

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Rakennustuotanto

Opinnäytetyö

Jani Mäkelä

ORIVESI SLATE -LIUSKEKIVILAATTA

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2008

DI, RA Tero Markkanen
Liuskemestarit Oy, valvoja rak.ins. Juhani Kurppa

ALKUSANAT

Tämä tutkimus on tehty opinnäytetyönä rakennusinsinöörin tutkintoa varten Tampereen ammattikorkeakoulussa rakennustuotannon linjalla. Työn tilaaja on Oriveden Liuskemestarit Oy. Opinnäytetyön ideana olisi löytää helppo tapa käyttää hyödykseen liuskekiven (Orivesi Slate) hukkakiveä, rääpekiveä.

Kiitokset työni ohjaamisesta ja tarkastamisesta diplomi-insinööri Tero Markkaselle TAMK:sta ja rakennusinsinööri Juhani Kurpalle.

Tampereella kesäkuussa 2008

Jani Mäkelä

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Rakennustuotanto
Mäkelä, Jani Orivesi Slate -Liuskekivilaatta

Tutkintotyö 30 sivua + 1 liite
Työn valvoja DI, RA Tero Markkanen
Työn teettäjä Liuskemestarit Oy, valvoja rak.ins. Juhani Kurppa
Kesäkuu 2008
Hakusanat liuskekivi, kivi, hukkakiven jalostus

TIIVISTELMÄ

Luonnonkiven käyttö on yleistynyt rakentamisessa viime vuosina. Kiveä käytetään nykyistä enemmän rakentamisessa, koska se on perinteikäs ja luonnonominaisuuksiltaan hyvä. Tässä työssä pyritään löytämään jatkojalostusmahdollisuus kivilouhinnasta syntyvälle suurelle materiaalihu- kalle.

Tämä työ tehdään Oriveden Liuskemestareiden käyttöön materiaalihu- kan jatkojalostamiseksi, ja siinä tutkitaan liuskekivilaatan ulkonäköä, ra- kennetta sekä liuskeen ja laatan toimivuutta yhdessä. Lisäksi valmiste- taan erilaisia prototyyppisiä toimivan liuskekivilaatan löytämiseksi.

Oikeanlaiseen lopputulokseen pääseminen vaatii kuitenkin useamman tutkimuksen toimivan liuskekivilaatan löytämiseksi. Ratkaisu voisi no- peuttaa sekä helpottaa liuskekiven työstämistä asennusvaiheessa ja tuoda uutta muotoa arkkitehtonisiin ratkaisuihin.

TAMK University of Applied Sciences
Construction Technology
Construction Engineering
Mäkelä, Jani Development of Orivesi Slate

Engineering Thesis 30 pages + 1 appendices
Thesis Supervisor DI, RA Tero Markkanen
Commissioning company Liuskemestarit Oy, Supervisor Juhani Kurppa
June 2008
Keywords slate, stone, refine stone extraction

ABSTRACT

Now days in construction business the use of natural stone is more popular. Stone is used more often because it is traditional and it has many great qualities. In this thesis I will try to find the way to refine the massive loss of stone extraction.

This thesis is made for use of Orivesi Slate Company and it will concentrate on finding the best possible outlook, structure and combination of slate. Many prototypes were made to ensure maximum solution of the slate.

Though, it will take more than one research to make a perfect and full-operative slate. A complete solution in this concept would make it easier and faster for the slate installation and it would offer new architectural perspective to a whole concept.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO.....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 ORIVEDEN FYLLIITTI (ORIVESI SLATE).....	7
3 LIUSKEKIVILAATAN SUUNNITTELUSTA.....	9
3.1 Määräykset ja ohjeet.....	9
3.2 Keskeiset materiaalit.....	12
4 TUTKIMUSKOKKEEN TYÖVAIHEET JA MENETELMÄT.....	14
4.1 Liuskekivilaatta 1.....	14
4.2 Liuskekivilaatta 2.....	15
4.3 Liuskekivilaatta 3.....	17
4.4 Liuskekivilaatta 4.....	22
4.5 Liuskekivilaatta 5.....	24
5 YHTEENVETO.....	27
6 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	28
LÄHTEET.....	29

