

OHUTSAUMAMUURAUS KEVYTSORA- HARKKORAKENTAMISESSA

Pientalojen perustusharkot

Anssi Pentsinen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2011

Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) PENTSINEN, Anssi	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 30.05.2011
	Sivumäärä 48	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus () saakka	Verkkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi OHUTSAUMAMUURAUUS KEVYTSORAHARKKORAKENTAMISESSA		
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) KONTTINEN, Jukka, lehtori		
Toimeksiantaja(t) HB-Betoniteollisuus Oy JOUTULAINEN Lasse, laatupäällikkö		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyössä tutkittiin ohutsaumamuurauksen käyttöä kevytsoraharkkorakentamisessa pientalojen perustuksiin. Ohutsaumamuurausta on käytetty pitkään väliseinämuurauksessa, mutta nyt menetelmä on otettu käyttöön myös isommissa kokoluokissa. Yritys nimeltä Saint-Gobain Weber Oy Ab on tuonut markkinoille ohutsaumamuurattavat perustusharkot. Uuden tuotteen myötä yritys lupaa säästöä rakennuskustannuksissa ja työajassa.</p> <p>Työssä selvitettiin perinteisen ja ohutsaumamuurattavan harkon eroja ja tutkittiin, kuinka laajalle levittäytynyt uudempi perustusharkko on. Tutkimusosassa analysoitiin 102 kyselyyn vastanneen ammattirakentajan ja jälleenmyyjän mielipidettä uudesta perustusharkosta. Tulosten perusteella tehtiin johtopäätöksiä harkkorakentamisen markkinanäkymistä. Työssä perehdyttiin myös kevytsoraharkkoihin rakennusmateriaalina ja pyrittiin lisäämään ja kokoamaan levällään olevaa tietoa yksiin kansiin.</p> <p>Opinnäytetyössä kävi ilmi, että kilpailu kevytsoraharkkoissa on erittäin kovaa ja valmistajiin kohdistuu selviä muutospaineita. Kevytsoraharkkorakentamisen tulevaisuus näyttää valoisalta, mutta tutkimuksen mukaan suurimmat muutospainemat kohdistuvat kevytsoraharkkojen työmaatekniikkaan. Tutkimuksesta saadut tulokset koskevat ohutsaumamuurattavia ja perinteisiä perustusharkkoja myyviä jälleenmyyjiä sekä harkkoja käyttäviä rakennusliikkeitä.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Kevytsoraharkko, ohutsaumamuuraus, Leca®Lex, pientalojen perustukset,		
Muut tiedot		



Author(s) PENTSINEN, Anssi	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 30.05.2011
	Pages 48	Language Finnish
	Confidential <input type="checkbox"/> Until	Permission for web publication <input checked="" type="checkbox"/>
Title TITLE THIN-JOINT MASONRY IN LIGHT GRAVEL BLOCK CONSTRUCTION		
Degree Programme Civil Engineering		
Tutor(s) KONTTINEN, Jukka		
Assigned by HB-Betoniteollisuus Oy JOUTULAINEN, Lasse		
Abstract <p>HB Concrete Industry Ltd commissioned this work. The purpose was to study the effect of thin-joint masonry on light gravel block building in the foundations of detached houses. Thin-joint masonry has been used for partition wall masonry for a long time, but now the method has also been introduced in larger size light gravel blocks. A company called Saint-Gobain Weber Ltd has launched thin-joint masonry foundation blocks. Along with the new product, the company promises savings in construction costs and working hours.</p> <p>In the study differences between the traditional and the new one these two foundation blocks were surveyed and it was also examined how far spread the newer foundation block was. In the research part of the thesis, the opinions of 102 professional builders and resellers who had responded to the questionnaire about the new foundation block were analyzed. Based on the results, conclusions on the market outlook of light gravel block industry were drawn. One aim was also to learn more about light gravel blocks as construction and building materials and to increase the knowledge of light gravel blocks and collect the scattered information.</p> <p>This work indicates that competition in light gravel blocks is fierce, and the manufacturer is subject to a great pressure for change on the market. The future of light gravel block construction seems bright, but the study shows that the biggest pressure for change is in light gravel block construction technology on site</p> <p>The results of this study can only be applied to the field of thin-joint masonry foundation block and traditional RUH-block dealers as well as professional builders.</p>		
Keywords Light gravel block, thin-joint masonry, Leca®Lex, developer, reseller		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	4
1.1	Tutkimuksen aiheeseen päätyminen	4
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja toteutus	5
1.3	Tutkimustyön rajaus ja toteutus	5
2	HB-BETONITEOLLISUUS OY	6
3	KEVYTSORAHARKOT	7
3.1	Kevytsoraharkkojen valmistus	7
3.2	Harkot rakennusmateriaalina.....	8
3.2.1	Kevytsoraharkkojen käyttökohteet	8
3.2.2	Tuotteet ja ominaisuudet.....	8
3.2.3	Harkkojen lujuus ja tiheys	9
3.2.4	Kevytsoraharkkojen sallitut mittapoikkeamat	10
3.2.5	Palonkestävyys	10
3.2.6	Raudoitteet.....	11
3.2.7	Harkkorakentaminen rakennushankkeena.....	13
3.2.8	Kevytsoraharkkojen ympäristövaikutukset	14
3.2.9	Valmistajia.....	15
3.3	Harkkoperustuksen muuraus.....	15
3.4	Harkkolaastit.....	16
3.4.1	Yleis- ja kevytlaastit.....	17
3.4.2	Ohutsaumalaasti	18
3.4.3	Laastisaumat.....	18
4	LECA® LEX-HARKKO.....	20
4.1	Leca ® Lex-harkkojen ominaisuudet	20
4.1.1	Leca®Lex-harkon ja perinteisen harkon vertailu	20
4.1.2	Leca® Lex-harkkojen työmaatekniikka	21

