



**TURUN
YLIOPISTO**

Matemaattis-luonnontieteellinen
tiedekunta

Rakennuskivien ominaisuudet ja käsittely

Titta Ylitalo

Geologia

LuK-tutkielma

Laajuus: 7 op

22.6.2026

Turku

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu
Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

LuK-tutkielma

Pääaine: Geologia

Tekijä: Titta Ylitalo

Otsikko: Rakennuskivien ominaisuudet ja käsittely

Ohjaaja: Teemu Vehkamäki

Sivumäärä: 34 sivua

Päivämäärä: 22.6.2026

Rakennuskivillä tarkoitetaan tietynlaatuisia kiviä, joita louhitaan määrämittäisinä lohkareina. Tässä työssä käsitellään vain luonnonkiviä rakennuskivinä. Niitä käytetään esimerkiksi rakennusten julkisivuissa, sisäseinien verhoilussa, katukivetyksissä ja hautakivissä. Käyttökohteesta riippuen kivien ominaisuuksille asetetaan vaatimuksia. Ominaisuudet vaihtelevat kivilajista riippuen.

Rakennuskivet voidaan luokitella kiviteollisuuden, geologian tai irrotus- ja työstötekniikan mukaan. Geologinen luokittelu perustuu kiven syntytapaan tai kivilajiin. Kiviteollisuuden mukaan rakennuskivet jaetaan graniitteihin, marmoreihin ja liuskekiviin. Irrotus- ja jalostusteknisen luokittelun mukaan jako tapahtuu koviin, pehmeisiin ja liuskeisiin kiviin.

Kiven geologia, kuten mineralogia ja rakenne määrittävät sen muut ominaisuudet. Rakennuskiven ominaisuudet voidaan jakaa teknisiin ja esteettisiin ominaisuuksiin. Tekniset ominaisuudet jaetaan mekaanisiin ja fysikaalisiin ominaisuuksiin. Mekaanisia ominaisuuksia ovat taivutusveto-, puristus- ja vetolujuus, kimmomoduuli, kovuus ja kulutuskestävyys sekä tapinreiän murtolujuus. Fysikaalisia ominaisuuksia ovat tiheys, huokoisuus, vedenimeytymisen määrä, suola- ja pakkasrapautumisen kesto sekä lämmönkesto ja säänkestävyys. Vaikka kivi olisi teknisesti sopiva rakennuskiveksi, määrittää sen ulkonäkö lopulta sen kaupallisen arvon. Luonnonkiven ominaisuudet vaihtelevat kivilajista riippuen, mutta myös saman kivilajin sisäiset vaihtelut tulee ottaa huomioon.

Kiven ominaisuudet tulee ottaa huomioon louhinta- ja käsittelytapoja valittaessa. Irrotusmenetelmissä hyödynnetään lähes poikkeuksetta kallion luonnollisia lustasuuntia ja rakoilua. Kiven kovuus ja rakenne vaikuttavat sen sahattavuuteen ja kiillotettavuuteen. Pintakäsittelytavoilla voidaan vaikuttaa kivituohteen ulkonäköön ja esimerkiksi pidentää käyttöikää vähentämällä huokoisuutta.

Avainsanat: Rakennuskivi, luonnonkivi, kestävyys, ominaisuudet, louhinta, käsittely, lohcare, graniitti, vuolukivi, liuskekivi, marmori

Sisällysluettelo

1	Johdanto	2
2	Rakennuskivet	4
2.1	Magmakivet	7
2.2	Sedimenttikivet	11
2.3	Metamorfiset kivet	13
3	Rakennuskivien ominaisuudet	16
3.1	Tekniset ominaisuudet	16
3.1.1	Mekaaniset ominaisuudet	17
3.1.1.1	Taivutusvetolujuus	18
3.1.1.2	Puristuslujuus	18
3.1.1.3	Vetolujuus	18
3.1.1.4	Kimmomoduuli	19
3.1.1.5	Kovuus ja kulutuskestävyys	19
3.1.1.6	Tapinreian murtolujuus	19
3.1.2	Fysikaaliset ominaisuudet	20
3.1.2.1	Tiheys	20
3.1.2.2	Huokoisuus	20
3.1.2.3	Vedenimeytymisen määrä	21
3.1.2.4	Suola- ja pakkasrapautumisen kesto	21
3.1.2.5	Lämmönkesto	21
3.1.2.6	Säänkestävyys	22
3.1.2.7	Kivimateriaalit sisätiloissa	23
3.2	Esteettiset ominaisuudet	23
4	Rakennuskivien louhinta ja käsittely	26
	Yhteenveto	29
	Lähteet	30

1 Johdanto

Rakennuskivillä tarkoitetaan tietynlaatuisia kiviä (Luodes *et al.* 2000), joita louhitaan eri käyttötarkoituksiin (Romu *et al.* 2017). Ne eivät kata murskattua tai jauhettua kiveä vaan ne louhitaan määrämittäisinä lohkareina, jotka jatkojalostetaan käyttötarkoituksen mukaan (Söderholm 1995). Tässä tutkielmassa keskitytään nimenomaan luonnonkiviin rakennuskivinä. Luonnonkiveä käytetään laajasti arkkitehtuurissa ja sen käyttökohteita ovat esimerkiksi rakennusten julkisivut, muistomerkit, sisäseinien verhoilut ja hautakivet (Mesimäki 1998a). Kiven käyttökohde määrää sille asetettavat laatuvaatimukset.

Rakennuskivet voidaan luokitella geologian, kiviteollisuuden sekä irrotus- ja jalostustekniikan mukaan (Söderholm 1995). Geologisesti kivet luokitellaan niiden syntyvän tai kivilajin mukaan. Kiviteollisuuden mukaan rakennuskivet jaetaan graniitteihin, marmoreihin ja liuskekiviin (Mesimäki 2006). Irrotus- ja jalostustekniikan mukaan jako tapahtuu koviin, pehmeisiin ja liuskeisiin kiviin (Söderholm 1995).

Kiven ominaisuudet jaetaan tässä tutkielmassa teknisiin ja esteettisiin ominaisuuksiin. Kiven tekniset ominaisuudet kertovat, miten kivi kestää kulutusta. Ne jaetaan edelleen mekaanisiin ja fysikaalisiin. Tässä tutkielmassa käsiteltäviä mekaanisia ominaisuuksia ovat taivutusveto-, puristus- ja vetolujuus, kimmomoduuli, kovuus ja kulutuskestävyys sekä tapinreiän murtolujuus. Yhdessä nämä kertovat kiven kestävyydestä sen kohdatessa kuormitusta (Pyy 1995). Fysikaaliset ominaisuudet kattavat kiven tiheyden ja huokoisuuden, vedenimeytymisen määrän, suola- ja pakkasrapautumisen keston, lämmönkeston ja säänkestävyyden. Ulkonäköön liittyvät kriteerit riippuvat suunnittelijasta ja ovat lopulta ratkaiseva tekijä kiven valinnassa (Söderholm 1995). Edellä mainitut ominaisuudet riippuvat kiven geologiasta, kuten mineralogiasta, raekoosta, kivien rakenteesta ja tekstuurista (Selonen 2014). Nämä vaihtelevat kivilajista riippuen ja siksi on tärkeää valita materiaali oikein, jotta sen käyttöikä on mahdollisimman pitkä (Mesimäki 2006).

Kiven ominaisuudet vaikuttavat sen louhinta- ja käsittelytapojen valintaan. Menetelmillä voidaan puolestaan myös tukea kiven ominaisuuksia. Lohkareen irroituksessa

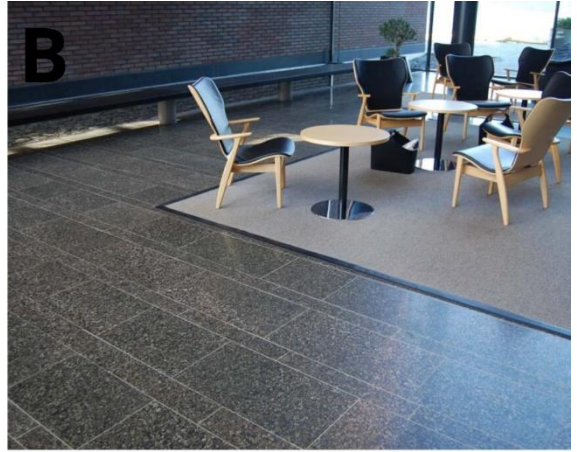
hyödynnetään aina mahdollisimman paljon rakoilua ja lustasuuntia (Mesimäki 1998c). Tästä syystä rakennuskiviesiintymän tulee olla tarpeeksi eheä, mutta kuitenkin sisältää rakoilua (Pokki *et al.* 2014). Käytettäviä irrotusmenetelmiä ovat poraaminen, polttoleikkaaminen, räjäytys, kiilaus ja sahaus (Santamala 1995).

Irrotuksen jälkeen kivi jatkojalostetaan tarpeiden mukaan. Se esipaloitellaan, jonka jälkeen tehdään halutut pintakäsittelyt (Ioannidou 2016). Pintakäsittelyllä voidaan vaikuttaa esimerkiksi kosteudenkestävyyteen (Kamal *et al.* 2024). Pintakäsittelymenetelmiä ovat esimerkiksi ristipäähakkaus, poltto, hionta, kiillotus, karkaisu ja lohkaus (Elomaa 1995). Tämän jälkeen kivi sahataan tuotteen muotoon ja sille tehdään tarvittavat viimeistelyt, kuten kaiverrukset tai reunojen uritukset (Kortesmäki *et al.* 2001; Jaakola & Räsänen 2001).

2 Rakennuskivet

Rakennuskivillä tarkoitetaan tietynlaatuisia luonnonkiviä, joita louhitaan ja jatkojalostetaan (Luodes *et al.* 2000), ja joita käytetään esimerkiksi rakentamiseen, hautakiviin, ja muistomerkkeihin (Romu *et al.* 2017). Rakennuskivet louhitaan kalliosta suurikokoisina lohkeina, jotka myöhemmin leikataan haluttuun muotoon, mutta ei kuitenkaan murskata tai jauheta (Söderholm 1995). Kivi on täysin kierrätettävissä, mikä tekee siitä kestävästä materiaalista (Selonen *et al.* 2000).

Suomessa kiven käyttö rakennuksissa ulottuu keskiajalle saakka, jolloin kirkkojen ja linnojen perustat rakennettiin lähtökohtaisesti kokonaan kivistä (Kaila 1995). Nykyisin kiven käyttö rakenteissa on vähentynyt betoni- ja terästuotannon laajentumisen vuoksi ja kustannussyistä kiveä käytetään yhä useammin vain pintamateriaalina (Ioannidoun 2016). Yleisiä käyttökohteita luonnonkivilaatoille ovat rakennusten julkisivut, sisäseinien verhoilut, kivitasot, lattialaatat ja portaat (Mesimäki 1998a), (kuva 1). Vuolukiveä käytetään erityisesti tulisijoihin (Elomaa 1995), (kuva 1F). Pienemmistä kivikappaleista (yleensä 10x10x10 cm) valmistetaan nupu- ja noppakiviä (Elomaa 1995), (kuva 1E). Kivistä voidaan valmistaa myös sisustuselementtejä, kuten kivitasoja ja koriste-esineitä (kuva 1G & 1H).



