

Saimaan ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK) Lappeenranta
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Infratekniikka

Miikael Tolonen

Luonnonkiven käyttö kaupunkien ympäristöra- kentamisessa

Opinnäytetyö 2017

Tiivistelmä

Miika Tolonen

Luonnonkiven käyttö kaupunkien ympäristörakentamisessa, 37 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka, Lappeenranta

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Infratekniikka

Opinnäytetyö 2017

Ohjaajat: Yliopettaja Tuomo Tahvanainen, Saimaan ammattikorkeakoulu, Kaupungin puutarhuri Hannu Tolonen, Lappeenrannan kaupunki

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä selvitys luonnonkiven käyttömahdollisuuksista kaupunkien ympäristörakentamisessa. Työssä esiteltiin lyhyesti luonnonkiven käyttöä Suomen historiassa ja luonnonkiven tärkeitä teknisiä ominaisuuksia rakentamisen kannalta. Tavoitteena oli vertailla suomalaista ja ulkomaalaista luonnonkiveä teknisin ja taloudellisin perustein. Työssä käytiin läpi luonnonkiven yleisimmät käyttökohteet ympäristörakentamisessa ja muutama erikoisempi kohde esimerkkinä siitä, mihin sitä on mahdollista käyttää. Työn tavoitteena oli myös selvittää louhoksilta ja kiven jalostuslaitoksilta syntyvän sivukiven käyttömahdollisuuksia kaupunkien ympäristörakentamisessa.

Opinnäytetyö tehtiin perehtymällä alan kirjallisuuteen ja suunnitteluohjeisiin. Työssä käytettiin myös hyödyksi opinnäytetyön tekijän kokemusta kivityömailta.

Työn tuloksena saatiin raportti, jossa käydään läpi luonnonkiven käyttömahdollisuudet sekä ideoita sivukiven käytön lisäämiseen. Työssä vertailtiin myös suomalaista ja ulkomaalaista luonnonkiveä teknisin ja taloudellisin perustein teoriatasolla.

Asiasanat: luonnonkivi, ympäristörakentaminen, sivukivi

Abstract

Miikael Tolonen

The use of natural rock in city environmental building, 37 Pages

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Degree Programme in Construction and Civil Engineering

Civil Engineering

Bachelor's Thesis 2017

Instructors: Mr Tuomo Tahvanainen Principal Lecturer, Saimaa University of Applied Sciences, Mr Hannu Tolonen Head of Gardening Department, City of Lappeenranta

The purpose of this thesis was to review the possibilities of using natural rock in environmental building in cities. The thesis shortly goes over the history of using natural rock in Finnish building. The thesis also explains the important technical properties of natural rock as a building material. The purpose of the study was to compare Finnish natural rock to other natural rocks. This thesis compares them on how they differ on technical properties and how their costs vary. The thesis goes over the most common uses of using natural rock in environmental building and a few special projects as an example what is possible. The other purpose of this thesis was to examine the possibilities of using leftover rock from quarries in environmental building.

The information was gathered from literature about natural rock and from planning guides. The thesis also used my own experience from natural rock building sites. Projects where leftover rock has been used were examined and earlier studies on the matter were used as information.

As a result of this thesis a report that lists the possibilities of using natural rock in environmental building was created. There are also some ideas on how to increase the usage of leftover rock. The differences in technical properties and costs between Finnish natural rock and other natural rocks were documented.

Keywords: natural rock, environmental building, leftover rock

Sisällys

Käsitteet.....	5
1 Johdanto.....	6
2 Luonnonkiven käyttö Suomessa.....	6
2.1 Luonnonkiven käytön historia.....	6
2.2 Luonnonkiven käyttö nykyään.....	7
3 Luonnonkivi rakennusmateriaalina.....	8
3.1 Luonnonkiven ominaisuudet.....	8
3.2 Luonnonkiven pintakäsittelyt.....	14
4 Luonnonkivirakenteet kaupunkiympäristössä.....	16
4.1 Tasokiveykset.....	16
4.2 Reunatuot.....	19
4.3 Portaot.....	21
4.4 Muurit ja aidat.....	22
4.5 Muut ympäristön kivirakenteet.....	23
5 Sivukiven hyödyntäminen ympäristörakentamisessa.....	26
6 Suomalaisen kiven erot ulkomaalaiseen kiveen.....	33
7 Betonikivi ja luonnonkivi.....	35
8 Yhteenveto ja päätelmät.....	36
Kuvat.....	37
Taulukot.....	37
Lähteet.....	37

Käsitteet

Sivukivi	Louhoksilta ja kiven jalostuslaitoksilta syntyvää kiveä, joka ei päädy tuotantoon.
Sivukiviblokki	Kalliosta irrotettava kiviblokki, joka ei päädy tuotantoon
Poskikivi	Kiviblokista sahattu raakapinta
CO ₂ e	Hiilidioksidi-ekvivalentti

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä selvitys luonnonkiven käyttömahdollisuuksista kaupunkien ympäristörakentamisessa. Lopputuloksena on tarkoituksena saada työ, jonka pohjalta luonnonkiven käyttöä voidaan lisätä ympäristörakentamisessa. Työssä kerrotaan luonnonkiven ominaisuuksista rakennusmateriaalina ja kivilajien eroista. Yksi työn pääaiheista on vertailla kotimaista ja ulkomaalaista luonnonkiveä teknisin ja taloudellisin perustein. Toinen aiheista on kertoa louhoksilta syntyvästä sivukivestä ja sen käyttömahdollisuuksista ympäristörakentamisessa. Työssä esitellään myös, mitkä ovat luonnonkiven yleisimmät käyttökohteet ympäristörakentamisessa ja millaisia rakenteita luonnonkivestä on mahdollista rakentaa.

2 Luonnonkiven käyttö Suomessa

2.1 Luonnonkiven käytön historia

Luonnonkiveä on käytetty Suomessa rakentamisessa kivikauden ajoista lähtien, tosin jäljelle jääneitä rakenteita ovat vain hautamuistomerkeiksi tehdyt kiviladellat. Rautakaudesta pysyviä rakenteita ovat ahvenanmaalaiset muinaistalot, joissa ulkoseiniä on vahvistettu kivivallilla. Keskiajalta ovat jääneet jäljelle vain kivirakenteiset linnat ja kirkot, sillä muu rakennuskanta on koostunut hirsirakennuksista. Linnat ja kirkot on rakennettu harmaakivestä, joka on kerätty ja louhittu rakennuspaikan läheisyydestä ja kivet on työstetty työmaalla. (1, s. 14-15.)

1700-luvulla Suomessa alkoi Viaporin linnoituksen rakentaminen, jonka puolustusrakennukset tehtiin graniitista, mutta työstötekniikoiden alkeellisuuksien takia rakennuskustannukset nousivat suuriksi. Tuolloin luonnonkivirakentamiseen annettiin verohelpotuksia, joten se yleistyi myös tavanomaisessa rakentamisessa. Tämän ansiosta tuona aikana rakennettiin paljon kivinavettoja ympäri maata. Vuonna 1805 Suomeen perustettiin ensimmäinen koneellinen kivijalostamo, mutta se sulkeutui nopeasti omistajan menehdyttyä. 1800-luvun puolivälissä arkkitehtuurissa alkoi kiinnostus luonnonkiveä kohtaan, jonka myötä perustettiin kiviyrityksiä. Nämä yritykset käyttivät koneellisia tuotantotekniikoita ja pystyivät tuottamaan nopeasti rakennuskiveä kasvavaan tarpeeseen. (1, s. 16-17.)

Vuonna 1886 perustettiin Ab Granit-yhtiö, jonka katsotaan aloittaneen suomalaisen kiviteollisuuden (2, s. 24).