LIITE

Tartuntamenetelmä

1 JOHDANTO

Työn tausta

Projekti on lähtenyt liikkeelle louhinnasta syntyneestä erittäin suuresta kivi materiaalihukasta. Tarve on löytää materiaalihukalle jalostuskeino. Viime vuosikymmenien ajan on rakennuskiven jalostustekniikkaa kehitetty aktiivisesti, ja nykyaikaisessa rakentamisessa kivituohteilta vaaditaan uudenlaisia ja entistä yksilöidympiä ominaisuuksia. Uusia ja käyttökelpoisia rakennuskivilaatuja tuotetaan markkinoille tasaiseen tahtiin./6, s.9./

Työn tavoite

Kivenlouhinnasta muodostuu hyvin runsaasti hukkakiveä eli rääpekiveä. Työn tavoitteena on löytää Oriveden liuskekiven työstöstä syntyvälle hukkamateriaalille liuskekivilaattamalli. Tässä mallissa tarkastellaan liuskekivilaatan ulkonäköä, rakennetta ja pintaa. Ratkaisu voisi nopeuttaa, sekä helpottaa liuskekiven työstämistä asennusvaiheessa ja tuoda uutta muotoa arkkitehtonisiin ratkaisuihin.

Työn suoritus

Työssä käytetään kirjallista aineistoa ja siihen kuuluu myös kehitystyön osuus. Työ suoritetaan Tampereen ammattikorkeakoulun betonilaboratoriossa, jossa pyritään valmistamaan Oriveden Liuskemestareiden (Orivesi Slate) kivistä liuskekivilaatta.

Työtä koskevat rajaukset

Tutkimustyön tarkoituksena on tehdä liuskekivilaatta, johon liittyy suunnittelua sekä liuskekiviprototypeiden tekemistä. Työssä pyritään löytämään toimiva rakenneratkaisu liuskekivilaatalle. Rakenneratkaisu, pintakäsittelyn valinta, kivituotteen muotoilu ja mitoitus, vaadittavat mittatarkkuus sekä valmistettavan sarjan pituus ovat tekijöitä, joiden perusteella määräytyvät sovellettavat valmistusmenetelmät. Liuskekivilaatta kiinnitetään pääosin tartuntamenetelmällä.

Oriveden liuskemestareilla olisi toivomuksena saada tuotantoon uudenlainen kivituotemalli.

2 ORIVEDEN FYLLIITTI (ORIVESI SLATE)

Oriveden Liuskekivi (Orivesi Slate) on väriltään tummanharmaata, lähes mustaa fylliittiliusketta. Fylliittiliuskeen luonnonominaisuudet kuten pakkasen ja kulutuksenkestävyys kuin myös kemiallinen kestävyys ovat hyviä. Fylliittiliuskeella on myös runsas väri vaihtelu. /13/



Kuva1. Orivesi Slate /13/

tiheys	2610 kg/m ³
vedenimukyky	0,17%
puristuslujuus	201 MPa
taivutusvetolujuus	25 MPa
kovuus	6,5 Mohs

Taulukko 1 Tekniset ominaisuudet /13/

kvartsi	74,9%
Muskoviitti	24,1%
Muut	1%

Taulukko 2 Mineraalikoostumus /13/

Fylliittikivet kuuluvat metamorfisiin kivilajeihin, eli muuttuneet kivilajit ovat alkuaan olleet sedimenttejä tai magmakiviä. Metamorfit syntyvät vuosien saatossa. Magma- ja sedimenttikivilajit kiteytyvät korkeiden lämpötilojen ja suurien paineiden vaikutuksesta metasomatoosiksi. Kiven mineraalikoostumus muuttuu, ja osa aineksista korvautuu muualta tulleilta aineksilta. Muuttuneita metamorfisia kivilajeja ovat marmorit, liuskeet, gneissit ja vuolukivet. Liuskeita syntyy, kun liuskeisuus on kohtisuoraan orogeenistä painetta vastaan tai vaikuttava staattinen kuormituspainne on yhtä suuri joka suunnasta. Maallikolle on helpoin tapa erotella metamorfiset kivet gneisseihin, liuskeisiin, hornfelseihin ja marmoreihin./11, 12/