Kuva 1: Kivien käyttökohteita. A. Kurun harmaata porraskivissä (Muokattu Loimaan kivi Oy pohjalta). B. Ylämaan vihreää lattialaattoina (Muokattu Loimaan kivi Oy pohjalta). C. Orsan hiekkakiveä Waasan pankin talossa (Muokattu Väättäinen (1998) pohjalta). D. Marmoria keittiön välitilassa (Muokattu Tulikivi Oy pohjalta). E. Noppakiviä katutasossa (Muokattu Loimaan kivi Oy pohjalta). F. Vuolukivitakka (Muokattu Tulikivi Oy mukaan). G. Kivinen keittiötaso (Muokattu Loimaan kivi Oy pohjalta). H. Kivestä tehtyjä koriste-esineinä (Muokattu Loimaan kivi Oy pohjalta).

Rakennuskivet voidaan luokitella kiviteollisuuden, geologian tai irrotus- ja jalostustekniikan mukaan (taulukko 1), (Söderholm 1995). Kiviteollisuus jakaa rakennuskivet käyttöominaisuuksiltaan graniitteihin, marmoreihin ja liuskeisiin (Mesimäki 2006). Tämä luokittelu yleensä yleistää rakennuskivien nimityksiä (Söderholm 1995). Esimerkiksi kaikki kalkkikivet luetaan marmoriksi kaupallisissa piireissä ja lähes kaikki graniittiset kivet graniitiksi, syntytavasta huolimatta (Mesimäki 1998a). Lisäksi rakennuskivinä käytetään myös vuolukiviä, erityisesti tulisijoissa (Mesimäki 1998a). Irrotus- ja jalostusteknisen luokittelun mukaan kivet jaetaan koviin, pehmeisiin ja liuskeisiin (Söderholm 1995). Geologinen luokittelu taas perustuu kivien syntytapaan tai kivilajeihin. Geologisesti kivet jaetaan syntyävän ja -ympäristön mukaan kolmeen kivilajiluokkaan; magmakivet, sedimenttikivet ja metamorfiset kivet. Kiven synty-ympäristö vaikuttaa sen ominaisuuksiin ja siten myös kivilajin valintaan rakennuskivenä.

Taulukko 1: Rakennuskivien luokittelu. Muokattu (Söderholm 1995) pohjalta.

Kiviteollisuuden luokitus	Geologinen luokitus	Väri	Irr. ja jalost.t. luokitus	Mineraalit
Graniitit	Graniitti	pun.,harmaa		
	-rapakivi	pun.,ruskea, vihreä	K O	kv, kms, plg, kiille *
	Dioriitti	musta	V	plg, sv, pyrokseeni, kiille
	Gabro	musta	A	plg, pyrokseeni, sv, oliviini
	Diabaasi	musta		- " -
	Anortosiitti	harm.-valk		plg
	Migmatiitti	pun.-tumma		kv, kms, plg, kiilteet
	Gneissi	pun.-vaalea		kv, kms, plg, kiilteet
Marmorit	kit.kalkkikivi	valkoinen	P	kalsiitti
	kiteinen dolo-	valkoinen,	E	dolomiitti, (kv)
	miittikivi	harmaa	H	
	Serpentiniitti	tumma	M	serpentiini, kloriitti, talkki
	Vuolukivi	harmaa	E	talkki, magnesiitti
Liuskakivet	Hiekkakivi	pun.-vaalea	Ä	kv, (kms, plg)
	Fylliitti	tumma	L	kv, kiille
	Kiilleliuske	musta-	I	kv, kiille
		harmaa	U	
	Kvartsiitti	valk.harmaa	S	kv, (serisiitti)
		vihr.,punert.	K	
	Amfiboli-	musta	A	plg, sv
	liuske		I N E N	

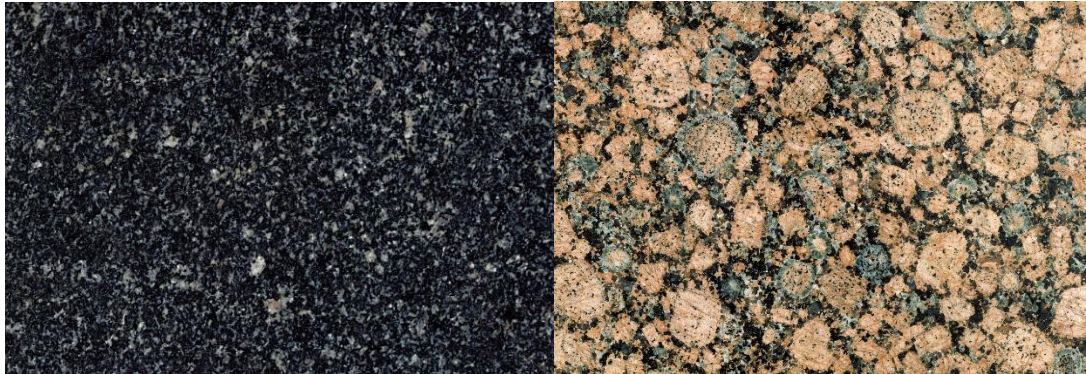
* kv = kvartsi. kms= kalimaasälpä. plg = plagioklaasi. sv = sarvivälke

2.1 Magmakivet

Magmakivet syntyvät, kun kuuma magma jäähtyy ja kiteytyy oikeissa paine- ja lämpötilaolosuhteissa. Magma nousee konvektiovirtausten vaikutuksesta vaipasta kohti maankuorta. Sopivissa paine- ja lämpötilaolosuhteissa magmasta alkaa kiteytyä mineraaleja, joiden kiteytymisjärjestystä kuvataan Bowenin reaktiosarjassa (Bowen 1922).

Magmakivet voidaan jakaa kiteytymissyvyyden perusteella syväkiviin, pintakiviin ja puolipinnallisiin kiviin (Sen 2013). Syväkivet eli plutoniset kivet ovat intrusiivisia kiviä, eli ne kiteytyvät maan pinnan alla. Hitaan kiteytymisnopeuden vuoksi syväkivien raekoko on karkeaa. Syväkiviä ovat esimerkiksi graniitit ja dioriitti (kuva 2). Tärkein suomalainen

graniittinen rakennuskivi on rapakivigraniitti, joka kattaa lähes 70 % kaikista Suomessa tuotetuista graniittisista kivistä (Härmä & Selonen 2008).



Kuva 2: Kurun dioritti (vas.), (Väättäinen 1990a). Rapakivigraniitti (viborgiitti) Viipurin maalaiskunnasta (oik.), (Väättäinen 2003a).

Pintakivet eli vulkaniitit ovat ekstrusiivisia kiviä, eli ne kiteytyvät maanpinnalla tai vedenalaisesti, esimerkiksi laavavirroista. Raekoko on pientä nopean kiteytymisen takia. Esimerkiksi basaltti on vulkaniitti (kuva 3).



Kuva 3: Basaltti (Väättäinen 2004).

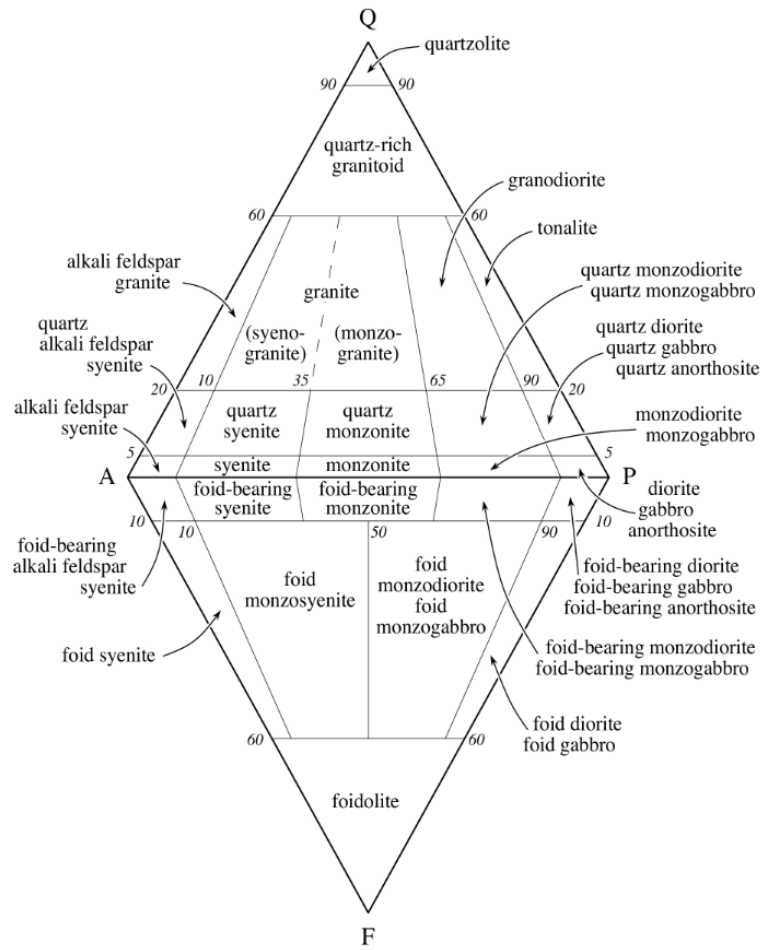
Puolipinnalliset kivet eli juonikivet ovat hypabyssisia kiviä eli ne kiteytyvät edellä mainittujen välimaastossa. Kivilaji on usein matriksiltaan hienorakeisempaa ja siinä esiintyy karkeampia hajarakeita. Tällainen porfyyrinen rakenne johtuu siitä, että osa mineraaleista on alkanut kiteytyä aikaisemmin kiteiden saadessa enemmän aikaa ja tilaa kasvaa. Magman noustua korkeammalle on lämpötilan lasku saanut loput mineraalit

kiteytymään nopeammin saaden aikaan hienorakeisen matriksin. Esimerkiksi diabaasi on juonikivi (kuva 4).