1900-luvun alussa Suomessa alkoi kansallisromanttinen tyyli, joka näkyi arkkitehtuurissa luonnonkiven lisääntyvänä käyttönä. Tästä merkittävimminä rakennuskohteina ovat Helsinkiin tehdyt Vakuutusyhtiö Pohjolan rakennus sekä Polyteknikkojen yhdistyksen talo. Samaan aikaan oli myös ”art nouveau”-tyylisuuntaus, jossa pyrittiin kansainväliseen ja kehitystä ilmaisevaan ajatteluun. Tämän tyyli-suuntauksen mukaisesti suunniteltiin Helsingin rautatieasema, jossa näkyy kivi-työn taidokas hallitseminen. 1960-luvun jälkeen rakennustuotanto- ja teollisuus kasvoivat merkittävästi ja luonnonkiveä alettiin käyttää yleisemmin julkisissa rakennuksissa ja liikerakennuksissa. (1, s. 18-19.)

2.2 Luonnonkiven käyttö nykyään

Luonnonkivirakentamisen mahdollisuudet ovat kasvaneet tuotantotekniikoiden kehittyessä, joten nykyarkkitehtuurissa mielikuvitus alkaa olla ainoana rajana. Luonnonkiven käyttö on muuttunut entisajoista, koska ennen se oli kantavaa rakennetta. Nykyään kantavana rakenteena on betoni, sen muokattavuuden ja edullisuuden ansiosta, ja luonnonkiveä käytetään enemmän pintamateriaalina. Kiveä käytetään yleisesti rakennusten sokkeli- ja julkisivuverhouksissa. Rakennusten sisätiloissa kiveä käytetään lattia- ja seinäpäällysteisiin sekä tulisijoihin. Luonnonkiveä käytetään myös veistoksissa, koriste-esineissä ja koruissa.

Rakennusten ulkopuolelle ja ympäristörakentamisessa luonnonkiveä käytetään katujen ja torien päällysteisiin, muureihin, reunakiviin, portaisiin, pollareihin, luis-kaverhouksiin ja ympäristön maisemointiin. Ympäristörakentamisessa on viime vuosina alettu hyödyntämään louhoksilta syntyvää sivukiveä. Sivukivellä tarkoitetaan louhoksilta syntyvää kiviainesta, joka ei saavuta myyntiin tarkoitettun kiven laatuvaatimuksia (3).

3 Luonnonkivi rakennusmateriaalina

3.1 Luonnonkiven ominaisuudet

Luonnonkivi on kestävä materiaali hyvin käytettynä. Sillä saadaan korkealaatuinen lopputulos valitsemalla oikea kivilaji ja pintakäsittely oikeaan paikkaan. Luonnonkiven ulkonäkö on yksi sen tärkeimmistä ominaisuuksista. Toisena tärkeänä ominaisuutena on sen kestävyys, jonka ansiosta voidaan rakentaa pitkällä aikavälillä edullisia rakenteita.

Luonnonkiven ulkonäköön vaikuttaa kivilaji, jonka perusteella kivi on rakeista, juonikasta tai kerrostunutta. Magmakivet ovat jäähtynyttä ja kiteytynyttä magmaa, jossa näkyvät yleensä kiteytymisestä syntyneet rakeet (ks. kuva 1). Kiven rakeisuuden vaikuttavat paine ja lämpötila, missä kiteytyminen on tapahtunut. Rakennuskivinä magmakivistä yleisimpiä kivilajeja ovat graniitti, dioriitti, diabaasi ja gabro (1). Sedimenttikivet ovat syntyneet, kun maakerrokset joutuvat lämmön ja paineen vaikutukseen, jolloin alimmat kerrokset alkavat kivettyä. Tästä johtuvat sedimenttikivissä näkyvät selvät kerrosrajat (ks. kuva 2). Hiekkakiveä, kalkkikiveä ja travertiinia käytetään sedimenttikivistä yleisimmin rakentamisessa (4). Metamorfiset kivet ovat magma –tai sedimenttikiviä, jotka ovat joutuneet uudestaan lämmön ja paineen vaikutukseen, jolloin niiden mineraalirakenne on muuttunut. Metamorfiset kivet ovat usein suuntautuneita (eli niissä näkyy juonia) tai liuskeenuneita (ks. kuva 3). Rakennuskivinä metamorfisista kivistä käytetään gneissia, liuskeita, marmoria sekä vuolukiveä (1). Luonnonkiven toinen ulkonäköön liittyvä asia on sen väri. Kiven väri tulee siitä, mitkä mineraalit ovat sen rakenneosina. Mineraalit määrittävät myös luonnonkiven muut ominaisuudet, kuten tiheyden ja kovuuden. Näihin vaikuttaa myös kiven synty tapa. Luonnonkiven eri värivaihtoehdot kivilajin mukaan näkyvät taulukossa 1.

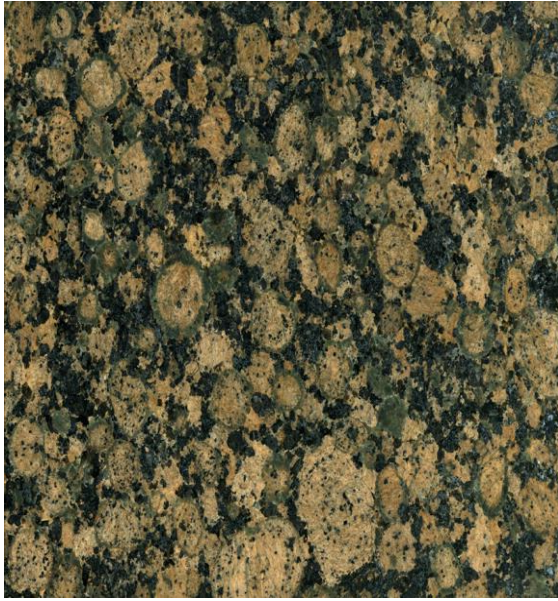
	Musta	Tummanharmaa	Vaaleanharmaa	Valkoinen	Beige	Keltainen	Vaaleanpunainen	Punainen	Ruskea	Ollivi	Vihreä	Harmaanvihreä	Vaaleanvihreä	Vaaleansininen	Sininen
Graniitti			2	1		2	3	3	1				1	1	
Granodioriitti		2	3	1											
Syeniitti			1				2	3	3	1	1				
Larvikiitti			2							1	2	2		1	1
Dioriitti	2	3	3	1							1	1			
Gabro	3	3		1						1	2	1			
Diabaasi	3	3													
Hiekkakivi	1	1	1	3	3	3	3	3	2	2		2		1	
Kalkkikivi	2	2	2	1	3	2	3	3	3	1					
Travertiini			1	2	3	2	2	2	3						
Marmor	1	2	3	3	1	1	2								
Dolomiittimarmor		2	2	2			1		3						
Onyk	1	1	1	1	2	3	2	2	3	1	2	1	3		
Migmatiitti	1	2	2	1		1	3	3	2						
Gneiss	2	3	3	2		2	3	3	2	1	1	2	1		
Kiilleliuske	3	1	1				1	2	3	2		1			
Fylliitti		1	2						1	2	1	3	1		
Kvartsiitti		1	2	3	2	2	2	2	1	1	1	3	2	1	1
Serpentiniitti	1					1		1	1	1	3	2	1		
Vuolukivi		3	3												

Taulukko 1 Kivilajien tyypilliset väri (1, s. 42)

3 = yleinen väri

2 = melko harvinainen väri

1 = harvinainen väri



Kuva 1 Magmakivi graniitti Baltic Brown (5)



Kuva 2 Hiekkakivi (6)



Kuva 3 Metamorfinen kivi migmatiitti Amadeus (5)

Luonnonkiven tärkeät tekniset ominaisuudet rakentamisen kannalta ovat tiheys, kovuus, puristuslujuus, vedenimukyky, kimmomoduuli, taivutusvetolujuus, lämpömuodonmuutokset, kulutuskestävyys sekä kosteusmuodonmuutokset (1, s. 42). Eri kivilajeilla on suuria eroja fysikaalisissa ominaisuuksissa, sekä samalla kivilajillakin saattaa olla vaihtelua riippuen louhintapaikasta. Luonnonkiven tekniset ominaisuudet tulevat kiven rakennusaineina olevista mineraaleista sekä kiven muodostumistavasta. Rakennusaineina olevien mineraalien kovuus vaikuttaa kiven lopulliseen kovuuteen. Luonnonkiven muodostumisolosuhteissa vaikuttanut paine ja lämpötila vaikuttavat myös lopulliseen kiven kovuuteen, puristuslujuuteen sekä huokoisuuteen. Esimerkiksi suuressa paineessa ja hitaasti jäähtyneet magmakivet ovat huomattavasti kovempia ja omaavat suuremman puristuslujuuden kuin pienemmässä paineessa muodostuneet sedimenttikivet. Taulukossa 2 nähdään mineraalien ominaisuuksia ja taulukossa 3 on näistä muodostuneiden kivilajien ominaisuuksia.

