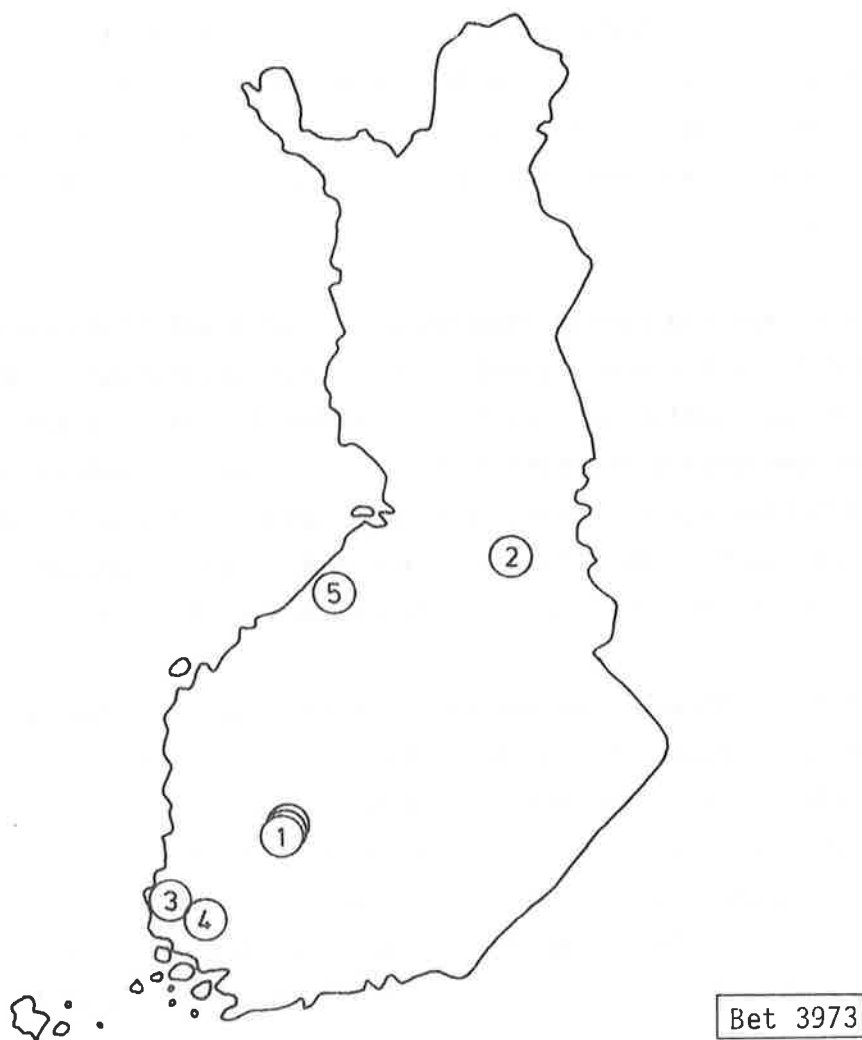


Kuva 6. Punaisen graniitin louhintapaikkoja Suomessa.
1 - 10 rapakivigraniitteja
11 - 15 muita graniitteja

2.2.2 Harmaa graniitti

Harmaiden graniittien mineraalikoostumus on sama kuin punaisten graniittien: päämineraalit ovat kvartsi, maasälvät ja kiilteet. Maasälvän tulee olla valkoista tai väritöntä. Harmaiden graniittien on oltava mahdollisimman tasarakeisia, tasalaatuisia, tasaisen harmaita tai heikosti sinertäviä. Niissä ei saa olla juonia, juovaisuutta eikä suurehkoja biotiittiläiskä.

Kurun harmaa graniitti (1) (numero viittaa kuvan 7 kartan numeroon) (Royal Grey ja Näsi Grey) on tasalaatuinen, keskirakeinen vaaleanharmaa kivi. Suuntautumattomina ja homogeenisina kivilätkinä ovat Kurun alueen graniitit erinomaisia rakennuskiviä. Tämän graniitin rakenteen ja hyvän lohkeavuuden johdosta siitä valmistetaan myös paperikoneiden valssikiviä, joiden pituus on n. 6 m (suurimmat 10 m) ja läpimitta 1 - 1,6 m. Risti-järvellä (2) louhittava kivi on karkearakaisempaa kuin Kurun kivi.



Kuva 7. Harmaan graniitin louhintapaikat Suomessa.

Uudenkaupungin harmaa graniitti (3) on tasalaatuinen, keskirakeinen vaaleanharmaa kivilätkä. Minerologiselta koostumukseltaan kivi on trondhjemittia. Kivi on kohtalaisen hyvin halkeavaa ja säärasiuksia kestävä. Kiveä ei juuri louhita nykyisin.

Harmaata graniittia louhitaan myös Kalannissa (4). Lisäksi on louhittu Kalajoen (5) keskirakeista tummahkoa graniittia (Russian Blue) sekä Mikkelin, Raision, Rymättylän, Maskun, Kuopion, Iisalmen ja Kumlingen sekä Bromarvin graniitteja.

2.2.3 Tumma ja musta graniitti

Kiviteollisuudessa kutsutaan mustiksi graniiteiksi tummia syväkivilajeja, jotka geologisesti tarkasteltuina ovat gabroja, dioritteja, kvartsidioritteja ja diabaaseja. Näitä kiviä haittaa hyvin usein rikkonaisuus ja epähomogeenisuus, lisäksi rakoiluverkosto on oikuttelevaa. Tämä kaikki tekee kiven järjestelmällisen louhinnan vaikeaksi. Jätekiven osuus mustaa graniittia louhittaessa onkin varsin suuri, usein yli 90 % louhitun kiven kokonaismäärästä.

Rakennuskivinä Suomessa eniten louhittuja mustia graniitteja ovat dioritit. **D i o r i i t t i e n** päämineraalit ovat plagioklaasi, sarvivälke, pyrokseeni ja biotiitti. Kvartsia on vähän tai ei lainkaan. Mineeraalikoostumuksen mukaan dioriittiluokan kiviä sanotaan granodioriteiksi, kvartsidioriteiksi tai dioriteiksi. Dioritit ovat väriltään tummanharmaita tai tummia. Maasälvän väri on valkea tai harmahtava. Dioriittien raekoko vaihtelee; hieno- ja keskirakeiset kivet ovat yleisiä.

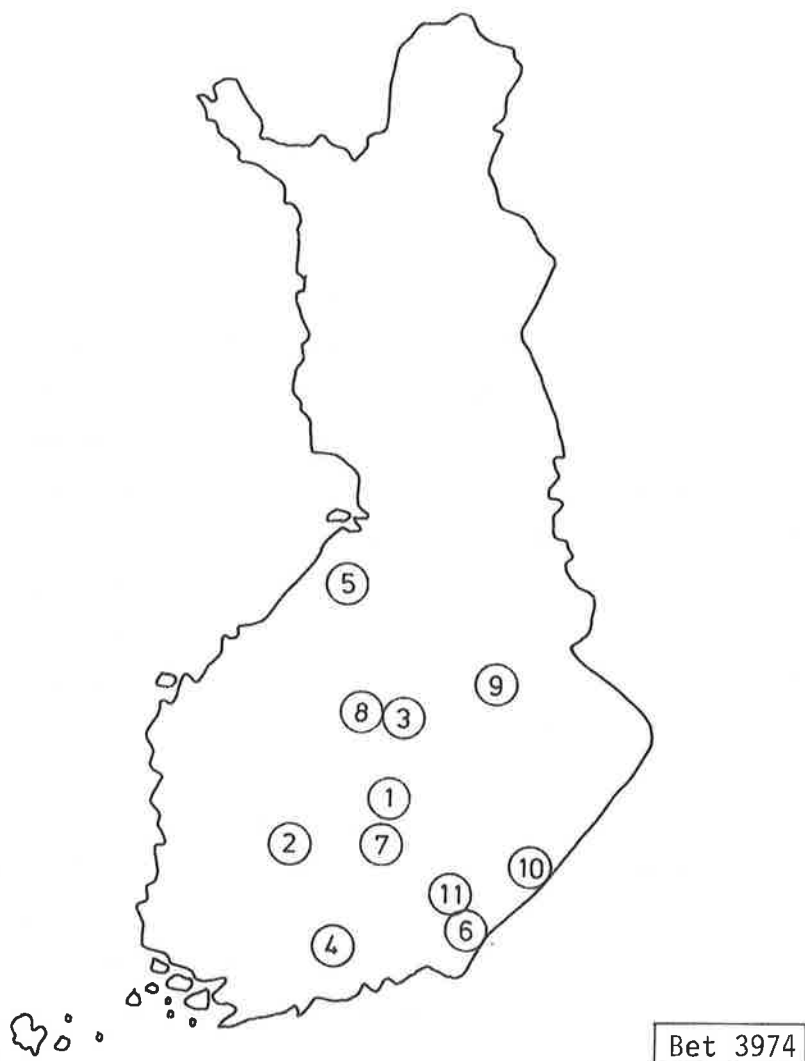
Maamme dioriittiesiintymät, samoin kuin kaikki muutkin mustaa graniittia olevat esiintymät, ovat rikkonaisia, eikä näissä kivissä tavata punaisille ja harmaille graniiteille ominaista pengerrystä. Epätasalaatuisuus ja väriviat tekevät lisäksi kiven louhinnan vaikeaksi. Jyväskylän seuduilla (1) (kuvan 8 kartta) louhitaan dioriittia useassa paikassa, Jyväskylän musta (Windsor Black, Baltic Black) dioriitti on keski- tai hienorakeista, raekoko on n. 1,5 - 3 mm. Väriltään alueen dioritit ovat harmaita, mutta kiillotettu kivi on miltei mustaa. Kiven louhintaa helpottaa mustalle kivelle poikkeuksellisen hyvä rakoiluverkosto.

Kurun dioriitti (Nelson Black) (2) on kvartsidiorittia, jonka raekoko on suhteellisen hieno (n. 0,5 mm). Kivi on varsin tasalaatuinen ja väriltään harmaanmusta. Kiven päämineraalit ovat plagioklaasi, sarvivälke, kvartsi ja biotiitti. Viitasaaren Huopanan (3) louhosten musta dioriitti on raekooltaan keski- ja hienorakeinen (raekoon ollessa n. 2 mm). Kiven mineeraalikoostumuksesta on n. 2/3 plagioklaasia. Kivi sisältää lisäksi pyrok-

senia ja biotiittia sekä jonkin verran sarvivälkettä, magnetiittia ja kvartsia.

G a b r o t koostuvat vaaleasta maasälvästä sekä vaihtelevasta määrästä tummia mineraaleja, kuten sarvivälke, pyrokseeni, oliviini ja biotiitti. Tummiin mineraalien määrä säätelee kiven värin. Pelkästään maasälpää sisältävät gabrot, anortosiitit, ovat vaaleita, mutta runsaasti sarvivälkettä ja oliviinia sisältävät kivet ovat hyvin tummia. Gabrot eroavat graniiteista toisaalta kvartsittomuutensa, toisaalta rakenteensa puolesta: tummat, hyvin sälöiset mineraalit muodostavat lomittaisen rakenteen ja tekevät kivistä hyvin sitkeän. Edellisestä ominaisuudesta seuraa se, että gabrot ovat pehmeämpiä kuin graniitti ja niitä on helpompi sahata ja kiillottaa. Jälkimmäisestä ominaisuudesta taas johtuu se, että gabroa on kiilaamalla vaikea halkaista. Gabroesiintymille on lisäksi luonteenomaista epätasalaatuisuus ja kiven suuri rikkonaisuus, joten gabroa louhittaessa on hukkakiven osuus huomattavan suuri.

Hyvinkäällä (4) on laaja gabroalue, josta kiveä on runsaasti louhittu. Gabro on keski-, karkea- tai hienorakeista. Kivi koostuu plagioklaasista, amfibolista ja pyrokseenista. Kivi on väriltään voimakkaan syvän mustaa. Oululaisten (5) gabro on erittäin tumma, tasalaatuinen kivi, jota on käytetty mm. Finlandia-talossa. Ylämaalla (6) tavataan gabroa, jossa maasälpä kiillotettuna välkehtii - labradorisoi - kauniisti. Tämä spektroliitiksi kutsuttu kivi on varsin karkearakeista. Kivi soveltuu varsin hyvin koruteollisuuden raaka-aineeksi, mutta myös koriste-, monumentti- ja rakennustarkoituksiin. Gabroa louhitaan lisäksi seuraavilla paikkakunnilla: Korpilahden Korpiaho (7), Kivijärven Kaijanmäki (8), Varpaisjärvi (9) ja Saari (10).



Kuva 8. Suomessa louhittavat mustat kivilaadut.
1 - 3 dioriitti
4 - 10 gabro
11 diabaasi

D i a b a a s i t ovat hieno-, keski- tai karkearakeisia puolipinnallisia magmakiviä. Ne vastaavat koostumukseltaan gabroja: päämineraalit ovat plagioklaasi ja pyrokseeni tai myös oliviini. Maasälpärakeet erottuvat kiven tummasta pohjaväristä ja antavat sille sälömäisen eli ofiittisen ulkoasun. Diabaasit esiintyvät muita kivilajeja leikkaavina juonina. Kivi on yleensä varsin voimakkaasti rakoillutta ja täynnä salarakoja. Läheltä sivukiven kontaktia ovat diabaasit yleensä muuttuneet hyvin tiiviiksi. Diabaasia louhittaessa onkin hyötykiven osuus vain muutama prosentti.

Oliviinidiabaasia louhitaan Savitaipaleella (11). Asultaan vaihtelevia diabaasityyppejä on Varpaisjärvellä, Enossa, Kalvossa, Kalajoella ja Pellingissä.

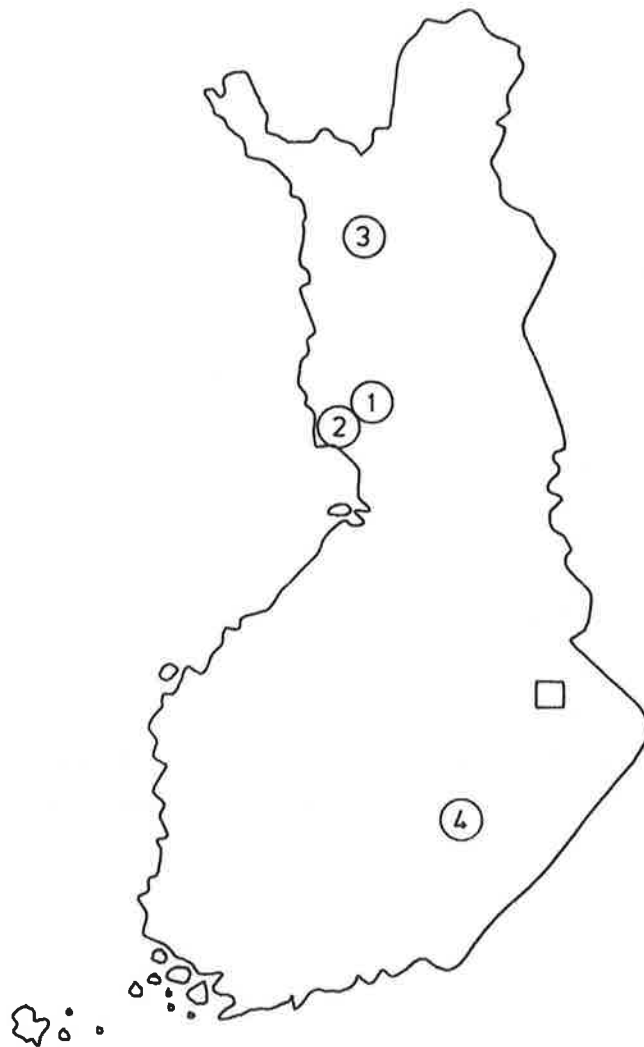
2.2.4 Marmori ja vuolukivi

M a r m o r i on kalkkikivestä tai dolomiittikivestä muodostunut kiteinen liuske. Rakennuskiviteollisuudessa on tapana kutsua myös metamorfoitumattomia kalkkikiviä marmoreiksi. Jos magnesiumin määrä kivessä on alle 3,5 %, kutsutaan kiveä kalsiittimarmoriksi. Jos magnesiumin määrä on yli 3,5 %, puhutaan dolomiittimarmorista.

Tervolassa (1) (kuvan 9 kartta) louhitaan vaalean kellertävää ja ruskeh-tavaa marmoria. Tervolan kivi on dolomiittia ja tällä hetkellä ainut merkittävä toiminassa oleva marmorilouhos Suomessa. Muita Lapissa olevia marmoriaihteita ovat Tornion Rantamaa (2), jossa tavataan hienorakeista ja tiivistä, valkoisen harmaata kvartsipitoista dolomiittimarmoria sekä Kittilän (3) vihreä kromimarmori. Ankeleella (4) louhitaan dolomiittimar-moria.

V u o l u k i v e n käyttö teollisuudessa perustuu siihen, että se on kestävä happoja, emäksiä ja rapautumista vastaan sekä sietää korkeita lämpötiloja. Rakennuskivenä vuolukiveä käytettiin maassamme varsin runsaasti vuosisadan alussa. Vuolukiven päämineraalit ovat talkki, magne-siitti, dolomiitti, kloriitti ja serpentiini. Väriltään vuolukivi on yleensä vihertävän harmaata.

Itä-Suomessa tavataan vuolukiveä useissa paikoissa. Juuan Nunnanlahdella (5) (kuvan 9 kartta) louhitaan vuolukiveä erityisesti uunikiveksi mutta myös rakennuskiveksi. Kivi on vihertävän harmaata, heikosti liuskeista talkki- ja magnesiittirikasta kiveä.



Kuva 9. Marmori- ja vuolukiviesiintymiä.

- = marmori
- = vuolukivi

2.2.5 Liuskeet ja muut kivet

Liuskekivet ovat alkuperältään sedimenttejä, jotka ovat metamorfoituneet nykyiseen asuunsa. Erilaiset liuskeet (fylliitit, kiilleliuskeet, amfiboliitit, kvartsiitit, kvartsiittiliuskeet) lohkeavat silein pinnoin liuskeisuuden suunnassa. Tätä kiven ominaisuutta voidaan käyttää hyväksi louhittaessa liuskeita katto-, lattia- ja verhoilulevyiksi sekä käytettäväksi pihan laattakivinä. Satunnaisesti on joitakin liuskeita käytetty myös varsinaisina rakennuskivinä. Liuskeita tai yleensä laattamaisia luonnonkiviä kutsutaan usein liuskakiviksi.

F y l l i i t t i on hyvin hienorakeinen, väriltään tummanharmaa tai kiiltävän musta kivi. Se on hyvin voimakkaasti liuskeinen. Fylliitin päämineraalit ovat kvartsi ja kiille. Fylliitit ovat alkujaan olleet savisedimenttejä.

K i i l l e l i u s k e on alkuperältään samanlainen sedimentti kuin fylliitti, mutta sen metamorfoosiaste on korkeampi. Kiilleliuske on karkearakeisempaa ja sen päämineraalit ovat kvartsi, kiille ja myös maasälpä. Kiilleliuskeet sisältävät toisinaan granaattia, stauroliittia, andalusiittia tai kordieriittia. Nämä mineraalit esiintyvät sileässä kivessä pieninä nystyröinä ja antavat sille erikoisen ulkonäön.

A m f i b o l i i t i t ovat useimmiten syntyneet emäksisten magmakivien metamorfoituessa. Kivet sisältävät amfibolimineraaleja (hyvin usein sarvivälkettä), plagioklaasia sekä usein pieniä määriä muita mineraaleja, kuten biotiittia ja pyrokseenia. Amfiboliitit ovat vihertävän tummia.

K v a r t s i i t t i on puhtaasta kvartsihiekestä metamorfoitunut liuske. Puhtaan kvartsiitin väri on yleensä hyvin vaalea, lasimaisen valkoinen. Kvartsin lisäksi esiintyvät muut mineraalit antavat kvartsiiteille erilaisia värisävyjä kellertävästä vihertävään ja punertavaan. Serisiittikiillettä sisältävä kvartsiitti (serisiittikvartsiitti) lohkeaa helposti kiillesuomuja pitkin, ja kivi saa hohtavan pinnan.

Erityyppisiä liuskeita on maassamme louhittu ja louhitaan hyvin vaihtelevalla volyymilla usealla kymmenellä paikkakunnalla. Huomattavimpia louhosalueita ovat Pihtipudas ja Puolanka, joissa louhitaan kiilleliusketta. Paakkolan, Oriveden, Längelmän ja Alajärven kivi on fylliittiä; Nilsiä, Kuusamon ja Sodankylän kvartsiittia. Viinijärvellä, osittain myös Alajärvellä, louhitaan amfiboliittia.

Laajemmin louhinnan kohteina olevien kivilaatujen lisäksi on maassamme sellaisia kivityyppejä, jotka ovat jääneet vähälle huomiolle, mutta joilla saattaisi olla kysyntää. M i g m a t i i t i t ovat tavallisimmin graniitin ja gneissin muodostamia seoskiviä, joille on ominaista kirjava, hieman marmorimainen kuviointi. Erilaisten kivituohteiden raaka-aineena voitaisiin lisäksi käyttää mm. g n e i s s e j ä, vaaleita (leptiitti) ja tummia (amfiboliitti) l i u s k e i t a sekä Satakunnan hiekkakiveä.

3 LUONNONKIVI RAKENTAMISESSA

3.1 Luonnonkiven merkitys arkkitehtuurissa

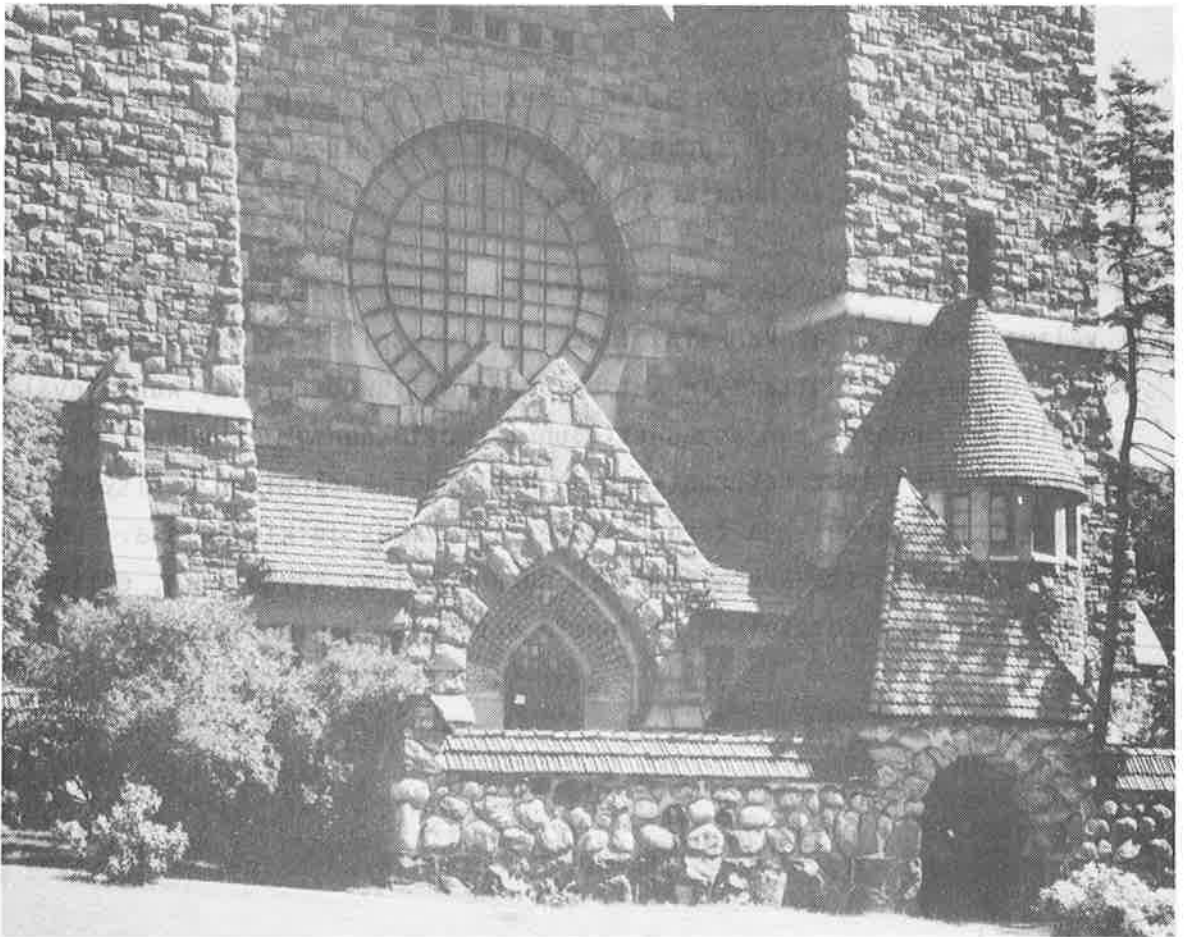
Ihminen on kautta aikakausien tuntenut viehtymystä luonnonkiveen. Eri kivilajien vaihteleva estetiikka, niiden lujuus ja muuntumattomuus erilaisissa olosuhteissa, nämä luonnonkiven ainutlaatuiset ominaisuudet ovat houkuttelleet ihmistä käyttämään sitä tarpeisiinsa jo esihistoriallisina aikoina. Ihmisen rakentamistarpeen ensimmäiset ilmaukset, riitteihin liittyvät pyhäköt, innostivat häntä suunnattomiin voimanponnistuksiin raskaiden massiivisten kivijärkäleiden siirrossa ja muokkauksessa. Tästä on esimerkkinä Stonehendge, Etelä-Englannissa sijaitseva mystinen kivijärkälekehikko, johon lisäksi liittyy arvoituksellisen edistyksellisiä tähtitieteellisiä oivalluksia.

Pitkälle kehittyntä kiven käsittelytaitoa osoittavat Egyptin pyramidit ja antiikin Kreikan temppelit. Edellisissä tulee kiven luonteen massiivisuus esiin kokonaišahmotuksessa ja harkkojen ja saumojen käsittelyssä. Jälkimmäiset kehittivät täysin oman tyylinsä, joka kenties jäljitellesään aikaisempia puurakenteita muokkasi kiveä tavalla, joka synnytti tuon antiikin arkkitehtuurin perinteen, joka elinvoimaisena ja aina uudelleen esiin kumpuavana on säilynyt meidän aikoihimme saakka.

Keskiajan kulttuuri-ilmaston synkkä luonne tulee esiin ajan kivirakennelmissa. Linnat, kaupunginmuurit ja luostarit kohoavat massiivisina ja raskaina. Vaikutelmaa korostavat vielä osin käsittelemättömät raakapintaiset kivenlohkareet. Goottilainen katedraali on esimerkki arkkitehtuurista, jossa pitkälle viety kiven muokkaus ja materiaalin sanelema muoto-kieli yhtyvät harmoniseksi kokonaisuudeksi. Kiven suuri puristuslujuus, mutta pieni taivutus- ja vetolujuus saavat loogisen ilmaisun holvikaareissa, joka muodostaa konstruktiivisen ratkaisun suurten tilojen kattamiseen.

Luonnonkiven käyttö profaaneihin rakennuksiin huipentui renessanssiarkkitehtuurissa. Renessanssipalatsin julkisivu nyansoituine yksityiskohtineen ja massiivisine kivijärkäleineen noudatti inhimillistä mittakaavaa ja viittaa näin jo myöhempisiin toteutuksiin.

Suomen rakennustaiteen historia alkoi, kun vuosituhaten alkupuolella syntyivät arvokkaat arkkitehtoniset aarteemme, harmaakivikirkot. Nämä kansanmiesten rakentamat pyhäköt todistavat lujasta tahdosta ja ammattitaidosta sekä luontaisesta arkkitehtonisesta kyvystä. Niiden yksinkertainen ja luja konseptio yhtyneenä voimakkaaseen materiaalituntuun on säilyttänyt arvonsa. Samaa voi sanoa keskiaikaisista linnoistamme, joissa suomalainen graniitti muotoutuu osin eurooppalaisten linnojen esimerkin mukaisesti. Seuraavien vuosisatojen aikana luonnonkiven käyttö varsinaisissa rakennuksissa väheni. Hautakivet, muistomerkit ja myöhemmin kivi jalat, katukiveykset ja aidat antoivat kuitenkin runsaasti käyttöä luonnonkivelle.



Kuva 10. Lars Sonck: Johanneksen kirkko (tuomiokirkko), Tampere, 1902 - 1907.

Viime vuosisadan loppupuolella kehittyvän kansallistunteen ja Suomen itsenäistymispyrkimyksen myötä syntyi maassamme voimakas kansallisromanttinen tyyllisuunta, joka painoi leimansa kaikkiin taiteisiin. Etsittiin omaa kansallista identiteettiä. Arkkitehtuuri ammensi runsaasti vaikutteita toisaalta maaseudun hirsirakenteista, erityisesti karjalaisesta pyöröhirsisestä mahtitalosta, toisaalta harmaakivikirkkojen ja linnojen perinteestä. Graniittia käytettiin portaiden ja tasojen lisäksi julkisivumateriaalina lohkottuna, hakattuna, hiottuna, jopa kiillotettuna. Syntyi joukko kansallisia monumentteja, kuten Kansallismuseo ja rautatieasema Helsingissä sekä Johanneksen kirkko, nykyinen tuomiokirkko Tampereella (kuva 10). Asuinrakennuksissa tätä suuntausta edustaa Eliel Saarisen ja kumppanien "erämaalinna" Hvitträsk. Graniitista materiaalina tuli tavaltaan suomalaisuuden symboli; eduskuntatalon pääkaupungin siluettia hallitseva graniittinen rakennusmassa klassistisine pylväikköineen on tästä ehkä kuvaavin esimerkki.

Arkkitehtuurin kehitys on aaltoliikettä. Sen vaiheet perustuvat kulloiseenkin "ajan henkeen", joka syntyy historiallisen tilanteen pohjalta ja heijastuu koko ajan henkiseen ilmapiiriin.

Suomen itsenäistymisen myötä arkkitehtuurimme liittyi, klassistisen välivaiheen kautta, kansainväliseen vaikutuspiiriin, funktionalismiin. Yhtä hyvin sitä voitaisiin kutsua uusasiallisuudeksi tai kansainväliseksi tyyliksi. Yhdessä pohjasuunnittelun tarkoituksenmukaisuuden kanssa riistettiin julkisivut dekoraatioista. Rakennusteknologisen kehityksen myötä siirryttiin betoni- ja teräsrakenteisiin, myös julkisivuissa. Luonnonkiveä, mikäli sitä arvokkaimmissa rakennuksissa käytettiin, esiintyy enää sokkeleissa, ulkotasoissa ja jonkin verran seinäpinnoissa.

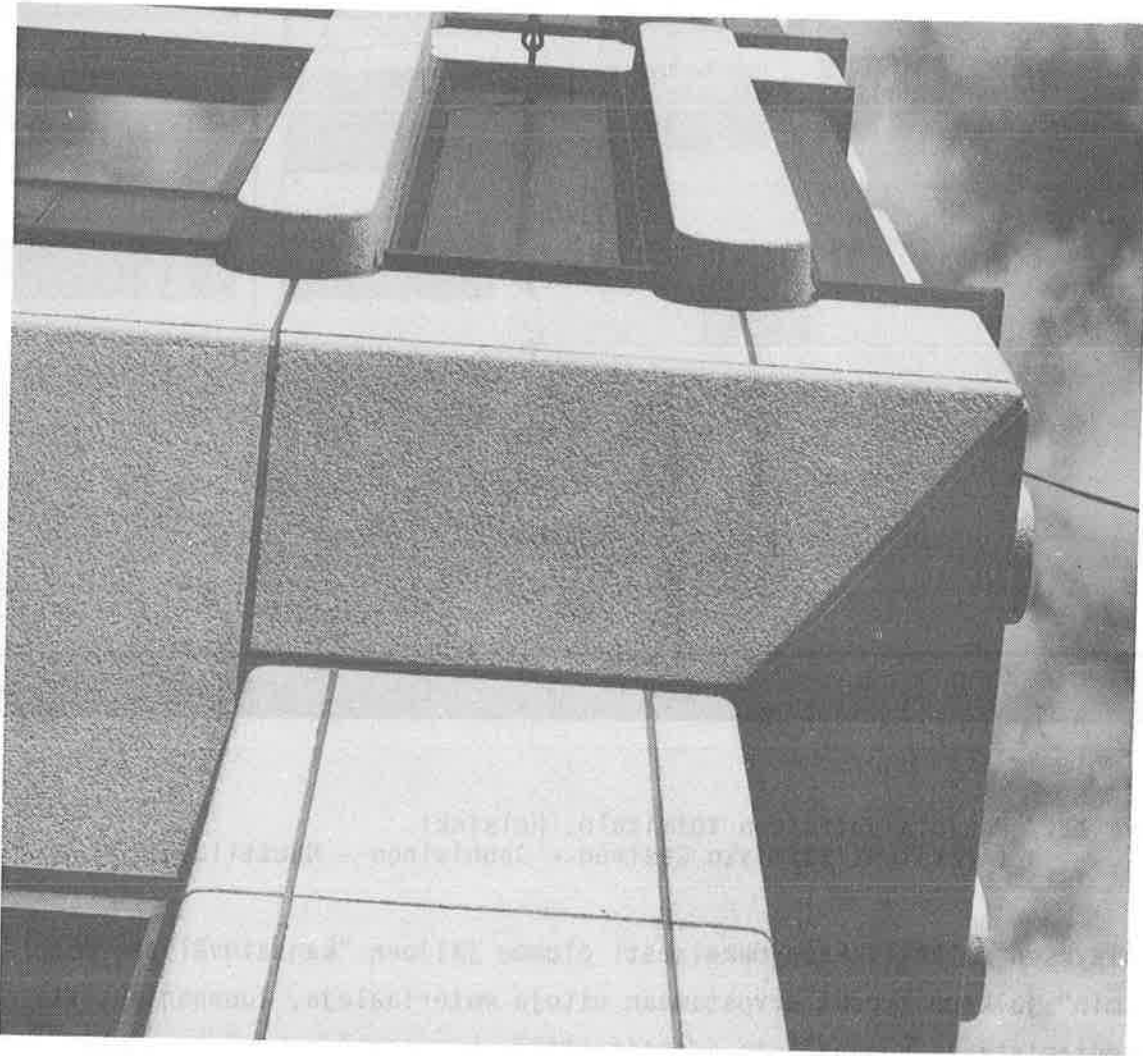


Kuva 11. Pohjola-yhtiöiden toimitalo, Helsinki.
(Arkkitehtitoimisto Castrén - Jauhiainen - Nuuttila).