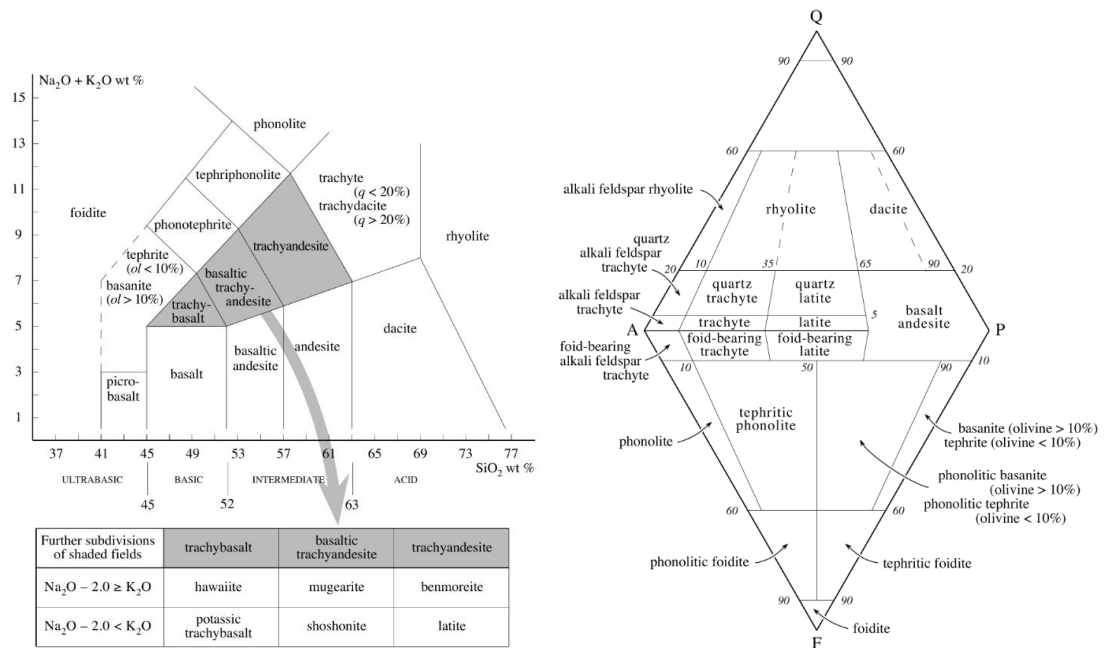


Kuva 4: Diabaasi (Väättäinen 2003b).

Magmakivet luokitellaan ja nimetään niiden mineraalisen koostumuksen tai syntymagman kemiallisen koostumuksen perusteella (Sen 2013). Syntymagman kemiallisen koostumuksen perusteella magmakivet voidaan jakaa felsisiin, intermediäärisiin, mafisiin ja ultramafisiin kiviin (Kähkönen & Lehtinen 1998). On kuitenkin yleisempää nimetä kivet niiden mineralogian perusteella käyttäen IUGS-luokittelua. Syväkivet ja osa juonikivistä nimetään pääsääntöisesti QAPF-luokitteludiagrammin avulla (kuva 5), (Le Maitre *et al.* 2005). Nimen määräävät päämineraalien volyymiprosentit. Myös vulkaniitit voidaan nimetä QAPF-diagrammilla, jos niiden mineralogia voidaan määrittää. Mikäli vain kiven kemiallinen koostumus on selvitettävissä, nimetään se TAS-diagrammilla (Total Alkali Silica) kokonaisalkali-piioksidipitoisuuden perusteella (kuva 6), (Le Maitre *et al.* 2005).



Kuva 5: QAPF-luokitteludiagrammi syväkiville. (Q = kvartsi, A = alkalimaasälpä (ml. albiitti), P = plagioklaasi, F = maasälvän sijaiset). Muokattu Le Maitre *et al.* 2005 pohjalta.



Kuva 6: TAS-luokitteludiagrammi (vas.) ja QAPF-diagrammi vulkaniiteille (oik.). Muokattu Le Maitre *et al.* (2005) pohjalta.

2.2 Sedimenttikivet

Sedimenttikivet syntyvät rapautuneen kiviaineksen tai eloperäisten jäänteiden kerrostuessa, tai vedestä saostumalla. Materiaali kulkeutuu ja kerrostuu sedimentaatioaltaan pohjalle, jossa tapahtuu kivettyminen (engl. lithification) irtoaineksesta sedimenttikiveksi. Kerroksellisuus ja kerrallisuus ovat sedimenttikiville tyypillisiä rakenteita.

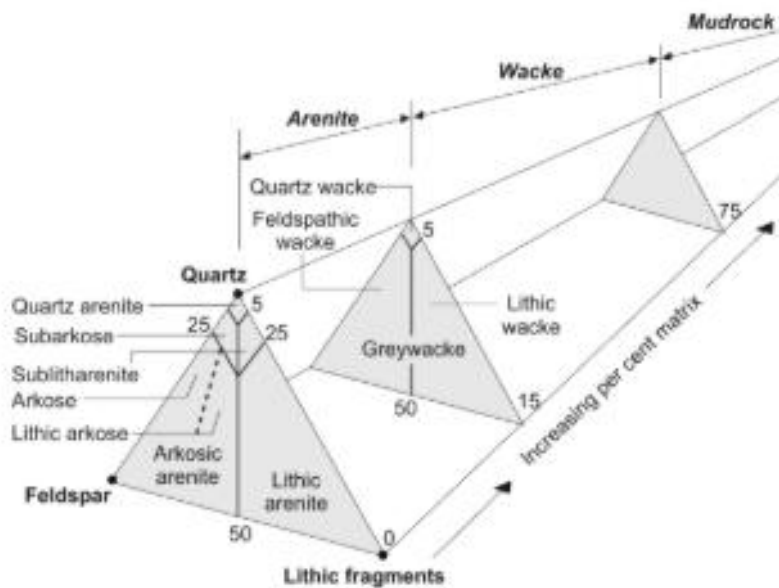
Sedimenttikivien nimeämiselle ja luokittelulle ei ole vielä olemassa magmakivien luokittelun kaltaista menetelmää. Luokittelu perustuu lähinnä syntytapaan ja -materiaaliin sekä rakenteellisiin ja tekstuurisiin ominaisuuksiin. Syntymateriaalin ja -tavan mukaan sedimenttikivet voidaan jakaa klastisiin, orgaanisiin, biogeenisiin ja biokemiallisiin, sekä kemiallisiin sedimenttikiviin (Kähkönen & Lehtinen 1998).

95 % sedimenttikivistä on klastisia sedimenttikiviä (Blatt *et al.* 2006). Ne syntyvät kerrostumispaikalle kulkeutuneista rapautumistuotteista. Klastiset sedimenttikivet jaetaan raekoon mukaan karkearakeisiin konglomeraatteihin, hieno- tai keskirakeisiin

hiekkakiviin (kuva 7) ja hienorakeisiin lietekiviin. Konglomeraatit koostuvat pyöristyneistä kivikappaleista (>2 mm) ja hienommasta matriksistä (Kähkönen & Lehtinen 1998). Jos kivikappaleet ovat kulmikkaita, kiveä kutsutaan breksiaksi. Hiekkakivien raekoko on halkaisijaltaan 0.06—2 mm (Kähkönen & Lehtinen 1998). Hiekkakivet voidaan jakaa edelleen niiden koostumuksen ja tekstuurin perusteella (kuva 8). Lietekivet (engl. mudrock) ovat raekooltaan erittäin hienorakeisia siltti- tai savikiviä. (<0.004 – 0.06 mm), (Kähkönen & Lehtinen 1998). Lietekiviä ei käytetä kovinkaan paljon rakennuskivinä haurautensa vuoksi (Siegesmund & Snethlage 2011). Suomessa hiekkakiveä ei juurikaan louhita rakennuskiveksi (Mesimäki 2006).

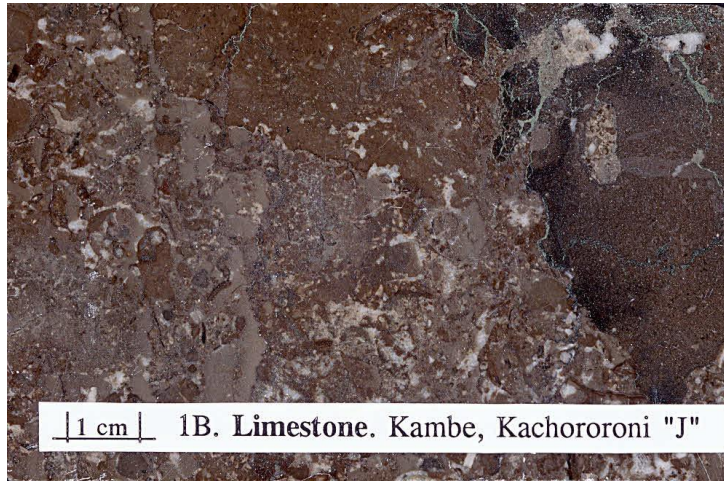


Kuva 7: Konglomeraatti (Laitakari 1992), (vas.). Satakunnan hiekkakivi (Väättäin 1995a), (oik.).



Kuva 8: Hiekkakivien QFL-luokitteludigrammi (Q=kvartsi, F=maasälpä, L=kivifragmentit) (Pettijohn 1975 Nichols 2009 mukaan).

Kemiallisesti saostuneet sedimenttikivet syntyvät, kun veteen liuennut mineraalit tai kemialliset yhdisteet saostuvat ja kivettyvät. Kemiallisesti tai biologisesti saostuneet sedimenttikivet voivat koostua esimerkiksi simpukoiden tai korallien kuorista. Tällaisia kiviä ovat orgaaniset kalkkikivet (kuva 9). Suomalaista kalkkikiveä ei juurikaan louhita rakennuskiveksi (Mesimäki 2006).



Kuva 9: Kalkkikivi (Väättäinen 1995b).

Orgaaniset sedimenttikivet muodostuvat orgaanisen hiilen muuttumisprosessina ja näitä ovat esimerkiksi öljyliuske ja kerrostunut hiili. Orgaanisia sedimenttikiviä ei käytetä rakennuskivinä (Siegesmund & Snethlage 2011).

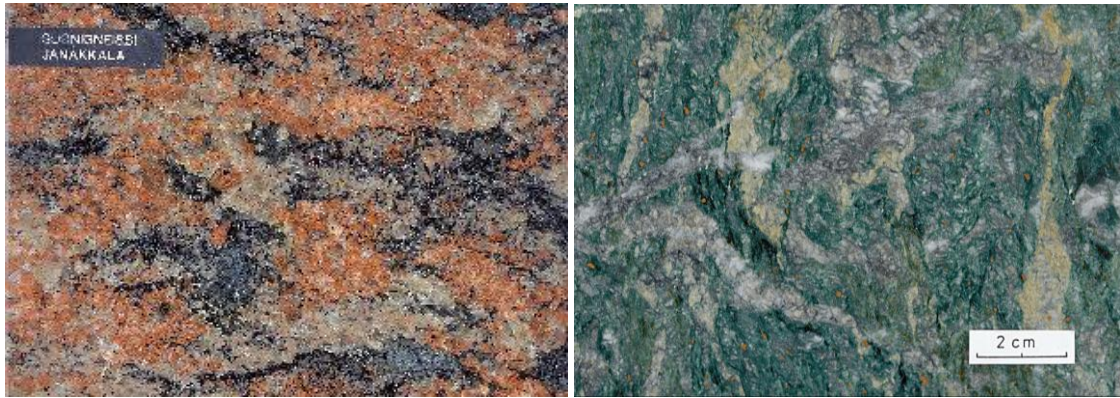
2.3 Metamorfiset kivet

Metamorfiset kivet syntyvät magma- ja sedimenttikivien metamorfoituessa. Metamorfoosissa kivi joutuu deformaation kohteeksi ja/tai koviin uudenlaisiin paine- ja lämpötilaolosuhteisiin (P–T-olosuhteet). Tällöin kiven sisältämät mineraalit kiteytyvät toisiksi mineraaleiksi kemiallisten komponenttien uudelleen järjestäytyessä. Kiven kemiallinen koostumus ei siis muutu mineraalikoostumuksen muuttuessa (Sen 2013). Riittävän kovissa P-T-olosuhteissa kivi voi alkaa myös osittaissulaa. Myös aiemmin metamorfoituneet kivet voivat joutua uudelleen metamorfoosiin.