Mineraali	Kemiallinen koostumus	Väri	Tiheys kN/m ³	Kovuus Mohs
Kvartsi	SiO ₂	väritön, valkoinen, savunharmaa, vaaleanpunainen	26,5	7
Kalimaa-sälpä	KaSiO ₃ O ₈	punainen, punaruskea, harmaa	25,0-26,0	6
Plagioklaasi	Na-Ca-Al-silikaatti	harmaa, musta, vihertävä, punertava	26,0-27,0	6
Biotiitti	K-Fe-Mg-Al-silikaatti	musta, tummanruskea, tummanvihreä	27,0-33,0	2,5
Muskoviitti	K-Al-silikaatti	kellertävä, ruskehtava, läpikuultava	27,0-28,0	2-2,5
Sarvivälke	Ca-Fe-Mg-silikaatti	tummanvihreä, musta	30,0-35,0	5-6
Pyrokseeni	Ca-Fe-Mg-silikaatti	musta, ruskea, tummanvihreä, vaalea	31,0-35,0	5,5-6
Oliviini	(Mg, Fe) ₂ SiO ₂	kullanvihreä, mustanvihreä, punertava	33,0-42,0	6,5-7
Serpentiini	Mg-silikaatti	musta, vihreä, kellertävä, punaruskea	25,0-26,0	3-4
Kalsiitti	CaCO ₃	valkoinen, sinertävä, punertava	26,0-28,0	3
Dolomiitti	CaMg(CO ₃) ₂	kellertävä, ruskehtava, valkoinen, vihertävä	28,0-30,0	3,5-4
Kloriitti	Fe-Mg-al.silikaatti	vihreä, mustanvihreä	26,0-33,0	2-3
Talkki	Mg-silikaatti	vihertävä, kellertävä, valkoinen	26,0-28,0	1

Taulukko 2 Tärkeimpien kivimineraalien ominaisuudet (1, s. 37)

Kivi- tyyppi	Bruttoti- heys (DIN 52102) kN/m ³	Huokoi- suus (DIN 52102) tilavuus- %	Vedeni- mukyky (DIN 52103) paino-%	Puris- tuslu- juus (DIN 52105) MN/m ²	Taivu- tusveto- lujuus (DIN 52112) MN/m ²	Kovuus Mohs	Kimmomo- duuli MN/m ² 10 ³	Läm- pölaaje- neminen 1/°C*10 ⁻⁶
graniitti	25-28	0,4-1,5	0,1-0,5	150-300	6-25	6	30-60	5-9
syeniitti	26-29	0,4-0,5	0,1-0,5	140-290	6-22	5-6	40-60	4-8
dioriitti	28-30	0,4-0,5	0,1-0,4	170-300	10-23	5-6	110-130	4-7
gabro	28-30	0,1-0,4	0,1-0,4	170-300	10-23	5-6	110-130	4-7
basaltti	29-30	0,2-0,9	0,1-0,3	250-400	15-27	5-6	58-15	8-9
diabaasi	28-29	0,3-1,1	0,1-0,4	180-280	15-25	5-6	110-130	4-7
kvart- siitti	26-27	0,4-2,0	0,2-0,5	150-300	13-25	6-7	70-80	5-10
hiekk- kivi	20-26	0,5-25,0	0,2-9,0	30-180	3-15	5-6	8-20	3-10
tiivis kalkki- kivi	26-28	0,5-2,0	0,2-0,6	80-180	6-15	3	40-70	3-6
traver- tiini	24-25	5,0-12,0	2,0-5,0	20-60	4-10	3	-	3-7
gneissi	26-30	0,4-2,0	0,1-0,6	160-280	8-22	5-6	40-100	5-8
marmori	26-29	0,5-2,0	0,2-0,6	80-160	6-20	3-4	50-80	3-5
liuskeet	25-28	0,5-1,5	0,1-0,5	100-200	8-27	4-6	10-60	2-7
vuolu- kivi	29-30	0,1-0,5	0,1-0,5	20-30	15-18	2-3	30-35	20

Taulukko 3 Luonnonkiven ominaisuuksia ja DIN-standardin mukaiset testausmenetelmät (1, s. 42)

Kiven valinta rakennuskohteeseen on aina tapauskohtaista ja on tarkasteltava rakennuskohteen vaatimuksia ennen valintaa. Luonnonkiven käyttökohde antaa

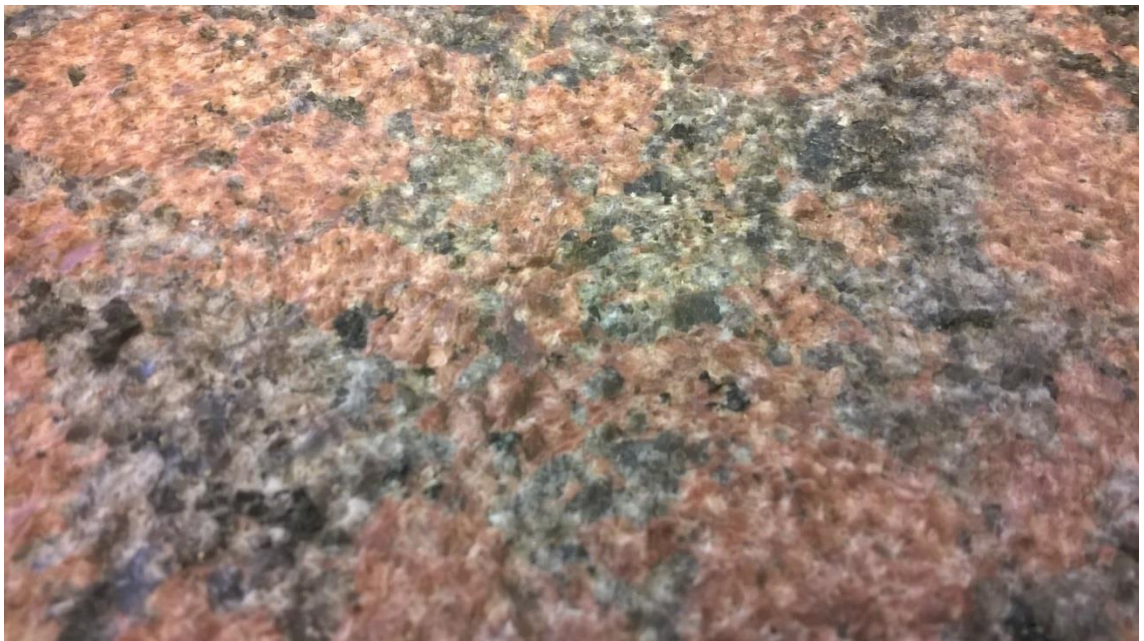
vaatimuksia sen ulkonäölle, kulutuskestävyydelle sekä sallituille muodonmuutoksille. Esimerkkeinä graniitti on kova ja kulutusta kestävä, mutta vaikeammin muokattavissa kuin vuolukivi, joka ei ole yhtä kova. Julkisivuissa kiven ominaisuudet määräävät osin sen kiinnitystavan, jotta saadaan turvallisin mahdollinen lopputulos. Luonnonkiven muodonmuutokset aiheuttavat rasituksia kiinnityskohtaan, jotka on otettava suunnittelussa huomioon. Oikein käytettynä luonnonkivi on kestävä ja edustavan näköinen rakenneratkaisu.