3 LIUSKEKIVILAATAN SUUNNITTELUSTA

3.1 Määräykset ja ohjeet

Luonnonkivipintaisen betonielementtien suunnittelun määräykset ja ohjeet ovat laatineet Kiviteollisuusliitto Ry, Tulikivi Oyj, Suomen Graniitikeskus Oy ja Parma Oy. Ohjeen laatimista on johtanut Skanska Oy. Suunnitelma on laadittu asunto- ja toimitilarakentamiseen. Tässä tutkintotyössä käytetään soveltuvien osien kivilaatan rakentamis- sekä tartuntamenetelmän ohjeita ja määräyksiä. /10./

Tartuntamenetelmä

Menetelmässä käytetään 10 – 15 millimetrin vahvuisia ohutlaattoja, joiden taustapinta on kalibrointijyrsimellä karhennettu eli uritettu tartunnan parantamiseksi. Saumaleveys voi olla minimissään kaksi millimetriä (ns. puskusauma). Jos valumuotissa käytetään rasteria, on saumanleveys aina suurempi, vähintään 10 millimetriä. Vaakasauman leveydeksi suositellaan aina 15 millimetriä (minimileveys 10 millimetriä). Luonnonkivilaatan ja vaakasauman yhteismitaksi suositellaan moduulimittaa (esim 3M). /10./

Tartuntamenetelmällä kiinnitetyssä laatassa laatan mittana suositellaan käytettäväksi ns. vapaamittamenetelmää. Laatan koko on enintään noin 0,27 m² eli 900 mm x 300 mm, ja pidemmän sivun suhde lyhyempään saa olla enintään 3:1. Peruslaatan sivun pituus tulisi olla vähintään 200 mm, lukuun ottamatta sovituskappaleita, smyygipaloja ja muita erikoislaattoja. /10./

Tartuntamenetelmää voidaan käyttää, kun pintakäsittelynä on

- kiillotus
- mattahionta
- hiekkapuhallus
- teräsharjaus

Ohutlaatat eivät kestä ristipäähakkausta eivätkä polttoa. Tartuntamenetelmässä pyritään siihen, että luonnonkivilaatan reunoja ei hiota. Tämä on kuitenkin aina tarkistettava projektikohtaisesti. /10./

Vapaamitta -ohje

Kivilaatan vapaamitalla tarkoitetaan menetelmää, jossa kivilaatan toinen mitta vakioidaan ja toinen mitta vaihtelee vapaasti annetulla vaihteluvälillä (esim. leveys 300 mm vakio, pituus 400 – 700 mm). Menetelmän tavoitteena on saavuttaa säästöä laattojen valmistuksessa, tilauksen ja toimituksen logistiikassa sekä helpottaa suunnittelua. /10./

Laatan paksuus	10 – 15 millimetriä
Kiinnitysmenetelmä kiinnikkeen sijoitus	Taustatartunta; laatan taustapinta
Sauman minimileveys	2 mm (pysty) 10 mm (vaaka) Huomaa toleranssit; sovittu sivumitta +-1mm
Laattajako	Yksi mitta vakio, toinen vapaa tai kokonaan vakiomittaisia
laattakoko	Korkeintaan 0,27 m ² pituus : leveys maks 3 : 1 pituus suositus 600 – 700 mm leveys minimi 200 mm
Pintakäsittely	Kiillotettu Mattahionta Hiekkapuhallus
Oikaisumahdollisuudet; säädot	Ei mahdollista
Erytisvaatimukset; huomautuksia	Taustakarhennus: laatan taustan tulee olla kauttaaltaan uritettu. Laatta puhdistettava kaikesta kivipölystä ja muista epäpuhtauksista. Erikseen sovitut toleranssit ovat +-1mm
Reunojen käsittely	Ei käsitellä