Kehityksen aaltoliikkeen mukaisesti olemme jälleen "kansainvälisen modernismin" jälkeen kypsät arvostamaan aitoja materiaaleja, luonnonläheistä rakentamista ja kansallista identiteettiä. Luonnonkiven ominaisuuksia arvostetaan jälleen, sen elävä ja kaunis pinta, vaihtelevat värisävyt, erinomaiset säänkesto-ominaisuudet ja pienet ylläpitokustannukset korvaavat kalliit hankintakustannukset (kuvat 11, 12, 13 ja 14).

Kivi on elävä materiaali; sen pintavaikutusta voidaan varioida monenlaisilla käsittelyillä, joiden tuloksena sama kivi voi vaihdella sekä väri-voimakkuuden, -vivahteiden ja tekstuurin suhteen. Eriasteisesti käsitellyt pinnat ovat myös vaihtelevia likaantuvuuden, liukkauden ja valoheijastusten suhteen. Luonnonkiven käyttö ei rajoitu ulkoarkkitehtuuriin. Se tarjoaa arvokkaan vaihtoehdon interiööreissä lattiapäällystyksiin, sisäseinä-verhouksiin, pilareihin, jopa kalusteisiin. Suomalaisen pääluonnon-

kiven, graniitin, lisääntynyt kansainvälinen käyttö vaativien julkisten tilojen sisustuksiin on ilahduttavaa. Marmoriin verrattuna sillä on muiden ominaisuuksiensa lisäksi etuna rakenteensa tiiviys, joka estää lian imeytymisen, mikä marmorissa on haittana.

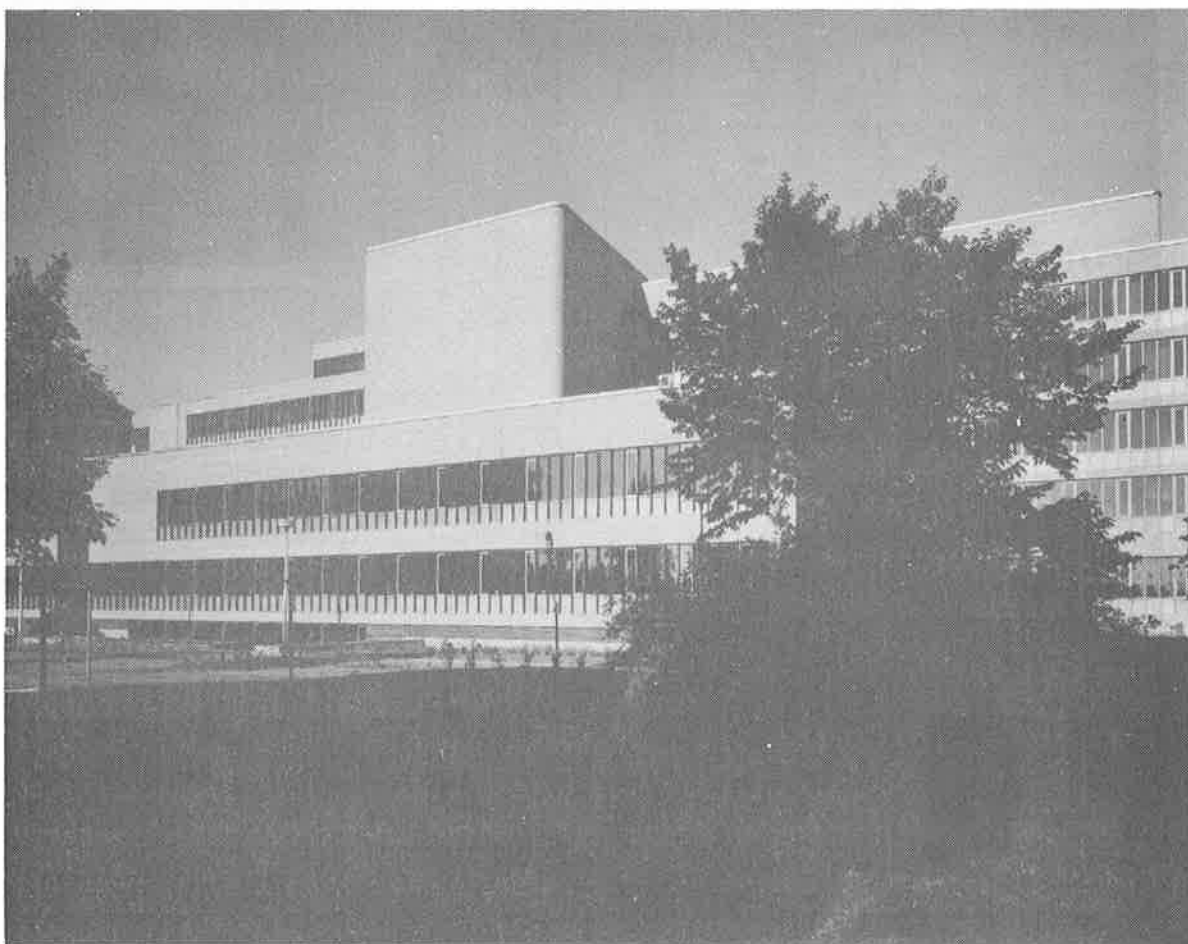


Kuva 12. Liikerakennus, Eteläesplanadi 20, Helsinki.
(Arkkitehtitoimisto Marja ja Keijo Petäjä Ky).

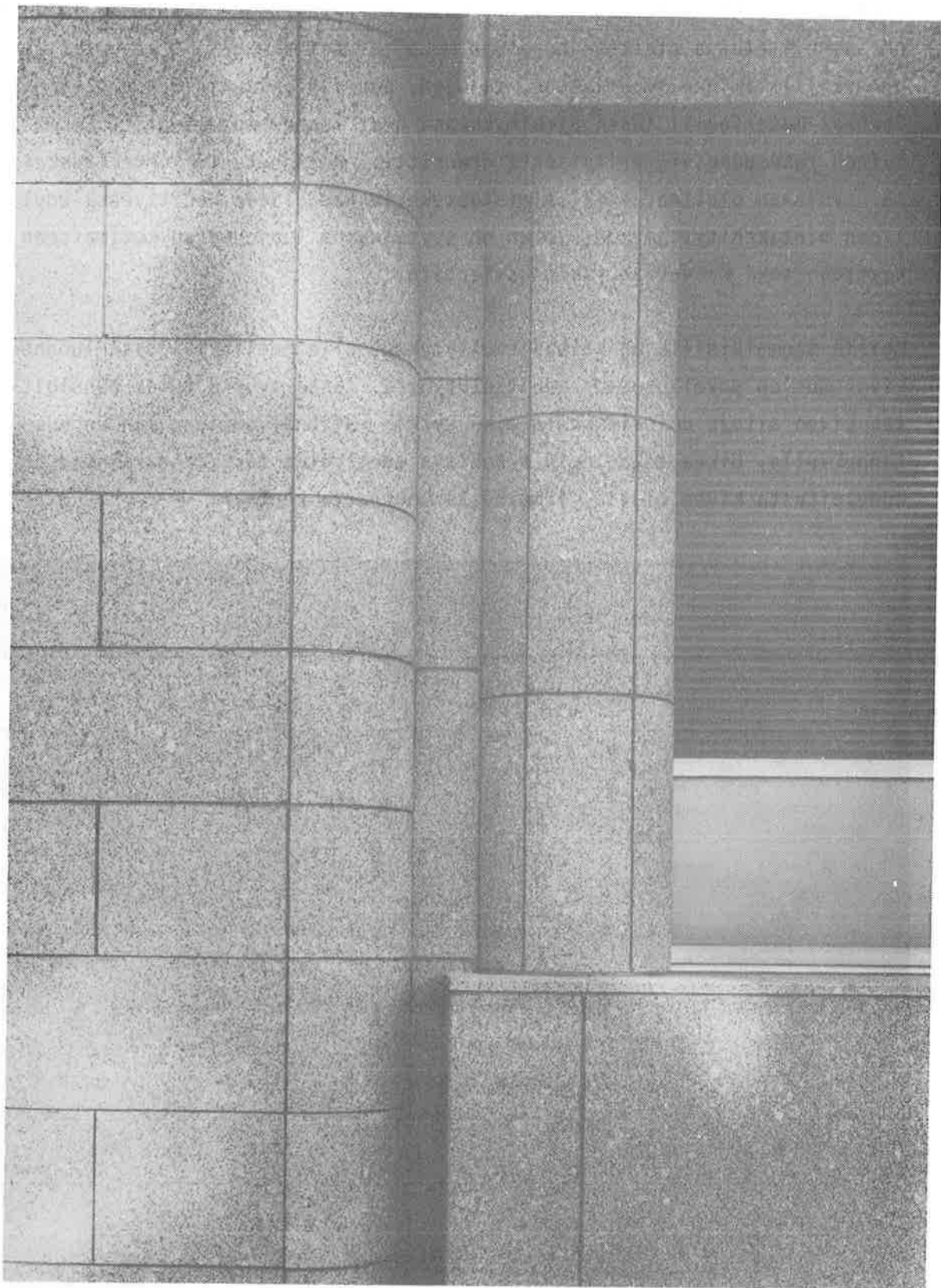
Jos halutaan laajentaa luonnonkivemme käyttöä ja vientiä, on pyrittävä kehittämään sen työstämismenetelmiä ja jalostamisastetta. Ennen kaikkea on kiinnitettävä huomiota rakennuspaikalla tapahtuvaan julkisivulaattojen kiinnitystekniikan kehittämiseen niin suurikokoisten laattojen kuin mahdollisten pienempienkin kivilaattojen osalta. Olisi myös toivottavaa, että jalostusaste kotimaassa nousisi, jotta pystyisimme kilpailemaan kansainvälisten yritysten kanssa. Arkkitehti joutuu mielipahakseen usein toteamaan, että suomalainen kivi ulkomailla jalostettuna voittaa kotimaassa jalostetun hintakilpailussa.

Nykyarkkitehtuuri pyrkii parhaimmillaan sovittamaan rakennukset harmonisesti ympäristöön, luontoon tai olemassa olevaan rakennuskantaan. Tällöin on suunnittelussa otettava huomioon myös infrastruktuuri, rakennetun pehmeä liittäminen ympäristöön, tasojen, muurien ja aukkioiden avulla. Parhaat materiaalit tässä pyrkimyksessä ovat luonnonmateriaalit. Suomalainen rakennuskivi, erityisesti graniitti, on tunnetusti korkealuokkaisuuta. Voidaan olettaa, että valmistustekniikan edelleen kehittyessä edullinen hintakehitys jatkuu, joten on syytä uskoa laajenevaan kotimaiseen käyttöön sekä kasvavaan rakennusvientiin.

Meillä suomalaisilla on kaikki edellytykset olla edelläkävijöitä luonnonkiven uusien sovellutusten kehittelytyössä. Tässä työssä tulee kunnioittaa kiven aitoja ominaisuuksia eikä pyrkiä rationalisuuteen laadun kustannuksella. Oikea teknologinen kehitys edellyttää tarkkaa harkintaa ja kunnioitusta kiven elävää, ilmeikästä kauneutta kohtaan.



Kuva 13. Helsingin ev.lut. seurakuntien virastotalo.
(Arkkitehtitoimisto Kaija ja Heikki Siren).



Kuva 14. Helsingin ev.lut. seurakuntien virastotalo.
(Arkkitehtitoimisto Kaija ja Heikki Siren).

3.2 Rakennuskiven käyttökohteet ja käyttötekniikka

3.2.1 Yleistä

Nykyaikaisessa rakentamisessa on luovuttu ennen yleisistä luonnonkivisistä runkorakenteista. Massiivisia kividetaljeja käytetään talonrakentamisessa nykyisin lähinnä arkkitehtonisista syistä rakennuksen ulkonäön elävöittämiseksi. Ohuiden kivilaattojen käyttö verhouksissa on toisaalta yleistynyt vaativissa rakennuskohteissa. Ympäristörakenteissa luonnonkiveä käytetään edelleen perinteiseen tapaan. Kasvanut kiinnostus elinympäristön viihtyisyyttä kohtaan on viime aikoina lisännyt luonnonkiven käyttöä myös tällä käyttöalueella. Rakennuskiven uusia ja vanhoja käyttökohteita on koottu taulukkoon 5.

Taulukko 5. Luonnonkivien käyttökohteet rakentamisessa.

	Ulkona	Sisällä
Ohuet kivilaatat (paksuus \leq 50 mm)	<ul style="list-style-type: none">- julkisivuverhoukset- sokkeliverhoukset- vesipenkit- sisäänkäynnit- ulkoportaat ja kaiteet- laatoitukset, kiveykset- vesikaton kate	<ul style="list-style-type: none">- seinäverhoukset- lattianpäällysteet- jalkalistat- kynnykset- portaat- pöytälevyt
Massiiviset kivet (paksuus $>$ 50 mm)	<ul style="list-style-type: none">- muurit (seinät, perustukset, aidat, laiturit)- pilarit, pilasterit- katujen reuna- ja nupukivet- siltojen arkkukivet	<ul style="list-style-type: none">- muurit- pilarit- massiiviset portaat- tulisijat

Seuraavissa luvuissa esitetään luonnonkiven nykyisin tärkeät ja yleiset käyttökohteet rakentamisessa. Lisäksi tarkastellaan uusia, hyvin ohuiden luonnonkivilaattojen käyttösovellutuksia.

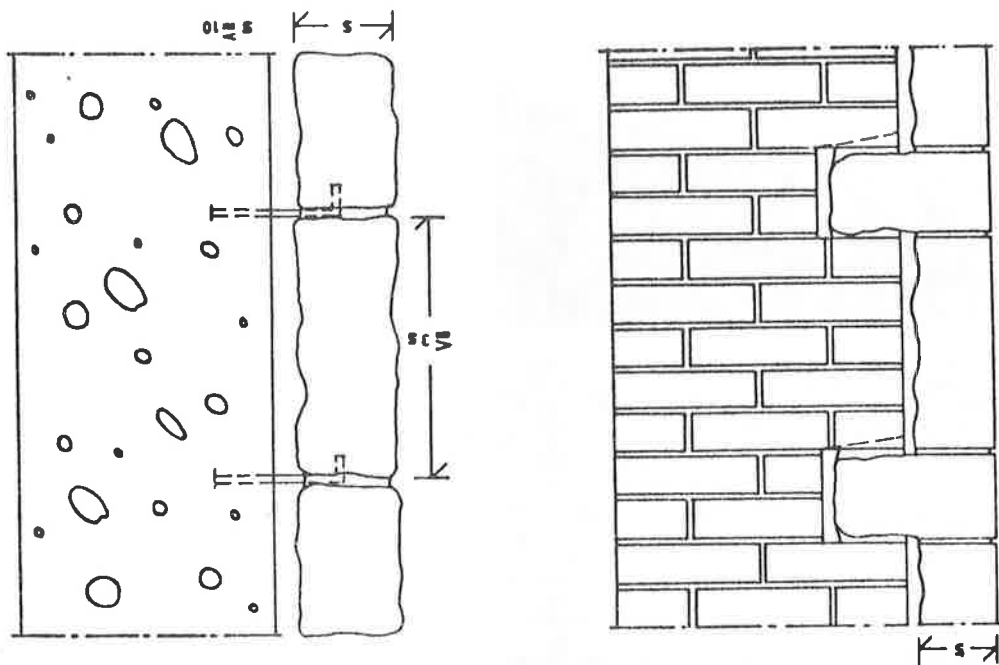
3.2.2 Rakennusten ulkoverhoukset

Nykyaikaisessa talonrakentamisessa luonnonkiven merkittävin käyttökohde on julkisivuverhous. Kiviverhouksen tärkeitä ominaisuuksia ovat miellyttävä ulkonäkö, hyvä kestävyys ja muuttumattomuus sekä helppohoitoisuus. Kiviverhousta käytetään nykyisin sen varsin korkean hinnan johdosta lähinnä rakennuskohteissa, joissa julkisivulle asetetaan erityisen korkeat ulkonäkö- ja kestävyysvaatimukset. Graniitit soveltuvat yleensä hyvin käytettäväksi julkisivun verhouslaattoina. Pehmeät kivilajit, kuten marmori, kalkkikivi ja hiekkakivi, saattavat ilmaston vaikutuksesta rapautua ulkopinnasta etenkin teollisuusseuduilla.

Kivilajia, kiven pintakäsittelyä, laattojen ja saumojen kokoa ja sommitelua vaihtelemalla saadaan erittäin monipuolinen valikoima erilaisia kivipinnan ulkonäköjä (ks. liite 1). Kivilaji ja pintakäsittely vaikuttavat myös verhouksen hoitotarpeeseen. Pöly ja lika tarttuvat paremmin karkeaan kuin sileään kivipintaan, jota myös sadevesi voi puhdistaa. Toisaalta lika ei karkeassa pinnassa näy yhtä hyvin kuin sileässä. Vaaleat kivet ovat lialle arempia kuin tummat, ja huokoiset kivet likaantuvat tiiviitä helpommin. Suomessa suositaan graniittijulkisivuissa perinteisesti karkeita pintakäsittelyjä ja suuria laattakokoja. Hiottut ja kiillotetut graniittijulkisivut ovat muualla yleisempiä kuin meillä. Liuskekiviä käytetään tavallisesti lohkopintaisina, mutta myös sahattu pinta on mahdollinen. Marmorilaattojen tavallisimmat pintakäsittelyt julkisivuissa ovat hienohiottu tai kiillotettu.

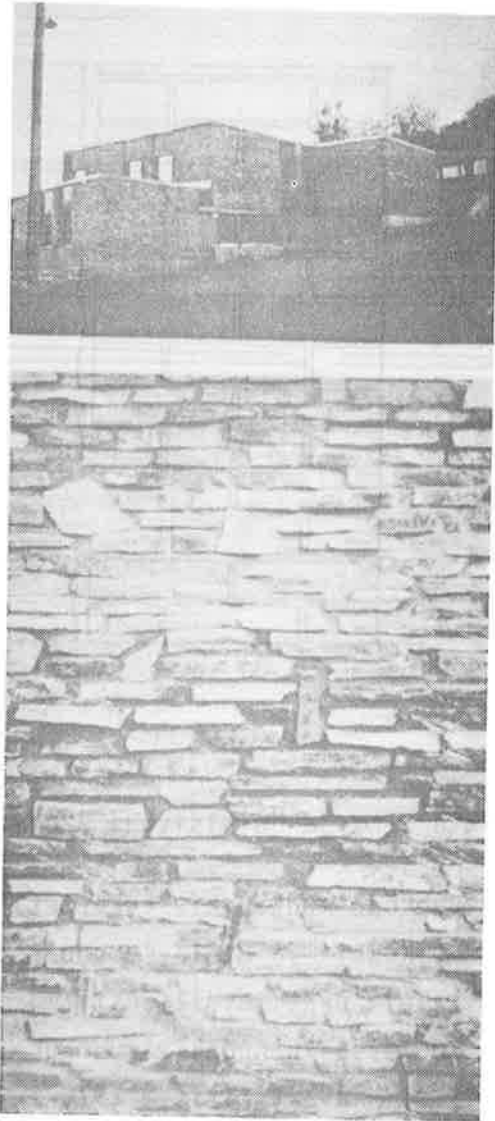
Massiivinen kiviverhous

Kuva 15 esittää paksujen kivien käyttötapoja julkisivuverhouksessa. Massiiviset julkisivuverhoukset ovat tilaa vieviä, raskaita ja kalliita rakenteita, minkä johdosta niiden käyttö on nykyisin harvinaista.



Kuva 15. Paksuista verhouskivistä tehtyjä julkisivuja /26/.

Luonnonkivestä valmistettuja pienehköjä muurauskiviä käytetään tiilen tavoin kuorimuureissa edelleen mm. Keski- ja Etelä-Euroopassa. Vaihtelevan kokoisten muurauskivien kivilajeja ovat tavallisesti marmorit, kalkkikivet ja muut pehmeät kivet. Suomessa luonnonkivimuurauksia on tehty satunnaisesti. Kuva 16 esittää Nilsin kvartsiitista 1970-luvun alussa murattua omakotitaloa Kuopiossa.



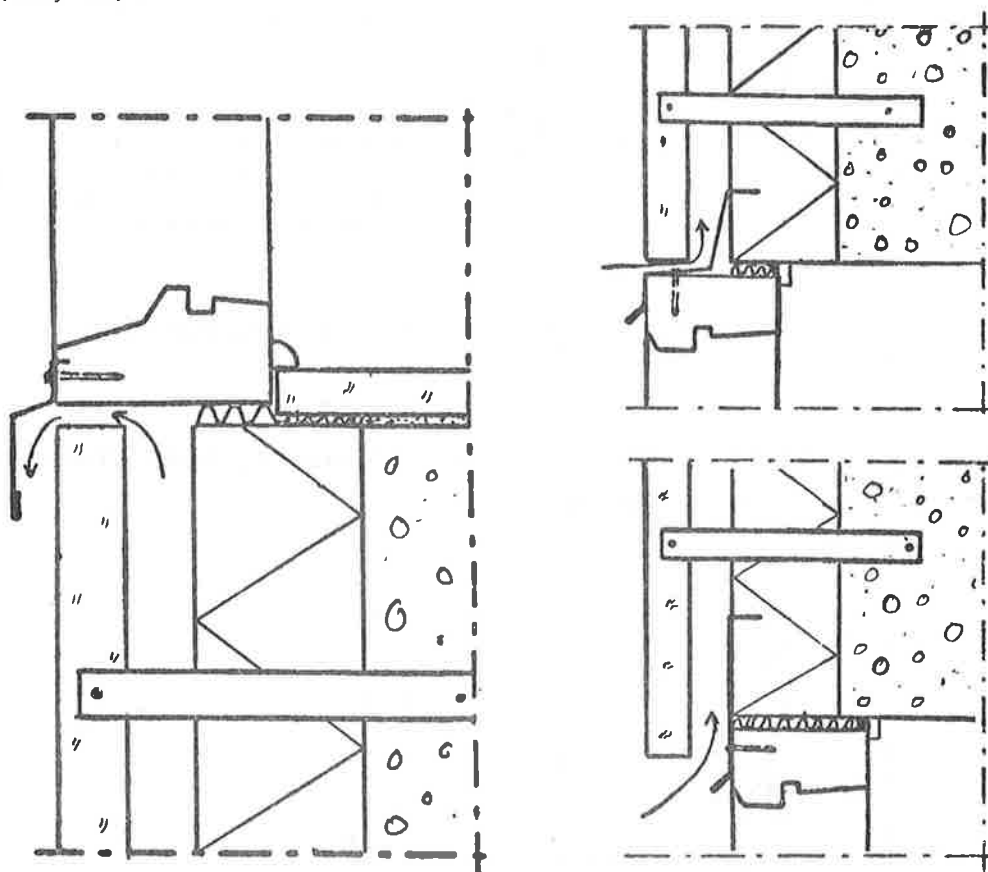
Kuva 16. Nilsiäns liuskekivistä muurattu omakotitalo, yleiskuva ja lähikuva julkisivusta.

Julkisivuverhous ohuista kivilaatoista

Verhoiltaessa kivrakenteinen ulkoseinä ohuilla luonnonkivilaatoilla käytetään Suomessa nykyisin lähinnä kahta erilaista kiinnitysporiaatetta:

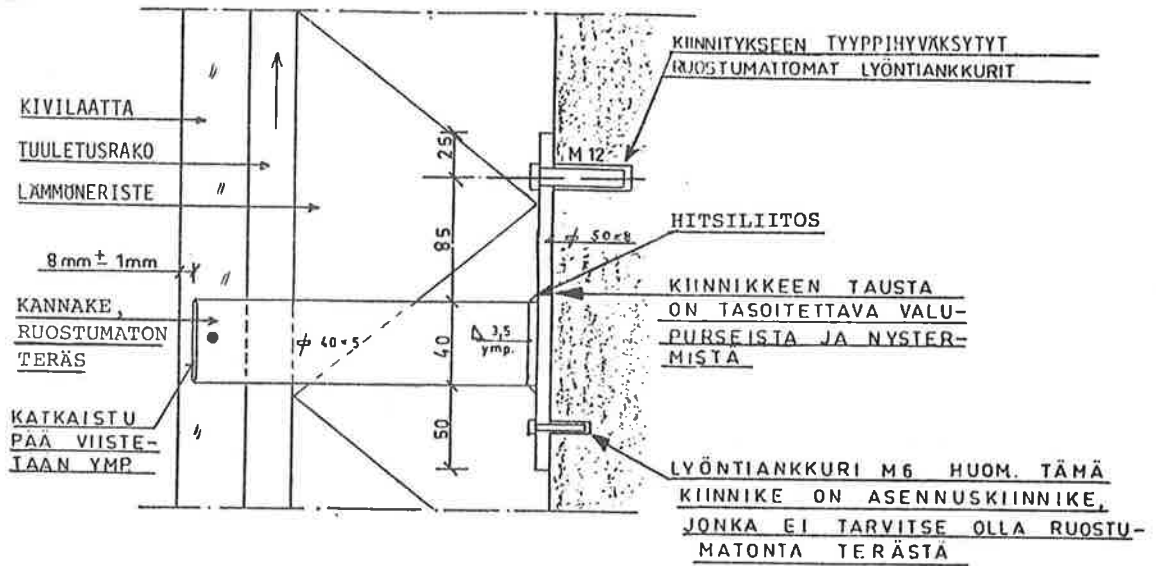
- luonnonkivilaatat ripustetaan työmaalla rakennuspaikalla tehtyyn betonirunkoon ruostumattomasta teräksestä tehtyjen kannakkeiden varaan tai
- luonnonkivilaatat kiinnitetään elementtitehtaalla betoniseen kuori- tai sandwich-ulkoseinäelementtiin betonisen ulkokuoren valun yhteydessä (kuva 20).

Edellistä menetelmää on käytetty yleisesti jo pitkään. Jälkimmäistä tekniikkaa on sovellettu vasta viime vuosina muutamien liikerakennusten julkisivuverhouksissa. Työmaalla asennettaessa luonnonkivilaatat kiinnitetään rakennuksen runkoon siten, että verhouksen taakse jää 20 - 30 mm:n tuuletusrako. Ilmarako on suorassa yhteydessä ulkoilmaan verhouksen ylä- ja alareunoissa olevien tuuletusaukkojen kautta (kuva 17)/18, 36/.



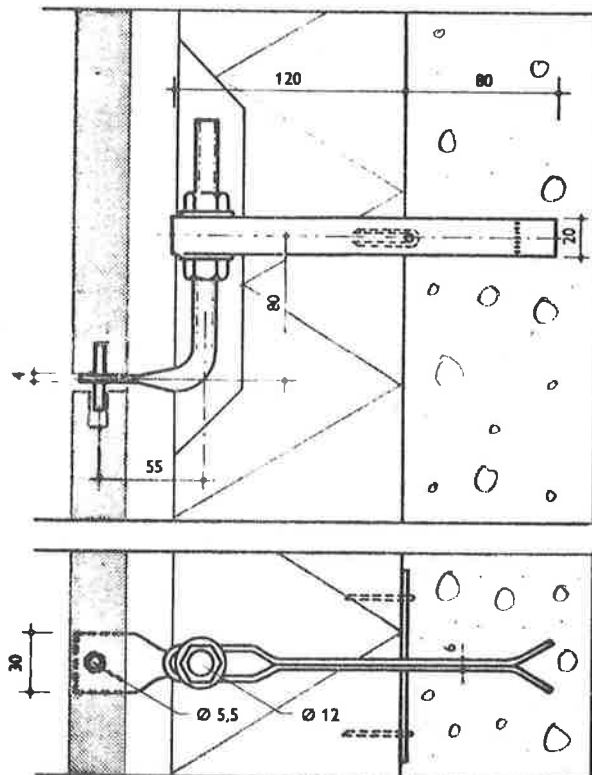
Kuva 17. Esimerkkejä tuuletuksen järjestämisestä, kun luonnonkivilaatta on rakenteen ulkokuorena.

Kivilaatat kannatetaan kahdesta pisteestä ja kiinnitetään lisäksi taustarakenteeseen normaalisti kahdella vaakaliikkeet estävällä kiinnikkeellä. Kannattimet ja kiinnikkeet sijoitetaan tavallisesti kiven neljänneskotiin leveys- tai korkeussuunnassa. Kannakkeet kiinnitetään hitsaamalla tartuntalevyihin, jotka ankkuroidaan runkoon joko valun yhteydessä tai jälkiasennuksena ankkuripulteilla (kuva 18). Suoraan valuun ja jälkijuo- tokSELLA runkoon porattuihin reikiin kiinnitettävien kannakkeiden käyttö on Suomessa nykyisin harvinaista. Kivilaattojen väliset saumat tiivistetään asennuksen jälkeen kimmoisella saumausmateriaalilla /4, 6, 24/.



Kuva 18. Tyypillisen pystysaamaan sijoitettavan kivilaatan kannatinulokkeen mittakuva.

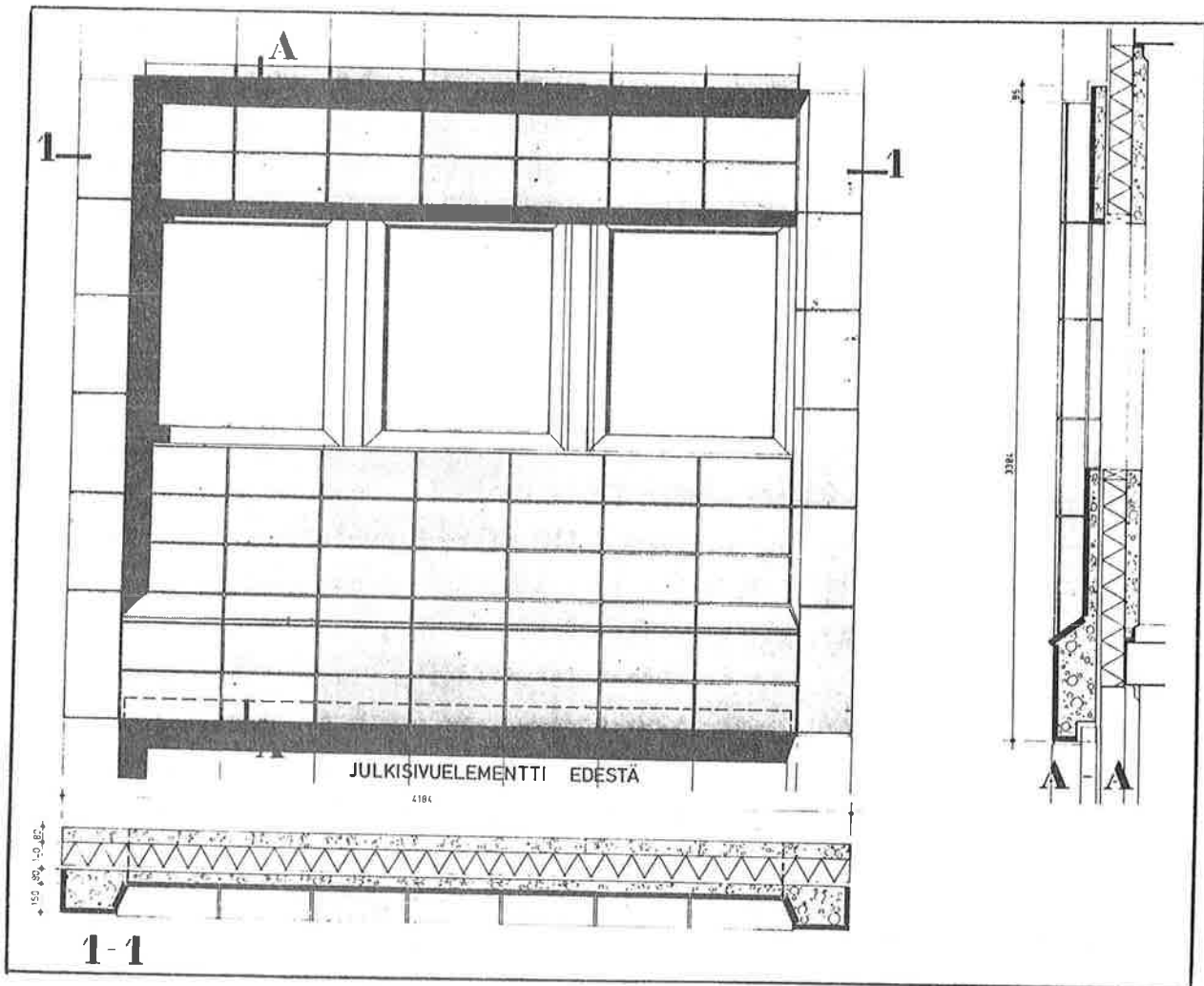
Kuvassa 19 on esimerkki säädettävästä kannattimesta, jonka ulokevarsi on kiinnitetty runkoon valun yhteydessä.