3.2 Luonnonkiven pintakäsittelyt

Lopulliseen rakenteen ulkonäköön ja toimivuuteen voidaan vaikuttaa valitsemalla erilaisia pintakäsittelytapoja, tosin jotkut kivilajit soveltuvat toisia paremmin tietyille pintakäsittelyille. Kivi voidaan hioa tai kiillottaa, näin saadaan kiven väri parhaiten esille, mutta tämä ei sovellu ulkopäällysteisiin, koska pinta on märkänä liukas. Tämä soveltuu parhaiten sisätilojen ja julkisivujen päällysteisiin ja tiiviille ja ehjille kivilajeille. Samantyyllisenä käsittelytapana teknisten ominaisuuksien kannalta on sahaus, mutta tässä väri ei tule yhtä hyvin esille. Poltetulla pintakäsittelyllä saadaan melko värikäs, karkea ja suorapinta (ks. kuva 4). Tämä soveltuu kvartsipitoisiin kivilajeihin ja käyttökohteiltaan julkisivuihin sekä ulkotilojen kivirakenteisiin. Sahauksen jälkeen kiven pinta voidaan ristipää- tai karkeahakata, jolloin kiven väri jää vaaleahkoksi (ks. kuva 5). Ristipäähakkkaus soveltuu kaikille kivilajeille ja se soveltuu julkisivuihin sekä ulkotilojen kivirakenteisiin. Karkeahakkauksessa kiven pintaan syntyy syvempiä kuoppia kuin ristipäähakkauksessa. Tähän soveltuvat parhaiten graniitit. Karkeahakattu pinta on yleensä reuna- ja muurikivissä sekä muissa ulkotilojen kivirakenteissa. Hiekkapuhallus soveltuu kaikille kivilajeille ja sillä saadaan pintaan vaalea väri. Tätä käytetään kivipintojen kuviointiin, koristeluun sekä pintakitkan lisäämiseen. Melko värikäs ja luonnollinen pinta saadaan lohkomalla kivi. Tämä soveltuu liuskekiviin sekä hieno- ja keskirakeisiin graniitteihin. Lohkottu pinta soveltuu parhaiten tasokiveyksiin, reunakiviin, portaisiin, muureihin, pollareihin ja muihin ulkokivirakenteisiin. Pintakäsittely vaikuttaa myös syntyvän kappaleen mittatarkkuuteen, sillä sahaamalla saadaan kappaleen mitat määritettyä millimetrin tarkkuudella. Tätä mahdollisuutta ei lohkomalla ole, koska kivi lohkeaa sen heikkousvyöhykkeen kohdalta ja tätä ei ole aina mahdollista tarkasti selvittää. (7, s. 57.)



Kuva 1 Poltettu pinta (Kuva: Jussi Eskelinen, Ylamma Massive Granite Oy)



Kuva 2 Ristipäähakattu pinta (Kuva: Jussi Eskelinen, Ylamma Massive Granite Oy)

4 Luonnonkivirakenteet kaupunkiympäristössä

Luonnonkiveä käytetään kaupunkien ympäristörakentamisessa moneen eri tarkoitukseen. Rakennuskohteet voivat tarkoittaa rakenteen kooltaan pientä kenttäkiveystä tai satama-alueiden laajennusta isoina lohkareina ja kaikkea siltä väliltä. Eri tuotevaihtoehtojen ansiosta ja työtekniikoiden kehittyessä pystyy luonnonkiveä käyttämään monimuotoisemmin kuin aiemmin. Ympäristökivien kysyntä on lähtenyt viime vuosina nousuun muun kiviteollisuuden ohella. Osaltaan tähän vaikuttavat kaupunkien suuret infrahankkeet, joissa luonnonkiveä käytetään. (8.)

Kivirakenteiden suunnittelussa ulkotiloihin joudutaan ottamaan huomioon eri asioita kuin sisätiloihin suunniteltaessa. Ulkotiloissa rakenne altistuu sää – ja lämpötilavaihteluille, jotka on otettava huomioon kivilajia ja pintakäsittelyä valittaessa. Eri kivilajit kestävät paremmin olosuhdevaihteluja kuin toiset ja erilaiset pintakäsittelyt vaikuttavat rakenteen lopulliseen toimivuuteen. Suomen olosuhteissa ulkotiloihin suunniteltaessa on maan routiminen otettava huomioon rakenteessa. Tällä on merkitystä esimerkiksi kiven alusrakenteeseen ja kivilaattojen mitoittamiseen. Valittaessa luonnonkiveä rakenteeseen on tarkasteltava ensin kiven soveltuvuus ja kivilajia valittaessa on tarkasteltava, soveltuuko se teknisiltä ominaisuuksiltaan rakenteeseen. Kivilajin valinnassa on huomioitava kiven saatavuus sillä hetkellä, koska kaikkia kivilajin väri vaihtoehtoja ei aina ole välttämättä saatavilla. Rakenteita suunniteltaessa olisi hyvä huomioida luonnonkivelle ominaiset väri vaihtelut, jotta pinnasta ei tulisi muovimaisen näköistä. Luonnonkivirakenteiden suunnittelussa on myös otettava kivituohteen käsittelyaste huomioon rakenteen kustannuksia arvioidessa. Mitä käsitellympi kivi, pääsääntöisesti sitä korkeampi hinta (1).

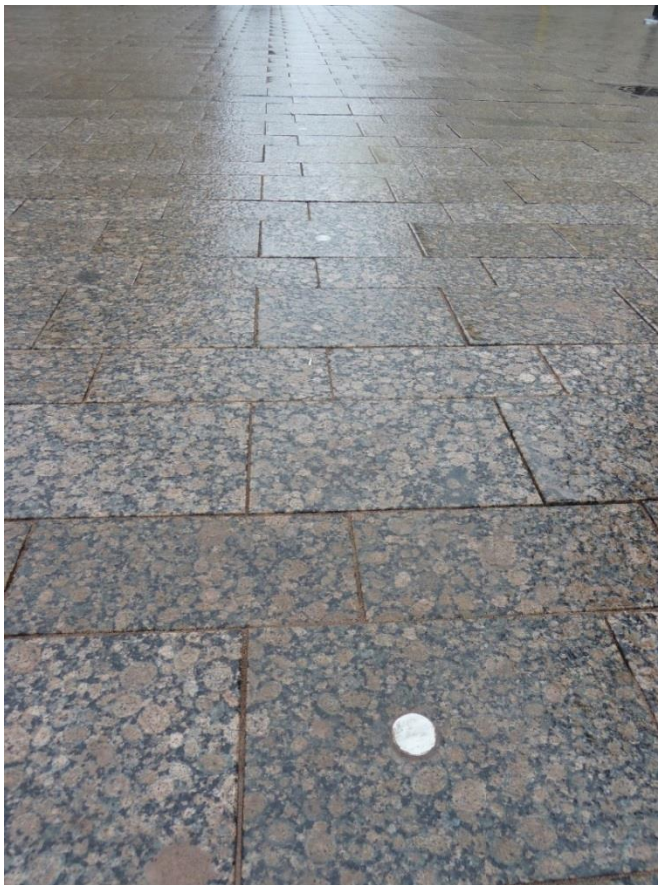
4.1 Tasokiveykset

Tori- ja katukiveyksiin luonnonkivi soveltuu hyvin sen kulutuskestävyyden ja helppohoitoisuuden ansiosta. Luonnonkivi ei muuta muotoaan suuremman kulumuksen ja kulutuksen alla, joten kiveyksen korjauksessa on mahdollista käyttää samoja kiviä uudelleen, jos esimerkiksi kiveyksen alapuolisissa rakenteissa on tapahtunut routanousua tai painaumia. Kivien uudelleen käytöstä hyvänä esi-