Metamorfoosityyppejä on erilaisia ja ne jaetaan niiden tapahtumaympäristön perusteella (Kähkönen & Lehtinen 1998). Metamorfoosi voi olla joko paikallista tai alueellista. Paikallisia metamorfoosityyppejä ovat kontaktimetamorfoosi, hydroterminen metamorfoosi, shokkimetamorfoosi sekä hiertovyöhykkeiden metamorfoosi (Sen 2013). Alueellinen metamorfoosi eli orogeeninen metamorfoosi on kaikista merkityksellisin metamorfoosityyppi, koska suurin osa metamorfisista kivistä on syntynyt tällä tavoin (Sen 2013).

Metamorfisten kivien rakenne ja tekstuuri riippuvat protoliitista ja syntyolosuhteista (Sen 2013). Metamorfiset kivet jaetaan suuntautuneisiin ja suuntautumattomiin kiviin. Tyypillisiä rakenteita ovat liuskeisuus ja lineaatio, jotka syntyvät kiven joutuessa suuntautuneeseen stressiin. Magmakivien hajarakeiden tapaan voi metamorfisissa kivissä esiintyä porfyroblasteja, sekä suuntautuneissa että suuntautumattomissa kivissä (Sen 2013).

Metamorfiset kivet nimetään niiden mineralogian ja tekstuurin perusteella. Myös protoliitti voi vaikuttaa nimeen. Metamorfisilla kivillä on monia vakiintuneita nimiä. Metamorfisia kiviä ovat esimerkiksi gneissit, marmorit (kuva 10), liuskeet, ja amfiboliitit (Kähkönen & Lehtinen 1998). Nimi koostuu usein perusosasta, johon lisätään tarvittaessa etuliite. Perusosa kuvaa mineralogiaa (esim. amfiboliitti) ja etuliite rakenteellista tai tekstuurillista ominaisuutta (esim. pyrokseeniamfiboliitti), (Sen 2013). Para- ja orto-etuliitteet kertovat kiven alkuperän; ortogneissi on syntynyt magmakivestä ja paragneissi sedimenttikivestä (Kähkönen & Lehtinen 1998). Meta-etuliite (esim. metabasaltti), kertoo kiven olevan heikosti metamorfoitunut ja kiven alkuperä on vielä pääteltävissä rakenteen ja mineraalikoostumuksen perusteella (Kähkönen & Lehtinen 1998). Rakennuskivinä käytettävät vuolukivet ovat talkki- ja magnesiittipitoisia metamorfisia kiviä (Kähkönen & Lehtinen 1998). Rakennustekninen nimi liuske viittaa sedimenttilähtöisiin metamorfisiin kiviin (Laitakari 1998).



Kuva 10: Suonigneissiä (Väätäinen 1997), (vas.). Kittilän vihreä marmori (Lappia Green), (Väätäinen 1992), (oik.).

3 Rakennuskivien ominaisuudet

Jotta kivi soveltuu rakennuskiveksi, sen ominaisuuksien tulee täyttää tietynlaiset vaatimukset. Oikeanlaisen kiven valinta tiettyyn käyttökohteeseen on erityisen tärkeää, kun halutaan materiaalin olevan kestävä ja pitkäikäinen. Kiviteollisuusliitto on laatinut luonnonkivien laatuluokituksen helpottamaan kivien valintaa (Mesimäki 2006). Suomen rakentamismääräyskokoelmassa (RakMK) esitellään luonnonkivirakenteita koskevat määräykset ja ohjeet (Mesimäki 1998a). Rakennuskivien ominaisuudet vaikuttavat niiden käyttökohteisiin ja käsittelyyn. Myös kiven ulkonäkö on erittäin tärkeää ottaa huomioon. Luonnonkiville on säädetty eurooppalaisia standardeja (EN) ja niitä täydentäviä kansallisia standardeja (SFS) (Selonen *et al.* 2018; SFS ry). Standardeja esitellään RYL 90 -kirjassa (Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset 1990), (Mesimäki 2006).

Kaikki kiven ominaisuudet perustuvat sen geologisiin ominaisuuksiin ja syntyalueen geologiseen historiaan (Selonen 2014). Geologisia ominaisuuksia ovat mineraalikoostumus ja raekoko, kiven rakenne ja tekstuuri sekä kiven eheys (Pyy 1995). Kaksi samannimistä kiveä eivät välttämättä molemmat voi toimia rakennuskivinä, sillä soveltuvuus riippuu niiden laadusta ja mineraalikoostumuksesta (Söderholm 1995). Tässä tutkielmassa kiven ominaisuudet on jaettu teknisiin ja esteettisiin ominaisuuksiin. Teknisiä ominaisuuksia ovat mekaaniset ja fysikaaliset ominaisuudet. Näitä ominaisuuksia mitataan laboratorio-olosuhteissa standardisoiduilla mittausmenetelmillä (Mesimäki 2006). Tarkemmin mittausmenetelmiä tässä tutkielmassa ei esitellä.

3.1 Tekniset ominaisuudet

Kivien tekniset ominaisuudet vaikuttavat siihen, millaisia olosuhteita kivi kestää. Kivi on lähtökohtaisesti kestävä materiaalia, mutta sen kohtaama kulutus tulee ottaa huomioon suunnittelussa. Käytännössä kiveltä odotetaan sen säilymistä koko käyttöiän ajan ja kivirakenteilta odotetaan vähintään 100 vuoden käyttöikää (Mesimäki 2006). Luonnonkivien ominaisarvojen vaihteluvälejä on koottu taulukkoon 2.

Taulukko 2: Luonnokivien teknisten ominaisuuksien lukuarvojen vaihteluvälejä (määritetty DIN-standardien mukaisesti). (Muokattu Mesimäki (1998b) pohjalta).

Kivilaji	Tiheys (t/m ³)	Huokoi- suus (t-%)	Veden- imu- kyky (p-%)	Lämpö- laaje- neminen (1/°C 10 ⁶)	Puristus- lujuus (MN/m ²)	Taivutus- veto- lujuus (MN/m ²)	Kimmo- moduuli x10 ² (MN/m ²)	Moshin kovuus	Kuluminen (g/cm ²)
Graniitti	2.5-2.7	0-5	0.2-0.5	5-9	150-240	10-20	300-600	n. 6	13-20
Dioriitti, gabro	2.9-2.9	0-5	0.2-0.4	4-7	170-300	10-22	1100-1300	5-6	8-27
Gneissi	2.5-2.8	1-5	0.1-0.6	5-8	150-270	10-25	100-1000	5-6	11-25
Syeniitti	2.0-2.5	0-5	0.2-0.5	4-7	160-250	10-22	500-600	5-6	11-22
Tiivis marmori	2.5-2.7	2-7	0.2-0.6	1-6	80-100	5-15	500-800	n. 4	40-110
Huokoinen kalkkikivi	2.3-2.5	5-25	1.0-10.0	3-7	20-90	4-10	-	n. 3	40-100
Kiteinen liuske	2.5-2.8	1-5	0.2-0.5	2-7	100-200	10-35	100-800	4-7	11-40
Hiekkakivi	2.4-2.6	5-15	0.5-8.0	2-7	30-150	3-15	80-200	5-6	11-40
Serpentiniitti	2.5-2.9	3-20	0.1-1.0	5-10	120-300	10-30	400-1500	n. 3	20-55

Tekniset ominaisuudet riippuvat ennen kaikkea kiven geologisista ominaisuuksista, kuten kiderakenteesta ja mineralogiasta (Siegesmund & Snethlage 2011). Kivien koostumus- ja rakenne-erot voivat aiheuttaa anisotropiaa ja vaikuttaa siten merkittävästi kiven teknisiin ominaisuuksiin (Siegesmund & Snethlage 2011). Luonnonkiven teknisiä ominaisuuksia testataan DIN- (Deutsches Institut für Normung), ASTM- (American Society for Testing and Materials) sekä EN-SFS standardien mukaisilla menetelmillä (Mesimäki 2006; SFS ry).

3.1.1 Mekaaniset ominaisuudet

Mekaaniset ominaisuudet kertovat siitä, kuinka hyvin kivi kestää mekaanista rasitusta. Suunniteltaessa kiven käyttöä tulee ottaa huomioon sen lujuus ja kestävyys (Pyy 1995). Kiveen voi kohdistua kuormitusta niin sisä- kuin ulkotiloissa, mutta mekaaniset ominaisuudet tulee ottaa erityisesti huomioon rakennusprojekteissa. Mekaanisia ominaisuuksia ovat taivutusveto-, puristus- ja vetolujuus, kimmomoduuli, kovuus ja kulutuskestävyys sekä tapinreiän murtolujuus.

3.1.1.1 Taivutusvetolujuus

Taivutusvetolujuus on yksi tärkeimmistä lattiaihin ja päällystykseseen käytettävien kivien ominaisuuksista (Çelik *et al.* 2025), sillä taivutuksesta johtuvat vauriot ovat yleisempiä kuin puristusjännityksestä johtuvat (Siegesmund & Snethlage 2011). Taivutusvetolujuudella tarkoitetaan materiaalin kykyä kestää taivuttamista murtumatta. Erityisesti ohuet kivilaatat ovat herkkiä taivutukselle (Çelik *et al.* 2025). Luonnonkivien taivutusvetolujuudet vaihtelevat kivilajin mukaan välillä 3—50 MPa (Mesimäki 2006), (taulukko 2).