Taulukko 3 Luonnonkivilaatan kiinnitysmenetelmä (tartuntamenetelmä). /10./

3.2 Keskeiset materiaalit

Liuskekivet Orivesi Slate

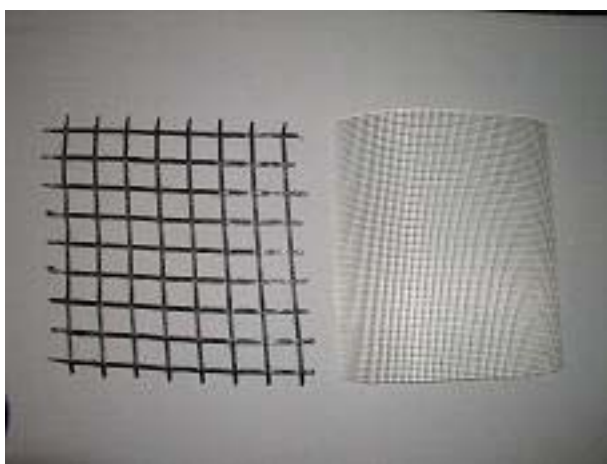
Työssä käytetään materiaalina Oriveden fylliittikiveä, joka on sahattu noin kolmen senttimetrin paksuisiksi siivuksiksi. Liuskeen leveydellä ei ole väliä, kunhan paksuus on suunnilleen sama (Kuva 2).



Kuva 2. Liuskekivet (Orivesi Slate)

Tekstiilinylonverkot

Työssä kokeillaan myös kahta erilaista tekstiilinylonverkkoa, joiden tarkoituksena on lujittaa ja sitoa laatan rakennetta (Kuva 3).



Kuva 3. Tekstiilinylonverkot

Yleissementti

Sideaineena käytetään betonilaboratoriossa olevaa yleissementtiä (Kuva 4).



Kuva 4. Side-aine yleissementti

Muotit 300 x 300 (3M)

Muottina käytettiin normaalia moduulia 300 x 300 eli 3M (Kuva 5).



Kuva 5. Muotit

4 TUTKIMUSKOKEEN TYÖVAIHEET JA MENETELMÄT

4.1 Liuskekivilaatta 1

Tässä liuskekiviprototypeissa muotin pohjalle laitettiin tekstiilinylonverkko. Sen päälle kaadettiin sementtimassa, joka tasoitettiin tärypöydällä. Ajatuksena oli, että nylonverkko toimisi mahdollisimman hyvin laatua seinään kiinnitettäessä (Kuva 6).



Kuva 6. Sementti muotin pohjalla

Tämän jälkeen katkotut liuskekivet upotettiin muottiin. Liuskekivilaatta jätettiin kuivumaan ja kovettumaan (Kuva 7).



Kuva 7. Asennetut liuskekivet

Työn tulos ja ongelmat

Työn tulos ei ollut odotetunlainen. Prototyypissä ideana oli, että muotin pohjalla olevan tekstiilinylonverkon päälle kaadetaan sementtiseos, jonka päälle asennetaan katkotut liuskeet. Ongelmaksi muodostui liuskeiden vajoaminen sementtiin, vaikka sementtiä pyyhittiinkin liuskeiden välistä. Näin ollen tarvittavaa hyvää pintaa ei saatu tulokseksi.

Lujuutta ja mittatarkkuutta ei määritelty, koska kiven rakenne epäonnistui. Silmämääräisesti prototyyppi halkeili kuivumisen jälkeen.

4.2 Liuskekivilaatta 2

Tässä prototyypissä laitettiin ensin sementtimassa muotin pohjalle ja tasoitettiin tärypöydällä. Sementtimassan päälle asennettiin tekstiilinylonverkko, joka lujittaisi liuskekivilaattaa rakenteellisesti (Kuva 8).



Kuva 8. Sementtimassan päällä tekstiilinylonverkko

Mitoitetut liuskekivikappaleet asennettiin muottiin.

Asetelma näytti hyvältä (Kuva 9).



Kuva 9. mitoitetut liuskekivet muotissa

Nylonverkon silmäkoko oli kuitenkin aivan liian pieni, sillä se ei päästänyt sementtiä verkon lävitse (Kuva 10).