merkkinä on Presidentinlinnan peruskorjaus, jonka sisäpihan korjauksessa käytettiin 1990-luvulla asennetut kivet uudelleen (9). Tämä on kivelle etu elinkaarijäätelussa, koska kivi on lähestulkoon ikuinen rakennusmateriaali. Kivellä saadaan myös näyttävämmän näköisiä rakenteita kuin käyttämällä asfalttia tai betonikiveä, koska luonnonkivelle on ominaista ulkonäkövaihtelut, jonka ansiosta sillä saadaan elävämmän näköistä pintaa. Kiveyksissä voidaan yhdistellä eri kivilajeja sekä lajien eri värejä kuvioinnissa, jolloin saadaan kiveykseen ulkonäköä sekä ainutlaatuisuutta (ks. kuva 6). Tasokiveyksissä yleisimmin käytetään graniittia, koska sitä on hyvin saatavilla ja se on kestävä kivilaji (ks. kuva 7). Kiveyksissä tuotevaihtoehtoina ovat nupu- ja noppakivet sekä sahatut laatat, joiden pintakäsittely on yleensä poltettu tai ristipäähakattu kitkan parantamiseksi. On olemassa myös kenttäkiviä, jotka ovat luonnon pyöristämiä kiviä joita ei muuten ole käsitelty. Kenttäkiveyksiä ei epätasaisuutensa vuoksi nykyään käytetä yleisesti liikenteen päällysteenä, vaan ne soveltuvat paremmin luiskauksiin, korokkeisiin ja istutusten ympärille. Tasokiveyksiä suunniteltaessa on mahdollista myös yhdistellä eri tuotevaihtoehtoja, jolloin kivipintaan ja kuviointiin saadaan elävyyttä. Tuotevaihtoehtoja yhdisteltäessä on otettava huomioon eri tuotteiden vaatimat erilaiset pohjarakenteet, jotka on otettava suunnittelussa ja toteutuksessa huomioon. Tasokiveyksiä tehdessä on mahdollista yhdistellä myös betoni- ja luonnonkivituotteita, jolloin pintaan saadaan ulkonäkövaihtelua. Eräät tuotteiden valmistajat ovat helpottaneet tätä käyttämällä luonnonkivilaattojen sahausessa sekä betonikivien valuissa yhteensopivia mittoja, jolloin voidaan siirtyä kivityypistä toiseen tekemättä ylimääräisiä sahauksia työmaalla. Tasokiveyksiä suunniteltaessa on muutenkin syytä suunnitella kiveyksen mitat siten, että työmaalla tulee mahdollisimman vähän sahauksia, koska se on aikaa vievä työvaihe. Yleisimmät tasokivien mitat ovat määritelty standardissa SFS-EN 1342 (1).



Kuva 3 Yhdistettyjä kivilajeja tasokiveyksessä (Kuva: Anne Veijovuori, Lappeenrannan kaupunki)



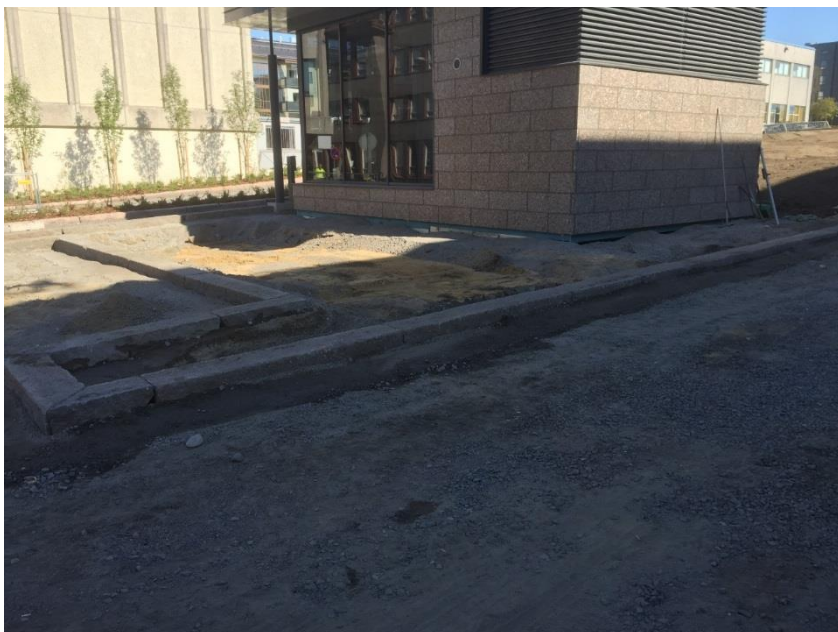
Kuva 4 Normaalaa tasokiveystä (Kuva: Anne Veijovuori, Lappeenrannan kaupunki)

4.2 Reunatuot

Luonnonkiveä voidaan käyttää katujen ja teiden reunakivinä, tosin yleisimpänä käyttökohteena ovat suurkaupunkien kadunreunukset (ks. kuva 8). Reunakiviä käytetään myös ympäristörakentamisessa rajaamaan istutusalueita (ks. kuva 9) sekä kaikkeen muuhun mahdolliseen ympäristörakentamiseen. Kadunrakennuksessa reunakivien mitat on standardoitu ja kivien muotoilussa on neljä eri vaihtoehtoa. Suorareunakivien poikkileikkaus on suorakulmainen, faasireunakivien etureunassa on 20 x 20 mm suuruinen viiste, viistereunakivien etureunassa on 20 x 100 mm suuruinen viiste ja vaakareunakivet ovat suorakulmaisia, mutta matalia ja leveitä (1). Eri poikkileikkausten tarkat mitat ovat määritelty standardissa SFS-EN 1343. Standardoitujen kivien lisäksi on olemassa luiskattuja reunakiviä kulkeamisen helpottamiseksi, esimerkiksi suojateiden kohdilla. Luonnonkivi soveltuu hyvin katujen reunakiviin sen rasituskestävyyden ansiosta talvikunnossapidossa (7). Suurin osa luonnonkivestä tehdyistä reunakivistä on maahan upotettavia, mutta vaihtoehtona on myös matalammat mallit, jotka liimataan betonisten reuna-
tukien tapaan asfalttiin.



Kuva 5 Suurta reunakiveä asennettu kadun laitaan (Kuva: Miikael Tolonen)



Kuva 6 Reunakivestä tehty istutusallas (Kuva: Miikael Tolonen)

4.3 Portaat

Luonnonkivistä on mahdollista rakentaa portaita ulkotiloihin. Rakenteelliset portaat yhdistyvät muuhun rakennettuun ympäristöön ja maastoportaat ovat luonnontasoerojen välillä. Luonnonkivistä porraskiviin parhaiten soveltuvat kovat kivilajit. Kivien poikkileikkausten perusteella luonnonkiviportaat voidaan jakaa laatta-portaisiin, massiiviportaisiin sekä reunakiviportaisiin. Jokaisessa portaikon rakenne on erilainen. Laattaporras on yleinen vaihtoehto rakennusten sisääntuloihin, siinä kivilaatta asennetaan portaikon betonirunkoon. Reunakiviportaassa suorakulmainen reunakivi toimii portaan nousuna ja askelma voidaan tehdä kivistä, tiivistetystä hiekasta tai sorasta (ks. kuva 10). Reunakiviportaat ovat yleisiä ulkotiloissa, joissa noustaan luonnontasoerojen välillä. Massiivikiviportaat ovat yleisin ulkotilojen porrastyyppejä, siinä poikkileikkaukseltaan suorakaiteen tai takapinnasta viistetyn muotoinen massiivikivi toimii portaan nousuna ja askelmana (ks. kuva 11). Ulkotiloihin portaita suunniteltaessa on varsinkin otettava huomioon, että vesi ei jää kivipinnalle. Tämä varsinkin jäätyessään tekee pinnasta erittäin liukkaan, mutta joissain tilanteissa tämä voidaan välttää tekemällä portaikon rakenteeseen lämmitys.