3.1.1.2 Puristuslujuus

Puristuslujuus kuvaa kappaleen kykyä vastustaa puristavaa voimaa murtumatta. Luonnonkivien puristuslujuus on yleensä ottaen suuri ja siksi niitä voidaan käyttää kantavissa rakenteissa (Siegesmund & Snethlage 2011). Luonnonkivien puristuslujuudet vaihtelevat kivilajien välillä 20—400 MPa, mutta julkisivuissa arvot vaihtelevat välillä 130—300 MPa (Mesimäki 2006), (taulukko 2). Kiven mineralogia vaikuttaa sen lujuuteen (Selonen *et al.* 2018). Esimerkiksi graniittien puristuslujuudet ovat yleisesti ottaen suuria, sillä ne sisältävät paljon kvartsia ja kalimaasälpää (Ioannidou 2016). Kiven raekoko ja raekokojakauma ovat myös tärkeässä roolissa, sillä hieno- ja tasarakeiset kivet ovat lähtökohtaisesti lujempia (Erkan 1970). Liuskeisissa kivissä suurin puristuslujuus esiintyy, kun pääjännitys kohdistuu kohtisuoraan tai yhdensuuntaisesti kerroksellisuutta vastaan (Zhang 2018).

3.1.1.3 Vetolujuus

Kiven vetolujuudella tarkoitetaan sen suurinta kestävä vetojännitystä ennen murtumista (Siegesmund & Snethlage 2011). Kiven vetolujuus on 10—30 kertaa pienempi kuin sen puristuslujuus (Siegesmund & Snethlage 2011). Vetolujuus on tärkeä kiven ominaisuus, sillä hauraiden materiaalien murtuminen voi alkaa vetojännityksestä (Perras *et al.* 2014). Sitä ei kuitenkaan usein mitata luonnonkivissä vaikkakin sen tarkastelu on tärkeää, kun halutaan ymmärtää kiven kokonaisvaltaista mekaanista käyttäytymistä (Siegesmund & Snethlage 2011). Käytännössä kiven vetolujuus voidaan arvioida taivutusvetolujuuden

avulla (Siegesmund & Snethlage 2011), mutta kirjallisuuteen perustuvien tulosten voidaan päätellä varsinaisen testauksen olevan luotettavampaa (Perras *et al.* 2014).

3.1.1.4 Kimmomoduuli

Kimmomoduuli kuvaa materiaalin kimmoisuutta ja sen avulla lasketaan kantavien rakenteiden taipumista (Mesimäki 2006). Esimerkiksi rakenteen nurjahduksesta johtuvat murtumat riippuvat kiven kimmoisuudesta (Siegesmund & Snethlage. 2011). Luonnonkivien kimmomoduulien vaihteluväli on yleensä 30 000–110 000 MPa (Mesimäki 2006) (taulukko 2).

3.1.1.5 Kovuus ja kulutuskestävyys

Kovuus kertoo kiven kulutuskestävyydestä (Mesimäki 2006). Kovuus luokitellaan Mohsin asteikolla, jossa kuvataan mineraalien naarmutettavuutta. Vaikka kiven mineraaliparageneesi vaikuttaa sen kovuuteen, on myös kiven heterogeenisyydellä (Siegesmund & Snethlage 2011) ja eheillä rakenteilla (Ioannidou 2016) suuri merkitys. Kiven kyky kestää kulutusrasitusta, esimerkiksi kävelyä, riippuu siis kiven mikrokovuudesta, johon rakenteella on suuri merkitys (Siegesmund & Snethlage 2011). Esimerkiksi liuskekivien kulutuskestävyys voi olla hyvä pehmeydestä huolimatta, sillä niissä on suuri kvartsipitoisuus huokoisuuden suhteen (Siegesmund & Snethlage 2011). Kulutuskestävyys tulee ottaa huomioon erityisesti silloin, kun kulutusrasitus on suurta, esimerkiksi katukivetyksissä (Mesimäki 2006). Lähtökohtaisesti suomalaiset tasarakeiset kovat kivet estävät kulutusta hyvin (Söderholm 1995, Mesimäki 2006). Kiviteollisuusliiton mukainen luokitus kulutuskestävyydelle on: hyvä, kohtalainen ja puutteellinen (Mesimäki 2006).

3.1.1.6 Tapinreiän murtolujuus

Uusien trendien myötä on alettu kiinnittää myös huomiota julkisivujen kiinnitysten murtolujuuteen (Siegesmund & Snethlage 2011). Tällä tarkoitetaan sitä kuormaa, jonka kiinnityskohta kestää murtumatta (Mesimäki 2006). Kiinnitystapit tukevat ja kantavat rakenteita, ja siksi kiinnityskohtien tulee kestää kuormaa. Taivutuslujuus korreloi

tapinreiän murtolujuuden kanssa (Baek *et al.* 2025). Myös kivilajin lujuus, kiinnityskohdan mitoitus ja kiinnitystapa sekä lukumäärä vaikuttavat (Mesimäki 2006).

3.1.2 Fysikaaliset ominaisuudet

Rakennuskiven fysikaaliset ominaisuudet on tärkeää ottaa huomioon niin käytännöllisyyden kuin turvallisuuden kannalta. Fysikaaliset vaatimukset korostuvat eri lailla eri käyttöalueilla ja eri puolilla maailmaa (Söderholm 1995). Esimerkiksi lisääntyvät ilmansaasteet korostavat fysikaalisten vaatimusten tärkeyttä entisestään (Siegesmund & Snethlage 2011). Fysikaalisia ominaisuuksia ovat tiheys, huokoisuus, vedenimeytymisen määrä, suola- ja pakkasrapautumisen kesto sekä lämmönkesto ja säänkestävyys.

3.1.2.1 Tiheys

Kiven tiheydellä tarkoitetaan kappaleen painon ja tilavuuden suhdetta (Mesimäki 2006). Tiheys voidaan jakaa irto- ja matriksitiheyteen. Irtotiheys huomioi huokoisuuden, kun taas matriksitiheys ei (Siegesmund & Snethlage 2011). Tiheyden määrittämällä voidaan arvioida kiven koostumusta ja tiiveyttä (Mesimäki 2006). Matriksitiheys riippuu yksinomaan kiven mineralogiasta (Siegesmund & Snethlage 2011). Kiven tiheyden kasvaessa sen huokoisuus pienenee, mikä tekee kivistä lujemman ja kestävämmän (Lindqvist *et al.* 2007).

3.1.2.2 Huokoisuus

Kiven huokoisuus tarkoittaa kiven huokostilavuutta kiven tilavuuden suhteen (Siegesmund & Snethlage 2011). Lähes kaikki kivet ovat jossain määrin huokoisia (Hall 2016). Kiven kokonaishuokoisuus ei kuitenkaan juuri kerro kiven kestävydestä vaan sen sijaan huokosten koko, muoto ja huokoskokojakauma ovat tärkeämpiä indikaattoreita (Uusinoka 1995). Huokokset voivat olla muodoltaan pyöreitä tai levymäisiä ja sisältää ulokkeita tai haarakkeita (Siegesmund & Snethlage 2011). Huokostyyppejä ovat gravitaatio-, kapillaari- ja absorptiovesihuokokset (Uusinoka 1995). Gravitaatio- ja

kapillaarivesihuokosten määrä vaikuttaa kiveen imeytyvän veden määrään ja siten kiven rapautuvuuteen (Uusinoka 1995).

3.1.2.3 Vedenimeytymisen määrä

Kiven huokoisuus vaikuttaa imeytyvän veden määrään (Siegesmund & Snethlage 2011). Vedenimeytymisellä tarkoitetaan veteen upotetun kiven painon ja kuivapainon erotusta (Siegesmund & Snethlage 2011). Kun kivi altistuu sateelle, vesi imeytyy huokosiin kapillaari-ilmiön mukaisesti (Siegesmund & Snethlage 2011). Vesi pehmentää kiveä ja heikentää sen lujuutta (Tomašić *et al.* 2011). Graniiteilla on tunnetusti pieni vedenimeytyminen johtuen tiivistä rakenteesta ja alhaisesta huokoisuudesta (Ioannidou 2016).

3.1.2.4 Suola- ja pakkasrapautumisen kesto

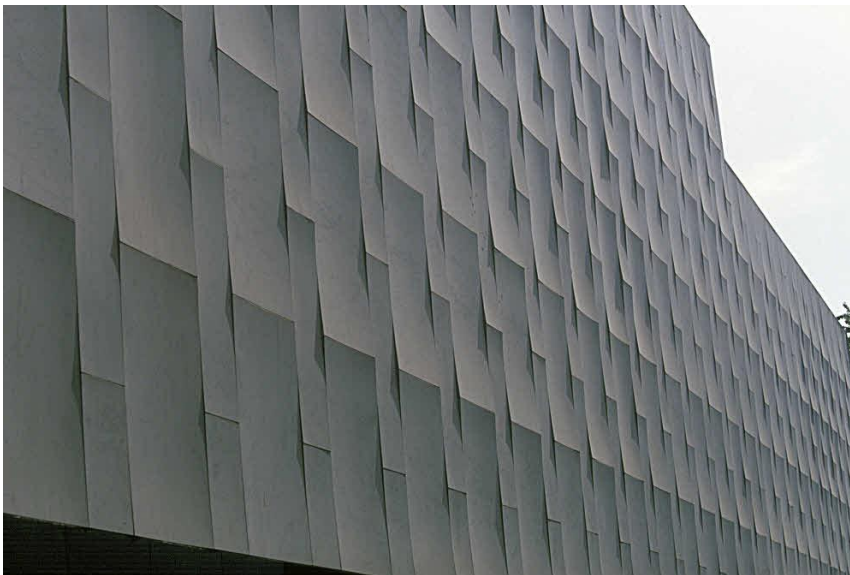
Vesi voi tuoda mukanaan suoloja ja aiheuttaa suolan kiteytymistä huokosiin, mikä voi johtaa rakoiluun (Siegesmund & Snethlage 2011). Vesi voi myös jäätymä huokosiin, mikä johtaa huokosten tilavuuden kasvuun, mikrorakoiluun ja lopulta kiven kestävyys laskuun (Ruedrich *et al.* 2010).

3.1.2.5 Lämmönkesto

Pakkasen lisäksi kiven tulee kestää korkeita lämpötiloja. Kiven kestävyys korkeissa lämpötiloissa riippuu kiven kvartsipitoisuudesta, mineraaleihin sitoutuneesta kideveden määrästä, kuumennusnopeudesta ja kuumen kiven jäähdytysnopeudesta. (Mesimäki 1984). Vuolukivellä on lähtökohtaisesti hyvä lämpöshokkikestävyys muihin kiviin verrattuna, ja siksi sitä voidaan hyödyntää tulisijoissa (Huhta *et al.* 2016).