Kuva 19. Säädettävä erikoiskiinnike.

Työmaalla tehtävän kiviverhouksen laadunvalvonta voidaan käytännössä hallita varsin hyvin työn edetessä. Verhouksen teko on kuitenkin hidasta ja työlästä ja lopputuloksena on kallis julkisivu, jossa asennuksen osuus lopullisesta kiviverhouksen hinnasta voi olla yli puolet. Luonnonkiven rakennustekniseen käyttöön liittyvä selvin kehitystarve onkin uusien nykyistä nopeampien ja edullisempien julkisivuverhoustekniikoiden kehittäminen.

Luonnonkivilaattojen valu betonielementin ulkokuoreen tai kuorilaattaan tapahtuu periaatteessa lähes samoin työvälinein ja -menetelmin kuin suurien keraamisten laattojen (noin 100 x 150 mm²). Elementtitehtaalla tehdään ensin muotin pohjalle muottirasteri ja sitten asennetaan muotin pohjalle tiivistys- ja suojakangas tai -muovi. Tämän päälle ladotaan luonnonkivilaatat, joihin kiinnitetään tarvittaessa vinot lisätartuntaterästapit kivikitin avulla. Laattojen saumat valetaan saumamassalla. Tämän jälkeen valetaan laattojen päälle ohut betonimassakerros (noin 20 mm), lisätään tarvittavat teräkset ja jatketaan valua kuten muissakin laattapintaisissa betoniulkoseinäelementeissä. Vaihtoehtoinen, etenkin suurehkoilla kivilaatoilla kyseeseen tuleva kiinnitystapa on estää kiven ja betonin välinen tartunta muovikalvolla. Tällöin kivilaatta kannatetaan kiveen ja betoniin upotetuilla vinoilla terästapeilla ja laattojen saumat tehdään kimmoisiksi. Riittävästä tuuletusraosta ulkokuoren takana huolehditaan tavallisesti uritetun lämmöneristeen tai lämmöneristesuikaleiden avulla.



Kuva 20. Luonnonkivipintaisen sandwich-elementin rakenne /22/.

Luonnonkivisen julkisivulaatan koko ja paksuus määräytyvät kivilaadun, pinnan käsittelytavan, laatan käyttökohteen ja kiinnitysmenetelmän perusteella. Koska kivilaattojen koosta ja kiinnitysmenetelmistä ei Suomessa ole ohjeita, ratkaisut on harkittava tapauskohtaisesti. Työmaalla rakennetuissa julkisivuissa ja jalustoissa käytettyjen kivilaattojen pinta-ala on tavallisesti $0,1 - 2,0 \text{ m}^2$. Sivumitat ovat suomalaisissa kohteissa olleet vastaavasti $300 - 2100 \text{ mm}$ ja kivilaatan paksuus on ollut normaalisti $30 - 60 \text{ mm}$. Betonielementteihin valetut kivilaatat ovat olleet selvästi pienempiä, pinta-alaltaan vain noin $0,1 - 0,3 \text{ m}^2$:n kokoisia. Sivumitat ovat vaihdelleet $100 - 600 \text{ mm}$:n välillä, ja laattojen paksuus on normaalisti ollut $30 - 40 \text{ mm}$. Kiviteollisuuden mukaan tekniset ja taloudelliset näkökohdat huomioon ottaen rakennuskivilevyjen sopivimmat koot julkisivuissa ovat taulukon 6 mukaiset.

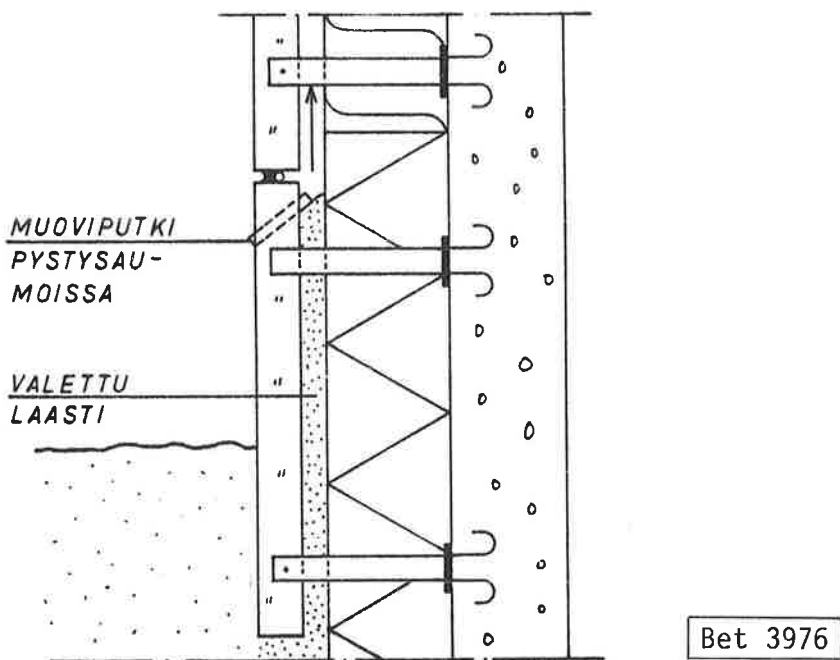
Taulukko 6. Luonnonkivisten julkisivulaattojen sopivia mittoja eri kivilajeilla /23, 29, 31, 32/.

Kivilaji	Pinta-ala (m ²)	Sivun pituus (m)	Paksuus (mm)
Graniitti			
- sahattu, hiottu, kiillotettu	0,4 - 0,8	0,4 - 1,2	20 - 40
- ristipähakattu, poltettu			
Marmori	0,4 - 0,8	0,4 - 1,2	30 - 40
Liuskeet			
- ohut verhouslaatta	0,02 - 0,1	0,1 - 0,4 ¹⁾	10 - 12
- normaali laatta	0,1 - 0,7		20 - 60

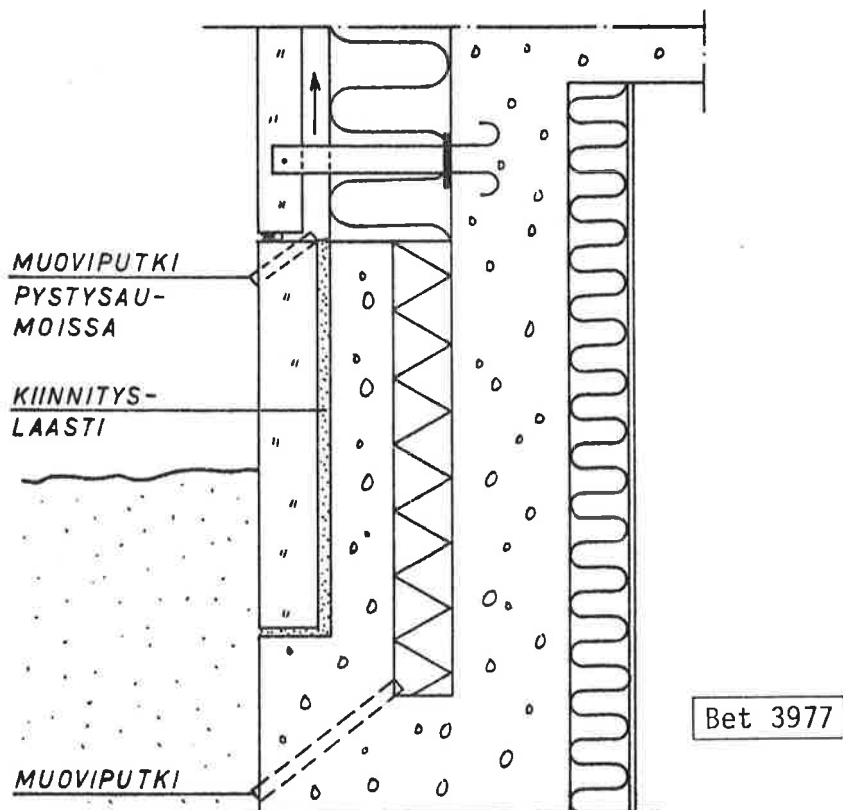
1) määrämittäisenä levynä

Verhoukset lähellä maanpintaa

Seinän alaosassa, joka on alttiina liikenteen kolhuille, ohutlaatta-verhous tuetaan kiven takaa laastivalulla. Alin kivilaatta tuetaan tapauksesta riippuen esim. joko sokkeliin tai kannatetaan metalliulokkeilla ja kiinnitetään rakennuksen runkoon vastaavalla tavalla kuin seinän ylemmissä osissa. Laatoille määrätyn pintakäsittelyn on ulotuttava vähintään 100 m lopullisen maanpinnan alapuolelle. Kuvissa 21 ja 22 on esimerkit suositeltavista rakenneratkaisuista.



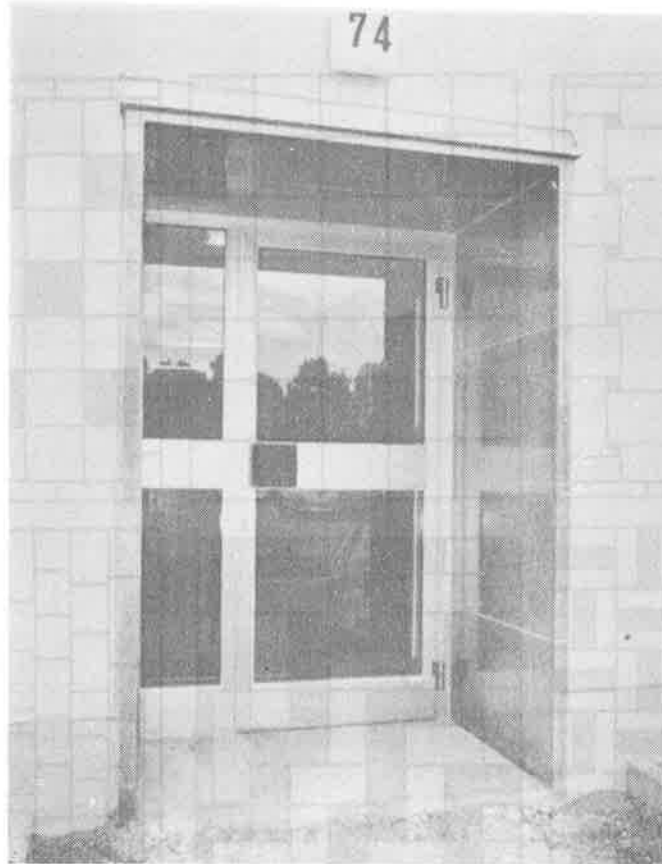
Kuva 21. Julkisivuverhouksen alin osa, kun kivilaatan takana on lämmöneriste.



Kuva 22. Rakenne, jossa julkisivuverhouksen alimmat kivilaatat on kiinnitetty betonisokkeliin.

Sisäänkäynnit

Rakennuksen sisäänkäynnin verhoilu luonnonkivellä perustuu ulkonäkösyihin ja kiven hyvään kestävyYTEEN. Käytettäessä ohuita kivilaattoja vältetään lohkeamisen estämiseksi ulkonevia reunoja ja teräviä särmiä. Kivilaatat ankkuroidaan alustaansa aina metallikiinnikkeillä ja taustavalulla. Ohutlaattaverhousta ei kuormiteta muilla rakenteilla (kuva 23) /3/.

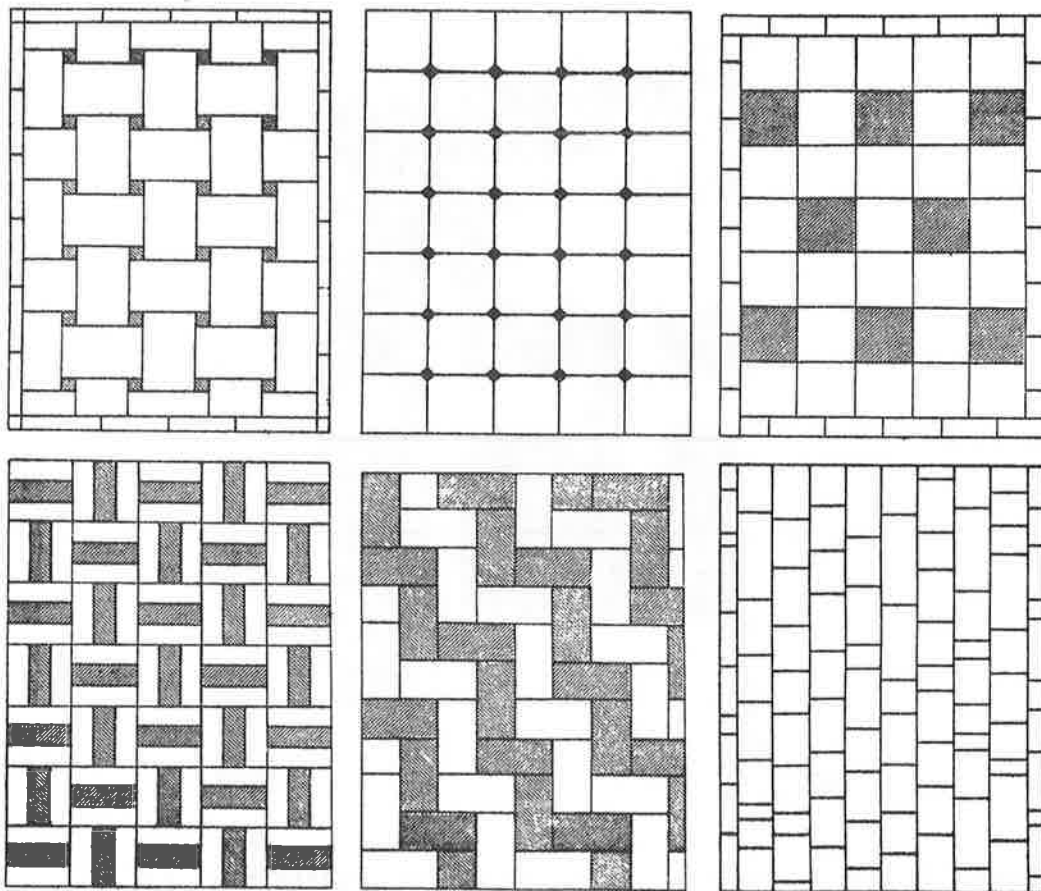


Kuva 23. Luonnonkivilaatoilla verhoiltu sisäänkäynti /3/.

3.2.3 Luonnonkivilattiat

Kivilattian kulutuksen-, kosteuden- ja tulenkestävyys on hyvä, joten se soveltuu käytettäväksi esimerkiksi eteisissä, auloissa, takkahuoneissa, keittiöissä sekä erilaisissa runsaasti liikennöidyissä tiloissa. Kiven väriä, tekstuuria, pintakäsittelyä ja muotoa sekä saumojen leveyttä vaihtelemalla saadaan kivilattialle lukuisia ulkonäkövaihtoehtoja (kuva 24). Hiottu tai karkeahko kivipinta ei normaaliolosuhteissa ole liukas.

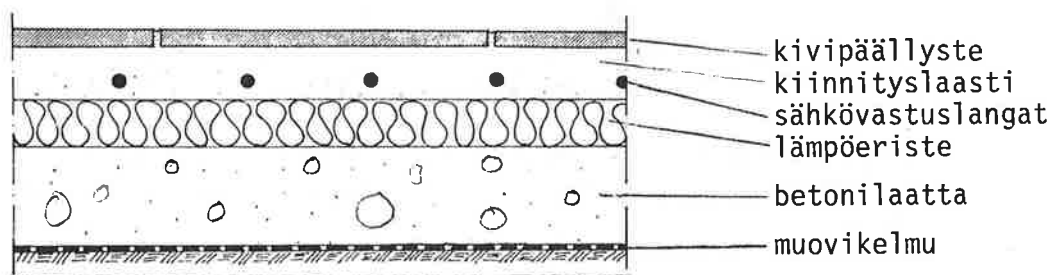
Suuren lämmönjohtavuutensa ansiosta kivipintainen lattia soveltuu hyvin lämmitettäväksi (kuva 25) /10/. Kivilattian arkuus lialle riippuu kiven huokoisuudesta, pintakäsittelystä, väristä ja tekstuurista. Likaantumisen vähentämiseksi, puhdistettavuuden parantamiseksi, ulkonäkö- ja joskus myös lujuussyistä kivilattiat etenkin huokoisista ja vaaleista kivilajeista tehdyt, voidaan käsitellä esim. suojaavalla vahalla. Oikein menettäessä kivilattia on helppohoitoinen ja säilyttää kauan ulkonäkönsä.



Kuva 24. Kivilattioissa käytettyjä laattasommitelmia.

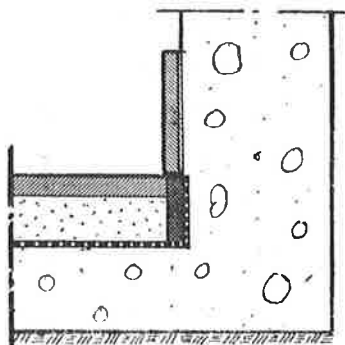
Kivilattian alustaksi soveltuu parhaiten betoni. Myös puu tai lastulevyalusta on mahdollinen, joskaan ei suositeltava. Kiinnityslaasti sitoo kivet alustaansa ja tasoittaa epätasaisuudet. Tavallisesti laastikerroksen paksuus betonialustalla on 20 - 50 mm. Tasaisella alustalla, käytettäessä ohuita, mittatarkkoja kivilaattoja, voi kiinnitysliimakerros olla tapauksesta riippuen vain 2 - 10 mm paksu.

Kivipäällysteen suositeltava paksuus on kivilajista ja pintakäsittelystä riippuen normaalisti 10 - 40 mm. Sauman leveys on tavallisesti 2 - 4 mm. Tavallisia kivilaattojen leveyksiä ovat 150, 200, 250, 300 ja 400 mm. Pituudet vaihtelevat käytännössä enemmän. Suositeltavaa on, että kiven pituus on enintään 2,5 x leveys /10/.

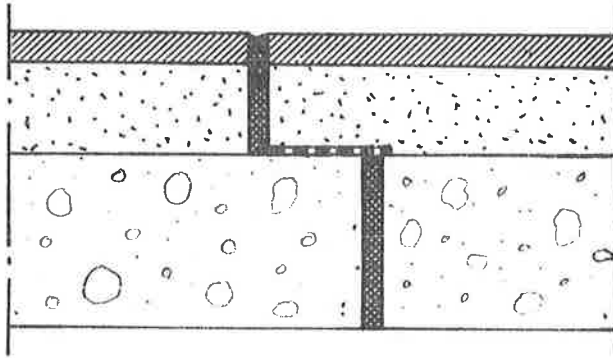


Kuva 25. Maanvarainen, lämmitetty kivilattia /17/.

Jännebetonipalkkien tai betonirungon laattakenttien taipumat sekä lattiapinnan voimakas lämpeneminen esimerkiksi auringonsäteilyn, lämminilma-puhalluksen tai lattialämmityksen johdosta, voivat synnyttää jännityksiä lattiarakenteeseen. Vaurioiden välttämiseksi kivilattiaan tulee tehdä riittävästi liikuntasauvoja. Tarvittaessa voidaan myös tehdä lattiapinnan ja alustan väliin liukupinta, joka voi olla esim. ohut hiekkakerros, kaksinkertainen muovikelmu tai askelääneneristyksessä käytettävä matto tai levy (kuvat 26 ja 27). Seinien, pilareiden tai muiden pystysuorien rakennusosien vieressä saumat jätetään avoimiksi ja peitetään jalkalistalla tai vaihtoehtoisesti täytetään kimmoisalla saumaussmassalla /18/.



Kuva 26. Käytettäessä liukupintaa ja seinien tms. vieressä liikuntavaraa kiven ja alustan väliset liikkeet eivät aiheuta vaurioita /17/.



Kuva 27. Rungon liikuntasaumot viedään myös laastin ja kiven läpi. Kivien limityksen takia voidaan liikuntasaumaa jonkin verran siirtää /17/.

3.2.4 Sisäseinät ja sisustus

Luonnonkiveä käytetään sisällä erityisesti tiloissa, joissa kulutus on suuri ja ulkonäkövaatimukset korkeat, kuten eteisauloissa, juhlasaleissa, erilaisissa julkisissa tiloissa sekä olo- ja kylpyhuoneissa. Sisäseinäverhouksissa, ikkunapenkeissä, pöytälevyissä, tulisijoissa ja muissa sisustustarkoituksissa soveltuvat käytettäväksi kaikki kivilajit ja pintakäsittelyt sisustajan vaatimusten mukaisesti. Kaiteissa, kahvoissa, nupeissa tms. usein kosketeltavissa kohdissa käytetään kiillotettua eikä yleensä aivan vaaleaa kiveä likaantumisherkkyiden vähentämiseksi. Tarvittaessa kivi voidaan suojata likaantumista vastaan silikonikäsitteilyllä /16/.

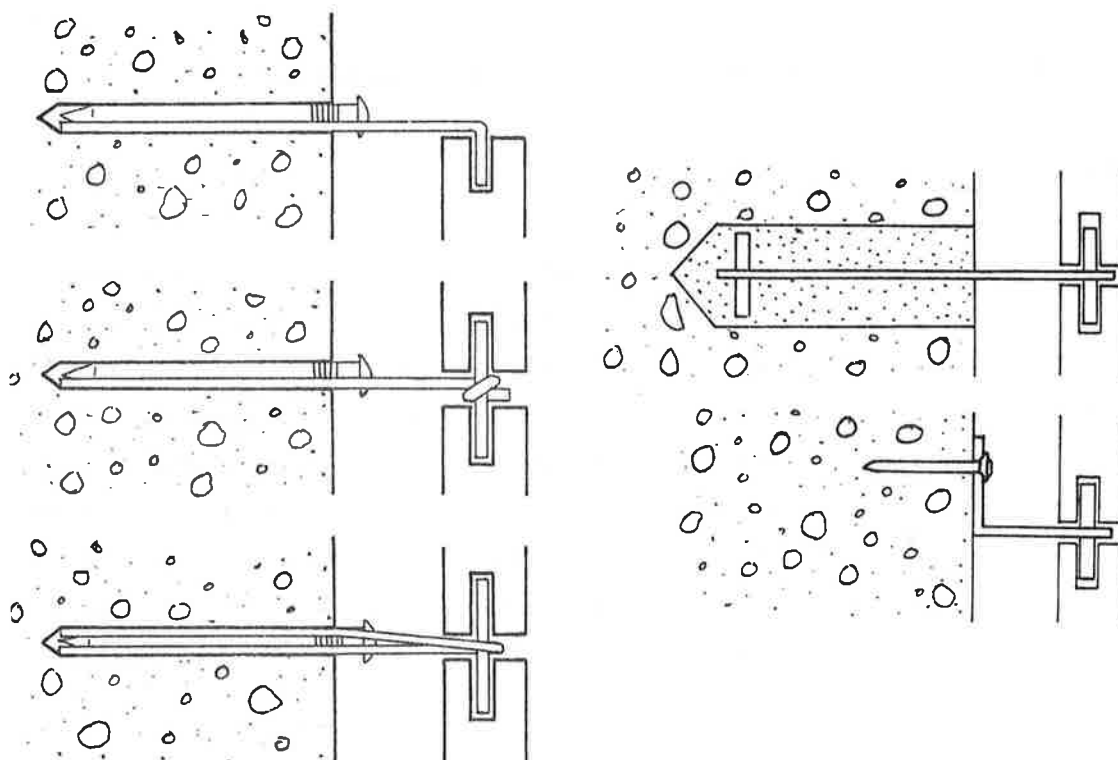
Seinäverhoukset

Verhouslaatat kiinnitetään rakennuksen runkoon yleensä ruostumattomilla metallikiinnikkeillä (kuva 28). Laattojen taakse valetaan kiinnitystä ja tukemista varten noin 30 mm paksu laastikerros. Työ etenee normaalisti kerroksittain alhaalta ylös (kuva 29). Alareunastaan tuetut tai pienet laatat voidaan harkinnan mukaan kiinnittää myös pelkästään laastilla. Korkeat verhoukset kannatetaan tavallisesti noin kolmen metrin välein /17/.

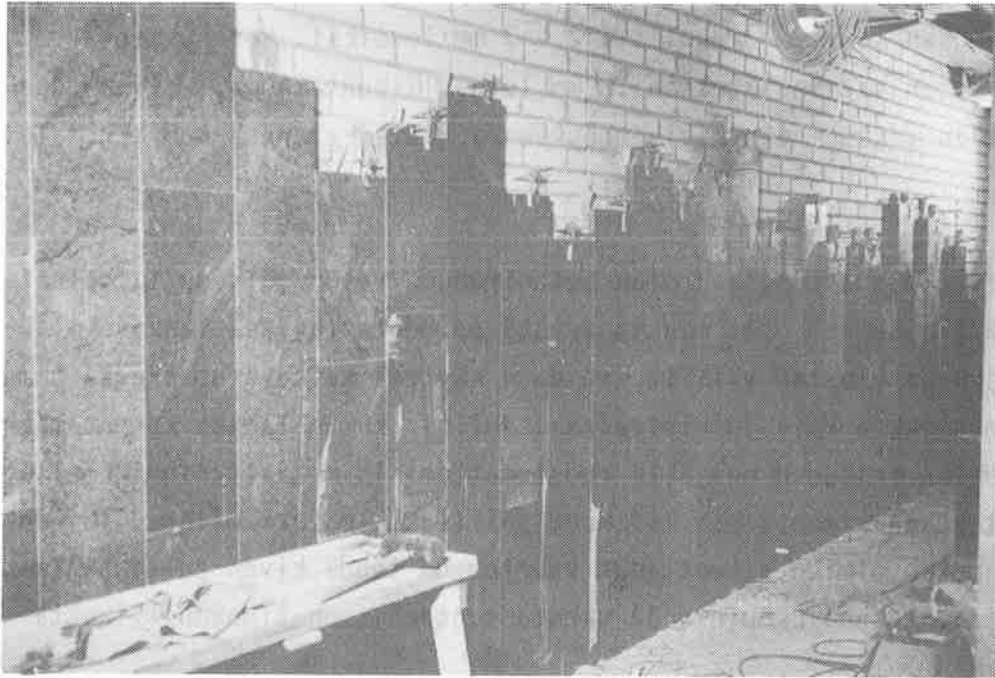
Sisäseinäverhouksissa käytetyt laattakoot ovat pienempiä kuin ulko-verhouksissa, normaalisti $0,1 - 0,8 \text{ m}^2$. Laattapaksuudet ovat marmorrilla yleensä 20 - 25 mm ja graniitilla 20 - 40 mm pintakäsittelystä,

laattakoosta ja kiinnitystavasta riippuen. Pienehköjä seinäpintoja esim. kylpyhuoneessa päällystetään myös vakiomittaisilla 8 - 10 mm:n paksuisilla kivilaatoilla (ks. 3.2.7). Jos laattojen sivut ovat sileät ja reunat sahatut, tehdään saumat normaalisti 2 - 3 mm leveiksi. Verhouksen ja seinien ja katon väliin jätetään 10 mm leveä liikuntasauva. Liikuntasauvoja käytetään sisäseinien kiviverhouksessa muuten yleensä 3-5 m:n välein /17/.

Mikäli kiviverhous asennetaan pian betonirungon valun jälkeen tai alhaisessa lämpötilassa tai, jos muusta syystä on odotettavissa pakkovoimia kivilaattojen ja alustan välillä, voidaan käyttää seinäverhouksessa samaa kiinnitystekniikkaa kuin julkisivuissa, jolloin kukin laatta kannatetaan ja kiinnitetään erikseen neljällä ruostumattomalla metallikiinnikkeellä ja saumat tehdään kimmoisasta liikkeet sallivasta materiaalista. Toinen tapa estää pakkovoimien aiheuttamat vauriot on tehdä kiven ja taustalaastin tartuntakohtaan liukupinta ja varata suhteellisen tiheään liikuntasauvoja.



Kuva 28. Erilaisia luonnonkivisen seinäverhouksen kannatus- ja kiinnitystapoja. Kannattimet ja kiinnikkeet ovat ruostumattomasta materiaalista tai kuumasinkittyjä /18/.



Kuva 29. Rakenteilla oleva sisäseinäverhous luonnonkivilaatoista.

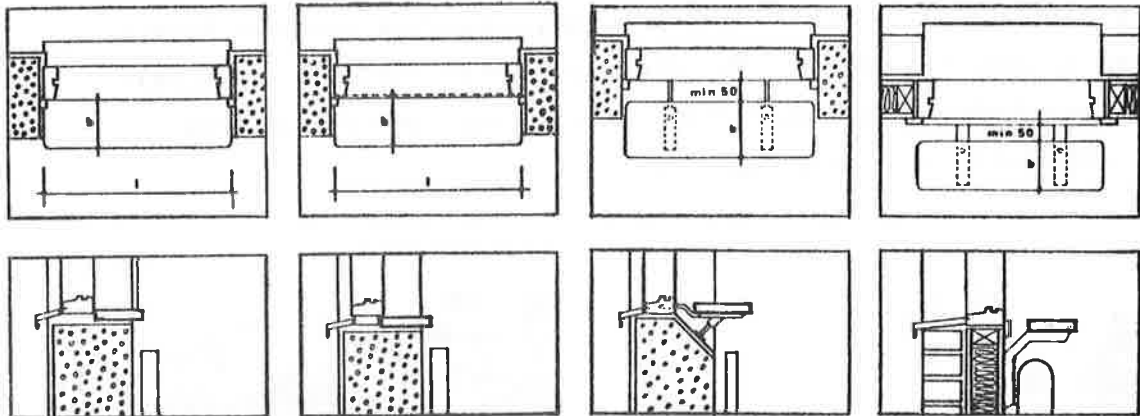
Ikkunapenkit

Ikkunapenkissä käytettävän materiaalin tulee kestää vettä, auringonvaloa ja lämpötilanvaihteluja. Lisäksi ikkunapenkiltä vaaditaan tietty taivutuslujuus ja helppo puhdistettavuus. Luonnonkivisten ikkunapenkkien tavalliset leveydet ovat 150 mm ja 200 mm ja paksuudet kivilajista riippuen 20 - 30 mm \pm 2 mm. Yli 2 m pitkät ikkunapenkit tehdään yleensä useasta lyhyemmästä palasta. Näkyvät reunat pyöristetään 3 mm:n säteellä tai faasataan. Vapaat nurkat pyöristetään 3 - 10 mm:n säteellä. Tarvittaessa tehdään myös erikoisprofiileja. Pintakäsittely on tavallisesti hienohiottu tai kiillotettu. Pintojen suojaamiseksi likaantumiselta voidaan erityisesti vaaleat ja huokoiset kivet vahata tai silikonikäsitellä /3/.

Kuvassa 30 on esitetty eräitä ikkunapenkkityyppejä. Ulokkeilla kannatetut penkit mitoitetaan yleensä kestävämmän riittävällä varmuudella yhden aikuisen henkilön keskinen kuorma. Taulukossa 7 on esitetty ruotsalaisen Stenindustrins Forskningsinstitutin laatima luonnonkivisten ikkunapenkkien mitoitustaulukko /17/.

Taulukko 7. Ulokkeisiin tuettujen luonnonkivisten ikkunapenkkien tukivälit ja tukien määrät /3/.