Kuva 7 Massiivikivi nousuna ja tiivistetty sora askelmana (Kuva: Hannu Tolonen, Lappeenrannan kaupunki)



Kuva 8 Massiivikiviportaajat ja vieressä poskikivimuuria (Kuva: Hannu Tolonen, Lappeenrannan kaupunki)

4.4 Muurit ja aidat

Luonnonkivi soveltuu hyvin aitojen ja muurien rakentamiseen. Tämä on ollut yleinen luonnonkiven käyttökohde historiassa. Varsinkin muurit ovat olleet yleisiä linnoituksissa ja luonnonkivi on ollut hyvä vaihtoehto sen kestävyysansioista. Nykyään luonnonkivestä rakennetut aidat ja muurit ovat tehty kivistä sen ulkonäöllisten ominaisuuksien takia. Muurin ulkonäköön voidaan vaikuttaa kivituo- ja limitysvälillä. Yleisimmät limityskuvioinnit kivimuureissa ovat pyörökivi-, seka-, verkko-, rubble-, harkko- ja rivimuri. Jokaisessa näissä kuvioinneissa kivituo- on erilainen, esimerkiksi pyörökivimuurissa muuri tehdään erikokoisista luonnonirtokivistä ja harkkomuurissa on säännönmukaisia työstettyjä kiviä. Limityskuviointi voidaan valita käytettävissä olevan materiaalin mukaan tai sen mukaan, miten kuviointi soveltuu muuhun lähiympäristöön. Toinen vaihtoehto on rakentaa muuri täyskivistä tai paasikivistä, jotka ovat yhdestä kivistä työstettyjä muurikiviä. Luonnonkivestä tehtyä muuria luonnontasoerojen välille kutsutaan tukimuuriksi. Tukimuri voidaan rakentaa kivituohteista eri työtekniikoilla tai käyttää täyskiviä työstettyinä tai työstämättöminä. Luonnonkivimuri voidaan rakentaa täysin ki-

vistä muuraamalla tai käyttää ohuempia kiviä ulkopinnassa, jolloin muurin sisäosa on joko betonia tai soraa, johon kivet kiinnitetään. Eri rakennetyyppien soveltuvuus on tarkasteltava aina tapauskohtaisesti, jotta saadaan kestävin ja kokonaisedullisin ratkaisu. Vuonna 2015 hyödynnettiin sivukiveä muurirakentamisessa Lappeenrannan Paasikivenpuistossa, kun siellä rakennettiin korkean istutusaltaan tukimuuri poskikivistä. Puisto on tehty parkkihallin katolle, joten rakenteessa oli etsittävä mahdollisimman kevyitä ratkaisuja. Poskikivet soveltuivat tähän, koska ne olivat vain 100 mm paksuja ja näin saatiin rakenteesta kevyt.



Kuva 9 Sivukivestä tehtyä muuria (Kuva: Miikael Tolonen)

4.5 Muut ympäristön kivrakenteet

Luonnonkivestä voidaan rakentaa paljon muitakin ulkotiloihin ja ympäristöön. Yleisimpiä muita käyttökohteita ovat pylväät, pollarit, istutus – ja vesialtaat, ulkotulisijat, patsaiden alustat ja penkit (1). Luonnonkivestä on mahdollista rakentaa nykyään hyvin erilaisia kohteita, varsinkin nykyisillä työtekniikoilla, mutta kyseessä on silloin erikoisrakenne, joten kohteet ovat aina suunniteltava erikseen. Kuvassa 14 ja 15 on erilaisia kivrakenteita. Luonnonkivi soveltuu myös siltojen rakentamiseen. Kuvassa 15 on luonnonkivistä rakennettu silta Läntisellä kanavatiellä Lappeenrannassa. Silta jouduttiin purkamaan katujärjestelyjen takia. Ku-

vassa 16 on tämän sillan kivistä tehty uusi silta Saunarannan kosteikolle Lappeenrantaan. Kiven käyttö on kiinni suunnittelijan mielikuvituksesta ja siitä, miten luonnonkivi soveltuu muuhun ympäröivään rakennettuun ympäristöön.



Kuva 10 Poskikivistä rakennettu puistokyltin jalusta (Kuva: Hannu Tolonen, Lappeenrannan kaupunki)



Kuva 11 Luonnonkivestä tehty muistomerkki ja jalusta (Kuva: Hannu Tolonen, Lappeenrannan kaupunki)



Kuva 12 Alkuperäinen silta (Kuva: Hannu Tolonen, Lappeenrannan kaupunki)



Kuva 13 Edellisen sillan kivistä uudelleen rakennettu silta (Kuva: Hannu Tolonen, Lappeenrannan kaupunki)

5 Sivukiven hyödyntäminen ympäristörakentamisessa

Ympäristörakentamisessa on viime vuosina alettu hyödyntämään louhimoilta ja kivenjalostuslaitoksilta syntyvää sivukiveä. Sivukiven syntyminen on ongelmallista, koska sen hyödyntäminen on vaikeaa logististen ongelmien takia, jonka vuoksi suurin osa siitä tällä hetkellä läjitetään ja maisemoidaan maastoon. Kaakois-Suomessa keskimäärin 80 % syntyvästä kivituohteesta on sivukiveä ja sitä syntyy 400 000 kuutiometrin vuosivauhdilla lisää. Vuonna 2007 Kaakois-Suomessa oli jo 10 miljoonan kuutiometrin sivukivivarannot ja sen saamista hyötykäyttöön on tutkittu. (3.)

Sivukivi soveltuu hyvin louhepenkereisiin ja muihin kantaviin rakenteisiin tiehankkeissa hyvän kantavuutensa ansiosta. Murskattuna sivukivi on sopiva myös muihin pengerryksiin ja täyttöihin. Merkittävä hyödyntämiskohde on myös satama-alueiden laajennukset, joissa tarvitaan monenlaista kiviainesta täyttöihin ja aallonmurtajiin. Ongelmana on louhimoiden etäisyys suurista rakennushankkeista, jolloin kuljetuskustannukset nousevat suuriksi. Ympäristörakentamisessa voidaan suurehkoja sivukiviä käyttää luonnontasoerojen välille tehtävissä tukimuurissa, joissa voidaan hyödyntää kiven suurta ominaispainoa. Sivukivistä tehtävät muurit soveltuvat myös paikkoihin, joissa muuri joutuu kestämään iskuja, koska kivellä on suuri kovuus ja kulutuskestävyys. Sivukivestä tehtävät rakenteet on aina suunniteltava erikseen, koska sivukivirakenteista ei ole vielä tehty virallisia suunnitteluohjeita (3).

Sivukiveä voidaan hyödyntää hyvin moniin käyttötarkoituksiin, koska sillä on kiven normaalit ominaisuudet, mutta se ei ole päätyntä syystä tai toisesta normaaliin tuotantoon. Sivukivi saattaa olla kiviblokki, joka on tuotantoon liian pieni, mutta jolla on samat tekniset ominaisuudet kuin tuotantoon menneillä kiviblokeilla. Sivukiven käytössä on kuitenkin aina huomioitava mistä syistä kivi ei ole tuotantoon päätyntä ja otettava nämä suunnittelussa huomioon. Esimerkiksi jos kivessä on keskellä halkeama, saattaa se rakennusvaiheessa haljeta sen kohdalta. Uusia kivirakenteita suunniteltaessa tulisi tarkastella soveltuuko ominaisuuksiltaan lähi-alueilta löytyvä sivukivi rakenteeseen, jotta sivukivivarannot saataisiin hyötykäyttöön. Uusia kehitysideoita sivukivien hyötykäyttöön ympäristörakentamisessa tulee tutkia, jotta sivukivimäärät saataisiin vähenemään. (3.)

Sivukiveä on hyödynnetty rakennuskohteissa Kotkassa ja Lappeenrannassa. Kotkassa Katariinan Meripuiston skeittiparkin katsomo tehtiin sivukiviblokeista, kuva 17 (10). Lappeenrannan Myllysaarella hyödynnettiin sivukiviblokkeja ja poskikiviä rantamuurin rakentamisessa, kuva 18.



Kuva 14 Skeittiparkin katsomo (Kuva: Anne Vilkki-Lanu, Kotkan kaupunki)



Kuva 15 Myllysaaren rantamuri (Kuva: Hannu Tolonen, Lappeenrannan kaupunki)

Esimerkkinä sivukiven käyttömahdollisuuksista on Lappeenrannan Paasikiven puistoon tehty muuri poskikivistä. Siinä poskikivet on laskettu nojaamaan puupukkeja vasten tasatun ja tiivistetyn murskesorakerroksen päälle. Kivet ovat tarkoituksella eri korkuisia, jotta muurin yläpinnasta saadaan elävämmän näköinen ja poskikivien yläpintaa eikä tarvinnut työstää (ks. kuva 19).



Kuva 16 Poskikivet nojaamassa puupukkeja vasten (Kuva: Miikael Tolonen)

Tämän jälkeen poskikiven alalaitaan porattiin reiät raudoitustappeja varten ja tappeihin kiinnitettiin pitkät harjateräkset (ks. kuva 20).