3.1.2.6 Säänkestävyys

Ulkotiloissa, erityisesti julkisivuissa tärkein fysikaalinen vaatimus on säänkestävyys (Söderholm 1995). Säärasitusta aiheuttavat lämpötilamuutokset, kosteus, tuuli, aurinko, ilman epäpuhtaudet ja biologiset tekijät, kuten kasvustot (Pyy 1995). Huono säänkestävyys voi johtaa kiven kemialliseen tai fysikaaliseen rapautumiseen (Mesimäki 2006). Rapautumisnopeuteen vaikuttaa kivilajin rakenne- ja koostumusominaisuudet, alueen ilmasto ja sadeveden pH (Uusinoka 1995). Ilman epäpuhtaudet, kuten rikkiyhdisteet, voivat aiheuttaa ulkonäkömuutoksia, esimerkiksi värimuutoksia tai kiillon heikkenemistä (Söderholm 1995). Pohjoisessa ilmastossa marmorin lujuuden ja kimmomoduulin on todettu pienenevän, mikä aiheuttaa taipumista esimerkiksi Finlandiatalon seinissä (Mesimäki 2006), (kuva 11). Graniittien kestävyys kaupunki- ja teollisuusilmastossa voidaan olettaa olevan tuhansia vuosia (Mesimäki 2006). Ilmansaasteiden ja korroosioriskin lisääntyminen on tehnyt rakennuskivien valinnan, käytön ja korjauksen entistä hankalammaksi (Pyy 1995). Kiviteollisuusliiton luokittelun mukaan säänkestävyys voidaan jakaa hyvään, kohtalaiseen tai puutteelliseen (Mesimäki 2006).



Kuva 11: Finlandiatalon käyristyneitä marmorilaattoja (Laitakari 1992b)

3.1.2.7 Kivimateriaalit sisätiloissa

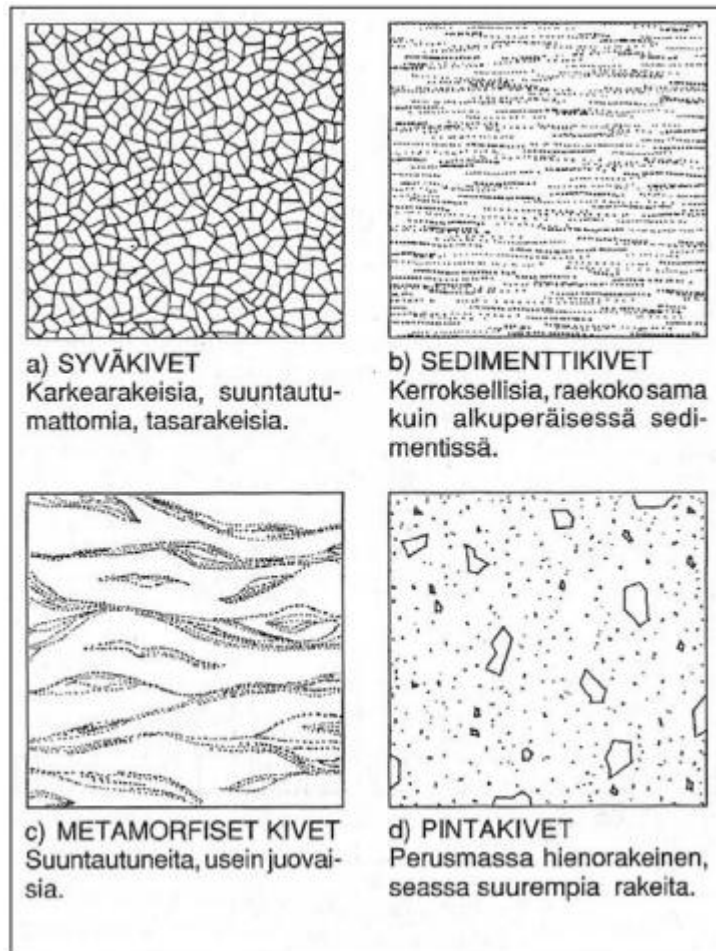
Sisätiloissa kiven halutaan olevan helppohoitoinen ja kestävä kulutuspinna (Söderholm 1995). Kiven kestävyys kemiallisia aineita vastaan tulee ottaa huomioon, jos kiveä tarvitsee puhdistaa (Mesimäki 1998b), sillä mineraalit voivat reagoida tai muuttua (Söderholm 1995). Kovat kivet kestävät kemikaaleja paremmin kuin huokoiset kivet (Söderholm 1995). Siksi esimerkiksi marmori usein käsitellään tahran- ja kosteudenkestävyyden parantamiseksi (Kamal *et al.* 2024).

3.2 Esteettiset ominaisuudet

Rakennuskiville voidaan asettaa myös ulkonäköön liittyviä laatuvaatimuksia, jotka ovat usein ratkaiseva tekijä kiven valinnassa. Kiven on tärkeää vastata niin esteettisiin kuin teknillisiin vaatimuksiin, sillä vaikka kivi olisi teknillisesti sopiva rakennuskiveksi, ei se ulkonäöltään välttämättä ole (Pyy 1995). Kiven ulkonäkö onkin lopullinen kriteeri sille, aletaanko kiveä edes louhimaan rakennuskiveksi (Selonen *et al.* 2011).

Kiven ulkonäön on pysyttävä tarpeeksi muuttumattomana esimerkiksi ilmastorasituksessa (Mesimäki 2006). Korkealaatuisissa muistomerkeissä ei hyväksytä ulkonäkömuutoksia (Mesimäki 1998a) ja esimerkiksi kiilteiden kohdalta sammaltuminen tai ruostuminen tulee ottaa huomioon (Söderholm 1995). RYL 90 mukaan kivilaatoissa ei saa olla työstämisen jäljiltä aiheutuneita vikoja, jotka aiheuttavat värivikoja valmiissa pinnassa (Mesimäki 2006).

Kiven ulkonäön määrittävät sen väri ja tekstuuri (Selonen 1998). Esimerkiksi metamorfisissa kivissä voi esiintyä suuntauteisuutta ja syväkivissä porfyirisyyttä. Käyttökohteesta riippuen joko värin homogeenisuus tai erilaiset tekstuurit ovat tavoiteltavia ulkonäköpiireitä (Selonen 1998), (kuva 12). Pinnan ulkonäköön voidaan vaikuttaa esimerkiksi sillä, onko se lohkaistu tai kiillotettu (Mesimäki 1998b). Luonnonkivissä voi esiintyä myös ulkonäköpoikkeamia, jotka voivat johtaa kiven hylkäämiseen (Mesimäki 2006). Toisaalta erikoiset ulkonäköpiirteet voivat tuoda myös haluttua omalaatuisuutta esimerkiksi sisustukseen (Erdin 2023).



Kuva 12: Eri kivilajien tyypilliset ulkonäköpiirteet (Mesimäki 2006).

Ulkonäön vaatimukset riippuvat käyttökohteesta ja suunnittelijasta (Söderholm 1995). Kiven voidaan haluta olevan näyttävä tai rauhallinen, kuitenkin silmää miellyttävä ja yhteensopiva ympäristön kanssa. Suunnittelijan näkökulmasta estetiikka on tärkeää ja kiven väri on siinä suuressa roolissa, ja siksi suurin osa markkinoilla olevista rakennuskivistä on nimetty värin mukaan (Siegesmund & Snethlage, 2011). Kiviteollisuus ry:n laatuluokituksessa kiven väri vaihtelu on joko vähäistä, kohtalaista tai runsasta (Mesimäki 2006).

Korkeimmat ulkonäköön liittyvät vaatimukset asetetaan esimerkiksi veistoksiin käytettäville kiville, kun halutaan taata täydellinen yhteensopivuus tai yksivärisyys ympäristön kanssa (Siegesmund & Snethlage 2011). Kivi tuo arkkitehtuuriin luonnollisuutta ja arvokkuutta (Erdin 2023). Värin ja tekstuurin vaihtelut mahdollistavat

tiettyjen tunnelmien ja estetiikan luomista suunnittelussa, esimerkiksi tehosteseinissä (Erdin 2023).

4 Rakennuskivien louhinta ja käsittely

Kiven louhintamenetelmät vaihtelevat kivilajin ja kallion rakenteiden mukaan (Ioannidou 2016). Tärkeintä on, että kiven louhinta- ja käsittelytavat tukevat tai parantavat rakennuskivelle haluttuja ominaisuuksia. Esimerkiksi rapautumisnopeuteen vaikuttaa se, miten kivi käsitellään (Uusinoka 1995). Kiven ulkonäkö- ja ominaisuusvaatimusten lisäksi myös kallioesiintymän tulee täyttää tietyt vaatimukset (Selonen 1998).

Kallioesiintymän tulee olla tarpeeksi eheä ja tasalaatuinen, jotta se täyttää vaatimukset rakennuskiven louhinnalle (Mesimäki 1998c). Tätä tutkitaan erilaisilla eheyskartoitusmenetelmillä, joista tärkein on maatutka (Hänninen *et al.* 1995). Rakennuskiven eheys määrittää sen jalostettavuuden ja kaupallisen arvon (Hänninen *et al.* 1995). Myös esiintymän rapautuneisuus on tärkeää ottaa huomioon, sillä esimerkiksi rapakivigraniitin kelpaaminen rakennuskiveksi riippuu kallioperän rapautuneisuudesta (Härmä & Selonen 2008). Esiintymän rakoilun tulee olla vähäistä, mutta säännöllistä, jotta saadaan irrotettua tarvittavan kokoinen lohkare, min. 2 m^3 (Pokki, *et al.* 2014), (kuva 13). Lohkareen mitat vaikuttavat siihen, voidaanko sitä käyttää haluttuun tuotteeseen (Mosch *et al.* 2010). Esimerkiksi Taivassalon punainen graniitti (Balmoral Red) vaatii vientimarkkinoilla suuren lohkarekoon ja siten kallioperässä on esiinnyttävä sitä tukevaa rakoilua (Selonen *et al.* 2011).



Kuva 13: Määrämittaisia rapakivigraniittilohkareita Husun louhoksella (Muokattu Väättäinen (1994) pohjalta).

Irrotusmenetelmissä hyödynnetään aina mahdollisuuksien mukaan mahdollisimman paljon kallion pengertyneisyyttä, jotta lohkar saadaan irrotettua mahdollisimman ehjänä (Mesimäki 1998c). Pengertyneisyydellä tarkoitetaan kallion rakoilua lustasuuntien mukaan (Ritola 1984). Kami, eli suuri kivilohkare, voidaan irrottaa poraamalla, polttoleikkaamalla, räjäyttämällä, kiilaamalla tai sahaamalla, joista yleisimmät ovat porauksen ja räjäytyksen yhdistelmä (Santamala 1995). Polttoleikkaus sopii lähinnä kvartsipitoisiin kiviin, sillä siinä äkillinen lämpötilan muutos saa aikaan kvartsin laajenemista ja säröilyä (Kastinen & Mononen 1995). Vaijerisahausta käytetään erityisesti pehmeiden kivien irrotukseen (Ärmänen 1995).

Kamin irrotuksen jälkeen se paloitellaan lustasuuntien mukaan kiilamalla, tai poraamalla ja räjäyttämällä (Santamala 1995). Paloiteltu kami sahataan jatkojalostusta varten levyiksi tai aihioiksi (kuva 14), (Ioannidou 2016). Luonnonkiven sahattavuuteen vaikuttavat kiven kovuus, lohkareen sekä lopputuotteen muoto ja koko (Kainu & Mesimäki 2001). Timanttipyörö- ja raamisahaus ovat yleisimmät sahausmenetelmät (Elomaa 1995).