Pituus (mm)	Leveys (mm)	Marmori ja kalkkikivi Paksuus (mm)			Graniitti Paksuus (mm) 25	Liuske Paksuus (mm) 25
		20	25	30		
600	150	400/2	400/2	400/2	400/2	400/2
	200	400/2	400/2	400/2	400/2	400/2
900	150	400/3	600/2	800/2	800/2	800/2
	200	400/3	800/2	800/2	800/2	800/2
1200	150	400/4	500/3	800/2	800/2	800/2
	200	500/3	800/2	800/2	800/2	800/2
1500	150	350/5	600/3	600/3	600/3	1000/2
	200	500/4	600/3	1200/3	1000/2	1000/2
1800	150	400/5	600/4	800/3	800/3	800/3
	200	500/4	800/3	1200/2	800/3	1200/2



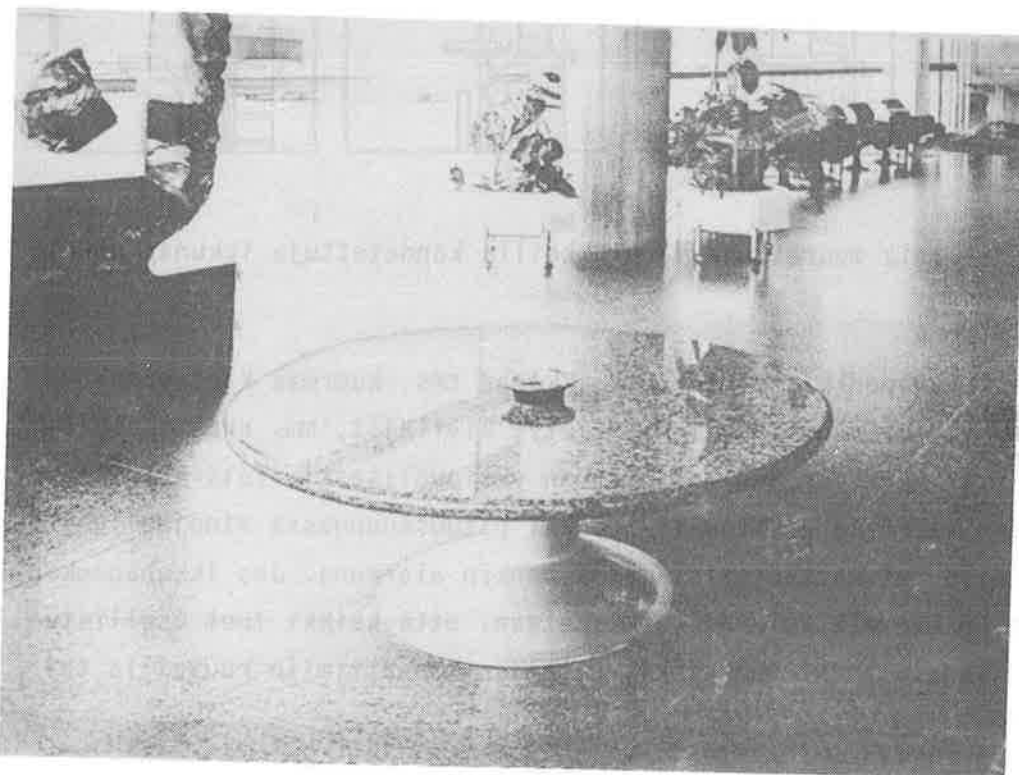
Kuva 30. Erilaisia muurattuja ja ulokkeilla kannatettuja ikkunapenkkejä /3/.

Muurattavaa ikkunapenkkiä ei käytetä ikkunaa tms. kuormaa kantavana. Kivipenkin päitä ei muurata kiinni. Tietyt kivilajit, mm. eräät kalkkikivet, pyrkivät käyristymään kastuessaan yksipuolisesti. Tätä käyristymistä voidaan vähentää asettamalla penkki pituussuunnassa vinojen laastinauhujen päälle tai kosteuseristämällä penkin alareuna. Jos ikkunapenkin kannakkeita on enemmän kuin 2, varmistetaan, että kaikki tuet osallistuvat penkin kannatukseen. Penkki kiinnitetään kannattimiin ruuveilla tai liimalla /3/.

Pöytälevyt ja koriste-esineet

Pöytälevyiksi, lampunjaloiksi, kukkamaljakoiksi, tuhkakupeiksi, mortteleiksi tms. soveltuvat periaatteessa kaikki kivilajit. Pintakäsittelytavan ja kappaleen muodon valinta perustuu lähinnä ulkonäkövaatimukseen. Esteettisistä ja käytännöllisistä syistä huonekaluissa ja koriste-esineissä käytettävät luonnonkivet ovat useimmiten kiillotettuja tai hienohiotuja. Kiillotetun marmorin ja kalkkihiekkakiven käytössä on otettava huomioon, että happamat aineet, kuten etikka, viini tai hedelmämehu, saattavat vahingoittaa kivipinnan kiiltoa. Vaalean, huokoisen kiven pinta voidaan suojata likaantumista vastaan esim. silikonikäsittelyllä.

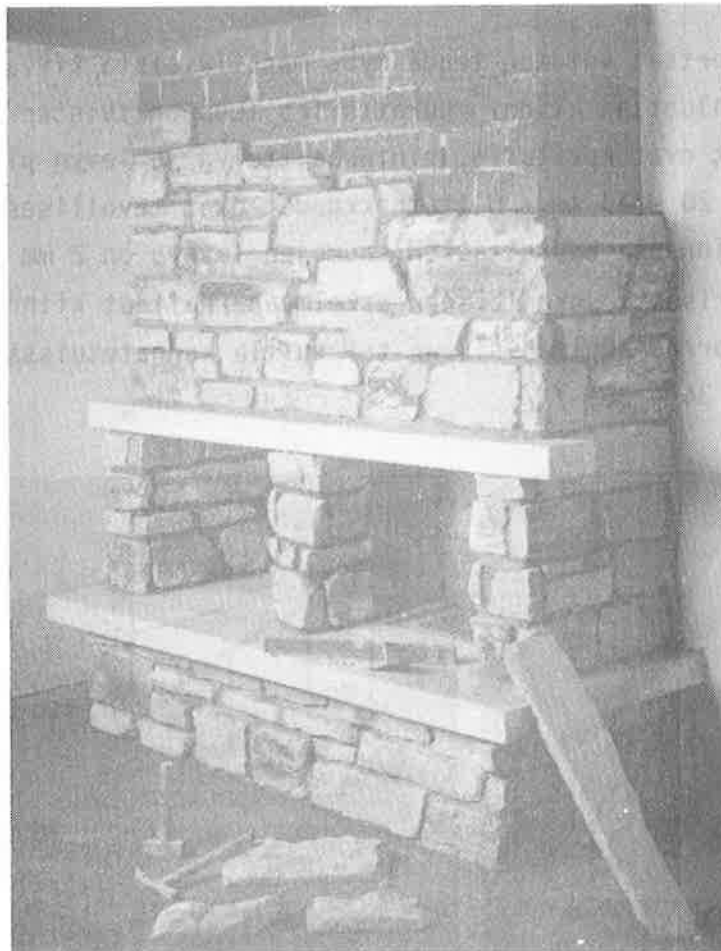
Pöytälevyjen paksuudet vaihtelevat kivilajista riippuen siten, että marmorilevyt ovat tavallisesti 20 - 25 mm ja graniittilevyt vastaavasti noin 30 mm paksuja. Vapaasti reunoilta tuetussa pöytälevyssä ei saa olla pieniäkään halkeamia tai muita heikkousvyöhykkeitä, ja sen taivutuslujuuden on oltava vähintään 10 MPa. Levyjen muoto vaihtelee tilaajan toivomusten mukaan. Pöytälevyjen särmät faasataan ja kulmat pyöristetään kuten ikkunapenkeillä. Tilauksesta toimitetaan myös erikoisprofiloituja reunoja (kuva 31).



Kuva 31. Kiillotettu graniittinen pöytälevy.

Tulisijat

Takat, uunit, grillit tms. voidaan tehdä luonnonkivestä kokonaan tai osittain. Tulipesässä ja muissa tulisijojen kuumimmissa paikoissa soveltuvat käytettäväksi vain korkeita lämpötiloja kestävät kivet, kuten vuolukivi ja eräät liuskeet /30/. Muissa tulisijan osissa voidaan käyttää lähes kaikkia kivilajeja. Kivilaattojen, -harkkojen, -palkkien ja -penkkien koot sekä kivilajit ja pintakäsittelyt vaihtelevat tapauksittain lähinnä ulkonäkö- ja kustannussyistä (kuva 32). Asennuksen ja mitoituksen osalta tulisijaverhosten tarkastelu palautuu edellä käsiteltyihin sisäseinäverhoiluun ja ikkunapenkkeihin.



Kuva 32. Tulisijan verhous luonnonkivellä.

3.2.5 Portaat

Luonnonkiven hyvä kulutuksen-, kosteuden- ja säänkestävyys sekä ulkonäkö ovat perustana sen käytölle porrarakenteissa. Sisäportaisiin soveltuvat periaatteessa kaikki kivilajit, ulkoportaissa on graniitin käyttö yleisintä. Sisäportaiden pintakäsittely on tavallisesti hiottu. Ulkoportaissa käytetään yleensä karkeita pintakäsittelyjä.

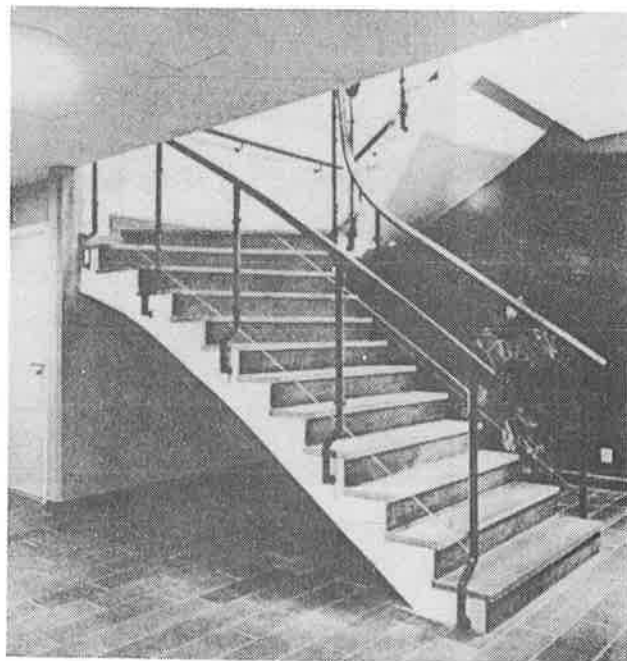
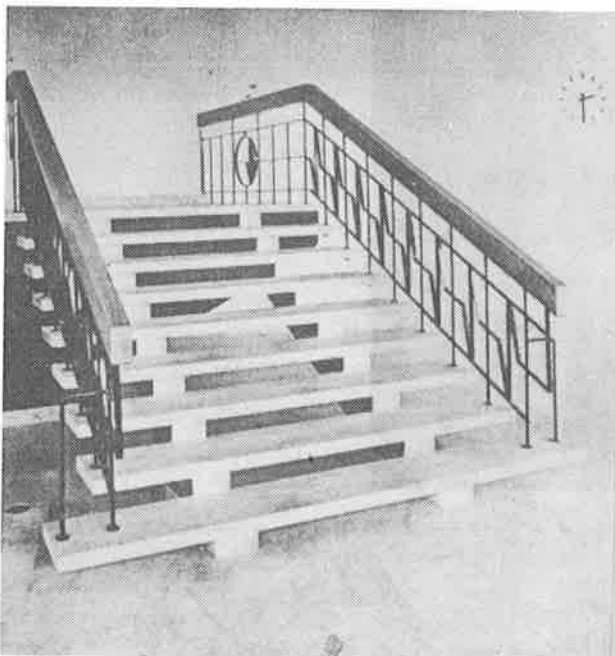
Sisäportaat

Tavallisimmat sisällä käytetyt kiviporrastyypit ovat

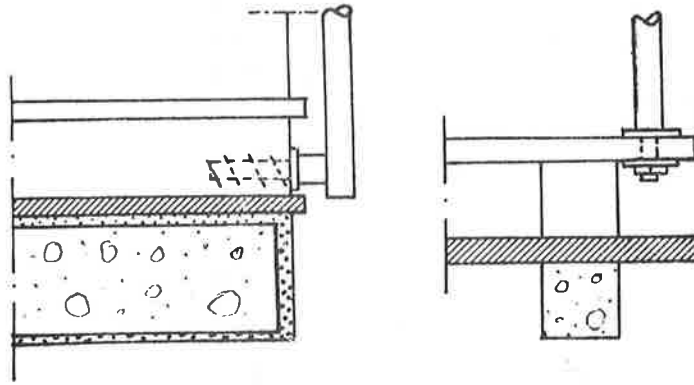
- umpinainen porras, jossa etenemä- ja nousupinnat tehdään kivilaatoista, jotka kiinnitetään alustaan muuraamalla ja
- avoin porras, jossa askelmat ovat vapaasti tuettuja kivipalkkeja (kuva 33).

Sisäpuoliset kiviporta

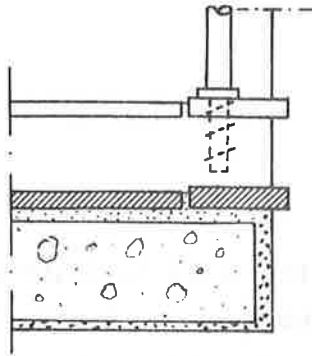
at voidaan tehdä myös massiivisista kiviaskelmista (kuvat 42 ja 43). Alustaan kiinni muurattavien luonnonkivisten porraskaattojen paksuudet ovat kivilajin, pintakäsittelyn ja levyn pituuden mukaan normaalisti 20 - 40 mm. Mittatarkkuudet ovat tavallisesti ± 2 mm. Etenemä- ja nousupinnassa käytettävien saumojen leveys on 2 mm ja saumat sijoitetaan symmetrisesti joka toiseen askelmaan. Kaiteet kiinnitetään, jos mahdollista, porraskaatelman sivuun tai tuilla kannatetuissa portaissa itse kiveen (kuvat 34 - 36) /1/.



Kuva 33. Luonnonkivisiä porrastyyppejä.

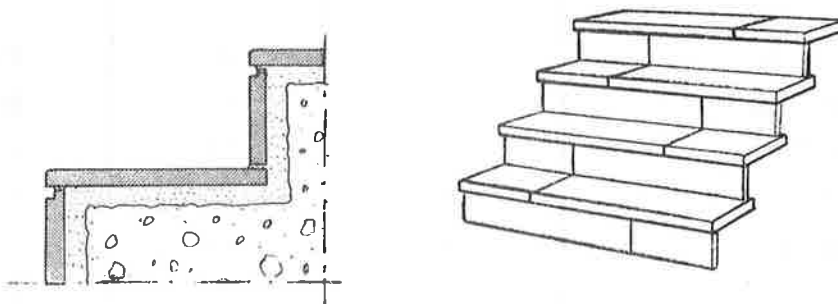


Kuva 34. Kaiteen tavallisia kiinnitystapoja /17/.

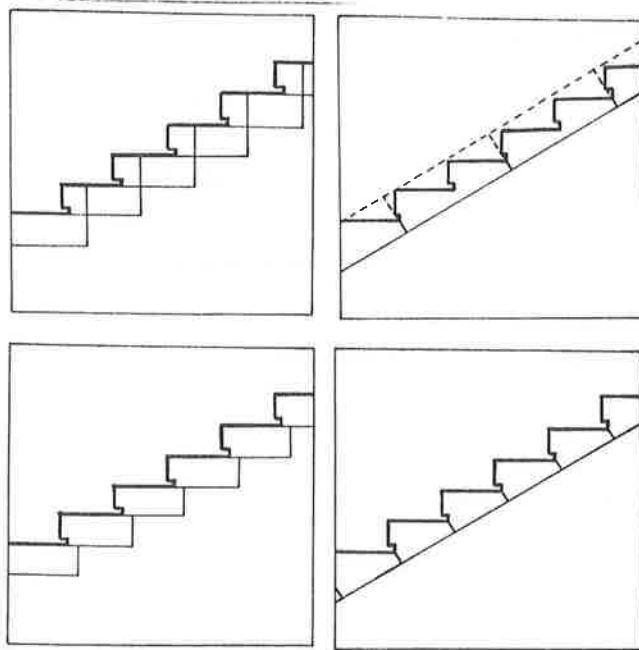


Kuva 35. Kaiteen kiinnitys askeltason läpi käyttämällä erillistä kivilaattaa, joka toimii samalla kuralistana /17/.

Kivilaattojen kiinnityslaastikerroksen paksuus on yleensä 20 - 30 mm. Erityistapauksissa, kun alusta on hyvin tasainen, voidaan käyttää ohutlaastikiinnitystä, jolloin laastikerroksen paksuus voi olla vain 2 - 4 mm. Luonnonkivisiä porrassokkelivaihtoehtoja on esitetty kuvassa 37.



Kuva 36. Tyypillinen muurattu kivilaattapintainen porrask rakenne ja esimerkki saumojen sijoituksesta /3/.

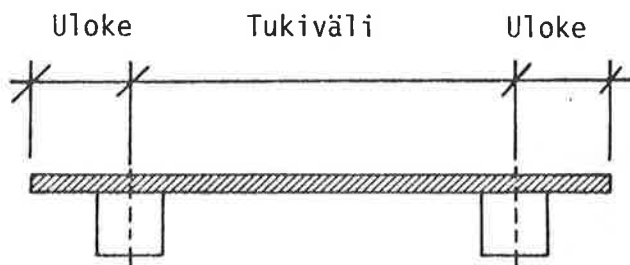


Kuva 37. Luonnonkivisiä porrassokkeleita.

Vapaasti tuettujen porraskelmien enimmäistukivälit ja laattapaksuudet kivilajeittain on esitetty taulukossa 8 ja kuvassa 38. Kivilaatan leveydeksi on oletettu 300 mm ja mitoittavana on aukon keskelle sijoitettu 1,5 kN:n kuorma. Taivutusvetolujuuksina on käytetty marmorilla ja kalkkikivellä 2,0 MPa, graniitilla 3,0 MPa ja liuskeella 4,0 MPa /17/.

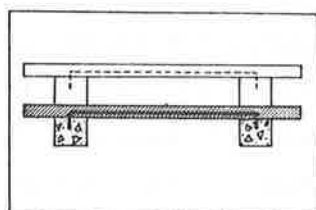
Taulukko 8. Luonnonkiviportaiden mitoitus, esimerkki /17/.

Max. tukiväli/ max. ulokkeen pituus (mm)	Kivilaatan paksuus (mm)		
	Marmori, Kalkkikivi	Graniitti	Liuske
600/150	50	40	35
800/200	55	45	40
1000/250	65	50	45
1200/300	70	55	50
1400/350	75	60	55
1600/400	80	65	60



Kuva 38. Mitoitusesimerkissä käytetyt nimitykset.

Tarvittaessa voidaan kivilaatan taivutusvetolujuutta lisätä raudoituksella. Rautojen päät ankkuroidaan esim. betonipalkkeihin (kuva 39) /17/.

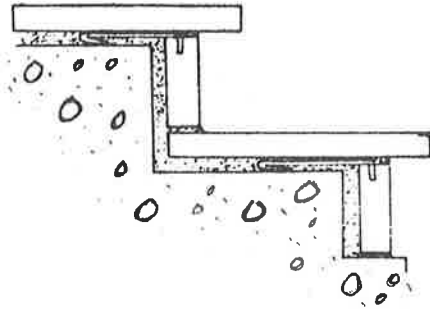


Kuva 39. Luonnonkiviporraskelman raudoitus /17/.

Ulkoportaat

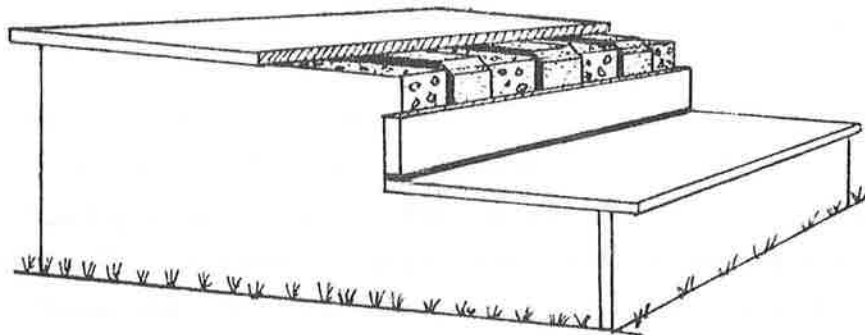
Rakennuksen ulkopuoliset porrastyypit ovat periaatteessa samat kuin sisäporrastyypit, mutta ulkona suositetaan paksumpia kiviä ja karkeampia pintoja kuin sisällä. Kivilajista, pintakäsittelystä ja laatan pituudesta riippuen kivilaattojen paksuudet ovat ulkoportaissa normaalisti 40 - 200 mm. Ulkona käytettävien kiviä on oltava säänkestävää ja portaiden suunnittelussa on huomioitava säärasitusten vaikutukset. Maastoportaat käsitellään kohdassa 3.2.6.

Muuraamalla kiinnitettyjen, ohuista kivilaatoista tehtyjen nousupintojen liikkumattomuus voidaan varmistaa ankkuroimalla ne ruostumattomilla lankakoukuilla yläreunastaan kiinnityslaastikerrokseen kuvan 40 osoittamalla tavalla.



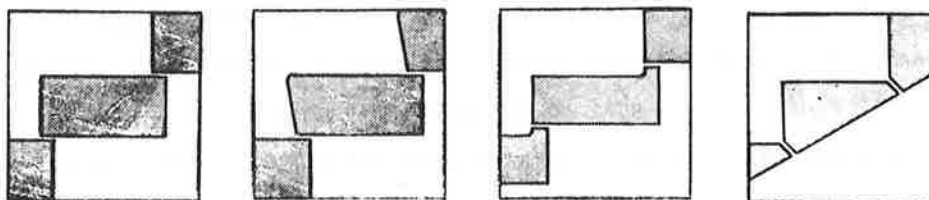
Kuva 40. Ohuilla kivilaatoilla päällystetty ulkoporras, nousupinnan sitominen yläreunasta.

Mikäli betonialustassa ja laastissa virtaa runsaasti vettä, on mahdollista, että liukoiset suolat vaeltavat porraskenteen saumojen läpi ja tahrivat kiven pinnan. Suolatahrojen syntymistä voidaan estää esim. kuvan 41 mukaisella rakenteella, jossa kivilaatat on muurattu laastinauhujen päälle. Suolat saadaan näin kulkemaan kanavia pitkin niiden tahrimatta kivipintoja.

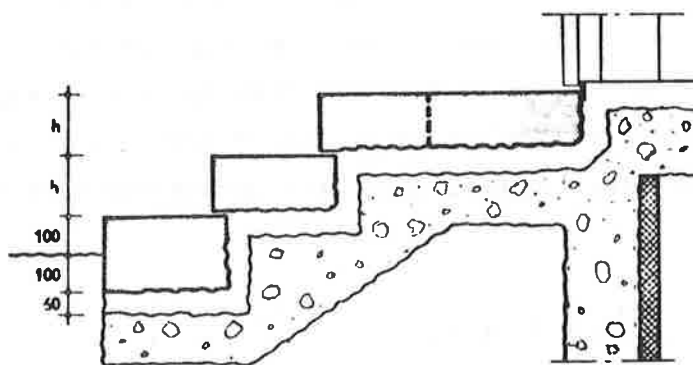


Kuva 41. Ulkoporras, jossa kivipintojen tahriintumista suoloilla on estetty kivilevyjen alle tehdyillä kanavilla.

Massiivisissa portaissa käytettävien kivien muotoilutapoja on havainnollistettu kuvassa 42. Kiven alapinta voidaan joskus jättää osittain viimeistelemättä. Kuvassa 43 on esitetty massiiviset kiviportaat sisäänkäynnin yhteydessä.



Kuva 42. Erimuotoisia massiivisia kiviportaita /3/.



Kuva 43. Tyypillinen massiivinen kiviporraskonstruktio, kiinnityslaastikerroksen paksuus 60 - 70 mm /3/.

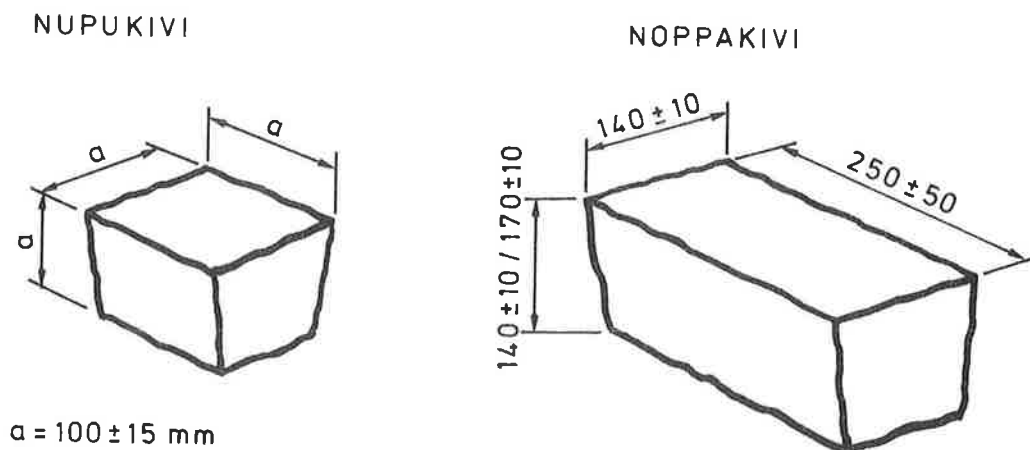
3.2.6 Luonnonkivi ympäristörakenteissa

Luonnonkiveä on kautta aikojen käytetty sen hyvän kestävyys ja ympäristöön luontevasti mukautuvan ulkonäön vuoksi kulkuväylien ja torien päällysteenä ja reunakivenä sekä maastoportaissa ja muureissa. Muita luonnonkiven käyttökohteita ympäristörakentamisessa ovat olleet mm. erilaiset pylväät, penkit, pöydät, tulisijat, kaiteet ja monenlaiset koristekivet sekä veistokset.

Ympäristörakenteissa käytettävän kiven on oltava ehyttä ja kestettävää muuttumatta ilmastorasitukset. Päällysteiltä edellytetään lisäksi hyvää kulutuksen ja kolhujen kestoja ja laatoilta riittävää taivutuslujuutta. Kiven värin, tekstuurin ja tasalaatuisuuden merkitys vaihtelee ympäristökohteissa varsin paljon. Yleisesti ulkonäön merkitys kasvaa käyttökohteen vaativuuden ja kiven pinnan hienousasteen lisääntyessä. Suomessa ovat graniitit ja liuskeet tavallisimpia ympäristörakenteissa käytettyjä kivilajeja.

Kiveykset, reunukset ja laatoitukset

Nupu- ja noppakiviä ja luonnon muotoilemia mukulakiviä käytetään nykyisin pääasiassa torien, aukoiden, pysäköintipaikkojen, luiskien ja pihojen kiveyksiin. Katujen päällystäminen kivillä on harvinaista. Nupu- ja noppakivien koko ja laatu määritellään standardeissa SFS 4157 ja SFS 4158 /32, 33/ (kuva 44). Kivien kokoa, väriä, muotoa ja ladontakuviota vaihtelemalla saadaan aikaan erilaisia kuviosommitelmia.



Kuva 44. Tavalliset katukivityypit /32, 33/.

Nupu- ja noppakiviä asennettaessa levitetään välittömästi kivien alle routimattomalle pohjalle 50 - 70 mm:n kerros soraa, jonka suurin raekoko on kahdeksan millimetriä. Raskaasti liikennöidyissä paikoissa kuivaan soraan voidaan lisätä sementtiä noin viisi prosenttia.

Kivet asetetaan sorakerrokselle mahdollisimman kapein saumoin. Päällistys tiivistetään juntaamalla käsin tai koneella, kunnes kaikki kivet ovat liikkumattomia. Kiveyksen sopivin sivukaltevuus on noin 1 : 40 ja suurin pituuskaltevuus 1 : 15. Saumat täytetään yleensä hiekalla. Osa hiekasta levitetään kivien päälle jo tiivistyksen yhteydessä. Apuna voidaan käyttää vesihuhtelua. Saumojen täytteenä käytetään joskus myös tarkoitukseen sopivaa valettavaa bitumia. Päällistyksen ja pohjamaan väliin tulevat rakennekerrokset mitoitetaan esim. julkaisun RIL 126 mukaan /27/.

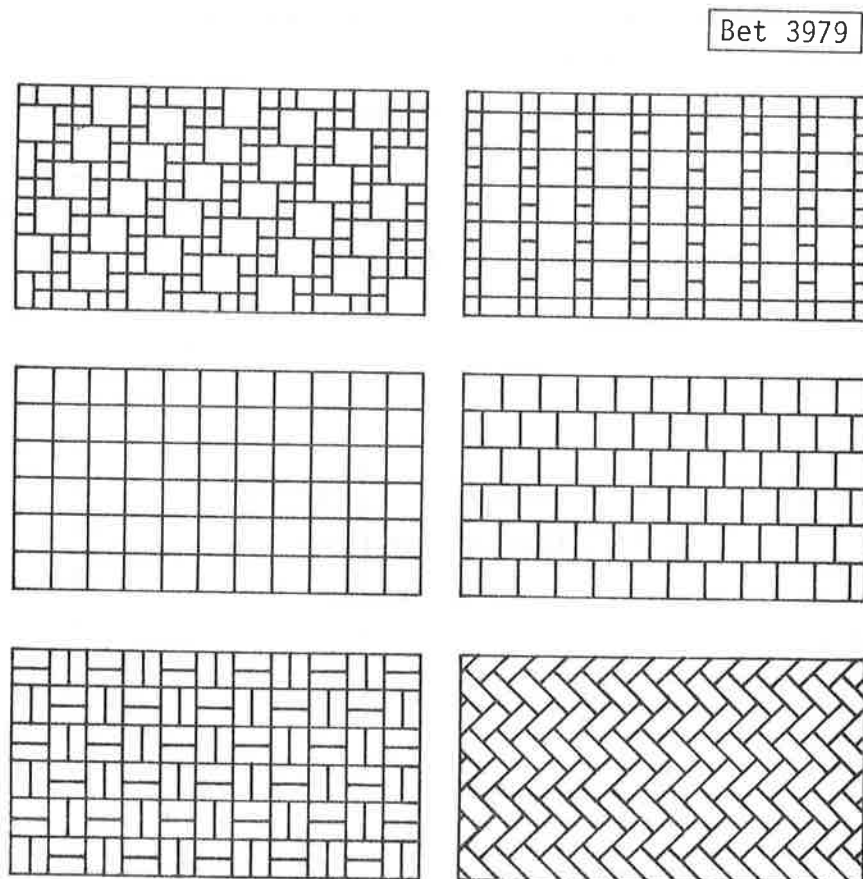
Graniittipalkkien käyttö katujen tms. alueiden reunakivinä on yleistä. Tavalliset kivilajit ovat vaaleanharmaa ja punertava kova graniitti. Reunakivien muoto, mitat ja laatu on esitetty standardissa SFS 4159 /34/. Reunakiviä valmistetaan suoria ja kaarevia eri kaarevuussäteillä. Kivien pituudet ovat 0,9 - 2,5 m. Ajoradan puoleinen reuna voi olla joko nk. raakareuna tai viistetty. Reunakivien korkeus on normaalisti 270 ± 20 mm (näkyvä etupinta ≥ 150 mm) ja kivien vakioleveydet ovat 100 ± 5 - 225 ± 5 mm. Kivien näkyviin jäävien pintojen käsittely on luokiteltu kolmeen asteeseen taulukossa 9 esitetyllä tavalla /34/.

Taulukko 9. Reunakiven pintakäsittelyasteet /34/.

Aste	Käsittely	Nystyröiden max. korkeus (mm)	Lovien max. syvyys (mm)
0 _a	Raaka pinta	10	15
0 _b	Raaka pinta	5	10
1	Hakattu pinta	0	10

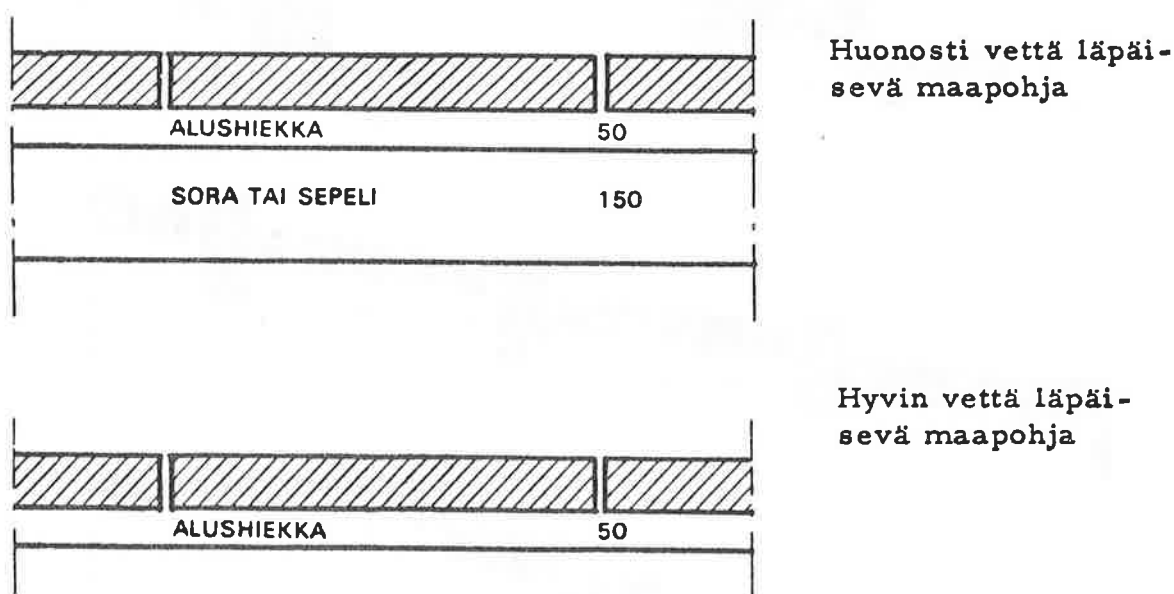
Reunakivien asennusta varten tehdään riittävän leveä, tasainen, routimaton alusta sorasta, murskeesta ja laskusorasta. Mikäli on odotettavissa poikkeuksellisen suuria kuormia, kivi voidaan asentaa myös betonialustalle kiinnityksen varmistamiseksi /34/.