Kuva 17 Poskikivien raudoitus (Kuva: Miikael Tolonen)

Raudoituksen jälkeen maasta muotoiltiin muotti betonointia varten ja valu tehtiin kivien molemmille puolille (ks. kuva 21).



Kuva 18 Poskikivien valu (Kuva: Miikael Tolonen)

Valun kuivumisen jälkeen puupukit katkaistiin betonin yläpuolelta, jonka jälkeen muuri routasuojattiin. Kivien taakse tuli kaksi routalevyä, joiden väliin tuli 30 cm leveä ja kivien korkuinen kerros leca-soraa. Routalevyt ja leca-sora suojattiin maarakennuskankaalla (ks. kuva 22).



Kuva 19 Poskikivien routasuojaus (Kuva: Miikael Tolonen)

Tämän jälkeen muurin takaosa täytettiin mullalla, johon istutettiin pensaita ja puita (ks. kuva 23).



Kuva 20 Paasikiven puiston valmis muurirakenne (Kuva: Anne Veijovuori, Lappeenrannan kaupunki)

Toisena esimerkkinä on Kotkan Karhuvuoreen tehty tukimuuri sivukiviblokeista (ks. kuva 24). Tässä rakenteessa sivukiviblokkeja on laitettu päällekkäin rajaamaan luonnontasoeroja ja rajaamaan jalankulkutunnelin sisääntulo (ks. kuva 25).



Kuva 21 Sivukiviblokkeja asennetaan päällekkäin (Kuva: Anne Vilkki-Lanu, Kotkan kaupunki)



Kuva 22 Valmista tukimuuria (Kuva: Anne Vilkki-Lanu, Kotkan kaupunki)

Yksinkertaisimmillaan sivukivi rakenne voi olla poskikivi, joka on laitettu sillaksi (ks. kuva 26).



Kuva 23 Poskikivestä tehty silta (Kuva: Hannu Tolonen, Lappeenrannan kaupunki)

6 Suomalaisen kiven erot ulkomaalaiseen kiveen

Viime vuosina on julkisuudessa ollut paljon keskustelua ulkomaalaisen kiven käytöstä Suomen suurissa julkisissa hankinnoissa. Keskustelu on herännyt, koska lähialueilta on saanut vastaava graniittia, joten graniitin tuominen ulkomailta on ihmetyttänyt ihmisiä. Varsinkin suurissa julkisissa hankinnoissa paikallisen yritystoiminnan tukeminen on ollut toivottavaa.

Kiven tuomiseen ulkomailta on monia syitä, jotka voivat olla luonnonkiven tekniset ominaisuudet, tietynlainen haluttu ulkonäkö, hinta tai se että vastaavaa kiveä ei löydy Suomesta. On kuitenkin otettava huomioon graniittien teknisissä ominaisuuksissa, että Suomesta löytyy tutkitusti maailman parhaimpia graniitteja. Varsinkin Kiinasta tuotu graniitti on kilpaillut suomalaisen graniitin kanssa hinnallaan.

Kiinasta tuotu halvempi kivi ei välttämättä ole teknisesti yhtä kestäväää tai ulkonäöltään laadukasta kuin suomalainen graniitti. Onkin otettava huomioon rakennuskohdetta suunniteltaessa rakenteen suunniteltu käyttöikä ja verrattava koko elinkaaren kustannuksia, eikä pelkästään kiven ostohintaa kiveä valitessa. Esimerkkinä tästä on Italiasta tuotu Carraran marmori, joka on ostohinnaltaan edullista, mutta jonka käyttöikä Suomessa on lyhyt. Tämä johtuu Carraran marmorin kiderakenteesta, joka ei kestä Suomen suuria lämpötilavaihteluita ja aiheuttaa kiven käpristymisen. (11.)

Yleensä tarjouspyynnön kriteereiksi määritellään kiven ulkonäkö, taivutusvetolujuuden alin sallittu arvo sekä vedenimukyvyyn suurin sallittu arvo. Taivutusvetolujuus ja vedenimukyky ovat yksiselitteisiä lukuarvoja, mutta ulkonäön määrittelyminen on enemmän yksilön tulkintaa. Kiven halutun ulkonäön määrittelee suunnittelija tai arkkitehti, ja hän määrittelee kuinka paljon ulkonäkö saa poiketa suunnitellusta. Tekniset ominaisuudet on helppo saada selville suomalaisista kivistä, koska ne on määritelty suurimmalle osalle myytävistä luonnonkivilajeista ja ne ovat kaikille nähtävissä. Ulkomaalaisista kivituohteista ei välttämättä aina ole kaikkia tietoja saatavilla, vaan ne annetaan tapauskohtaisesti tarjouksen yhteydessä. On myös huomioitava rakenteita suunniteltaessa ja tarjouspyyntöä laadittaessa kiven paksuuden vaikutus taivutusvetolujuuteen, joka on tärkeä ominaisuus rakenteen kestävyiden kannalta. Suomalainen kivi saattaa pienemmällä paksuudella saavuttaa saman taivutusvetolujuuden arvon, kuin vastaava tuontikivi suuremmalla paksuudella. Tarjouspyynnössä olisi oltava taivutusvetolujuuden alin sallittu arvo, mutta jätettävä kiven paksuus tuottajan valittavaksi, jotta saadaan tasapuolisin kilpailu, jos pelkästään kestävyys on valintakriteeri.

Luonnonkivituotteiden käytössä on myös huomioitava ympäristöystävällisyys ja ilmastovaikutukset. Ulkomailta tuotaviin kiviin liittyy normaalit louhinnasta ja tuotannosta aiheutuvat päästöt, mutta lisäksi niihin liittyy kuljetuksista tulevat päästöt ja nämä aiheuttavat ison osan luonnonkiven päästöistä. Kuljetus Suomen ja Kiinan välillä aiheuttaa 350 kg CO_{2e} yhtä kivitonnia ja kuljetus Suomen sisällä 7 kg CO_{2e} (12, s. 97-98). CO_{2e} tarkoittaa hiilidioksidi-ekvivalenteja. Tämä vaikuttaa rakenteiden ympäristöluokitukseen, joissa pisteitä saa eri osa-alueilta ja yksi vai-

kuttava tekijä on kuljetusmatkat, joten mitä lähempää materiaali tulee sitä paremmat pisteet se saa. Kiinasta tuotujen kivilastien pakkausmateriaaleissa on huomattu olevan aasianrunkojäärän toukkia, vaikka pakkausmateriaalien olisi pitänyt saada ISPM 15–standardin mukainen kasvintuhoojakäsittely (13). Euroopan ulkopuolelta tulevista kivistä onkin vaikea tietää missä olosuhteissa työt on tehty ja millä laatutarkkailulla.

Suomalaisen ja ulkomaalaisen kiven vertaaminen ei ole yksiselitteistä, sillä siinä on otettava huomioon monia näkökulmia. Luonnonkiven hankinnassa pelkästään tekninen ja taloudellinen vertailu ei riitä, vaan on huomioitava vaikutukset paikalliseen talouteen, ympäristövaikutuksiin sekä alkuperämaan työetiikkaan. Tarjouspyynnöissä onkin laitettava enemmän painoarvoa muille valintakriteereille kuin pelkästään halvimmalle hinnalle. Rakenteeseen, jos halutaan tiettyä kivilajia, on tarjouspyyntövaiheessa mahdollista kilpailuttaa kiven toimittajat, jotta hankinta voidaan tehdä hankintalain puitteissa. Tämä voi tulla varsinkin vastaan, jos jatketaan jo rakennettua kivetystä ja halutaan yhdistää tuleva kivetys siihen saumattomasti.