Kuva 14: Lohkareen sahaaminen levyksi (vas.) ja levyn sahaaminen katukivetykseksi. (Ioannidou 2016).

Kun tuotteella on esikäsitelty muoto, se pintakäsitellään mekaanisesti. Pintakäsittelyllä voidaan vaikuttaa kiven ulkonäköön ja käyttöominaisuuksiin. Erilaisia pintakäsittelyjä ovat ristipäähakkaus, poltto, hionta, kiillotus, karkaisu ja lohkaus (Elomaa 1995), (kuva 15). Kiiltävällä pinnalla voidaan korostaa kiven värejä ja tekstuuria (Mesimäki 2001). Sillä voidaan myös vähentää pinnan huokoisuutta ja hidastaa likaantumista (Uusinoka 1995). Kiillotettavuus riippuu mineraalikoostumuksesta, mineraalien välisistä

sidosvoimista ja kovuudesta (Mesimäki 2002). Kiiltävä pinta ei kuitenkaan sovi heikkoa kulutuskestävyyttä omaaville kivituohteille, joihin kohdistuu iskuja tai kovaa kulutusta (Mesimäki 2001). Kivelle voidaan haluta myös karkea pinta. Karkeapintainen kivi, kuitenkin likaantuu helpommin ja on vaikeampi puhdistaa (Mesimäki 2001). Lohkominen sopii lähinnä hienorakeisille ja selkeän lohkosuunnan omaaville kiville (Elomaa 1995; Mesimäki 2006). Ristipäähakkauksella ja polttokäsittelyllä saadaan aikaan luonnollinen karkea pinta ja ne ovat Suomessa yleisiä käytössä olevia pintakäsittelymenetelmiä (Elomaa *et al.* 2001a).



Kuva 15: Lohkottu pinta (vas.) ja kiillotettu pinta (oik.) (Muokattu Tulikivi Oy pohjalta).

Ennen viimeistelyä kivituoite sahataan lopputuotteen muotoon, esimerkiksi laatoiksi (Mesimäki 2006). Tarvittavat viimeistely tehdään lopputuotteen perusteella. Kiven reunat voidaan esimerkiksi hioa (Elomaa *et al.* 2001b), urittaa (Kortesmäki *et al.* 2001) tai levyyn voidaan tehdä kiinnitysreiät (Kortesmäki & Silvennoinen 2001). Lopuksi tehdään vielä tarvittavat erikoistyöt, kuten hautakivien kaiverrukset tai muut koristelut (Jaakola & Räsänen 2001).

Yhteenveto

Kivellä on pitkät perinteet rakentamisessa (Kaila 1995). Nykyisin sen käytön pääpaino on lähinnä pintamateriaaleissa (Ioannidou 2016). Käyttökohteita ovat esimerkiksi julkisivut, sisäseinien verhoilu, hautakivet ja katukivetykset (Mesimäki 1998a). Myös vuolukivestä valmistetut tulisijat (Elomaa 1995) ja erilaiset sisustuselementit, kuten kivitaset, ovat yleisiä kivituotteita. Kiven käyttökohteesta riippuen tulee ottaa huomioon eri ominaisuusvaatimukset.

Kiven geologiset ominaisuudet määrittävät pitkälti sen muut ominaisuudet (Selonen 2014). Mineralogia, rakenne, raekoko ja rakeiden yhteenliittymistavat vaikuttavat kiven lujuuteen ja kestävyys (Selonen 2014). Ominaisuudet vaihtelevat kivilajista riippuen.

Rakennuskivien ominaisuudet jaetaan teknisiin ja esteettisiin ominaisuuksiin. Tekniset ominaisuudet jaetaan mekaanisiin ja fysikaalisiin ominaisuuksiin. Mekaanisia ominaisuuksia ovat taivutusveto-, puristus- ja vetolujuus, kimmomoduuli, kovuus ja kulutuskestävyys sekä tapinreiän murtolujuus. Taivutusvetolujuus on yksi tärkeimmistä lattiaihin ja päällystykseen käytettävien kivien ominaisuuksista (Çelik *et al.* 2025), sillä taivutuksesta johtuvat vauriot ovat yleisiä (Siegesmund & Snethlage. 2011). Fysikaalisia ominaisuuksia ovat tiheys, huokoisuus, vedenimeytymisen määrä, suola- ja pakkasrapautumisen kesto sekä lämmönkesto ja säänkestävyys. Näistä säänkestävyys on merkittävin ulkotiloissa käytettäville kiville (Söderholm 1995).

Ulkonäkövaatimukset riippuvat suunnittelijasta ja käyttökohteesta (Söderholm 1995). Tärkeintä on, että kivi miellyttää silmää ja on yhteensopiva ympäristön kanssa (Siegesmund & Snethlage 2011). Kiven ulkonäkö on usein lopullinen kriteeri sille, aletaanko sitä edes louhimaan rakennuskiveksi (Selonen *et al.* 2011).

Rakennuskivien ominaisuudet tulee ottaa huomioon louhinta- ja käsittelymenetelmiä valittaessa. Oikeanlaisilla menetelmillä pystytään tukemaan haluttuja ominaisuuksia ja pidentämään materiaalin käyttöikää (Uusinoka 1995). Rakennuskiviesiintymän sopiva eheys on tärkeä kriteeri louhinnalle (Selonen 1998). Voidaan siis todeta, että rakennuskivien ominaisuuksien tutkiminen ja ymmärtäminen toimivat tärkeinä

työkaluina rakennusteollisuudelle, kun halutaan hyödyntää niitä, käsitellä materiaalia sille edullisin keinoin ja mahdollistaa kivimateriaalille mahdollisimman pitkä käyttöikä.

Lähteet

- Baek, J. W., Kim, H. D., Lee, Y. H. & Kang, S. M. (2025). Breakout test for structural capacity of dowel pinned connections with various granite panels. *Journal of Building Engineering* 106, 19 s.
- Blatt, H., Tracy, R. J. & Owens, N. E. (2006). *Petrology: Igneous, sedimentary and metamorphic*. 3. p. W. H. Freeman and Company. 530 s.
- Bowen, N. L. (1922). The reaction principle in petrogenesis. *The journal of geology* 30: 3, 177—198 s.
- Çelik¹, S.B., Çobanoğlu, I. & Gireson, K. (2025). Prediction and classification of flexural strength of rock materials used as dimension stones. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* (2025). Springer Science & Business Media. 84: 44, 23 s.
- Chen, Z. L., Shi, H. Z., Xiong, C., He, W. H., Wang, H. Z., Wang, B., Dubinya, N. & Ge, K. Q. (2023). Effects of mineralogical composition on uniaxial compressive strengths of sedimentary rocks. *Petroleum Science* 20: 5, 3062—3073 s.
- Elomaa, T. (1995). Kiven jalostus. *Teoksessa* Söderholm, B. & Mononen, S. (toim.): Rakennuskivet ja niiden hyödyntäminen. Teknillinen korkeakoulu, Espoo. 207—218 s.
- Elomaa, T., Kortesmäki, M. & Silvennoinen, M. (2001a). Ristipäähakkaus. *Teoksessa* Mesimäki, P. (toim.): Kiviteknologia 3: Kivituotteiden valmistus. Opetushallitus, Helsinki. 41—44 s.
- Elomaa, T., Pietarila, E., Räsänen, J. & Ylitalo, I., (2001b). Reunan pintakäsittelyt. *Teoksessa* Mesimäki, P. (toim.): Kiviteknologia 3: Kivituotteiden valmistus. Opetushallitus, Helsinki. 58—63 s.
- Erdin, S. Y. (2023). A timeless journey of strength and beauty: The potentials of the use of stone in architecture. *Journal of Design for Resilience in Architecture and Planning* 4: 3, 317—338 s.
- Erkan, Y. (1970). Zum Einfluß einiger Gefügeparameter auf die Würfeldruckfestigkeit der Granite. *Rock Mechanics*. Springer. 3, 113—120 s.
- Hall, C. & Hamilton, A. (2016). Porosities of building limestones: using the solid density to assess data quality. *Materials and Structures* 49, 3969—3979 s.
- Huhta, A., Kärki, A. & Hanski, E. (2016). A new method for testing thermal shock resistance properties of soapstone – Effects of microstructures and mineralogical variables. *Bulletin of the Geological Society of Finland* 88, 21—46 s.
- Hänninen, P., Luodes, H. & Pääkkönen, K. (1995). Maatutkan käyttö rakennuskivien eheyskartoituksessa. *Teoksessa* Söderholm, B. & Mononen, S. (toim.): Rakennuskivet ja niiden hyödyntäminen. Teknillinen korkeakoulu, Espoo. 83—94 s.

- Härmä P. & Selonen O. (2008). Surface weathering of rapakivi granite outcrops — implications for natural stone exploration and quality evaluation. *Estonian Journal of Earth Sciences* 57: 3, 135—148 s.
- Ioannidou, D. (2016). *On sustainability aspects through the prism of stone as a material for construction*. University of California, Santa Barbara. 186 s.
- Jaakkola, J. & Räsänen, J. (2001). Kaiverrukset ja koristeet. *Teoksessa* Mesimäki, P. (toim.): Kiviteknologia 3: Kivituotteiden valmistus. Opetushallitus, Helsinki. 74—77 s
- Kaila, P. (1995). Rakennuskiven käyttö Suomessa. *Teoksessa* Söderholm, B. & Mononen, S. (toim.): Rakennuskivet ja niiden hyödyntäminen. Teknillinen korkeakoulu, Espoo. 9—32 s
- Kainu, I., & Mesimäki, P. (2001). Sahausmenetelmän valinta. *Teoksessa* Mesimäki, P. (toim.): Kiviteknologia 3: Kivituotteiden valmistus. Opetushallitus, Helsinki. 15—16 s.
- Kamal, M. A., Chomal, N. S. & Koundal, A. (2024). Exploring Stone Craft in Contemporary Interior Design: Innovative Applications and Techniques. *Architecture Engineering and Science* 5: 3, 117—131 s.
- Kastinen, J. & Mononen, S. (1995). Railonporaus ja poltto. *Teoksessa* Söderholm, B. & Mononen, S. (toim.): Rakennuskivet ja niiden hyödyntäminen. Teknillinen korkeakoulu, Espoo. 163—168 s.
- Kortesmäki, M. & Silvennoinen, M. (2001). Kiven takapinnan kiinnitykset ja urat. *Teoksessa* Mesimäki, P. (toim.): Kiviteknologia 3: Kivituotteiden valmistus. Opetushallitus, Helsinki. 69—70 s.
- Kortesmäki, M., Silvennoinen, M. & Palin, R. (2001). Muut reunojen viimeistelytyöt. *Teoksessa* Mesimäki, P. (toim.): Kiviteknologia 3: Kivituotteiden valmistus. Opetushallitus, Helsinki. 63—69 s.
- Kähkönen, Y. & Lehtinen M. (1998). Geologian peruskäsitteitä. *Teoksessa* Lehtinen, M. Nurmi P., Rämö T. (toim.): Suomen kallioperä: 3000 vuosimiljoonaa. Suomen geologinen seura ry, Helsinki. 23—92 s.
- Laitakari, A. (1998). Suomen kallioperä. *Teoksessa* Mesimäki, P. (toim.): Kiviteknologia 1: Luonnon kiven ominaisuudet. Opetushallitus, Helsinki. 33—64 s.
- Laitakari, I. (1992a). Konglomeraatti, Merikarvia. GTK. <<https://hakku.gtk.fi/fi/photos>> Haettu 15.6.2026.
- Laitakari, I. (1992b). Finlandiatalon seinän käyristyneitä marmorilaattoja. Helsinki. GTK. <<https://hakku.gtk.fi/fi/photos>> Haettu 15.6.2026.
- Le Maitre, R. W., Streckeisen, A., Zanettin, B., Le Bas, M. J., Bonin, B. & Bateman, P. (2005). *Igneous rocks: a classification and glossary of terms: recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks*. 2p. Cambridge University Press. 236 s.