Katukivien tavoin käytetään yleisesti myös kivilaattoja kulkuteiden, aukoiden ja oleskelupihojen päällysteenä vaativissa kohteissa. Graniittilaattojen ohella ovat Suomessa tavallisia katekiviä erilaiset liuske-kivilaatat. Kivilaattoja toimitetaan vapaamuotoisina, karkeasti muotoiltuina tai määrämittäisinä. Hiekka-alustalla suositetaan vähintään 60 mm:n laattapaksuutta, kun laattojen päälle on odotettavissa ajoneuvoliikennettä. Puutarhoissa ja muualla, missä päällystettä rasittaa vain kevyt liikenne, voidaan käyttää ohuempiakin laattoja. Pintakäsittely on graniittilaatoilla sahattu tai karkeampi ja liuskeilla luonnonpinta. Kuvassa 45 on esitetty erilaisia määrämittaisten laattojen asennuskuvioita /2, 27, 28/.



Kuva 45. Kivilaattojen ladontamalleja /28/.

Välittömästi laattojen alle, routimattomalle alustalle, levitetään 20 - 30 mm:n kerros soraa, jonka suurin raekoko on kahdeksan millimetriä. Sopiva sauman leveys on noin kymmenen millimetriä. Saumaus tehdään kuten katukiville. Huonosti vettä läpäisevällä maapohjalla voidaan vesien poistojohtamiseksi tehdä sorakerroksen alle kuivatuskerros sorasta tai sepelistä kuvan 46 mukaisesti. Kuormituksesta ja maapohjan laadusta riippuen käytetään laatoituksen alla tarvittaessa esim. RIL 126 mukaisia rakennekerroksia /28/.

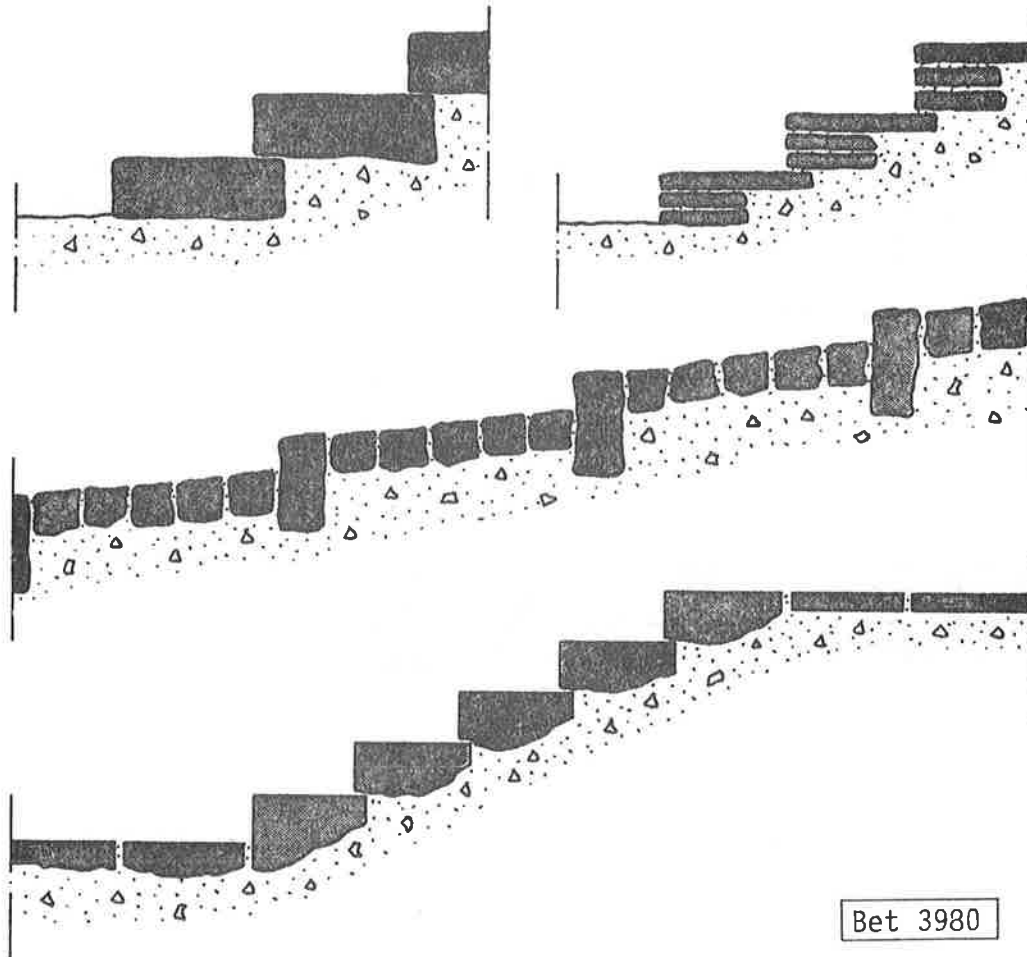


Kuva 46. Kivilaattapäällysteen rakenne kevyesti liikennöidyillä paikoilla.

Maastoportaat

Maastoportaisiin soveltuvat periaatteessa kaikki kivituotteet, joita käytetään ulkopuolisissa päällysteissä ja reunuksissa. Vähemmän vaativissa kohteissa portaita voi sommitella maastoon jopa mielivaltaisen kokoisista kivistä ja lohkareista. Yleisimmät kivilajit maastoportaissa ovat kotimaiset graniitit ja liuskeet. Kuvassa 47 on esitetty eräitä käyttökelpoisia porrasmalleja.

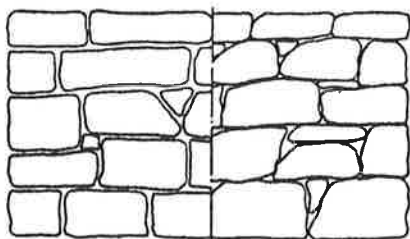
Portaat perustetaan kantavalle pohjalle siten, että ne eivät roudi. Maanvaraisten portaiden alle levitetään alustan kuivatusta varten vähintään 200 mm paksu salaojituskerros esimerkiksi sorasta tai sepelistä. Askelmien pinnat ja tasanteet tehdään kaltevuuteen 1 : 50 - 1 : 100 pintakäsittelystä ja portaiden koosta riippuen /27, 28/. Työssä noudatetaan soveltuvin osin kiveyksien ja laatoitusten yhteydessä esitettyjä ohjeita.



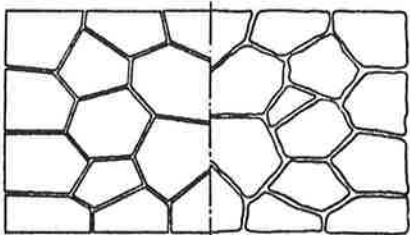
Kuva 47. Maastoportaisissa käytettyjä porraskenteitä. Alusta tiivistetty sora (tarvittaessa betoni).

Aidat ja tukimuurit

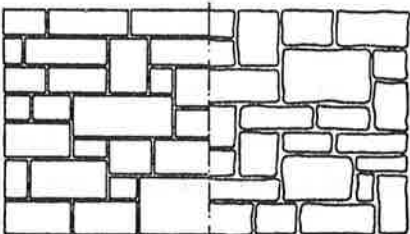
Luonnonkiviaidoissa ja -muureissa voidaan käyttää kaikkia säänkestäviä kivilajeja. Kivet ladotaan aidoissa usein haluttuun limitykseen ilman laastia (ns. kuivamuri). Haluttaessa voidaan kivet muurata limitykseen laastilla. Tukimuurit tehdään yleensä laastimuureina. Luonnonkivimuurit ryhmitellään ulkonäkönsä perusteella neljään eri tyyppiin, jotka on esitetty kuvassa 48 /26/.



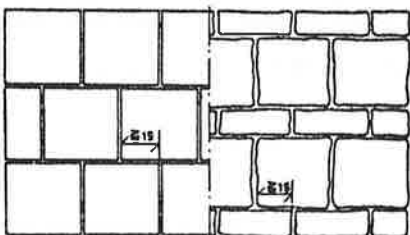
Säännötön muuri (sekamuuri) tehdään verraten säännöttömän muotoisista ja kokoisista kivistä niin, että ulkonäkö on yhdenmukaisesti säännöllinen. Säännötön muuri voidaan tehdä esim. vierinkivistä, lohkokivistä tai louhoskivistä.



Verkkomuuri (monikulmiomuuri) tehdään monikulmiokivistä. Kivien näkyväksi jäävän pinnan tulee olla vähintään 5-kulmainen muurin reunonoja lukuunottamatta. Näkyvässä pinnassa kivet eivät saa suuresti poiketa kooltaan. 3-4-kulmaisia pieniä kiviä voidaan kuitenkin käyttää vähäisessä määrin ellei asiakirjoissa toisin määrätä. Vaakasuoria saumoja on vältettävä, paitsi kulmissa ja nurkissa, joissa saumojen tulee olla vaakasuoria.



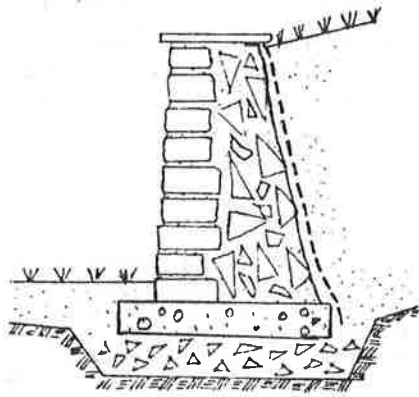
Harkkosekamuuri tehdään limitetyistä erikokoisista harkkokivistä. Saumat eivät ole jatkuvia, vaan vaakasaumat katkaistaan kivillä, jotka eivät saa olla kahta vaakasaumaväliä korkeampia. Pystysaumot eivät saa olla kolmea vaakasaumaväliä korkeampia.



Rivimuuri tehdään saman- tai erikokoisista harkkokivistä niin, että vaakasaumat ovat jatkuvia. Päällekkäisten pystysaumojen välisen etäisyyden tulee olla vähintään noin puolet pienemmän kiven leveydestä, kuitenkin vähintään 15 cm.

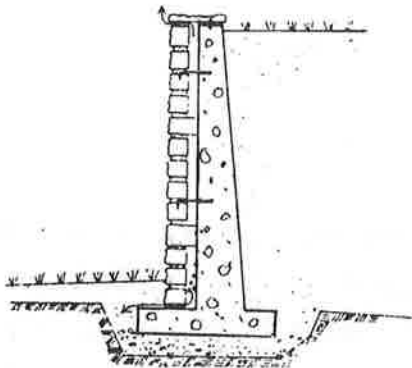
Kuva 48. Luonnonkivisiä muurityyppejä /26/.

Tavallisin luonnonkivinen tukimuurityyppi on esitetty kuvassa 49. Takapinnastaan kalteva muurin taustaosa muurataan sementtipohjaisella laastilla vapaamuotoisista kivi-kappaleista samanaikaisesti muurin näkyvän etuosan kanssa. Muurin perustuksena käytetään tavallisesti routimattomalle pohjalle valettua betonilaattaa. Kosteuden kulku muurin läpi ja suolojen aiheuttama muurin etupinnan tahraantuminen voidaan estää tekemällä vesieristys ja salaojakerros muurin taakse /14/.



Kuva 49. Luonnonkivistä muurattu tukimuri /14/.

Jos tukimuri on korkea tai muuten on odotettavissa suuri maanpaine muurin takana, käytetään yleensä betonista tukimuria, joka verhotaan luonnonkivisellä kuorimuurilla. Suolatahrojen välttämiseksi rakenne voidaan tuulettaa kivimuurin takaa kuvan 50 mukaisesti. Kuorimuri sidotaan betoniin sidelangoilla (4 kpl/m^2) ja muurin vakavuutta ulkoisia kuormia vastaan voidaan parantaa betonipintaan ulottuvilla tukikivillä /14/.



Kuva 50. Luonnonkivillä verhottu betoninen tukimuri /14/.

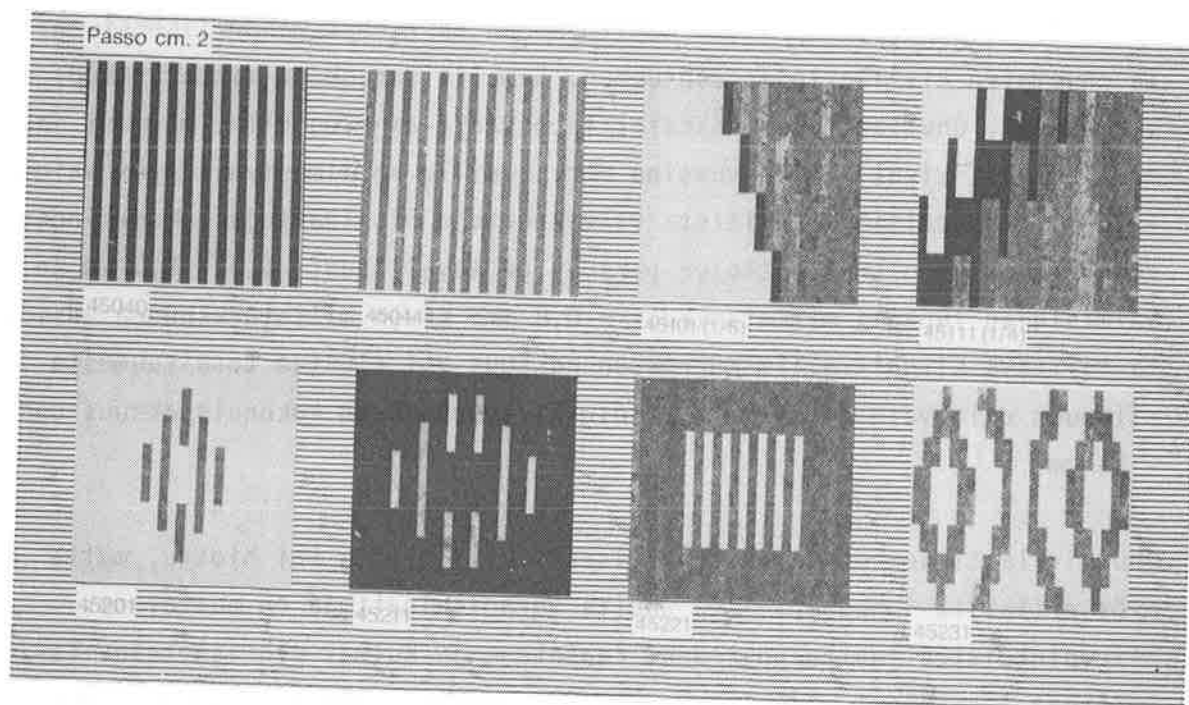
3.2.7 Uutta luonnonkivitekniikkaa

Kiven timanttityöstötekniikan kehittyminen on tehnyt mahdolliseksi entistä ohuempien kivilaattojen sahauksen. Samalla sahauksen mittatarkkuus on parantunut. Ohutlaattojen pääasiallinen raaka-aine on ollut marmori ja muut pehmeät kivet. Viime vuosina markkinoille on ilmestynyt myös vain 8 - 10 mm:n paksuisia graniitista valmistettuja pienlaattoja. Markkinoitavien marmoristen ohutlaattojen paksuus on tavallisesti 6,5 - 9,0 mm ja valmistajan lupaama mittatarkkuus $\pm 0,8$ mm. Kiven mittatarkkuuden ansios-ta riittävä kiinnitysliimakerroksen paksuus voi alustan tasaisuudesta riippuen olla vain 3 - 4 mm, jolloin kiviverhouksen kokonaispaksuus on 10 - 13 mm.

Ohutkivilaattojen pinta on tavallisesti kiillotettu tai hiottu, mutta myös erilaisia lohkopintaisia ohuita verhoilulaattoja on saatavana. Sileäpintaisten laattojen reunat faasataan ja kulmat pyöristetään. Tavalliset laattakoot ovat 150 x 300, 200 x 400 ja 300 x 300, mutta valmistajasta riippuen varastotavarana on muitakin kokoja, myös mm. suunnikkaan muotoisia kivilaattoja. Laattoja tuottavat pääasiassa italialaiset kivenjalostusyrietykset, mutta myös ainakin saksalaisia, ranskalaisia ja ruotsalaisia ohutkivilaattoja on markkinoilla.

Ohuita mittatarkkoja kivipienlaattoja käytetään lähinnä sisätiloissa. Tavallisia käyttökohteita ovat seinä- ja lattiaverhoilut. Perinteisiin ≥ 20 mm paksuihin kivilaattoihin verrattuina ohutlaatan etuja ovat keveys, yksinkertainen kiinnitys laastilla tai liimalla ja pieni tilantarve, joka erityisesti perusparannuksen yhteydessä voi olla määräävä tekijä. Pieniä, keveitä, helposti kuljetettavia kivilaattoja myydään myös tee se itse -rakentajille tarkoitetuissa iskunkestävissä vähittäismyyntipakauksissa, joiden mukana seuraa asennusohje.

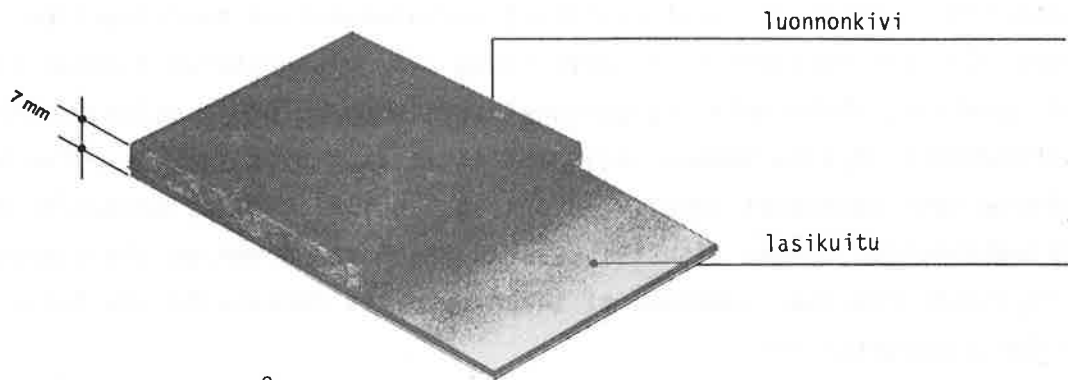
Uutta tuotekehittelyä edustavat raidalliset ja eri tavoin kuvioidut marmorilaatat (kuva 51). Kuviointi perustuu menetelmään, jossa erivärisiä, tietyn paksuisia laattoja liitetään alipaineessa impregnoimalla lujasti kiinni toisiinsa. Tämän jälkeen laattakimppu sahataan liitospintoja vasten kohtisuorasti ohuiksi laatoiksi. Laattapaksuudet, -koot ja käyttötavat ovat vastaavat kuin tavallisilla marmorisilla ohutlaatoilla /9/.



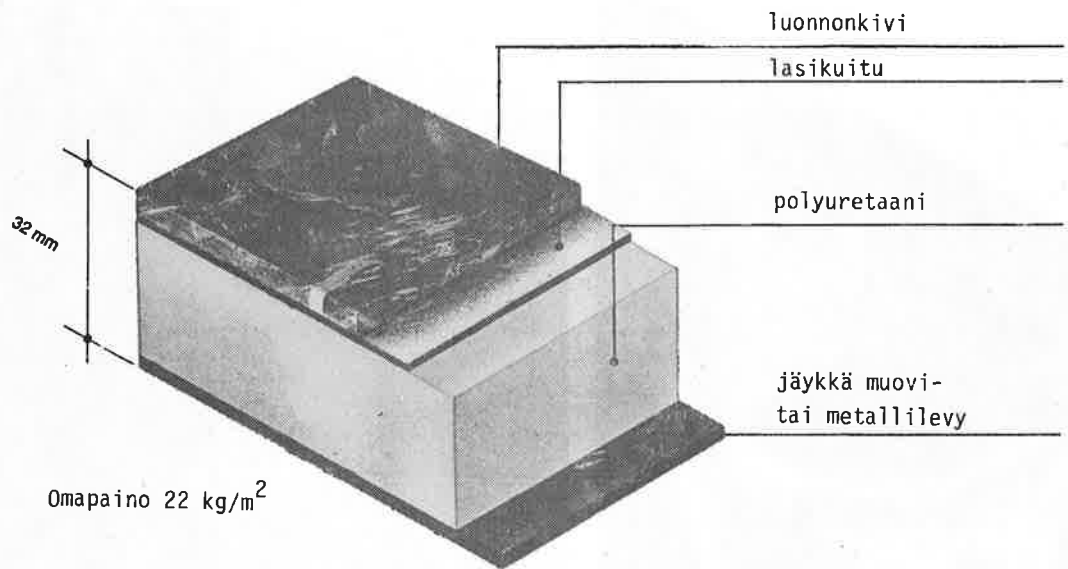
Kuva 51. Kuviollisia marmorisia ohutlevyjä /9/.

Ohuen kivilaatan taivutusvetolujuutta voidaan parantaa lujittamalla laatan toinen puoli lasikuidulla. Lisää jäykkyyttä saadaan kiinnittämällä lasikuitulujitteen päälle esim. polyuretaani ja edelleen muovi- tai metallilevy. Näin saadun rakenteen lujuus on huomattavasti suurempi kuin vastaavanpaksuisen luonnonkivilaatan (kuva 52). Kuormituskokeiden perusteella 6,5 mm paksun lasikuitulujitteisen marmorilaatan taivutusvetolujuus on yhtä suuri kuin noin 20 mm paksun samasta kivistä tehdyn täyskivilaatan. Etuja täyskivilaattaan nähden ovat myös olennaisesti pienempi massa, parempi äänen- ja lämmöneristyskyky ja helpompi työstettävyys /9/.

Lasikuidulla lujitetun ohutkivilaatan vakioimitat ovat $300 \times 300 \text{ mm}^2$, $300 \times 600 \text{ mm}^2$, $600 \times 600 \text{ mm}^2$ ja $600 \times 1200 \text{ mm}^2$. Kerroksellista kivi + lasikuitu + polyuretaani + metallilevy -rakennetta tehdään tilaajan toivomuksen mukaan myös suurempina, jopa yli kolme metriä pitkinä laattoina. Myös 15 mm paksua vastaavaa kerroksellista rakennetta valmistetaan /9/.



Omapaino 18 kg/m²

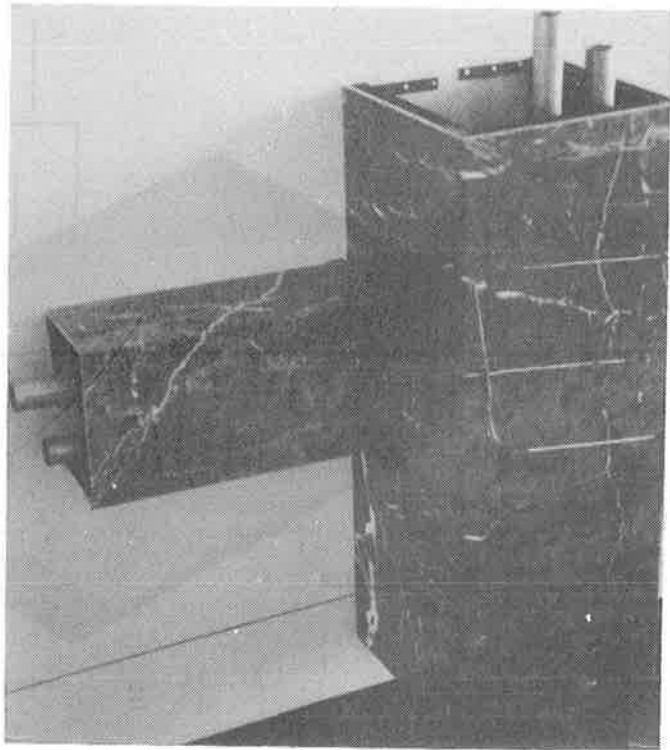


Omapaino 22 kg/m²

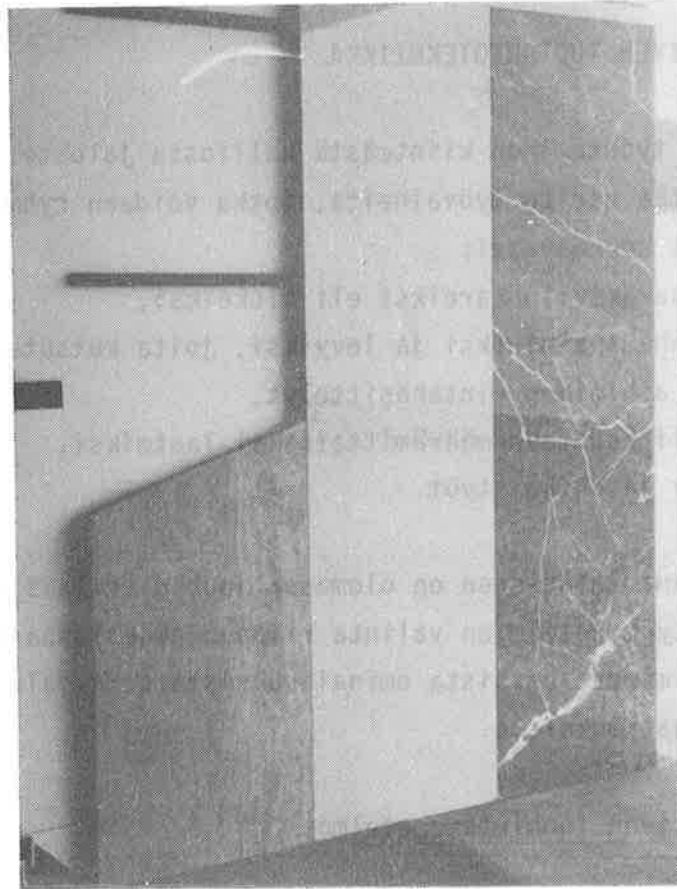
Kuva 52. Ohuen kivilevyn lujitustapoja.

Kerroksellinen kivipintainen verhoiluelementti voidaan kiinnittää alustaan useilla eri tavoilla joko väliaikaisesti tai pysyvästi. Kyseeseen tulevat esim. ruuvit, erilaiset muut mekaaniset tartunnat, magneetit ja liimat /9/.

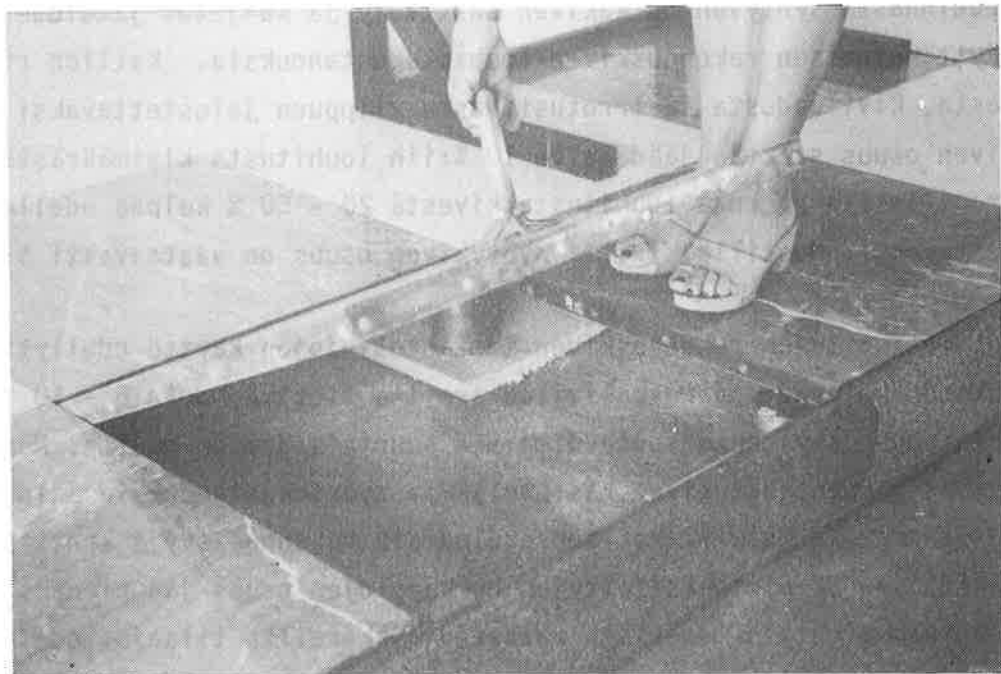
Lujitettuja kivikuorirakenteita voidaan perinteisen luonnonkiven käyttökohteiden lisäksi käyttää lähinnä kohteissa, joissa täyskivirakenteen käyttö ei sen suuren painon tai pienen taivutusvetolujuuden vuoksi ole mahdollista. Tällaisia ovat erilaiset esivalmisteiset kuorirakenteet (kuva 53), siirrettävät seinälevyt (kuva 54), ylösnostetut lattiat (kuva 55), portaat, hissikopit, kylpyhuonetasot, huonekalut ja esivalmisteiset kylpyhuoneet. Myyjän mukaan lujitetut kivilaatat ovat jonkin verran kevyempiä kuin vastaavat täyskivirakenteet. Erilaisten lujitettujen ohutkivirakenteiden käyttö sisustuksessa on valmistajan mukaan yleistynyt erityisesti USA:ssa. Suomessa ei tällantyyppisiä rakenteita ole toistaiseksi käytetty /9/.



Kuva 53. Lasikuidulla lujitetusta, ohuesta marmorilevystä valmistettuja kuorielementtejä.



Kuva 54. Siirrettäviä $600 \times 2\,400 \text{ mm}^2$:n kokoisia luonnonkivipintaisia seinäelementtejä, paino n. 32 kg.



Kuva 55. Ylösnostettava $600 \times 600 \text{ mm}^2$:n kokoinen luonnonkivipintainen lattiaelementti, paino n. 8 kg.

4 RAKENNUSKIVEN TUOTANTOTEKNIikka

Luonnonkivien työstäminen kiinteästä kalliosta jalostetuksi rakennuskiveksi käsittää useita työvaiheita, jotka voidaan ryhmitellä suoritusjärjestyksessä seuraavasti:

- louhinta raakakivilohkareiksi eli blokeiksi,
- blokkien sahaus aihioiksi ja levyiksi, joita kutsutaan myös pelkoiksi,
- levyjen ja aihoiden pintakäsittelyt,
- leikkaus eli kanttaus määrämittäisiksi laatoiksi,
- viimeistely ja erikoistyöt.

Kuhunkin tuotantovaiheeseen on olemassa joukko erilaisia työmenetelmiä. Käytettävien työmenetelmien valinta riippuu pääasiassa työstettävän kiven teknisistä ja mineralogisista ominaisuuksista sekä jalostetulle kivelle asetetuista vaatimuksista.

4.1 Rakennuskiven louhintamenetelmät

Rakennus- ja monumenttikiviä louhittaessa on käytettävä erityisen varovaisia kiven irrotusmenetelmiä, jotta kalliosta saadaan halutun muotoisia ja halutun kokoisia, ehjiä raakakivilohkareita siten, että louhinnassa syntyvä hukkakiven määrä jää mahdollisimman pieneksi. Rakennuskiven louhinnassa syntyvän hukkakiven käsittely ja kuljetus jätalueelle nostaa käyttökelpoisen rakennuskiven louhintakustannuksia. Kallion rikkonaisuudesta, kivilaadusta ja irrotustavasta riippuen jalostettavaksi kelpaavan kiven osuus saattaa jäädä alle 10 %:iin louhitusta kivimäärästä, mutta graniiteilla yleensä louhitusta kivistä 20 - 50 % kelpaa edelleen jalostettavaksi. Mustilla kivillä hyötykiven osuus on vastaavasti 5 - 15 %.