Kuva 10. Sementtiä läpäisemätön tekstiilinylonverkko

Työn tulos ja ongelmat

Kunnollista liuskekiviprototyyppiä ei saatu. Ongelma kohdistui lähinnä pienisilmäiseen nylonverkkoon, joka ei päästänyt sementtimassaa lävitse. Ajatuksena oli, että liuskeet painettaisiin tasaisesti alla olevaan sementtimassaan. Sementti kuitenkin pursuili epätasaisesti muotin reunoille ja päästi ainoastaan sementtiveden lävitse. Parempaan pintaan Liuskekivilaatoille olisi ehkä saanut, jos liuskekiviprototyypin pinta olisi pesty seuraavana päivänä valusta (Kuva 11).



Kuva 11. Valmiit prototyypit

4.3 Liuskekivilaatta 3

Tässä liuskekiviprototyypissä käännettiin liuskekivilaatan rakenne nurin päin. Eli pohjalle aseteltiin ensin solukumi. Tarkoituksena oli, että kivet painautuisivat solukumiin tullen noin kolme millimetriä ulos varsinaisesta liuskekivilaatasta. Seuraavaksi liuskeet aseteltiin muottiin (Kuva 12).



Kuva 12. Prototyypin rakenne

Samaa menetelmää käytettiin myös neljän millimetrin verkon kanssa (Kuva 13).



Kuva 13. Prototyypin rakenne

Side-aineella eli yleissementillä valettiin välit umpeen, minkä jälkeen aseteltiin nylonverkko päälle (Kuva 14).



Kuva 14. valetut liuskeet

Tässä liuskeprototyypissä meneteltiin samalla lailla kuin yllä olevassa. Ainoana erona käytettiin neljän millimetrin verkkoa (Kuva 15).



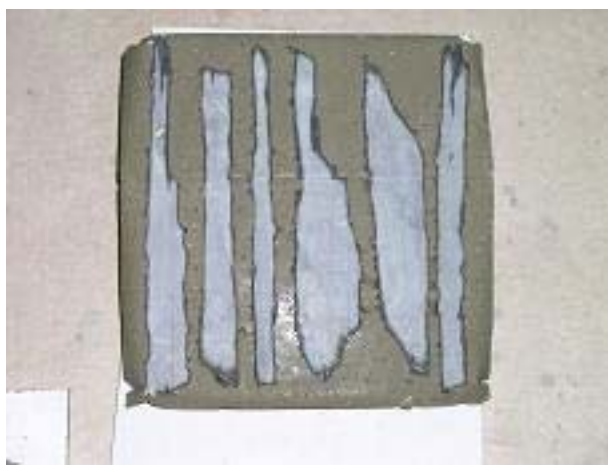
Kuva 15. valetut liuskeet



Kuva 16. Lopullinen valu

Työn tulos ja ongelmat

Tässä prototyypissä näkö, pinta ja rakenne eivät vastanneet tavoiteltua lopputulosta. Koska solukumi oli liian kovaa, liuskeketivet eivät painautuneet siihen vaan jäivät samaan tasoon laatan kanssa (Kuva 17).



Kuva 17. lopputulos

Kuvissa 18 ja 19 on samoilla menetelmillä tehtyjä liuskekivilaattoja, joihin ei saatu kunnollista rakennetta, näköä ja pintaa.



Kuva 18. prototyyppi



Kuva 19. prototyyppi

Oheisten kuvien prototyypeistä, kuvassa 18 on käytetty nylonverkkoa ja toisessa neljän millimetrin teräsverkkoa. Nylonverkkoa käytettäessä laatta on huomattavasti ohuempi, kevyempi ja helpompi käsitellä (Kuva 20).



Kuva 20. laattojen paksuuden vertailu

4.4 Liuskekivilaatta 4

Tässä liuskekivilaatassa vaihdettiin solukumi hiekkaan, koska liuskekivilaatta 3 epäonnistui solukumin johdosta. Ensin hiekka aseteltiin muottiin tasaisesti. Sen jälkeen liuskekivet upotettiin hiekkaan noin viiden millimetrin syvyyteen. Seuraavaksi lisättiin ohut sementtikerros, jonka päälle laitettiin neljän millimetrin teräsverkko. Lopuksi kivilaatta valettiin (Kuva 21).