7 Betonikivi ja luonnonkivi

Betonikiven ja luonnonkiven erot eivät ole kovinkaan suuria teknisesti kovissa luonnonkivilajeissa. Valintaan vaikuttaa kivipinnan haluttu ulkonäkö ja suunniteltu kustannus, koska betonikivi on luonnonkiveä edullisempaa. Luonnonkivellä saadaan aikaisiksi luonnollisemman näköisiä rakenteita ja nykyisillä tuotantotekniikoilla tuotevalikoima on laaja, joten sitä voidaan käyttää monimuotoisemmin rakenteissa. Betonikivillä tuotevalikoima on laajempi ja niissä on mahdollista monet eri pinnat ja pintojen värit betonin kiviainesta vaihtamalla tai lisäämällä väriainetta. Betonikivissä, riippuen valmistustavasta, saattaa ajan kuluessa kulua väri pois pinnasta, joka heikentää kiven uudelleen käyttöä. Luonnonkivissä tätä ongelmaa ei ole ja kivet voidaan käyttää uudelleen, mikä parantaa luonnonkiven kustannuksia koko elinkaaren ajalta. Luonnonkiven ja betonikiven valinnassa oleellisin asia on miten ne soveltuvat muuhun ympäristöön ja minkälaisen kuvan rakenteella halutaan antaa.

8 Yhteenveto ja päätelmät

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada työ, jonka pohjalta kaupunkien ympäristörakenteissa on mahdollista lisätä luonnonkiven käyttöä. Tässä opinnäytetyössä tutkittiin luonnonkiven käyttöä kaupungin ympäristörakentamisessa ja sen eri mahdollisuuksia. Työssä esiteltiin kiven erilaisia teknisiä ominaisuuksia ja miten eri kivilajien muodostuminen on niihin vaikuttanut. Yleisimmin ympäristörakenteissa käytetään graniittia sen kovuuden ja kulutuskestävyyden takia.

Työssä käytiin läpi eri pintakäsittelyt luonnonkivelle ja niiden vaikutukset kiven soveltuvuuteen ympäristörakenteissa. Varsinkin tasokiveyksissä on pintakäsittely otettava huomioon, jotta pinnasta ei tule liukas.

Tässä työssä esiteltiin luonnonkiven yleisimmät käyttökohteet ympäristörakentamisessa ja muutama erikoisempi kohde jossa luonnonkiveä on käytetty. Työssä tutkittiin louhoksilta ja jalostuslaitoksilta syntyvän sivukiven käyttömahdollisuuksia ympäristörakenteissa ja miten niiden suunnittelu poikkeaa normaalista suunnittelusta. Lopputuloksena sivukivelle tulisi olla yleispätevät suunnitteluohjeet, joiden pohjalta sen käyttöä voitaisiin lisätä ja helpottaa suunnittelua. Tällä hetkellä kaikki sivukiven käyttö ympäristörakenteissa on suunniteltu erikseen.

Työssä vertailtiin kotimaista ja ulkomaalaista luonnonkiveä niiden teknisten ominaisuuksien ja kustannusten kannalta. Vertailua vaikeutti tiedon puute ulkomalaisista kivistä, mutta tulevaisuudessa Geologian tutkimuskeskukselta on tulossa tästä tutkimus. Tällä hetkellä ulkomaalaisista kivistä ei ole tuotekortteja, joissa olisi niiden tekniset ominaisuudet, kuten suomalaisista kivistä on. Tulevaisuudessa tarjouspyynnöissä olisi pantava enemmän painoarvoa laadulle ja teknisille ominaisuuksille, eikä pelkästään halvimmalle hinnalle, jotta saataisiin kokonaisuutaloudellisesti parempia rakenteita. Luonnonkivessäkin pätee yleensä vanha sanonta ”halvalla ei saa hyvää”. Työssä myös kerrottiin vähän betonikiven ja luonnonkiven eroista, mutta teknisesti niillä ei ole suurta eroa. Valintaan vaikuttaa kumpi kivistä sopii paremmin muuhun ympäristöön ja rakenteelle suunniteltu kustannus.

Kuvat

- Kuva 1 Magmakivi graniitti Baltic Brown s. 10
- Kuva 2 Hiekkakivi s. 10
- Kuva 3 Metamorfinen kivi migmatiitti Amadeus s. 11
- Kuva 4 Poltettu pinta s. 15
- Kuva 5 Ristipäähakattu pinta s. 16
- Kuva 6 Yhdistettyjä kivilajeja s. 18
- Kuva 7 Normaalia tasokiveystä s. 18
- Kuva 8 Suurta reunakiveä asennettu kadun laitaan s. 20
- Kuva 9 Reunakivestä tehty istutusallas s. 20
- Kuva 10 Massiivikivi nousuna ja tiivistetty sora askelmana s. 21
- Kuva 11 Massiivikiviportaat ja vieressä poskikivimuuria s. 22
- Kuva 12 Sivukivestä tehtyä muuria s. 23
- Kuva 13 Poskikiviä hyödynnetty kyltin alustassa s. 24
- Kuva 14 Luonnonkivestä tehty muistomerkki ja alusta s. 24
- Kuva 15 Alkuperäinen silta s. 25
- Kuva 16 Edellisen sillan kivistä uudelleen rakennettu silta s. 26
- Kuva 17 Skeittiparkin katsomo s. 27
- Kuva 18 Myllysaaren rantamuuuri s. 27
- Kuva 19 Poskikivet nojaamassa puupukkeja vasten s. 28
- Kuva 20 Poskikivien rauditus s. 29
- Kuva 21 Poskikivien valu s. 29
- Kuva 22 Poskikivien routasuojaus s. 30
- Kuva 23 Paasikiven puiston valmis muurirakenne s. 31
- Kuva 24 Sivukiviblokkeja asennetaan päällekkäin s. 32
- Kuva 25 Valmista tukimuuria s. 32
- Kuva 26 Poskikivestä tehty silta s. 33

Taulukot

- Taulukko 1 Kivilajien tyypilliset värit s. 9
- Taulukko 2 Tärkeimpien kivimineraalien ominaisuudet s. 12
- Taulukko 3 Luonnonkiven ominaisuuksia ja DIN-standardin mukaiset testausmenetelmät s. 13

Lähteet

1. Mesimäki, P. 1994. Luonnonkivirakenteiden suunnitteluohje. Helsinki: Kiviteollisuusliitto ry.
2. Selonen, O. 2016. 130-vuotta Ab Granit-yhtiön perustamisesta. Suomalainen kivi 1/2016, 24

3. Geologian tutkimuskeskus. Kaakkois-Suomen rakennuskivilouhimoiden sivukivet hyötykäyttöön.
http://www.gtk.fi/_system/print.html?from=/_system/PressReleases/news_0016.html. Luettu 10.1.2017.
4. Kiviteollisuusliitto. Sedimenttikivet.
<http://www.suomalainenkivi.fi/kiviteollisuusliitto/geologia/sedimenttikivet/>.
Luettu 10.1.2017.
5. www.suomalainenkivi.fi
6. <https://commons.wikimedia.org/wiki/>
7. Mesimäki, P. 1997. Betoni -ja luonnonkivituotteet päällysterakenteena. Forssa: Forssan Kirjapaino Oy.
8. Kiviteollisuusliitto. Luonnonkiviteollisuus luottaa kivituotekysynnän kasvuun.
<http://kivilehti.fi/Yritykset-ja-markkinat/Luonnonkiviteollisuus-luottaa-kivituotekysynnän-kasvuun>. Luettu 19.1.2017.
9. Kalima, T. 2015. Mittavatyö palautti Presidentinlinnan loiston. Suomalainen kivi. Kiven vuosi 2015, 9-10.
10. Selonen, O. 2016. Sivukivi luo viihtyisyyttä Kotkassa.
<http://www.kivilehti.fi/Ymparistokivet/Sivukivi-luo-viihtyisyytta-Kotkassa>.
Luettu 15.2.2017.
11. Kalima, T. 2015. Marmori uusiksi Hyvinkäälläkin. Suomalainen kivi. Kiven vuosi 2015, 22-23.
12. Romu, I. 2014. Parhaat ympäristökäytännöt (BEP) luonnonkivituotannossa. Helsinki: Ympäristöministeriö.
13. Evira. Aasianrunkojäärä. <https://www.evira.fi/kasvit/viljely-ja-tuotanto/kasvitaudit-ja-tuholaiset/vaaralliset-kasvitaudit-ja-tuholaiset/aasianrunkojaara/>. Luettu 1.3.2017.