Automatisoitujen rakennuskiven tuotantolinjojen käyttö edellyttää jalostukseen kelpaavilta raakakivilohkareilta tiettyä, noin 8 - 10 t:n vähimmäiskokoa ja yleensä suorakulmaisen suuntaissärmiön muotoa. Nämä edellytykset pienentävät kiven käsittely- ja työstökustannuksia jalostusvaiheessa, ja esimerkiksi suorakulmaisia rakennuslevyjä kanttisahattaessa sahattujen ja pintakäsitteltyjen hukkapalojen osuus jää pieneksi. Etenkin ulkomaan vientiin meneviltä raakakivilohkareilta tilaajat edellyttävät 10 - 25 t:n kappalekokoa ja suorakulmaisuutta. Jos louhinnan jälkeen blokeissa esiintyy vinoja kulmia, ne poistetaan ns. meikkauksella,

jossa tiheää porausta, reikäväli 70 - 300 mm, ja varovaista kiilausta käyttäen lohcareet työstetään kuvan 56 mukaisiksi suorakulmaisiksi blokeiksi.



Kuva 56. Raakakiviblokkeja, paino noin 15 t, Vehmaan punainen graniitti.

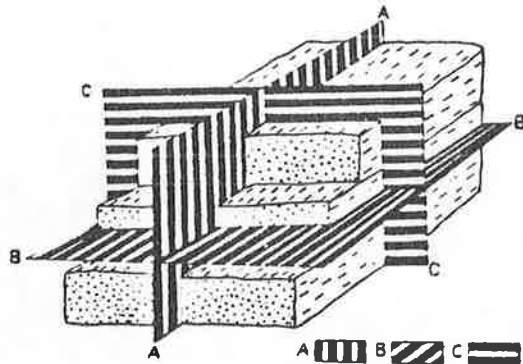
Rakennuskiven louhinnan työmenetelmiin ja työsaavutuksiin vaikuttavat sekä kivilaji- että kalliotekijät, jotka vaihtelevat huomattavasti jopa samankin kivilajin eri rakennuskiviesiintymissä.

4.1.1 Graniittien ja mustien kivien louhinta

Graniitteja ja mustia kiviä, joilla tässä yhteydessä tarkoitetaan rakennuskivinä käytettäviä gabroja, dioriitteja ja diabaaseja, louhitaan räjäyttämällä, kiilaamalla ja polttoleikkaamalla eri menetelmiä aina tilanteen mukaan sopivasti yhdistäen. Graniitteja polttoleikataan, mutta ei mustia kiviä, koska menetelmä edellyttää kvartsia > 30 % kiven mineraalikoostumuksesta.

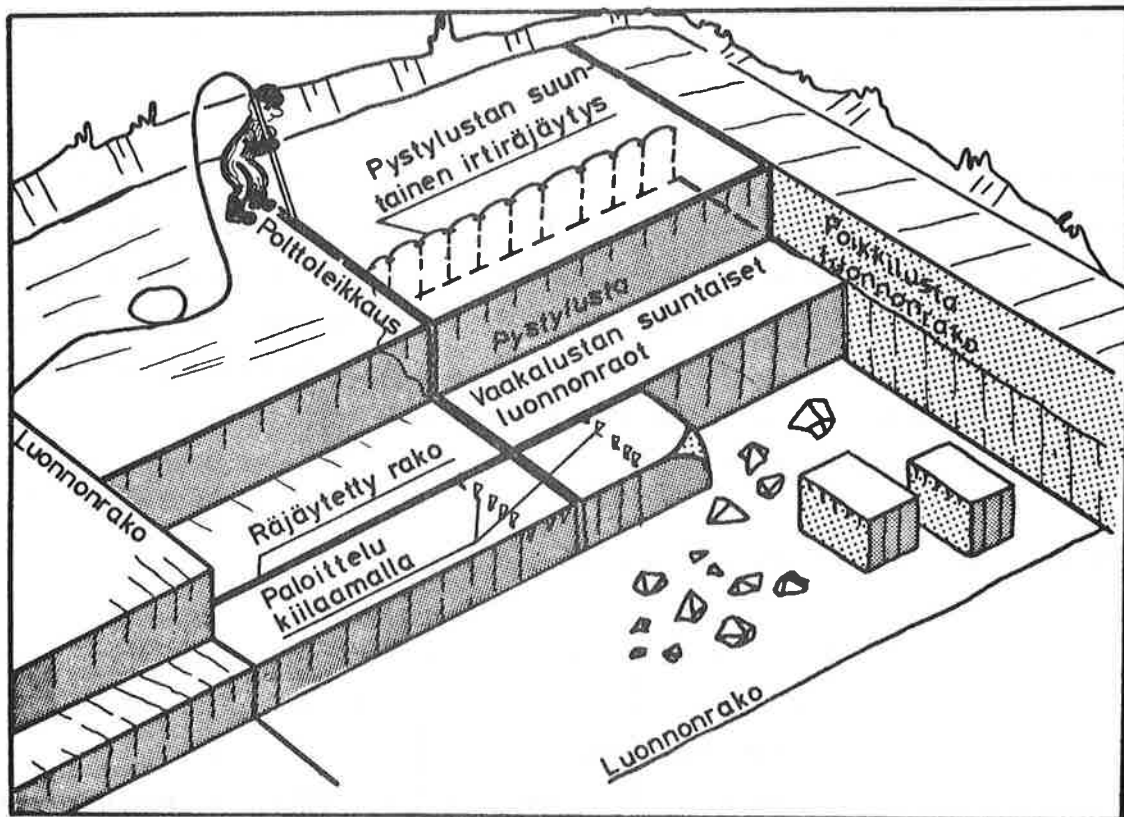
Kiven irrotuksessa käytetään hyväksi kalliossa jo olevia rakoja ja kallion lohkeamistaipumusta määräsuuntiin ns. lustasuuntia. Esimerkiksi graniiteilla lustasuuntia on usein kolme ja ne esiintyvät toisiaan

vastaan lähes kohtisuorissa tasoissa (kuva 57) /12/. Lustasuuntiin kivi lohkeaa suhteellisen helposti ja suoraviivaisesti kiilaamalla ja räjäyttämällä.



Kuva 57. Syväkivikallion lohkeamistaipumus eli lustasuunnat
A = pystylusta, B = vaakalusta, C = poikkilusta /12/.

Sopivasti pengertyneessä rakennuskivilouhoksessa esiintyy vaakalustan suuntaisia rakoja 1 - 5 m:n välein. Tällöin pengermästä voidaan pystylustan suuntaisesti räjäyttämällä irrottaa jopa noin $1\,000\text{ m}^3$:n yhtenäisiä kappaleita, jotka paloitellaan kiilaamalla tai varovasti räjäyttämällä sopivan kokoisiksi raakakivilohkareiksi. Ellei kalliossa luonnostaan esiinny riittävästi poikkilustan suuntaista rakoilua, täytyy pengeraukaista räjäyttämällä tai graniittiesiintymässä polttoleikkaamalla poikkilustan suuntaisia raiiloja, minkä jälkeen kiven irrotus suurina kappaleina on mahdollista. Kuvassa 58 esitetään periaate rakennuskiven louhinnasta sopivan eheästä graniittikalliosta.



Kuva 58. Graniitin louhinta.

Kiven irrotus räjäyttämällä

Räjäytystä varten kallioon porataan lustan suuntaisesti riviin panostusreiät, joiden keskinäinen etäisyys on kivilajista ja irrotettavan kappaleen koosta riippuen 200 - 800 mm. Porauksessa käytetään yleensä 24 mm:n porakokoa ja porauslaitteina ovat yleistymässä hydrauliset riviporakoneet, joilla voidaan porata 1 - 5 reikää samanaikaisesti. Hydraulisen porakoneen teho on noin 3-kertainen ja melutaso vain 1/3 vastaaviin pneumaattisiin laitteisiin verrattuna. Pienissä porakoneissa hydraulikan voimanlähteenä voidaan käyttää esim. traktorin hydraulipumppua ja porakoneen siirrot voidaan tehdä myös traktorin avulla.

Kallion porattavuus ilmoitetaan yleensä vakiokokoisien 34 mm:n kovametalliterän tunkeutumisnopeutena yksikössä cm/min. Porattavuuteen sisältyy myös porustankojen ja kovametallikärjen kulumisen. Kovat mineraalit tylsyttävät terää kuluttaessaan sitä harjalta, sitkeät mineraalit taas pienentävät terän läpimittaa kuluttaessaan sitä sivulta. Pehmeät mineraalit,

kuten kalkkisälpä, eivät kuluta terää paljonkaan, mutta aiheuttavat kova-
metallipalan pinnalle juovaisen syöpymiskuvioituksen /13/.

Eniten vaikuttavat porattavuuteen kuitenkin kiven raekoko ja mineraali-
koostumus. Pora tekee tietään iskemällä, joten hauraat mineraalit lohkea-
vat helpommin kuin sitkeät,ovat mineraalit. Poran tunkeutumisenopeuden
lukuarvo (cm/min) on jokseenkin sama kuin kiven haurausarvo eli sepelin
iskunkestävyys /13/. Taulukossa 10 esitetään vertailu kivilajien poratta-
vuudesta. Tulokset on saatu 34 mm:n kovametalliterää ja ilmeisesti pneu-
maattista porakonetta käyttäen.

Taulukko 10. Kivilajien porattavuus /13/.

	ø 34 mm:n kovametalliporan			
	tunkeutu- misnopeus cm/min.	teroitus- väli porametriä	kestoikä porametriä	kuluminen µm/porametri
Pegmatiitti	45	10	150	30
Rapakivi	50	10	160	30
Pun. graniitti	45	15	160	45
Harm. graniitti	45	15	160	45
Dioriitti	45	10	150	40
Gabro	30	25	250	30
Gran. gneissi	40	10	150	60
Kiillegneissi	55	10	130	68
Kvartsiitti	25	6	60	180
Amfiboliitti	35	9	85	10
Diabaasi	28	8	175	30
Fylliitti	40	10	130	30
Leptiitti	35	8	100	132
Kalkkikivi	65	35	450	10

Rakennuskiven irrotuksessa räjäyttämällä käytetään hitaita räjähdys-
aineita, jotta räjähdyspaine ehtii vaikuttaa murtopintaan tasaisesti
eikä riko kiveä paikallisesti. Aikaisemmin räjäytyksessä käytettiin
mustaruutia, jota tarvittaessa hidastettiin puuhiilellä. Nykyisin musta-
ruutia käytetään ainoastaan erikoistapauksissa. Normaalisti räjäytyksessä

käytetään forsiittiputkipanoksia, joiden räjähdysnopeus on 3 500 m/s, kun se esim. dynamiitilla on 6 000 m/s. Forsiittiputkipanoksia valmistetaan halkaisijaltaan 11 ja 17 mm:n panoksina, joiden vastaavat räjähdysainemäärät ovat 50 ja 100 g. Panokset voidaan liittää jatkoskappaleilla haluttu pituisiksi sauvoiksi, jotka sopivat 24 mm:n poranreikiin.

Rakennuskiveä louhittaessa poranreiät panostetaan tasaisesti koko reiän pituudelta. Reikien avoimissa päissä ei käytetä tukosta, vaan painehiipujen annetaan purkautua avoimista rei'istä, jolloin ne eivät riko kiveä paikallisesti. Räjähdyksen tuloksena vertikaaliseen irrotustasoon muodostuu 50 - 300 mm:n railo ja irrotettava, esim. 1000 m³:n kalliopaasi siirtyy vastaavan matkan vaakatasossa vaakalustan suuntaisen luonnon raon tai "pohjien ampumisella" räjäytetyn vaakaraon päällä.

Kiilaus

Graniiteilla on kolme toisiaan vastaan kohtisuoraa lustasuuntaa ja pieni vetolujuus, kuten kivellä yleensäkin. Tästä syystä graniitteja voidaan louhia ja paloitella jokseenkin suorakulmaisesti porausta ja kiilausta käyttäen.

Kiilaustasoon porataan reikiä, joiden syvyys ja keskinäinen etäisyys riippuu kivilajista ja irrotettavan kappaleen koosta. Normaalisti reikäväli on 50 - 300 mm ja syvyys vaihtelee 100 mm:stä lohkotason läpi ulottuviin reikiin. Ohuita kivilevyjä irrotettaessa, kuten raakalohkareita oikaistaessa, vaaditaan lohkotason läpi ulottuvaa ja tiheää rei'titystä. Kiilauksessa reikiin asennetaan kiilaliuskojen eli likujen väliin teräskiilat, joita kiristetään vuorotellen vasaroimalla, kunnes kivi ratkeaa.

Polttoleikkaus

Kivilajeja, jotka sisältävät riittävästi kvartsia (> 30 %), voidaan leikata polttamalla. Polttoleikkauksen kivi kuumennetaan paikallisesti niin, että se särkyi kvartsimineraalien muodonmuutoksen johdosta, jolloin voimakasta paineilmapuhallusta käyttäen kiveen saadaan syntymään 100 - 150 mm leveä railo. Tummiin kivien, kuten gabrojen ja dioriittien, leikkaus polttamalla ei onnistu niiden vähäisen kvartsipitoisuuden takia. Polttoleikkauksen tehokkuus on punaisilla ja harmailla graniiteilla noin 1 m²/h

ja vastaava öljynkulutus 70 l/h, joten se on varsin hidas ja kallis kiven irrotusmenetelmä. Jos kallio on homogeeninen, menetelmän käyttö on graniitin louhinnassa kannattavaa. Polttoleikkausta käytetään usein avustavana menetelmänä muiden louhintamenetelmien yhteydessä esimerkiksi polttamalla pengermään poikkilustan suuntaisia railoja, jotka vapauttavat kiven kalliossa vallitsevasta jännitystilasta. Tämän jälkeen varsinainen kiven irrotus tapahtuu räjäyttämällä tai kiilaamalla /15/.

Polttoleikkausta periaatteessa hieman muistuttava irrotusmenetelmä on kiven leikkaus voimakkaalla painevesisuihkulla. Tätä menetelmää ei Suomessa ole kokeiltu.

Graniittien louhinta Suomessa on teknisesti pitkälle kehitettyä teollista toimintaa, jossa kehitystä on odotettavissa lähinnä kiven irrotus- ja käsittelykaluston uusiutumisessa ja voimistumisessa, mikä parantaa louhintatehoa. Kiven porauksessa ovat yleistymässä hydrauliset, moniteräiset riviporakoneet. Kiven käsittely louhoksilla tapahtuu nykyisin pääasiassa hydraulisilla kauhakuormaajilla ja erikoislaitteilla varustetuilla maansiirtokoneilla, jotka ovat syrjäyttämässä louhoksilla aikaisemmin käytetyt nostokoneet.

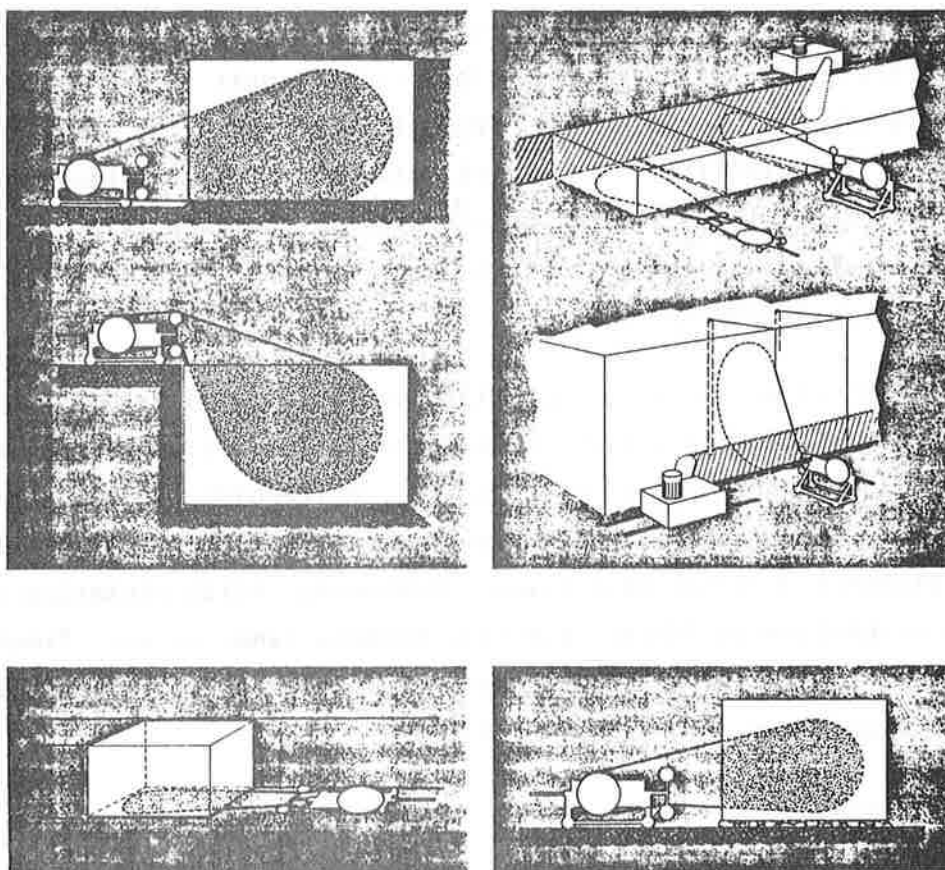
4.1.2 Pehmeiden kivien louhinta

Marmorit, dolomiitit, vuolukivet, hiekkakivet ja liuskeet ovat graniitteihin verrattuna pehmeitä kivilajeja ja niiden lohkosuunnat harvoin yhtyvät horisontaali- ja vertikaalitasoihin. Lisäksi dolomiittiesiintymät Suomessa ovat hyvin rikkonaisia. Tästä syystä niiden louhinta on työlästä ja edellyttää varovaisia irrotustapoja.

Pehmeitä kiviä louhitaan Suomessa pääasiassa porausta ja kiilausta sekä varovaista räjäytystä käyttäen. Louhinta vaatii suhteellisen paljon rei'itystä. Tästä syystä porauksessa ovat yleistymässä vaunuriviporakoneet, joilla irrotustason rei'itys tapahtuu nopeasti usealla terällä samanaikaisesti.

Italian suurilla marmorilouhimoilla on kiven irrotuksessa yleistynyt sahaus, joka pienentää irrotuksessa syntyvää hukkakiven määrää. Sahaus tapahtuu timanttivaijerisahoilla ja kiskoilla liikkuvilla timanttiketju-sahoilla. Timanttivaijerisahan muodostaa timanttihelminen vaijeri sekä

liikkuva moottoriyksikkö, joka pyörittää vaijeria ja pitää sen sopivan kireällä sahauksen ajan. Sahauksen alkaessa timanttihelminen, noin 20 m pitkä vaijeri pujotetaan esim. poranreikien kautta sahattavan tason ympäri. Timanttivaijerisahauksen periaate esitetään kuvassa 59.



Kuva 59. Timanttivaijerisahan ja ketjusahan käyttö marmorin louhinnassa /7/.

Kiskoilla liikkuvassa ketjusahassa on 2 - 3 m:n pituinen laippa, jonka ympäri pyörii timantti- tai kovametallipaloin varustettu terä. Laitteella voidaan sahata marmoriiin 2 - 3 m syviä ja 30 - 40 m:n levyisiä uria tavallisesti sekä pysty- että vaakasuuntaisesti. Ketjusahauksen periaate ilmenee kuvasta 59.

Timanttivaijerisahan leikkausnopeus on 20 m:n pituisella vaijerilla 3 - 6 m²/h ja vaijerin kestoikä 300 - 600 m² ulkomaisilla marmoreilla kiven koostumuksesta ja kovuudesta riippuen. Vastaavissa olosuhteissa syntyy ketjusahalla esim. 38 mm:n levyistä ja 3 m syvää railoa 10 - 15 m²/h /7/.

Pehmeiden kivien louhinnassa on Suomessakin odotettavissa timantti-vaijerikaluston ja ketjusahojen yleistymisen ja louhinnan muuttumisen

käsityövaltaisesta louhinnasta koneelliseksi kiven irrotukseksi. Tällä hetkellä ketjusahaa käytetään Nunnalahdella vuolukiven irrotukseen.

4.2 Raakakiven sahaus aihioiksi ja levyiksi

Kovia rakennuskiviä, joihin luetaan graniitit ja mustat kivet, kuten gabrot, dioriitit ja diabaasit, sahataan tavallisesti teräshiekkaraamisahoilla ja timanttipyörösahoilla. Pehmeitä rakennuskiviä, joita ovat esim. marmorit, dolomiitit, vuolukivet, hiekkakivet ja liuskeet, sahataan timanttipyörösahoilla ja timanttipalateräisillä raamisahoilla. Kiven sahausessa käytetään aina painevettä jäähdyttämään teriä ja kuljettamaan kivijauhetta pois sahausurasta.

Aikaisemmin kiven sahausessa käytettiin yleisesti myös teräsvaijerisahoja. Vaijerisahaussessa kiveä kuluttavana aineena kiven ja vaijerin väliseen uraan syötetään piikarbidihiekkaa. Piikarbidin voimakkaan hinnannousun ja timanttipyörösaajojen yleistymisen takia teräsvaijerisahat ovat menettäneet merkityksensä kiven sahausessa. Niitä käytetään nykyisin vain erikoistöissä lähinnä kaarevia pintoja sahattaessa. Timanttivaijereiden yleistyessä vaijerisahausmenetelmät ovat tulossa uudelleen käyttöön pehmeiden kivien sahausessa.

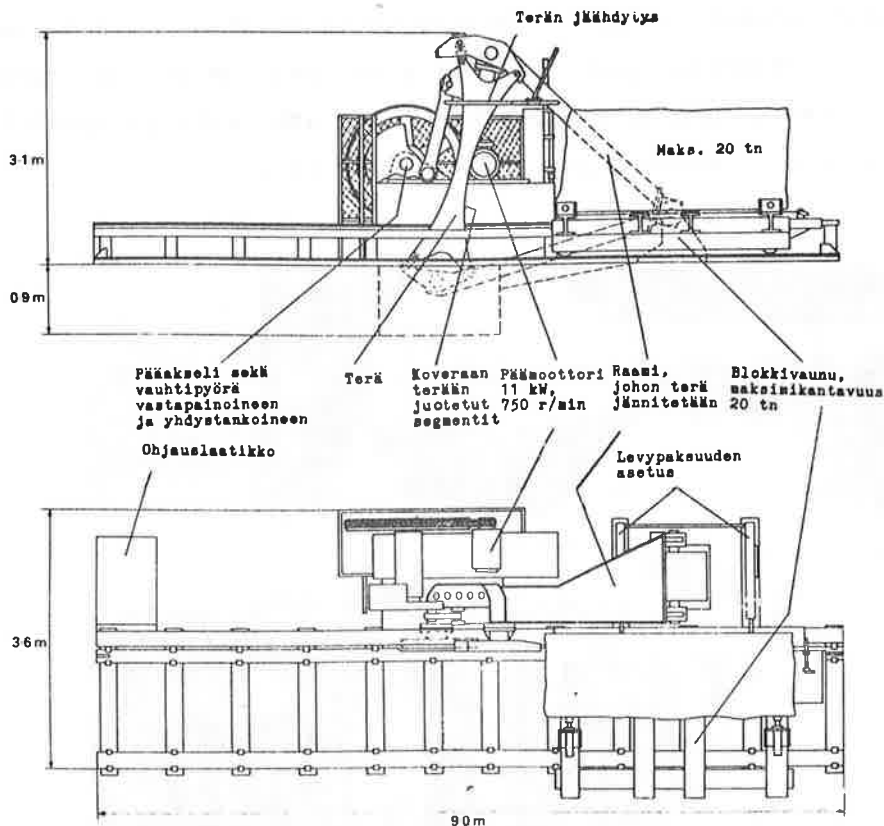
4.2.1 Raamisahaus

Teräshiekkaraamisahoja käytetään pääasiassa 20 - 60 mm:n vahvuisten rakennuslevyjen sahausseen graniiteista. Raamisahaan voidaan kiinnittää vaihteleva määrä teriä, tavallisesti 30 - 50 kpl, ohuita levyjä sahattaessa jopa yli 100 kpl. Vahvoja aihioita raamisahoilla ei juurikaan sahata, koska teräluku jää pieneksi, eikä syöttönopeus tästä huolimatta oleellisesti kasva. Syöttönopeus graniiteilla on teräluvusta riippuen 10 - 30 mm/h ja sahan työsaavutus 1 - 3 m³/h eli samaa luokkaa kuin 1-teräisellä timanttipyörösahalla.

Suomessa teräshiekkaraamisahoja on 6 kpl ja ne ovat keinuvarakenteisia. Niissä käytetään erikoisseosteräksestä valmistettuja hampaattomia latta-teriä. Kiveä kuluttavana aineena syntyyään 3 - 3,5 mm:n sahausuraan syötetään veden kera teräshiekkaa tai terä- ja kvartsihiekan seosta. Raamisahaussess kivilevyjen paksuudessa saavutetaan noin 5 mm:n mittatarkkuus. Mittatarkkuus riippuu oleellisesti terien asennuksen huolellisuudesta, ennen kaikkea terien tasaisesta jännityksestä. Terät jännitetään kiilaamalla.

Paitsi keinuvarakenteisia teräshiekkaraamisahoja, käytetään laahaavia raamisahoja, joissa on rei'itetyt terät ja joiden sahausnopeus on valmistajien mukaan suurempi kuin keinuvarakenteisilla raamisahoilla. Uusinta raamisahatekniikkaa edustaa laahaava ja ääriasennossa nouseva raamisaha. Dolomiitteja ja pehmeitä mustia kiviä sahataan Suomessa jossakin määrin myös timanttisegmentein varustetuilla raamisahoilla.

Viime aikoina on raakakiven sahausessa otettu käyttöön myös vertikaalisuunnassa sahaavia 1-teräisiä keiuvia sahoja. Esimerkiksi kuvassa 60 esitetty sahatyyppi on käytössä 9:ssä eri maassa. Sahassa on timanttisegmentein varustettu neljästä pisteestä hydraulisesti jännitettävä terä, jonka leveys on 6 mm. Sahausuran leveys on 7 mm. Sahalla voidaan sahata raakakivilohkareita, joiden maksimikorkeus on 1 450 mm, maksimipituus 3 700 mm ja maksimileveys riippuu ainoastaan kuljetus- ja nostokapasiteetista. Valmistajan mukaan sahattavien kivilevyjen paksuus voi sarjatuotannossa vaihdella noin 10 mm:stä 250 mm:iin. Erikoisjärjestelyllä on mahdollista sahata 350 mm paksuja levyjä. Graniittia sahattaessa keskimääräinen sahausnopeus on $0,4 \text{ m}^2/\text{h}$ ja timanttisegmenttien kestoikä on noin $80 \text{ m}^2 / 8/$.



Kuva 60. Vertikaalisuunnassa sahaava keiuvu saha /8/.

4.2.2 Timanttipyörösahaus

Suomessa graniitteja ja mustia kiviä sahataan useimmissa tuotantolaitoksissa timanttipyörösahoilla, joiden terähalkaisija on 2 - 3 m, (kuva 61). Suurin sahausvyvyys 3 m:n terällä on 1,2 m ja sahausuran leveys 12 mm. Timanttipyörösahan työsaavutus kvartsipitoisia harmaita ja punaisia graniitteja sahattaessa on 0,5 - 1 m²/h ja mustia kiviä sahattaessa 1 - 3 m²/h. Yhdellä timanttialojen vaihdolla voidaan punaista ja harmaata graniittia sahata noin 500 m² ja mustia kiviä noin 1500 m². Yksi terä kestää noin 15 - 20 seospalakerran vaihtoa. Suurimmissa terissä on noin 140 timanttihelmin varustettua seospalaa.

Timanttipyörösahauksessa teräkustannus kasvaa terähalkaisijan kasvaessa ja punertavilla ja harmailla kvartsipitoisilla kivillä se on suurempi kuin mustilla kivillä. Kovaa graniittia sahattaessa teräshiekkaraamisahausta pidetään timanttipyörösahausta edullisempänä levyaihioiden sahausessa, jos levypaksuus jää alle 50 - 60 mm.

Automaatiikan ja mikroprosessoritekniikan soveltaminen timanttipyörösahoihin on parantanut niiden kilpailukykyä teräshiekkaraamisahoihin verrattuna. Pisimmälle automatisoiduissa laitteissa sahan alle voidaan asentaa useita raakakivilohkareita, jotka kiskoilla kulkeva sahausvaunu työstää etukäteisohjelmoinnin mukaisesti levyiksi automaattisesti ja tarvittaessa ilman valvontaa esim. viikonlopun aikana (kuva 61).



Kuva 61. Automaattiohjattava timanttipyörösaha (Lähde: Eisenwerk Hensel Bayreuth. Esite).

Eri kivilajien sahattavuus timanttiterillä riippuu oleellisesti kiven kvartsipitoisuudesta. Mitä enemmän kivessä on kvartssia, sitä kovempaa se on sahata. Tilanne on päinvastoin kuin kiven polttoleikkauksessa. Taulukossa 11 esitetään suomalaisen kiven sahattavuutta timanttipyörösahoilla lähteen /5/ mukaan. Kukin kivilaatu mitataan normaaliin tapaan ja muunnetaan taulukon 12 sijoitusryhmän kerrointa käyttäen ryhmän I kivilaaduksi. Näin voidaan sahatut m²-tulokset yhdenmukaistaa ja siten eri kivenjalostamoissa ja eri terämerkeillä saatuja m²-tuloksia verrata keskenään /5/.

Taulukko 11. Suomalaisten kivilajien sahattavuus timanttikehäsahoilla, vertailutaulukko /5/.

Ryhmä 0 Kerroin 0,85	Ryhmä I Kerroin 1	Ryhmä II Kerroin 1,3	Ryhmä III Kerroin 1,6	Ryhmä IV Kerroin 1,8	Ryhmä V Kerroin 2,2	Ryhmä VI Kerroin 3
Oulaisten diabaasi Kv. 0 %	Kivijärven gabro Kv. 1 %	Jyväskylän musta Kv. 8 %	Kurun dioriitti Kv. 8-12 %	Varpaisjärven musta	Ristijärven harmaa	Vehmaan punainen karkearakeinen
Korpilahden gabro	Huopanan dioriitti Kv. 4 %	Karjalan musta Sammon dioriitti Kv. 4 %	Toivakan dioriitti Ylämaan ruskea viborgiitti	Kaltimon gabro Kalannin harmaa	Taivassalon ruskea ja punainen Järppilän vaalea ja tumma Kiuruveden vihreä graniitti (Byrokseeni)	Kotkan punainen Kurun harmaa Kv. 32 % Vesannon punainen
Kv. = kvartsi						
Syöttösyvyys Teräskoko \varnothing 300 - 900 mm			20 - 25 mm	10 - 16 mm	6 - 10 mm	
Syöttösyvyys Teräskoko \varnothing 1000 - 3000 mm			12 - 18 mm	6 - 10 mm	4 - 5 mm	
Syöttönopeus 2500 - 3500 mm/min				3000 - 3500 mm	3500 - 4000 mm	

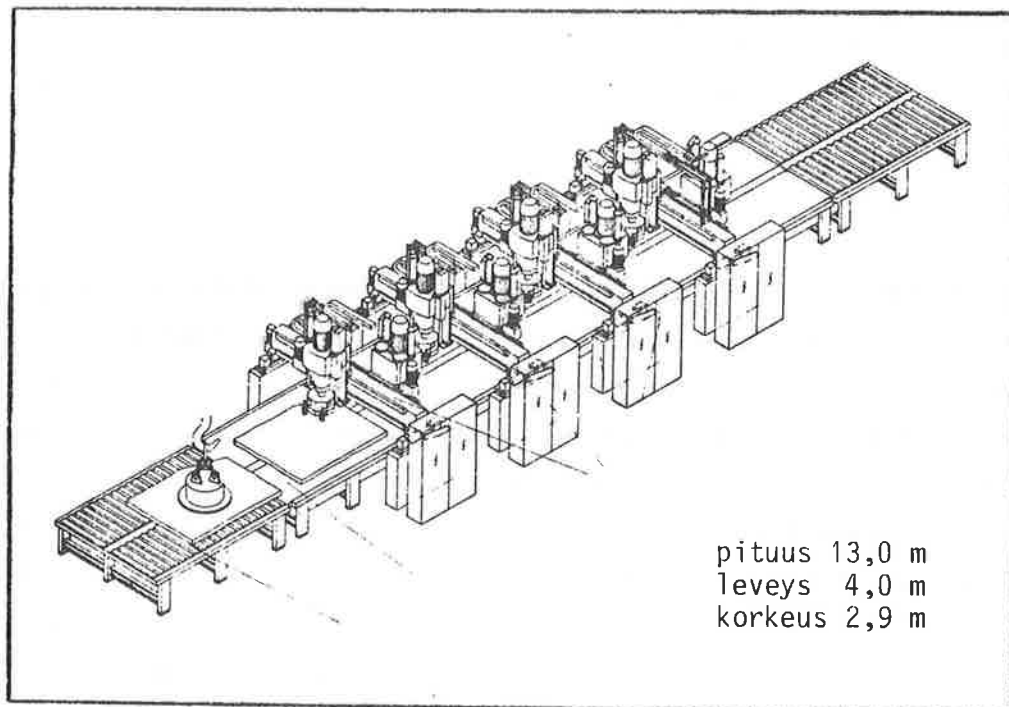
4.3 Rakennuskiven pintakäsittely

Kiven pintakäsittelyt voidaan ryhmitellä hakattuihin, höylättyihin, poltettuihin, hiekkapuhallettuihin, hiottuihin ja kiillotettuihin pintoihin. Hakatuissa pinnoissa erotetaan karkea-, keskikarkea- ja hienohakkaus. Hakkausterästä riippuen pintakäsittelyjä on vielä useita kussakin ryhmässä. Höyläyksessä erotetaan oikohöyläys, karkeahöyläys ja hienohöyläys. Jyrsittyjä ja hiottuja pintoja on edelleen karkeusasteeltaan erilaisia aina täysin kiillotettuun pintaan saakka. Nykyisin yleisimmät pintakäsittelymuodot ovat polttokäsittely, hionta ja kiillotus sekä erilaiset hakatut pinnat, lähinnä ristipäähakkaus ja meislaus. Hiekkapuhallusta käytetään pääasiassa monumentaalisisissa erikoistöissä, kuten patsaissa ja hautakivissä. Eri pintakäsittelytavat kuvataan yksityiskohtaisesti rakennustietokortissa RT 302.3 (liite 1).