Kuva 21. valettu prototyyppi

Työn tulos ja ongelmat

Työn tavoitteena oli nostaa liuskeet noin viisi millimetriä ulos itse laatasta. Tämä onnistui, mutta sideaineen pinta jäi epätasaiseksi ja tulos ei ollut tyydyttävä. Haluttuun lopputulokseen olisi parannettavaa. Suuremmalla pinta-alalla kuin yksittäisillä laatoilla saadaan parempi käsitys kokonaisuudesta (Kuva 22 ja 23).



Kuva 22. Prototyyppi



Kuva 23. Prototyyppi

4.5 Liuskekivilaatta 5

Tähän prototyyppiin tehtiin uusi muotti, kooltaan 300 mm x 500 mm. Muotin pohjalle laitettiin hiekkaa noin viisi senttimetriä (Kuva 24).



Kuva 24. Muotissa hiekka

Hiekan päälle asennettiin muovi, ettei sideaine tartu kiinni hiekkaan. Muovin läpi hiekkaan asennettiin koukut, joiden tarkoituksena olisi ollut parantaa laatan kiinnittymistä seinään. Kiinnitystä ei kuitenkaan aikataulu-
lujen johdosta ehditty toteuttamaan (Kuva 25).



Kuva 25. Prototyypin rakenne

Liuskekivilaatassa käytettiin sideaineena S-30:stä, johon sekoitettiin filleriä ja 0 – 4 mm hiekkaa käsituntumalla. Ensin valettiin ohut sideainekerros, jonka jälkeen muottiin asennettiin neljän millimetrin teräsverkko (Kuva 26).



Kuva 26. valuun asennettu neljän millimetrin teräsverkko



Kuva 27. loppuun valettu laatta



Kuva 28. liuskeet asennettu laattaan

Työn tulos ja ongelmat

Tämä liuskekivilaatta oli ensimmäinen, joka onnistui kohtalaisesti ja tavoitteiden mukaisesti. Tätä prototyyppiä käytiin myös näyttämässä Oriveden Liuskemestareilla. Ensisijaisesti tarkoituksena oli kiinnittää liuskekivilaatta tartuntamenetelmällä, mutta ongelmaksi muodostui liuskekivilaatan paksuus ja paino. Laatan kokonaispainoksi arvioitiin noin 30 – 35 kilogrammaa ja paksuudeksi noin viisi senttimetriä. Kriittisesti ominaisuuksia pohdiskeltaessa saattaisi laatan paino olla liian suuri tartuntamenetelmällä seinään kiinnitettäväksi.

5 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli selvittää toimiva liuskekivilaatan rakenne, jossa tutkittiin liuskekivilaatan ulkonäköä, rakennetta sekä liuskeen ja laatan toimivuutta yhdessä. Tämä hyödyntäisi kivenlouhinnasta muodostuneen runsaan hukkakiven tuotannollista käyttöönottoa. Tämän opinnäytetyön tulokset osoittavat, että näillä menetelmillä ei saada tehtyä käytännöllistä ja toimivaa liuskekivilaattarakennetta. Vaikka varsinaista toimivaa tuotantoratkaisua ei löytynytäkään, saatiin aikaiseksi malleja, joiden jalostaminen saattaa tarjota mahdollisuuden yhdistää liuskekivi ja laatta toimivaksi kokonaisuudeksi.

Valumenetelmällä maksimirakoko on 0 – 4 hiekkaa, joka on sopiva (rakoko) lujittamaan itse valulaattaa. Työssä käytettiin sideaineena yleisementtiä, jonka lisäksi on myös muitakin sideainevaihtoehtoja. Työssä keskityttiin enemmän oikean liuskekivilaatan rakenneratkaisun löytämiseen, minkä jälkeen olisi arvioitu oikeanlaisen sideaineen käyttö. Tämä vaatii kuitenkin useamman tutkimuksen oikeanlaisen ja toimivan liuskekivilaatan löytämiseksi.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kyseessä on liuskekivilaatta, jota täytyy kehittää. Kehitysehdotuksena on, että valetaan ensin noin kolmen senttimetrin kovabetonilaatta. Laatan vahvuus vaihtelee riippuen sen käyttötarkoituksesta. Kovabetonilaatan päälle laitetaan maakostea betoni, jonka pintaan liimataan sementtiliimalla naputellen noin kolmen senttimetrin paksuiset liuskekivet. Myöhemmin liuskekivet tarvittaessa saumataan.