- Lindqvist, J. E., Åkesson, U., Malaga, K. (2007). Microstructure and functional properties of rock materials. *Materials Characterization*. Elsevier Inc. SP Technical Research Institute of Sweden, Sweden. 58, 1183–1188 s.
- Loimaan kivi Oy. <<https://www.loimaankivi.fi/>> Haettu 15.6.2026.
- Luodes, H., Selonen & O., Pääkkönen, K. (2000). Evaluation of dimension stone in gneissic rocks - a case history from southern Finland. *Engineering Geology* 52, 209–223 s.
- Mesimäki, P. (1984). Julkisivuverhoukset. *Teoksessa* Mesimäki, P., Pyy, H. & Ritola, J. Osa 2: Rakennuskiveltä vaadittavat ominaisuudet ja niiden määrittäminen. *Luonnonkiven rakennusteknisen käytön kehittäminen*. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Espoo. *Tutkimuksia* 309. 9–10 s.
- Mesimäki, P. (1998a). Luonnonkiveltä vaadittavat ominaisuudet. *Teoksessa* Mesimäki, P. (toim.): Kiviteknologia 1: Luonnonkiven ominaisuudet. Opetushallitus, Helsinki. 65–74 s.
- Mesimäki, P. (1998b). Luonnonkiven ominaisuudet. *Teoksessa* Mesimäki, P. (toim.): Kiviteknologia 1: Luonnonkiven ominaisuudet. Opetushallitus, Helsinki. 93–106 s.
- Mesimäki, P. (1998c). Kiviteknologia 2: Tarvekiven louhintaa. Opetushallitus, Helsinki. 133 s.
- Mesimäki, P. (2001). Pintakäsittelyn valinta. *Teoksessa* Mesimäki, P. (toim.): Kiviteknologia 3: Kivituotteiden valmistus. Opetushallitus, Helsinki. 33–34 s.
- Mesimäki, P. (2002). Kiviteknologia 4: Luonnonkivituotteiden asennustekniikka. Opetushallitus, Helsinki. 126 s.
- Mesimäki, P. (2006). Luonnonkivirakenteiden suunnitteluohje 2006. Kiviteollisuusliitto ry, Helsinki. 179 s.
- Mosch, S., Nikolayew, D., Ewiak, O., Siegesmund, S. (2010). Optimized extraction of dimension stone blocks. *Environmental Earth Sciences* 63: 1911–1924 s.
- Nichols, G. (2009). *Sedimentology and stratigraphy*. John Wiley & Sons, 2. p. 419 s.
- Perras, M. A. & Diederichs, M. S. (2014). A Review of the Tensile Strength of Rock: Concepts and Testing. *Geotechnical and geological engineering* 32, 525–546 s.
- Pettijohn, F.J. (1975). *Sedimentary Rocks*. Harper and Row, New York. 3. p. 628 s.
- Pokki, J., Aumo, R., Kananoja, T., Ahtola, T., Hyvärinen, J., Kallio, J., Kinnunen, K., Luodes, H., Sarapää, O., Selonen, O., Tuusjärvi, M., Törmänen, T. & Virtanen, K. (2014). Geologisten luonnonvarojen hyödyntäminen Suomessa 2012. *Tutkimusraportti* 210. GTK, Espoo. 68 s.
- Pyy, H. (1995). Rakennuskivet teknisenä materiaalina. *Teoksessa* Söderholm, B. & Mononen, S. (toim.): Rakennuskivet ja niiden hyödyntäminen. Teknillinen korkeakoulu, Espoo. 95–100 s.
- Ritola, J. (1984). Tuotantotekniset vaatimukset. *Teoksessa* Mesimäki, P., Pyy, H. & Ritola, J. Osa 2: Rakennuskiveltä vaadittavat ominaisuudet ja niiden määrittäminen. *Luonnonkiven rakennusteknisen käytön kehittäminen*. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Espoo. *Tutkimuksia* 309. 36–37 s.

- Romu, I., Selonen, O. & Härmä, P. (2017). Luonnonkivilouhimon toiminta ja parhaat ympäristökäytännöt. *Tekninen tiedote nro 4*. Kiviteollisuusliitto ry, Helsinki. 22 s.
- Ruedrich, J., Krichner, D. & Siegesmund, S. (2010). Physical weathering of building stones induced by freeze–thaw action: a laboratory long-term study. *Environmental Earth Sciences* 63, 1573–1586 s.
- Santamala, M. (1995). Louhimon lupamenettely ja louhinnan toteutus. *Teoksessa* Söderholm, B. & Mononen, S. (toim.): Rakennuskivet ja niiden hyödyntäminen. Teknillinen korkeakoulu, Espoo. 107—142 s.
- Selonen O. (2014). Exploration methods for granitic natural stones – geological and topographical aspects from case studies in Finland. *Bulletin of the Geological Society of Finland*. 86, 5–22 s.
- Selonen O., Jauhiainen P. & Härmä P (2018) Luonnonkiviteollisuuden eurooppalaiset standardit ja CE-merkintä. *Tekninen tiedote no 5*. Kiviteollisuusliitto ry. 13 s.
- Selonen, O. (1998). Exploration for dimension stone – geological aspects. Åbo Akademi, Department of Geology and Mineralogy, Turku. 64 s.
- Selonen, O., Ehlers, C., Luodes, H., Karell, F. (2011). Magmatic constraints on localization of natural stone deposits in the Vehmaa rapakivi granite batholith, southwestern Finland. *Bulletin of the Geological Society of Finland*. 83, 25–39 s.
- Selonen, O., Luodes, H., Ehlers, C. (2000). Exploration for dimensional stone — implications and examples from the Precambrian of southern Finland. *Engineering Geology* 56, 275–291 s.
- Sen, G. (2013). *Petrology: Principles and practice*. Springer Science & Business Media. 370 s.
- Siegesmund, S. & Snethlage, R. (2011). *Stone in architecture: properties, durability*. 5. p. Springer Science & Business Media. 550 s.
- Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. <<https://sfs.fi/>> Haettu 17.6.2026.
- Söderholm, B. (1995). Kivilajit ja rakennuskivet. *Teoksessa* Söderholm, B. & Mononen, S. (toim.): Rakennuskivet ja niiden hyödyntäminen. Teknillinen korkeakoulu, Espoo. 45—62 s.
- Tomašić, I., Lukić, D., Peček, N. & Kršinić, A. (2011). Dynamics of capillary water absorption in natural stone. *Bull Eng Geol Environ* (2011) 70, 673–680 s.
- Tulikivi Oy. <https://tulikivi.com/fi_fi/luonnonkivet/> Haettu 15.6.2026.
- Uusinoka, R. (1995). Rakennuskivien kestävyys ja vaurioitumisprosessit. *Teoksessa* Söderholm, B. & Mononen, S. (toim.): Rakennuskivet ja niiden hyödyntäminen. Teknillinen korkeakoulu, Espoo. 239—246 s.
- Väätäinen, J. (1990a). Kurun karkearakeista dioriittia. Kuru, Suomi. GTK. <<https://hakku.gtk.fi/fi/photos>> Haettu 15.6.2026.

- Väätäinen, J. (1992). Kittilän vihreä marmori (Lappia Green) kiillotettuna levynä. <<https://hakku.gtk.fi/fi/photos>> Haettu 15.6.2026.
- Väätäinen, J. (1994). Husun rakennuskivilouhos (rapakivigraniitti), Ylämaa. GTK. <<https://hakku.gtk.fi/fi/photos>> Haettu 15.6.2026.
- Väätäinen, J. (1995a). Satakunnan maakuntakivi hiekkakivi, Satakunta. GTK. <<https://hakku.gtk.fi/fi/photos>> Haettu 15.6.2026.
- Väätäinen, J. (1995b). Rakennuskivinäyte, kalkkikivi, Kambe, Kachororoni, Kenia. GTK. <<https://hakku.gtk.fi/fi/photos>> Haettu 15.6.2026.
- Väätäinen, J. (1997). Suonigneissi, rakennuskivi, sahattu ja kiillotettu näytelevy, Janakkala. GTK. <<https://hakku.gtk.fi/fi/photos>> Haettu 15.6.2026.
- Väätäinen, J. (1998). Waasan pankin talo (Orsan hiekkakivi, Taalainmaa). GTK. <<https://hakku.gtk.fi/fi/photos>> Haettu 15.6.2026.
- Väätäinen, J. (2003a). Rapakivigraniitti (viborgiitti) Viipurin maalaiskunnasta. Näyte GTK:n kivimuseo. Viipurin mlk, Suomi. GTK. <<https://hakku.gtk.fi/fi/photos>> Haettu 15.6.2026.
- Väätäinen, J. (2003b). Sahattu ja kiillotettu diabaasilevy. Suomi. GTK. <<https://hakku.gtk.fi/fi/photos>> Haettu 15.6.2026.
- Väätäinen, J. (2004). Basaltti. Teknillisen korkeakoulun Materiaali- ja kalliotekniikan osaston näyttekokoelma. Zala (HUN), Gulacs, Unkari. GTK. <<https://hakku.gtk.fi/fi/photos>> Haettu 15.6.2026.
- Zhang, L. (2018). *Engineering properties of rocks*. 2.p. Butterworth-Heinemann. 396 s.
- Ärmänen, E. (1995). Vaijerisahaus. *Teoksessa* Söderholm, B. & Mononen, S. (toim.): Rakennuskivet ja niiden hyödyntäminen. Teknillinen korkeakoulu, Espoo. 169—198 s.

Tutkielmassa on käytetty apuna ChatGPT:tä ja Google Geminiä lähteiden etsinnässä ja kokonaisuuksien hahmottamisessa.