Polttokäsittely on Suomessa yleistynyt pintakäsittelymuotona julkisivuverhouksissa, koska se on nopea toteuttaa ja siten hinnaltaan edullinen ja antaa sahatulle pinnalle kiven luonnollisen värin ja lohkopintaa muistuttavan hieman karkean ulkonäön. Karkeusaste riippuu kiven mineralogisesta koostumuksesta. Polttokäsittelyssä kiven pinta kuumennetaan kaasuliekillä lähes sulamispisteeseen ja tämän jälkeen seuraava painevesisuihku rapauttaa sahauspinnasta irtonaiset ja löysät mineraalit pois antaen kivelle luonnollisen värin.

Kivipinnan hakkaus tapahtuu yleensä keveitä paineilmatyökaluja käyttäen. Erilaisia teriä käyttämällä kivelle saadaan joko uurteinen pinta (pukkelointi) tai karkeusasteeltaan erilaisia hakattuja pintoja (ristipäähakkaus, meislaus). Polttokäsittely ja hakkaus voidaan nykyisin tehdä myös automaattisilla työstökoneilla.

Hiottuja ja kiillotettuja kivipintoja valmistetaan hiontalinjoilla, joissa on tavallisesti useita, jopa yli 10 hiontapäätä (kuva 62). Nykyisin on jo käytössä täysin automatisoituja mikroprosessoriohjattuja hiontalinjoja, jotka ennako-ohjelman mukaisesti hiovat halutun osan hiomapöydälle asetetuista kivistä. Hiomapäihin voidaan asentaa karkeudeltaan erilaisia hiontalaikkoja ja myös kiillotuslaikat. Hionta-aineena laikoissa on piikarbidi tai kromioksidi. Kivilevyjen hiontaan on viime aikoina alettu käyttää jossakin määrin myös timanttilaikkoja.



Kuva 62. Graniitin hionta- ja kiillotuslinja. Työstettävien levyjen maksimipituus on 3 500 mm, korkeus voi olla 40 - 220 mm. Suurin hiontaleveys on 2 100 mm.

Täysin kiillotettu kivipinta on lasimainen, ja se tuo eri pintakäsittelymuodoista parhaiten esille kiven luonnolliset värisävyt. Kiillotettu pinta antaa kivelle parhaan suojan kemiallisia epäpuhtauksia vastaan. Suomalaiset kivilajit ovat yleensä erittäin kestäviä säävaikutuksia ja teollisuus- ja kaupunki-ilmaston epäpuhtauksia vastaan. Ne eivät tästä syystä kaipaa mitään erityistä pintakäsittelyä, vaan pintakäsittelyt tehdään lähinnä kiven elävöittämiseksi ja kiven luonnollisen värin esille saamiseksi.

4.4 Levyjen leikkaus laatoiksi

Pintakäsitellyt kivilevyt leikataan määrämittäisiksi rakennuslevyiksi timanttiteräisillä kanttaussirkkeleillä, joita on tavallisesti useita automatisoidussa jalostuslinjassa. Kanttaussirkkeleiden terähalkaisijat ovat 300 - 400 mm. Niillä voidaan vaakatasossa pyörivän pöydän ja etukäteisohjelmoinnin avulla valmistaa sarjatuotantoperiaatteella useamman kokoisia rakennuslevyjä samanaikaisesti. Tämä mahdollistaa pintakäsittelyjen kivilevyjen optimaalisen sauhuksen levyiksi siten, että hukkapalojen osuus jää mahdollisimman pieneksi.

Kivilevyjen leikkaukseen soveltuvaa lasertekniikkaa kehitetään parhailaan eri tahoilla. Tämänhetkisten tietojen mukaan on jo mahdollista rakentaa laserleikkauslaitteita, jotka kykenevät leikkaamaan kovaa kiveä. Lasertekniikalla kivilevyjen työstämiseen saataisiin yksi ulottuvuus lisää, koska laserpolttolaitteella voidaan leikata kaarevia pintoja.

4.5 Viimeistely ja erikoistyöt

Reunasahauksen jälkeen määrämittaiset rakennuslevyt viimeistellään tarvittavilta osin. Esimerkiksi asennuskohteessa näkyviin jäävät reunat pintakäsitellään ja levyihin tehdään kiinnitysosien vaatimat rei'itykset ja uritukset. Monumentti- ja hautakivissä suuren osan viimeistelyä muodostaa reunojen pintakäsittelyt, pintakuvioitukset ja tekstitykset esimerkiksi kiillotettua ja hiekkapuhallettua pintaa vuorottaen. Hautakivien tekstitykset tehdään tavallisesti kiillotetulle pinnalle siten, että pinta peitetään muovikerroksella, johon leikataan tekstitykset ja muut kuviot. Tämän jälkeen kivi hiekkapuhalletaan. Hiekkapuhallus ei vaikuta muovisuojaukseen, vaan syövyttää ainoastaan paljaat kivipinnat. Tällä tavalla kiveen saadaan hyvin tarkat rajapinnat tekstityksen ja erilaisten kuvioden osalta.

4.6 Rakennuskiven teollinen tuotanto

Rakennuskiven työstö raakakivilohkareista valmiiksi rakennuslevyiksi tapahtuu pitkälle rationalisoiduissa kivenjalostamoissa automaattisilla tuotantolinjoilla siten, että linjan alkupäässä raakakivilohkareiden käsittely aloitetaan sahauksella ja eri työvaiheiden jälkeen linjan toisesta päästä saadaan ulos valmis tuote.

Kivenjalostamon tehdassuunnittelussa tulee huomioida tuotantolinjan eri työvaiheissa käytettävien laitteiden kapasiteetti siten, että koko linja toimii joustavasti ja tehokkaasti ja kaikki laitteet voivat työskennellä samanaikaisesti. Lisäksi rakennuskiven tuotantoon liittyy tietty käsityö-
mäisyys ja erikoistyöt, joita ei voida kokonaisuudessaan tehdä rationalisoidulla linjalla, vaan tätä varten asennetaan laitteet erikoistöitä varten. Joustavinta tuotanto on silloin, jos työstettävä kivi voidaan tuotannon eri vaiheissa tarvittaessa siirtää tuotantolinjalta erikoiskäsittelyyn tai päinvastoin.

Kuvassa 63 esitetään eräs rakennuskiven tuotantolinjamalli. Tehdashallin alkupäähän on sijoitettu raakakiviblokkien sahaus käsittäen 3 raamisahaa ja yhden etukäteisohjelmoitavan timanttipyörösahan. Raakakivilohkareet voidaan ottaa sisälle kiskovaunuilla tarvittaessa hallin kummaltakin sivulta ja siirtää sahaukseen. Raamisahoilla sahataan 20 - 60 mm:n vahvuista kivilevyä rakennuslevylinjalle, jonka loppupäästä pakkaamoon saadaan valmis tuote. Ohjelmoitavalla timanttipyörösahalla sahataan erivahvuisia raakakivilevyjä lähinnä ei-standardimaisiin rakennuskiviin ja erikoistilauksiin. Raakakivilevyjen työstö määrämittäisiksi kiviainehioiksi tapahtuu timanttipyörösahan edessä olevalla kanttaussahayksiköllä, joka käsittää kaksi kanttisahapöytää ja pienen siltanosturin varustettuna esim. imukuppikiinnityspäällä. Sahauksen jälkeen kivet voidaan siirtää joko erikoiskäsittelyyn tai tuotantolinjalle esim. polttokäsittelyyn ja viimeistelyvaiheiden jälkeen pakkaamoon.

Täysin kiillotettu kivipinta on lasimainen, ja se tuo eri pintakäsittelymuodoista parhaiten esille kiven luonnolliset värisävyt. Kiillotettu pinta antaa kivelle parhaan suojan kemiallisia epäpuhtauksia vastaan. Suomalaiset kivilajit ovat yleensä erittäin kestäviä säävaikutuksia ja teollisuus- ja kaupunki-ilmaston epäpuhtauksia vastaan. Ne eivät tästä syystä kaipaa mitään erityistä pintakäsittelyä, vaan pintakäsittelyt tehdään lähinnä kiven elävöittämiseksi ja kiven luonnollisen värin esille saamiseksi.

4.4 Levyjen leikkaus laatoiksi

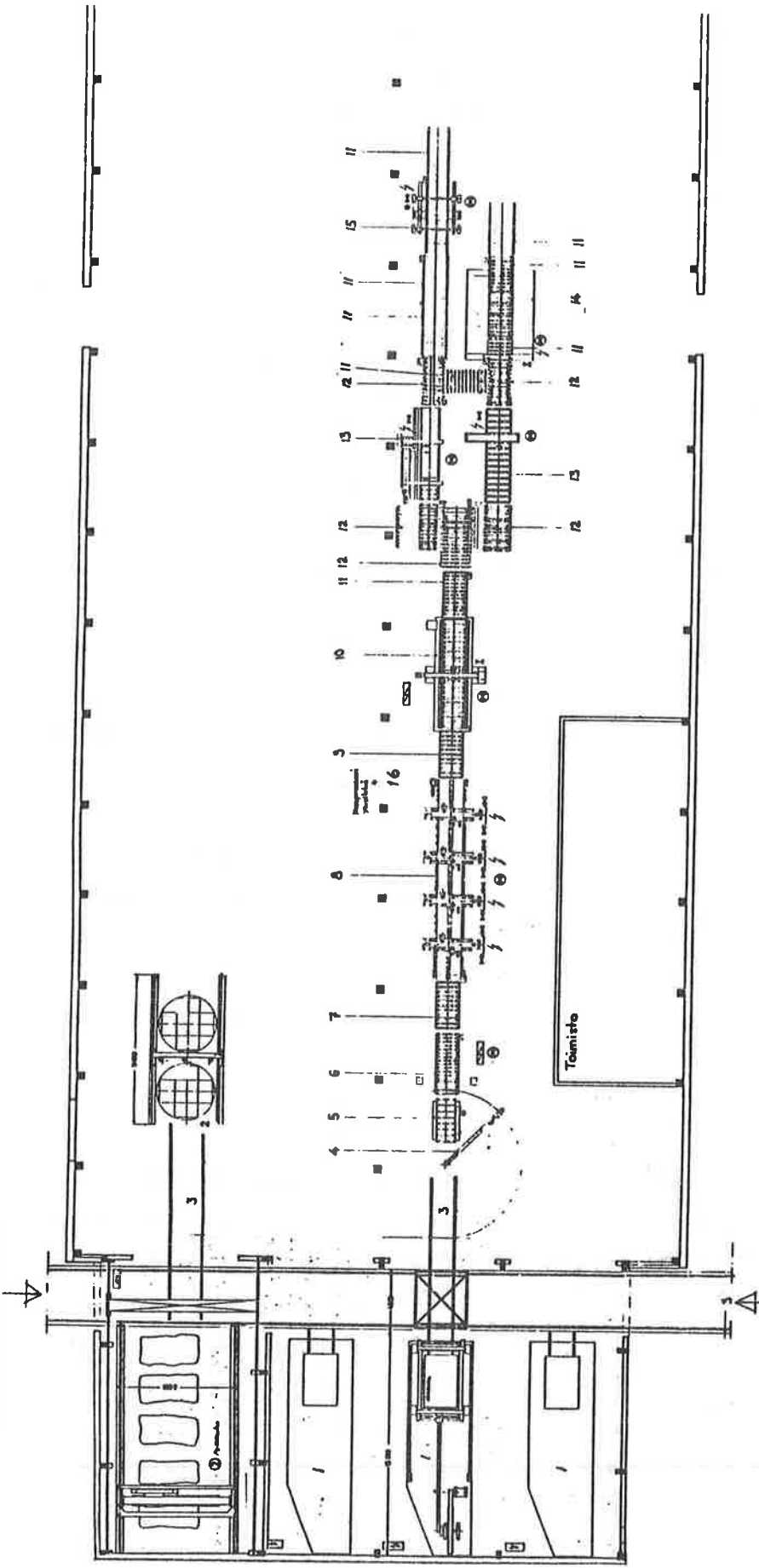
Pintakäsitteltyt kivilevyt leikataan määrämittäisiksi rakennuslevyiksi timanttiteräisillä kanttaussirkkeleillä, joita on tavallisesti useita automatisoidussa jalostuslinjassa. Kanttaussirkkeleiden terähalkaisijat ovat 300 - 400 mm. Niillä voidaan vaakatasossa pyörivän pöydän ja etukäteisohjelmoinnin avulla valmistaa sarjatuotantoperiaatteella useamman kokoisia rakennuslevyjä samanaikaisesti. Tämä mahdollistaa pintakäsitteltyjen kivilevyjen optimaalisen sahauksen levyiksi siten, että hukkapalojen osuus jää mahdollisimman pieneksi.

Kivilevyjen leikkaukseen soveltuvaa lasertekniikkaa kehitetään parhailaan eri tahoilla. Tämänhetkisten tietojen mukaan on jo mahdollista rakentaa laserleikkauslaitteita, jotka kykenevät leikkaamaan kovaa kiveä. Lasertekniikalla kivilevyjen työstämiseen saataisiin yksi ulottuvuus lisää, koska laserpolttolaitteella voidaan leikata kaarevia pintoja.

4.5 Viimeistely ja erikoistyöt

Reunasahauksen jälkeen määrämittaiset rakennuslevyt viimeistellään tarvittavilta osin. Esimerkiksi asennuskohteessa näkyviin jäävät reunat pintakäsittelään ja levyihin tehdään kiinnitysosien vaatimat rei'itykset ja uritukset. Monumentti- ja hautakivissä suuren osan viimeistelyä muodostaa reunojen pintakäsittelyt, pintakuvioitukset ja tekstitykset esimerkiksi kiillotettua ja hiekkapuhallettua pintaa vuorottaen. Hautakivien tekstitykset tehdään tavallisesti kiillotetulle pinnalle siten, että pinta peitetään muovikerroksella, johon leikataan tekstitykset ja muut kuviot. Tämän jälkeen kivi hiekkapuhalletaan. Hiekkapuhallus ei vaikuta muovisuojaukseen, vaan syövyttää ainoastaan paljaat kivipinnat. Tällä tavalla kiveen saadaan hyvin tarkat rajapinnat tekstityksen ja erilaisten kuvioden osalta.

Raakakiviblokit



Raakakiviblokit
sisään

- 1 Raamisaha
- 2 Pyörösaha
- 3 Kaksoisraide
- 4 Pylväsnosturi
- 5 Kippipöytä
- 6 Polttokone
- 7 Syöttökuljetin
- 8 Hioma- ja kiillotuslinja

- 9 Poistorullakuljetin
- 10 Moniteräsaha
- 11 Rullakuljetin
- 12 Nostorullapöytä
- 13 Katkaisusaha
- 14 Timanttisahauslaite
- 15 porakone
- 16 Kompressorisyksikkö

Kuva 63. Rakennuskiven tuotantolinjamalli.

LÄHDELUETTELO

1. Ashurst, J. & Dimes, F. G., Stone in building, its use and potential today. London, Architectural Press. Ltd. 1977. 105 s.
2. Baumann, E., Natural stone in garden design. Anthos 21(1982)2, s. 23 - 36.
3. Borgström, H., Stenhandboken. Stockholm, Institutionen för Materialbehandling med Formlära vid Kungl. Tekniska Högskolan Steninformation, 1968. 130 s.
4. CP 298:1972. Natural stone cladding (non-loadbearing). British Standards Institution, 1972. 43 s.
5. Cronvall Oy, Suomalaiset kivilaadut, sahattavuus. Esite. 1 s.
6. Cziesielski, E., Bauphysikalische und konstruktive Probleme bei Aussenwandbekleidungen. Bautech. 59(1982)2, s. 59 - 66.
7. Diamant Boart S. A., The uses of diamond wires in quarrying. Esite. 2 s.
8. Eglème, P., Nordiax - das einmalige Steinsägelkonzept. Naturstein 1983:1, s. 52 - 54.
9. Fibermar, T-process. Tecnomarmi Maiera, Società per Azioni. Esite. 4 s.
10. Johansson, T., Natursten som golvmaterial. Byggnadsvärlden 1979:7/8, s. 20, 22, 38.
11. Kallion rakenteellisten ominaisuuksien vaikutus louhittavuuteen. Helsinki 1973. Vuorimiesyhdistys, Tutkimusselostus 27. 131 s.
12. Kauranne, K., Rakennuskiviesiintymältä vaadittavista ominaisuuksista. Geologi 1969:6, s. 87 - 89.

13. Kauranne, K., Suomen kallioperä louhinnan kohteena. Helsinki 1970. Insinöörijärjestöjen Koulutuskeskus, INSKO 5 - 70. Louhintatekniikka. s. 1 - 35.
14. Kjellèn, C., Natursten i trädgården. Sten 1980:2, s. 6 - 8.
15. Laitakari, A. J., Suomalaisten rakennuskivien käyttö huomattavasti lisääntymässä. Hakku, 58 (1981) 3 s. 22 - 26.
16. Linnamaa, A., Marmori nykypäivän materiaalina. Rakennustaito 77(1982)14, s. 38 - 39.
17. Magnusson, E., Natursten inomhus. Sten 1979:1-3, Bilaga till sten 1979:4.
18. Matala, H., Luonnonkivipinnat ja niiden kiinnitystekniikka II. Rakennusteollisuus 1981:6, s. 36, 38 - 40, 53.
19. Mesimäki, P. & Pyy, H & Ritola, J., Luonnonkiven rakennusteknisen käytön kehittäminen. Osa 2. Rakennuskiveltä vaadittavat ominaisuudet ja niiden määrittäminen. Espoo 1984. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Tutkimuksia 309. 77 s.
20. Mesimäki, P., Ratvio, J., Rämä, M., Luonnonkiven rakennusteknisen käytön kehittäminen. Osa 3. Luonnonkivijulkisivun rakenteiden ja kivilaattojen kiinnitystekniikan kehittäminen. Espoo 1984. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Tutkimuksia 310. 120 s. + liitt. 10 s.
21. Neuvonen, K. J., Yleinen geologia. Teoksessa: Suomen geologia. Toim. K. Rankama. Helsinki, Kirjayhtymä, 1964. S. 23 - 49.
22. Parpala, M. & Kohtanen, J., Kokemuksia luonnonkivipintaisesta julkisivuelementistä. Betonituote 1978:3, s. 36 - 39.
23. Pihtiputaan liuskekivi Oy, Virkamäen kyhmykiviliuske. 1982. Esite. 6 s.

24. Richtlinien für as Versetzen und Verlegen von Naturwerksteinen Teil II. München, Deutscher Naturwerkstein-Verband e.V., 1979, 83 s.
25. RT 302.1. Luonnonkivet, kivilajit. Helsinki, Rakennustietosäätiö, 1963. 2 s.
26. RT 824.21. Luonnonkivimuurit ja -verhoukset. Helsinki, Rakennustietosäätiö, 1963. 4 s.
27. RT 14-10108. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset 1981, RYL 81. Helsinki, Rakennustietosäätiö, Rakennuskirja, 1981. 438 s.
28. RT 89-10063. Päällystykset ja portaat maastossa. Helsinki, Rakennustietosäätiö, 1979. 8 s.
29. RT S-30669. Luonnonkivilaatta, Kiviliikkeiden Oy. Helsinki, Rakennustietosäätiö, 1981. 2 s.
30. RT S-30759. Tulikivi, Suomen Vuolukivi Oy. Helsinki, Rakennustietosäätiö, 1981. 5 s.
31. RT S-31037. Marmori, travertiini, kalkkikivi ja kvartsiitti (liuskakivi), A.W. Liljeberg Oy. Helsinki, Rakennustietosäätiö, 1982. 2 s.
32. SFS 4157. Nupukivet. Suomen Standardisoimisliitto, 1978. 1 s.
33. SFS 4158. Noppakivet. Suomen Standardisoimisliitto, 1978 . 1 s.
34. SFS 4159. Reunakivet. Suomen Standardisoimisliitto, 1978. 4 s.
35. Simonen, A., The Precambrian in Finland. Espoo 1980. Geologinen tutkimuslaitos, Finl., Bull. 304. 58 s.
36. Ventilerad fasadbeklädnad av natursten. Stockholm, Stenindustrins forskningsinstitut, 1968. 43 s.

37. Virkkunen, M., Suomen rakennuskivistä. Geologisen tutkimuslaitoksen malmiosaston kokous, Turku 15.10.1981. 10 s. + liitt. 2 s.
38. Whitten, D. G. A. & Brooks, J. R. V., The Penguin dictionary of geology. Harmondsworth, Penguin Books, 1972. 495 s.

LUONNONKIVET, pinnat ja pintojen mekaaninen käsittely

1963 **RT 302.3**
SfB D e
UDK 691.21

RYL 1960 C Maatyöt RT 140.1/C
Luonnonkivet, kivilajit RT 302.1
Luonnonkivimuurit ja -verhoukset RT 824.21

Eritelmä:

Käsittelytapa (N:o) ja tarvittaessa
karkeusaste
Esim. RT 302.3/214.2/III

1 MÄÄRITELMIÄ

11 Geologisen sanaston mukaan on kiven halkaisija 20... 200 mm ja kivilohkareen halkaisija > 200 mm. Tässä käytetään molemmista yhteisnimitystä kivi.
Kivilaattojen tai -kappaleiden nimitys paksuuden mukaan, ks. RT 140.1/C, RYL 1960 C Maatyöt.

12 Kivet

121 Vierinkivi on pyöreähkö irtokivi, jonka pinta pääosiltaan on luonnossa hioutunut.

122 Lohkokivi on joko irtokivestä tai kalliosta rikkomalla saatu kappale, jonka pinnoista osa on lohjenneita ja epätasaisia, osa luonnossa hioutuneita.

123 Louhoskivi on kalliota tai kiveä rikkomalla saatu terävsärmäinen kivi, jonka kaikki pinnat ovat lohjenneita.

124 Liuskokivi on kiteisestä liuskeesta, eräissä tapauksissa kerrastuneestakin kivilajista saatu verraten ohut (1... 4 cm) laattamainen, lappelltaan sileäpintainen louhoskivi, joka soveltuu päällysteeksi, katteeksi tms.

13 Käsittelemättömät pinnat

131 Sileäksi hioutunut pinta, luonnossa sileäksi hioutunut (kulunut) pinta, joka pääosiltaan lähes vastaa hiottua pintaa.

132 Tasaiseksi hioutunut pinta, luonnossa verraten tasaiseksi hioutunut (kulunut), pääosiltaan karkeahko pinta.

133 Epätasainen pinta, luonnossa, mineraalien lohkosuuntien tai niiden rae- ja kidemuotojen mukaan epätasaiseksi lohjennut ja sen jälkeen kulunut, verraten särmitön pinta.

134 Lohkopinta, luonnossa, louhittaessa tai halkaistaessa mineraalien lohkosuuntien mukaan lohjennut särmitön pinta. Pinnassa saattaa olla poran tai kiilon jälkiä.
Pinnan osat voivat olla sileät (esim. liuskakivien lappeat).

.1 Normaali lohkopinta

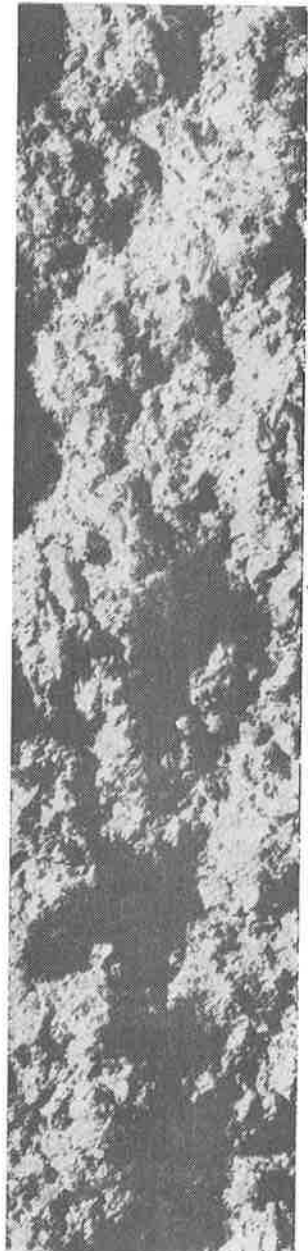
Tasaisuudelle ei aseteta erikoisia vaatimuksia. Pinnan tulee kuitenkin olla niin tasainen, että se soveltuu käytettäväksi ko. rakennusosassa rakennustöiden yleisten laatumääräysten (RYL 1960) mukaisesti.

.2 Tasainen lohkopinta

Valittu tasainen pinta, vähäisiä epätasaisuuksia salliin, poran ja kiilon jälkiä ei sallita.

135 Muut irroitettaessa tai paloitettaessa syntyneet pinnat, joita ei käsitellä edelleen, kuten sahamalla tai jyrsimällä irroitettujen kivien pinnat.

136 Valittu käsittelemätön pinta, jonkin edellä olevan määritelmän (131...135) perusteella tai yksityiskohtaisempien ohjeiden mukaan valittu määrätynlaatuinen pinta.



2 KOVIEN JA PEHMEIDEN KIVILAJIEN PINTAKÄSITTELYT

Liuskakivilajien pintakäsittelyt, ks. kohta 3

Valittu käsittelemätön pinta, ks. Määritelmiä, kohta 136

Taulukoissa on esitetty rinnakkain yleisimpien syväkivilajien ja kerrostuneiden kivilajien sekä näitä vastaavien kiteisten liuskeiden pintakäsittelyasteita karkeimmista hienoimpiin. Jokainen käsittely edellyttää, vaikka vain yksi käsittely määrättäisiin, kaikkia sellaisia olustavia käsittelytapoja, jotka ovat tarpeen vaaditun tuloksen saavuttamiseksi. Kohoumat ja kuopat mitataan teoreettisesta rajapinnasta, jonka tulee olla tilauksessa tai piirustuksessa esitetyn nimellimitan mukainen.

21 Näkyviin jäävät pinnat

Pörrän ja kiilan jälkiä tms. ei sallita käsitellyissä näkyviin jäävissä pinnoissa.

Pinta	Kovat kivilajit Syväkivilajit, kova hiekkakivi ja gneissit		Pehmeät kivilajit Pehmeä hiekkakivi, kalkkikivi, marmori ja vuolukivi	
	ulkonäkö	tavallisin työkalu	ulkonäkö	tavallisin työkalu
211 Oikaishakattut				
1 Raakahakattu	Pääasiassa käsittelemätön, rosainen pinta, jonka reunat ovat samassa tasossa (ellei toisin määrätä). Em. tason alapuolelle ulottuvia kuoppia ei sallita. Kohoumat saavat ulottua ≤ 5 cm tason yläpuolelle	Meisselileka (särmätalteleka) ja piikkihakku (tikkausmoukari)	Pääasiassa käsittelemätön, rosainen pinta, jonka reunat ovat samassa tasossa (ellei toisin määrätä). Em. tason alapuolelle ulottuvia kuoppia ei sallita. Kohoumat saavat ulottua ≤ 5 cm tason yläpuolelle. (Harvinainen marmorin ja vuolukiven käsittelynä)	Meisselileka (särmätalteleka) ja piikkihakku (tikkausmoukari)
2 Nollahakattu	(Harvinainen)		Oikaistu rosainen lohkopinta, jonka reunat ovat samassa tasossa (ellei toisin määrätä). Kohoumia ei sallita. Kuopat saavat ulottua ≤ 5 cm tason alapuolelle (pääasiassa marmorin käsittely)	Piikkimeisseli
212 Karkeiksi hakattut				
.1 Karkeapiikitty	Epäsäännöllinen, elävä, rosainen kuoppapinta. Enintään 2 cm syvyisiä kuoppia sallitaan	Piikkimeisseli	(Harvinainen)	
.2 Pistehakattu	Säännöllinen karkea kuoppapinta. Enintään 2 cm syvyisiä kuoppia sallitaan	Piikkimeisseli	Säännöllinen karkea kuoppapinta. Enintään 2 cm syvyisiä kuoppia sallitaan. (pääasiassa marmorin käsittely)	Piikkimeisseli
.3 Hienopiikitty	Säännöllinen karkea kuoppapinta. Enintään 1 cm syvyisiä kuoppia sallitaan	Piikkimeisseli tai piikkihakku (tikkausmoukari)	(Harvinainen)	
.4 Urapikitty	Karkeaurainen (rihlainen) kuoppapinta. Urat samansuuntaiset, niiden väli c/c 25...45 mm. Enintään 2 cm syvyisiä kuoppia sallitaan	Piikkimeisseli	(Harvinainen)	
.5 Taltattu	Karkea, lähes samansuuntaisesti viiruinen pinta. Enintään 1 cm syvyisiä kuoppia sallitaan	Lohkotaltta	(Harvinainen)	
.6 Ristipäähakattu, I aste	Tasakarkea jyvöpinta. Enintään 1 cm syvyisiä kuoppia sallitaan	12 mm ristipäävasara (pyramidihuippujen väli c/c 12 mm) ¹⁾	(Harvinainen)	
.7 Pukkelihakattu, I aste	Tasakarkea samansuuntaisesti viiruinen jyvöpinta. Enintään 1 cm kuoppia sallitaan	12 mm pukkelivasara (rihlavasara) ¹⁾	(Harvinainen)	
213 Keski- ja karkeiksi hakattut				
.1 Tasahakattu	(Harvinainen)		Verraten tasainen, viiruinen meisselinjälkipinta (teränjaljet samansuuntaiset). Vähäisiä kuoppia sallitaan	Leveämeisseli

¹⁾ Huom! iskun jäljet ovat lähempänä toisiaan kuin ristipää- tai rihlavasaran kärjet, joten ilmoitettu mm-määrä ei ole kiven karkeutta kuvaava.

pinta	Kovat kivilajit Syväkivilajit, kova hiekkakivi ja gneissit		Pehmeät kivilajit Pehmeä hiekkakivi, kalkkikivi, marmori ja vuolukivi	
	ulkonäkö	tavallisin työkalu	ulkonäkö	tavallisin työkalu
.2 Ristipäähakattu, II aste	Karkeahko tasainen jyvöpinta. Enintään 0,5 cm syvyisiä kuoppia sallitaan	7 mm ristipäävasara ¹⁾	(Harvinainen)	
.3 Pukkelihakattu, II aste	Karkeahko samansuuntaisesti viirulinen jyvöpinta. Enintään 0,5 cm syvyisiä kuoppia sallitaan	7 mm pukkelivasara (rihlasvasara) ¹⁾	(Harvinainen)	
214 Hienoksi hakatut	Kuoppia ei sallita		Kuoppia ei sallita	
.1 Ristipäähakattu, III, IV tai V aste ²⁾	Tasainen jyvöpinta	5, 4 tai 3 mm ristipäävasara ¹⁾	Tasainen jyvöpinta	5, 4 tai 3 mm ristipäävasara ¹⁾
.2 Pukkelihakattu, III, IV tai V aste ²⁾	Tasainen samansuuntaisesti viirulinen jyvöpinta	5, 4 tai 3 mm pukkelivasara (rihlasvasara) ¹⁾	Tasainen samansuuntaisesti viirulinen jyvöpinta	5, 4 tai 3 mm pukkelivasara (rihlasvasara) ¹⁾
.3 Hammashakattu, karkea tai hieno ²⁾	(Harvinainen)		Yhdensuuntainen urapinta poikittaisin hammastuksin	4...5 mm tai 2...3 mm hammasmeisseli (meisselin hampaiden väli 4...5 mm tai 2...3 mm)
.4 Urahakattu, karkea tai hieno ²⁾	(Harvinainen)		Yhdensuuntainen verraten sileä urapinta. Urien väli c/c 8 mm tai c/c 5 mm	Leveämeisseli
.5 Martiohakattu	(Harvinainen)		Viirulinen meisselinjälkipinta, jossa samansuuntaiset meisselinjäljet muodostavat yhdensuuntaisia kuvioita kahteen suuntaan, mutta ei yhteisinä urina	Leveämeisseli
215 Sahatut	Kuoppia ei sallita		Kuoppia ei sallita	
.1 Karkeasahattu	Tasainen pinta sahausjäljin, joiden tasaisuudelle ja ulkonäölle ei aseteta erikokoisia vaatimuksia	Eriolaiset sahat (sahanterä tai kivilohkareen alusta liikkuu)	Tasainen, usein verraten sileä pinta sahausjäljin, joiden tasaisuudelle ja ulkonäölle ei aseteta erikokoisia vaatimuksia	Eriolaiset sahat (sahanterä tai kivilohkareen alusta liikkuu)
.2 Hienosahattu	(ei meillä käytetty)	Eriolaiset sahat (sahanterä tai kivilohkareen alusta liikkuu)	Tasainen, usein verraten sileä pinta vähäisin sahausjäljin, jotka ilmasevat sahausuunnan, mutta eivät häiritsevästi vaikuta pinnan ulkonäköön	Eriolaiset sahat (sahanterä tai kivilohkareen alusta liikkuu)
216 Höylätyt	(eivät yleensä sovellu höylättäväksi)		Pääasiassa vain kalkkikivien käsittely	
.1 Oikohöylätty			Oikaistu pinta, josta suuret kohaumat ja nystyrät on poistettu. Kuoppia sallitaan. Vain suoria pintoja voidaan oikohöylätä	Konehöylä (kivi kulkee vaununalustalla höylänterien alla)
.2 Karkeahöylätty			Tasainen pinta, jossa on höylänterien suuntaislakin naarmuja, enintään 4 mm syvyisiä kuoppia sallitaan	Konehöylä (kivi kulkee vaununalustalla höylänterien alla)
.3 Hienohöylätty			Sileä pinta, jossa vain höyläyksen (ei terien) suuntaisia höyläysjälkiä sallitaan	Konehöylä (kivi kulkee vaununalustalla höylänterien alla)
.4 Urahöylätty			Kuten hienohöylätty, mutta höylänterien mukaiset määrättyt urat	Konehöylä (kivi kulkee vaununalustalla höylänterien alla)

1) Huom! iskun jäljet ovat lähempänä toisiaan kuin ristipää- tai rihlasvasaran kärjet, joten ilmoitettu mm-määrä ei ole kiven karkeutta kuvaava.