Tuotannollisesti olisi mahdollista aloittaa liuskekivilaatan valmistaminen, kun laatan toimiva rakenne on selvitetty. Käytännössä tämä tapahtuu tekemällä suurempi muotti tai ottamalla työmaalla kohteesta mitat. Kivenladonnassa voidaan käyttää omaa taiteellisuutta, jos halutaan jokinlaisia kuvioita kohteeseen. Tämän jälkeen suunnitellaan laattakoko tapauskohtaisesti ja leikataan timanttisahalla laatat mittapituuteensa esimerkiksi 500 x 500 (M5). Lopuksi numeroidaan laatat, jotta ne osataan kiinnittää (tapauskohtaisesti) oikein kohteeseensa.

Ennakointimahdollisuus hukkakivelle on esimerkiksi:

- Tuotteen mitat 500 x 500mm
- muottikoko 2700 x 1200 = 3,24m
- leikattuna saatu hyöty on $500 \times 500 \times 10 = 2,5\text{m}^2$ eli 77%

Valitsemalla oikea muottikoko tai sopivampi tuotekoko voidaan minimoida hukka seuraavasti.

- tuotteen mitat 500 x 500mm
- muottikoko 2600 x 1050 = 2,73
- leikattuna saatu hyöty on $2,5\text{m}^2$ eli 91%

/6, s. 56./

LÄHDELUETTELO

Painetut lähteet:

1.

Arthur B. Bushey III, Robert R. Coenraads, Paul Willis, David Roots

Suomennus, Jarmo Hakanen, Tekstimylly Oy, Kaarlo Taipale ja Riikka Taipale, Terra Firma Oy

Ihmeellinen Luonto, Kive & Fossiilit, Gummerus, Jyväskylä, Helsinki, Gummerus Kustannus Oy 1999

2.

Adrian Jones, Suomentanut Marjatta Koivisto, Kivet (Luonto tutuksi), HarperCollins-Publishers, Lontoo 2000

Teksti Adrian Jones 2000, Werner Soderström Osakeyhtiö 2006 Helsinki

3.

Walter Schumann, Kivet ja Mineraalit värikuvina, 1972 BLV Verlagsgesellschaft mbH, München

Otava, Keuruu 1998

4.

Aatto Laitakari, Pekka Mesimäki, Hannu Pyy, Marjatta Virkkunen, Kiviteknologia 1 (Luonnonkiven ominaisuudet)

Opetushallitus, Hakapaino Oy Helsinki 1998

5.

Veli-juhani Hänninen, Olavi Selonen, Raimo Julkunen, Vilho Mönkkönen, Martti Palviainen, Pekka Jauhiainen

Pekka Mesimäki, Esa Oksanen, Esa Ärmänen, Kiviteknologia 2 (Tarvekiven louhinta), Opetushallitus, Hakapaino Oy

Helsinki 1999

6.

Pekka Mesimäki, Kiviteknologia 3 (Kivituotteiden valmistus), Opetushallitus, Gummerus Kirjapaino Oy Jyväskylä 2001

7.

Nils Skaarer, Kotipihan kivet ja kiveykset, Kustannusosakeyhtiö Otava Helsinki

8.

Seppo Leinonen, Geologia (osa 1) Mineraalit, kivilajit ja Suomen kallioperä, Seppo Leinonen Kuopio 1998

Tmi Emma Grafia

9.

Pekka Mesimäki, Stonecon Oy, Pekka Jauhiainen, Kiviteollisuusliitto ry, Luonnonkiväsikirja, Kiviteollisuusliitto ry

Helsinki 1997

10.

Ohjeistusmonisteet, Luonnonkivipintaisten betonielementtien suunnittelu, Kiviteollisuusliitto Ry, Tulikivi Oyj, Suomen Graniittikeskus Oy ja Parma Oy. Ohjeen laatimista johtanut Skanska Oy.

Sähköiset lähteet:

11.

<http://www.kiviopas.fi/opetus/mineraal/mindex.htm>

12.

<http://www.gsf.fi/domestic/opaskivi.html>

13.

<http://www.finstone.com/kivilajit/orivesiplaate/>