2) Huom! aste määrättävä. Koneellisesti hakattuna aste III vastaa puolihienoa ja asteet IV ja V hienoa hakkausta.

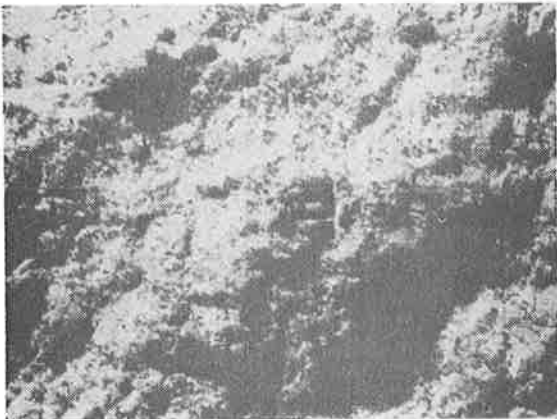
pinta	Kovat kivilajit Syväkivilajit, kova hiekkakivi ja gneissit		Pehmeät kivilajit Pehmeä hiekkakivi, kalkkikivi, marmori ja vuolukivi	
	ulkonäkö	tavallisin työkalu	ulkonäkö	tavallisin työkalu
217 Jyrsityt ja hiotut				
.1 Jyrsitty	(Harvinainen)		(Harvinainen)	
.2 Arpihiottu	Pääosiltaan sileä, epätavallisesti hiottu himmeä pinta, jossa on epätasaisia läikkä	Teräslaikka ja teräsjouhe	Pääosiltaan sileä, epätavallisesti hiottu himmeä pinta, jossa on epätasaisia läikkä	Hiomakivi
.3 Karkeahiottu	Sileä, naarmuinen, himmeä pinta	Teräslaikka ja teräsjouhe	Sileä, naarmuinen, himmeä pinta	Hiomakivi
.4 Normaalihiottu	Sileä, naarmuton, himmeä pinta	Teräslaikka ja karborundumjouhe	Sileä, himmeä pinta, jossa sallitaan vähäisiä hionta-naarmuja	Teräslaikka ja karborundumjouhe
.5 Hienohiottu	Sileä, naarmuton, lähes kiiltävä pinta	Teräslaikka ja karborundumjouhe	Sileä, naarmuton, himmeä pinta	Teräslaikka ja mirkeli
218 Kiillotettu				
	Sileä, naarmuton, kiiltävä ja kuvastava pinta. Väri ei saa muuttua, jos pinnalle levitetään spritiä tai tinneriä	Huovalla päälystetty laikka ja kiillotusaineita	Sileä, naarmuton, kiiltävä ja kuvastava pinta. (Ei sovellu pehmeälle hiekkakivelle eikä pehmeälle kalkkikivelle). Väri ei saa muuttua, jos pinnalle levitetään spritiä tai tinneriä	Huovalla päälystetty laikka ja kiillotusaineita
219 Hiekkopuhallettu				
	Tasaisesti karkeutettu pinta (tavallisesti karkeasohautun pinnan ulkonäön tasoittelemiseksi tai hiottuun tahti kiillotetun pinnan kuvioimiseksi) Ulkonäkö on riippuvainen alustavasta käsittelystä	Paineilma ja kvartsihiekkä	Tasaisesti karkeutettu pinta (tavallisesti sahautun tai karkeahiottuun pinnan ulkonäön tasoittelemiseksi tai pinnan kuvioimiseksi). Ulkonäkö on riippuvainen alustavasta käsittelystä	Paineilma ja kvartsihiekkä
22 Näkymättömiin jäävät pinnat ja saumapinnat				
Ellei näkymättömiin jäävistä pinnoista ja saumapinnoista ole annettu erityisiä ohjeita, tulee niiden olla alustan ja saumaustavan asettamien vaatimusten mukainen.				
221 Raakahakattu,	ks. raakahakattu, kohta 211.1			
222 Oikohakattu,	kuten raakahakattu, mutta enintään 3 cm kohoumia sallitaan			
223 Normaalisaumapinta	sauman reuna käsitellään 2...5 cm syvyyteen näkyviin jäävästä pinnasta kuten tästä on määrätty (kohta 21). Syvemmällä saa olla enintään 5 cm syvyisiä kuoppia. Kohoumia ei sallita. Saumapinnan karkeuden tulee olla saumaustavalle sovelias.			
224 Ehjä saumapinta	sauman reuna käsitellään kuten normaalisaumapinnalla. Syvemmällä ei sallita kuoppia eikä kohoumia. Saumapinnan karkeuden tulee olla saumaustavalle sovelias.			
225 Muu määrätty saumapinta	esim. sahattu pinta			
3 LIUSKAKIVILAJIEN PINTAKÄSITTELYT				
Kovien ja pehmeiden kivilajien pintakäsittelyt, ks. kohta 2. Valittu käsittelemätön pinta, ks. kohta 136.				
Kohoumat ja kuopat mitataan teoreettisesta rajapinnasta, jonka tulee olla tilauksessa tai piirustuksessa esitetyn nimellismittan mukainen.				
31 Näkyviin jäävä lape		33 Syrjät		
Ellei toisin määrätä, koskee käsittelyohje vain yhtä näkyvää lapetta		Ellei kiven syrjistä ole annettu erityisiä ohjeita, tulee niiden olla niin suoria ja tasaisia, että määrätty sauman muoto ja leveys voidaan toteuttaa ja että kivistä tehty rakennusosa on määräviltä ominaisuuksiltaan ja ulkonäöltään tasalaatuinen.		
311 Normaali lohkopinta,	ks. kohta 134.1			
312 Tasainen lohkopinta,	ks. kohta 134.2			
313 Höylätty pinta,	tasaiseksi höylätty pinta. Vähäisiä kuoppia tai höyläysjälkiä sallitaan. Soveltuu yleensä vain savilluskeelle.			
314 Jyrsitty pinta,	tasaiseksi jyrsitty kuopaton pinta. Vähäisiä jyrsiviiruja sallitaan.			
315 Normaalihiottu pinta,	sileäksi hiottu kuopaton ja naarmuton pinta.			
316 Hienohiottu pinta,	sileäksi hiottu kuopaton ja naarmuton pinta (usein normaalihiottua hie-man tummempi).			
32 Näkymättömiin jäävä lape		331 Leikattu syrjä,		
Ellei näkymättömiin jäävästä lappeesta ole annettu erityistä ohjetta, tulee sen olla normaali lohkopinta, ks. Määritelmiä, kohta 134.1.		kiveä irrotettaessa tai louhittaessa leikattu (kiillattu tai louhittu) syrjä. Poran jälkiä ei sallita.		
		332 Tasattu syrjä,		
		meisselillä hakkaamalla tasattu leikatun kiven syrjä.		
		333 Sahattu syrjä,		
		vrt. kohta 215		
		334 Jyrsitty syrjä,		
		vrt. kohta 314		
		335 Muu syrjä, esim. hiottu,		
		vrt. kohta 315.		

Mittakaava 1 : 1 Kuvien numerot viittaavat vastaaviin tekstin kohtiin

Kovat kivilajit

Pehmeät kivilajit

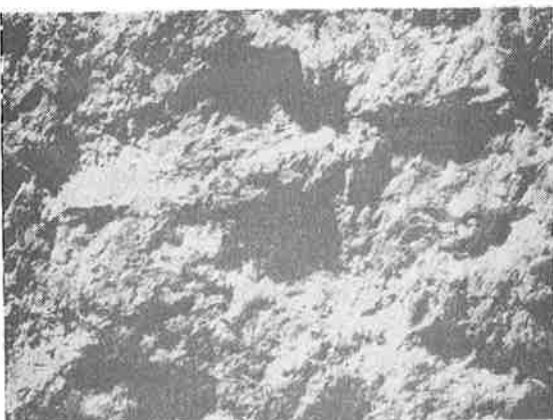
211.1



212.1



212.2



212.3



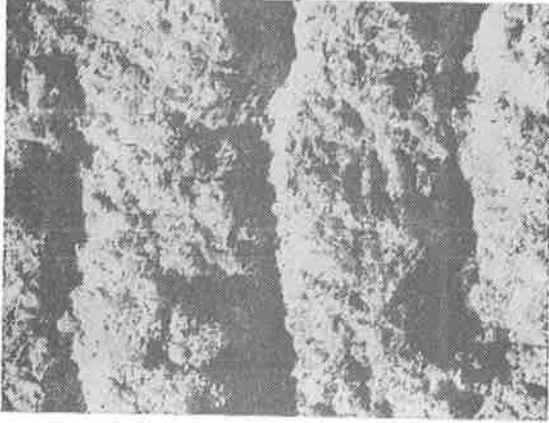
Kuvat: »Stenhandboken», julkaisija Institutionen för Materialbehandling med Formlära vid Kungliga Tekniska Högskolan och Sveriges Stenindustriförbund.

Mittakaava 1 : 1 Kuvien numerot viittaavat vastaaviin tekstyn kohtiin

Kovat kivilajit

Pehmeät kivilajit

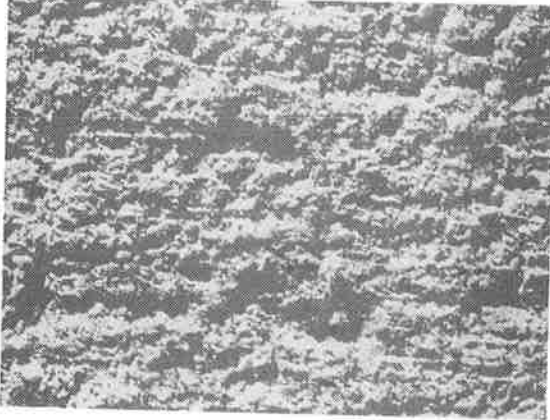
212.4



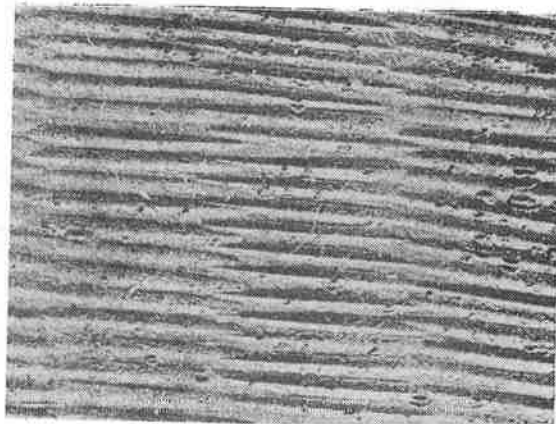
214.1
aste III



214.2
aste III



213.1

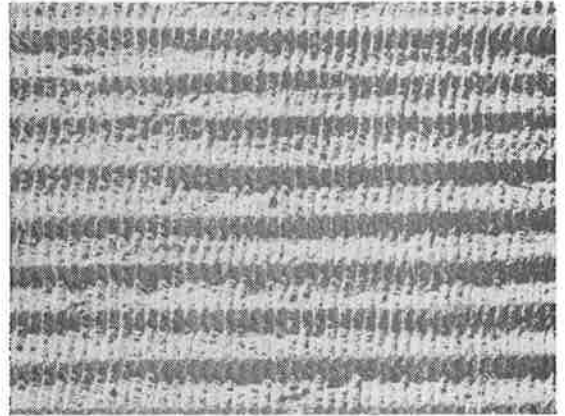


Mittakaava 1 : 1 Kuvien numerot viittaavat vastaaviin tekstin kohtiin

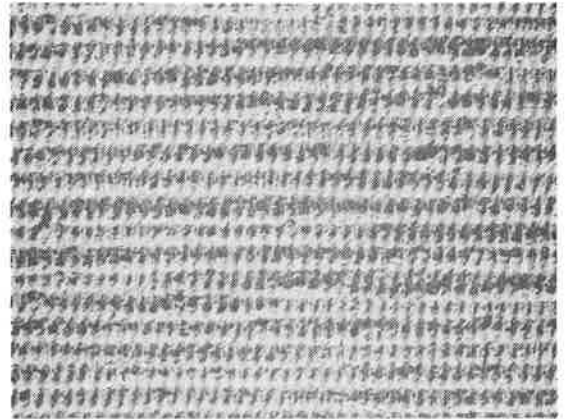
Kovat kivilajit

Pehmeät kivilajit

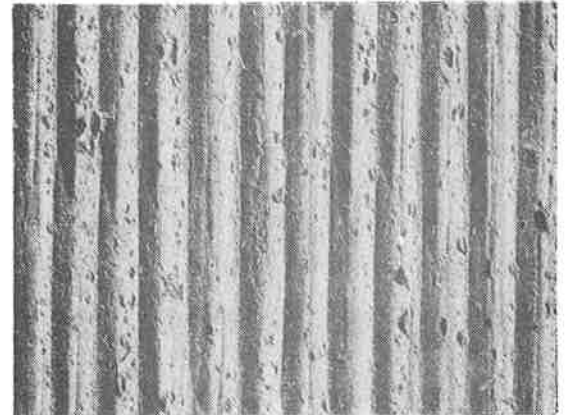
214.3, karkea



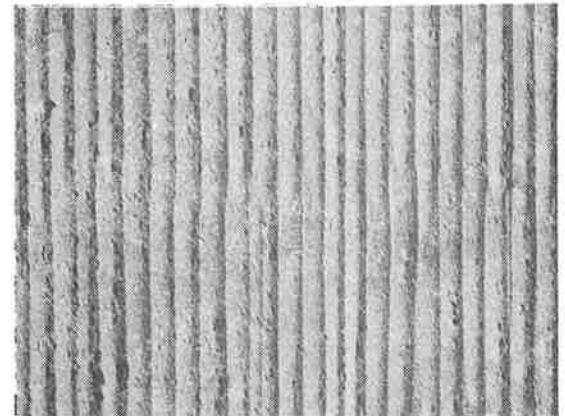
214.3, hieno



214.4, karkea



214.4, hieno



Mittakaava 1 : 1 Kuvien numerot viittaavat vastaaviin tekstin kohtiin

Kovat kivilajit

Pehmeät kivilajit

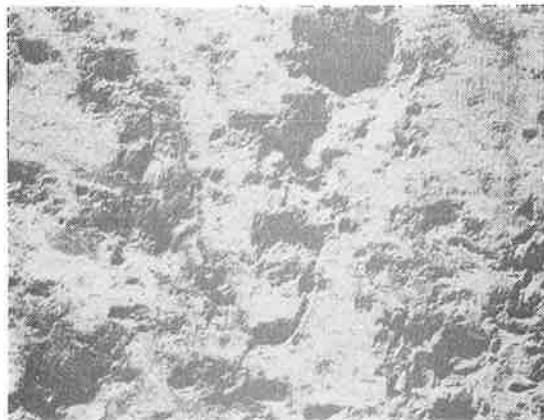
214.5



215.1



216.1



216.2

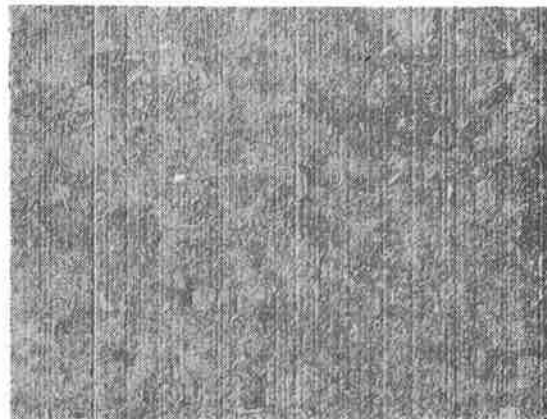


Mittakaava 1 : 1 Kuvien numerot viittaavat vastaaviin tekstin kohtiin

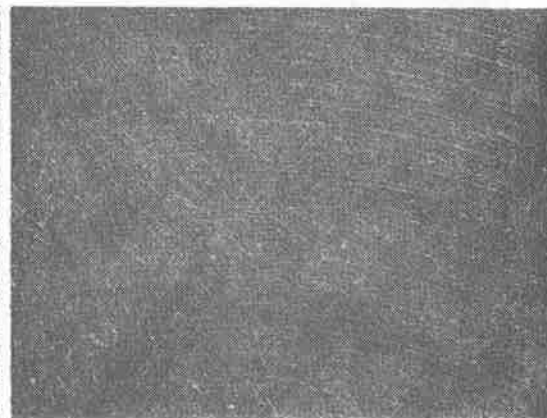
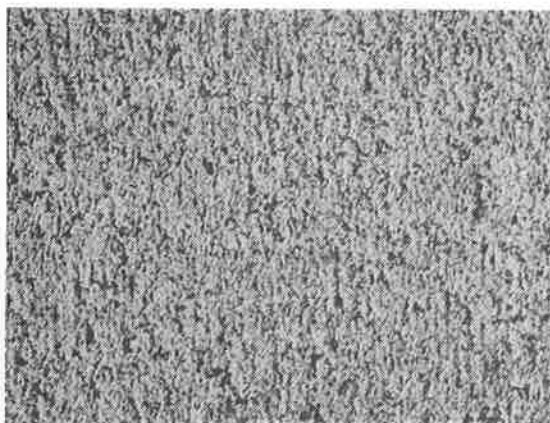
Kovat kivilajit

Pehmeät kivilajit

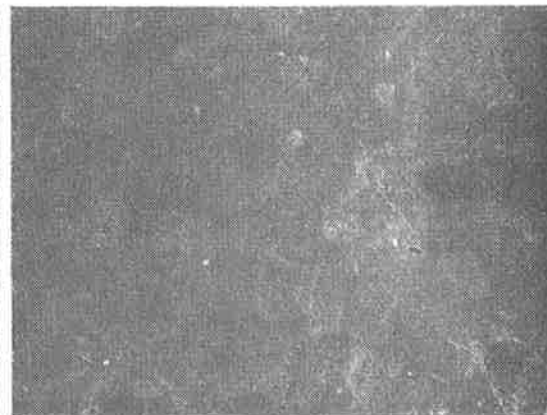
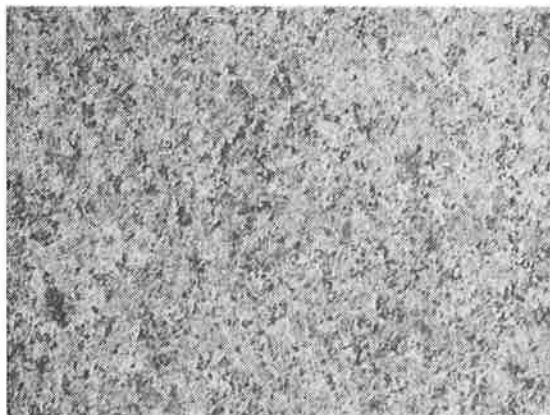
216.3



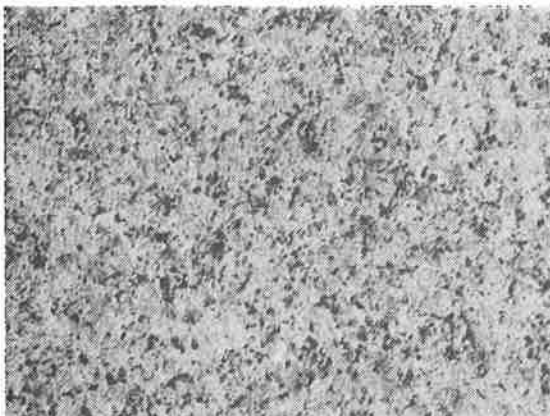
217.3



217.4



217.5

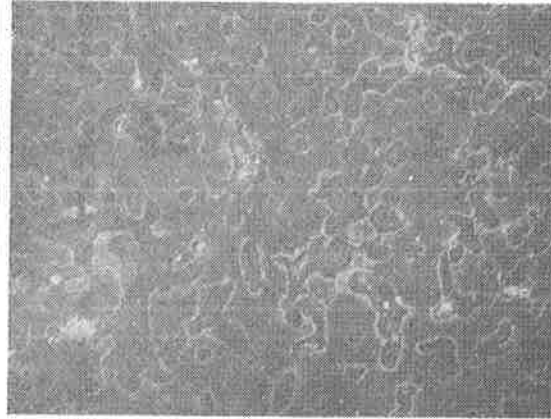
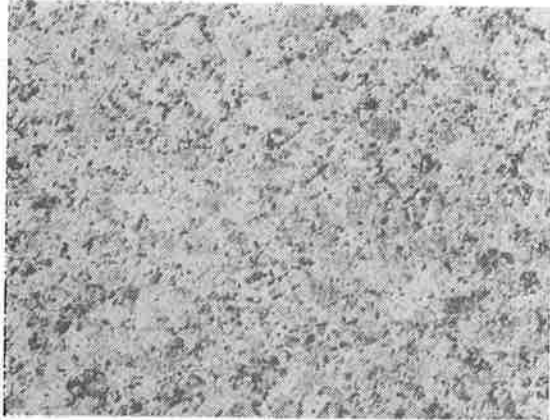


Mittakaava 1 : 1 Kuvien numerot viittaavat vastaaviin tekstin kohtiin

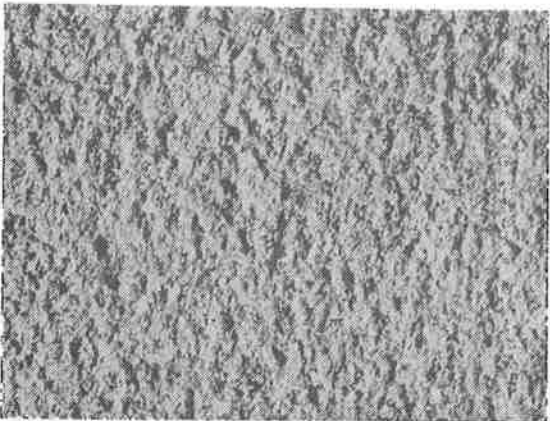
Kovat kivilajit

Pehmeät kivilajit

218



219



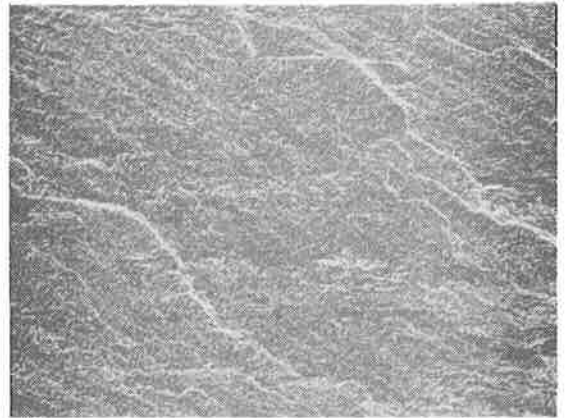
Mittakaava 1 : 1 Kuvien numerot viittaavat vastaaviin tekstin kohtiin

Liuskakivilajit

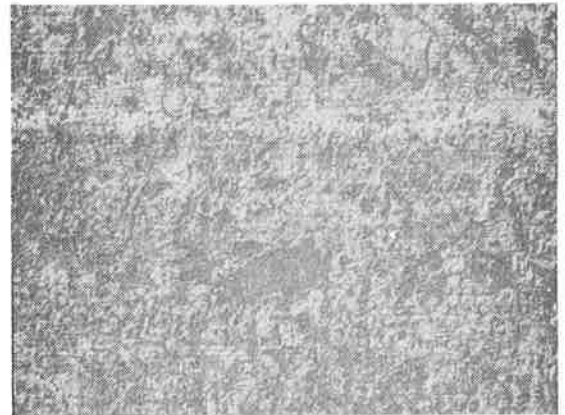
311



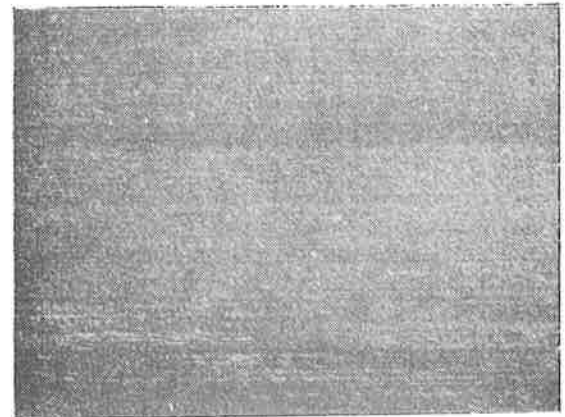
312



313



314





Tekijät) Mesimäki, Pekka Pyy, Hannu Ritola, Jouko Sirén, Heikki	Projektin nimi Suomalaisten luonnonkivien rakennusteknisen ...
	Toimeksiantaja Suomen Kiviteollisuusliitto Oy, Oy Partek Ab, VTT

Nimeke

LUONNONKIVEN RAKENNUSTEKNISEN KÄYTÖN KEHITTÄMINEN
 Osa 1. Suomalaiset rakennuskivet ja niiden käyttökohteet

Tiivistelmä

Suomen kallioperässä on runsaasti rakennuskiveksi soveltuvaa kiveä. Eniten louhitaan nykyisin punaisia ja ruskeita rapakivigraniitteja, jotka ovat kysytyimmät vientikivilajimme. Rakennuskivenä käytetään myös harmaita ja mustia graniitteja sekä muita erivärisiä graniittilaatuja. Marmori, liuskeet ja vuolukivi ovat myös tunnettuja kotimaisia rakennuskiviä. Uusien rakennuskiviesiintymien etsintä on nykyisin vilkasta eri puolilla Suomea.

Ikivanhalla rakennuskivimateriaalilla, luonnonkivellä, on edelleen monipuolinen ja merkittävä asema rakentamisessa. Rakennuskivilaattoja käytetään nykyisin yleisesti rakennusten julkisivujen ja sisäseinien verhouksmateriaalina sekä lattioiden päällysteenä ja portaissa. Ympäristörakenteissa luonnonkivi on myös tunnustettu ja varsin yleisesti käytetty rakennusaine. Luonnonkiven rakennusteknisen tutkimustyön seurauksena voidaan odottaa luonnonkiven käytön kehittyvän rakentamisessa.

Rakennuskiven louhintatekniikka vaihtelee kivilajista ja louhoksen olosuhteista riippuen. Suomessa on graniittien louhinta teknisesti varsin kehittyneenä. Kivenjalostuksen tavalliset työvaiheet ovat raakakivilohkareen sahaus levyiksi ja aihioiksi, kiven pintakäsittelyt ja levyjen leikkaus haluttuun muotoon sekä viimeistely ja erikoistöiden teko. Teollinen rakennuskivilaattojen tuotanto on pitkälle rationalisoitua jalostustoimintaa. Luonnonkivimateriaalin vaihtelevan laadun ja erityisesti ulkonäkövikojen seurannan tarpeesta sekä erikoistöistä johtuen kivenjalostuksen käsityöpanos on kuitenkin yleensä varsin suuri. Kivenjalostustekniikkaan ja varsinkin koviin graniittien työstömenetelmiin liittyy edelleen selviä kehitystarpeita. Tutkimustyö alalla onkin viime aikoina selvästi vilkastunut, joten em. koviin kiviin timanttityöstöön on odotettavissa kehitystä.

Julkaisu on kirjallisuuteen perustuva yleisselvitys suomalaisista rakennuskivistä, niiden käyttömahdollisuuksista ja tuotantotekniikasta. Tutkimuksen kohteena olevalla rakennuskivellä tarkoitetaan luonnonkiveä, jota käytetään rakenteellisessa tarkoituksessa laattoina tai suurehkoina kappaleina niin, että kivi on ko. rakenneosassa pääasiallinen rakennusaine. Murskatun kiven tai luonnon maaperän kiviaineksen käyttö ei sisälly tutkimukseen.

Toimintayksikkö

Betoni- ja silikaattitekniikan laboratorio, Betonimiehenkuja 5.

ISSN ja avainnimeke

02150 Espoo

0358-5077 Tutkimuksia - Valtion teknillinen tutkimuskeskus

ISBN

951-38-2121-8

Kieli

suomi, engl. tiiv.

Luokitus (UDK)

691.21:624.012.1(480)
679.85

Avainsanat

natural stones, building stones,
facades, slabs, stone slabs

Myynti

Sivuja

96 s. + liitt. 11 s.

Hinta

Lisätietoja

Date
September 1984Project number
223004-3

Authors Mesimäki, Pekka Pyy, Hannu Ritola, Jouko Sirén, Heikki	Name of project Suomalaisten luonnonkivien rakennusteknisen .. Commissioned by Suomen Kiviteollisuusliitto Oy, Oy Partek Ab, VTT
Titel DEVELOPMENT OF USING NATURAL STONES IN BUILDING Part 1. Finnish building stones and their uses	
Abstract The Finnish bedrock contains stone which is suitable for use as building stone in abundance. At present, mainly red and brown granites of rapakivi-type are quarried extensively to meet the export demand. Grey and black granites as well as other granite-types of different colours are also used as building stone. Marble, schist and soap rock have also become well-known as domestic building stone. At present a vigorous search for new deposits of building stone is going on in different parts of Finland. Natural stone, a building material with long traditions, still has significant role to play in the construction field. Cut stones are today frequently used in cladding panels and as a facing to internal walls, and as covering to floors and stairs. In environmental construction natural stone is a generally accepted and frequently used building material. As a result of research done in the field of building technology an improvement on the use of natural stone in construction can be expected. Techniques used in the quarrying of building stone vary with the rocktype used and conditions existing in a quarry. In Finland, the quarrying process of granite is quite advanced when considered from the technological point of view. The usual operations in stone processing include sawing of quarry blocks into slabs, surfacing of stone, cutting of slabs to a desired shape as well as finishing and carrying out special work. The industrial production of cut stones for cladding and facing panels has been rationalized to a great extent. Usually stone processing is, however, labour-intensive work not only due to the varied quality of natural building stone and special work to be carried out but also (especially) due to a constant need for controlling defects in outward appearance of stone. Further development of stone processing techniques and particularly machining methods of granite is also needed. In recent years research being done in this field has increased considerably, it is expected therefore that e.g. an improvement on diamond working tools for hard stones will take place. The report is a review based on the literature of Finnish building stones, prospects of their use and production techniques. The research is dealing with natural stone which is used for structural purposes as cut stone in slabs in such a way that stone in the structural member in question is the main building material. The use of crushed stone or mineral aggregate is not studied in this connection.	
Activity unit Concrete and Silicate Laboratory, Betonimiehenkuja 5, SF-02150 Espoo, Finland	
ISSN and key name 0358-5077 Tutkimuksia - Valtion teknillinen tutkimuskeskus	
ISBN 951-38-2121-8	Language Finnish, English abstract
Class (UDC) 691.21:624.012.1(480) 679.85	Key words natural stones, building stones, facades, slabs, stone slabs
Pages 96 p. + app. 11 p. Note	Price