4.1.3	Maanpainesseinät.....	22
5	TUTKIMUSMENETELMÄT	23
5.1	Kvantitatiivinen tutkimus	23
5.2	Tutkimuksen tausta ja tavoite	23
5.2.1	Tutkimuksen kohderyhmä	24
5.2.2	Tutkimuslomakkeen laadinta.....	24
5.2.3	Kyselyn toteutus.....	25
6	TUTKIMUSTULOKSET.....	27
6.1	Kyselytutkimus.....	27
6.1.1	Taustatiedot kyselyyn vastanneista yrityksistä	27
6.1.2	Asiakkaan ostopäätökseen vaikuttavat tekijät.....	27
6.1.3	Ohutsaumamuurattavan perustusharkon tunnettavuus.....	28
6.1.4	Uudistusten vaikutukset	29
6.2	Harkkojen kustannustehokkuus.....	32
6.3	Ohutsaumamuuratun harkon raudoitus ja laastisauma	33
7	YHTEENVETO.....	34
	LÄHTEET	37
	LIITTEET	39
	Liite 1. Leca®Lex tuotetietotaulukko.....	39
	Liite 2. Anturan ja perusmuurin rakentaminen Leca® Lex-harkolla .	40
	Liite 3. Leca® Lex rakenteen poikkileikkaukset	42
	Liite 4. Leca® Lex maanpainesseinän mitoitus	43
	Liite 5. Saatekirje kyselytutkimukseen	44
	Liite 6. Internet-kyselytutkimuslomake.....	45
	Liite 7. Kevytsoraharkkojen hintavertailu	48

KUVIOT

KUVIO 1. Tikasraudoitteen ja harjateräksen sijoittaminen.....	11
KUVIO 2. Rakennushankkeen vaiheet.....	14
KUVIO 3. Vastausten jakautuminen vastaajan ammatin mukaan.....	27
KUVIO 4. Asiakkaan ostopäätökseen vaikuttavat tekijät.....	28
KUVIO 5. Ohutsaumamuurattavan harkon tunnettuus.....	29
KUVIO 6. Harkon uudistuksen kuluttajan näkökulmasta.....	30
KUVIO 7. Perinteisen RUH-harkon ja ohutsaumamuurattavan harkon vertailu.....	30
KUVIO 8. Mitä harkkoa vastaaja itse käyttäisi.....	31
KUVIO 9. Harkkotarjoukset.....	32

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Kevytsoraharkkoseinien palonkestävyys.....	11
TAULUKKO 2. Muurattujen rakenteiden mikroympäristöolosuhteiden luokitus.....	12
TAULUKKO 3. Raudoitteen valinta säilyvyyden kannalta.....	13
TAULUKKO 4. Laastien vertailu.....	19
TAULUKKO 5. Harkkojen teknistenarvojen vertailu.....	20

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen aiheeseen päätyminen

Kevytsoraharkkorakentamisessa eletään murroksen aikaa, koska markkinoille on tullut uuden sukupolven kevytsoraharkko, jonka muurausmenetelmä poikkeaa perinteisestä perustusharkkojenmuurauksesta merkittävästi. Yritys nimeltä Saint-Gobain Weber Oy Ab on tuonut markkinoille Leca® Lex nimiset ohutsaumamuurattavat perustusharkot. Tutkimusaihe syntyi

HB-Betoniteollisuus Oy:n tarpeesta selvittää markkinoita valtaavan uuden kevytsoraharkon sekä muurausmenetelmän rakennustekninen toimivuus ja kilpailukyky. Valmistaja on luvannut uuden tuotteen myötä paljon parannuksia kevytsoraharkkorakentamiseen. Minua kiinnostaa selvittää, millaisesta tuotteesta on kysymys ja kuinka hyvin uudella muurausmenetelmällä ja harkoilla saavutetaan niille luvattuja etuja. Kevytsoraharkoista käytetään puhekielessä nimitystä Leca-harkot, virallisen RUH nimityksen sijaan. Leca harkon uudistuksen jälkeen onkin hyvä huomata, että kun puhutaan Leca-harkoista ja RUH-harkoista, puhutaan kahdesta erilaisesta tuotteesta.

Ohutsaumamuuraus ei ole uusi muurausmenetelmä, vaan sitä on käytetty väliseinien muurauksessa jo pitkään. Ohutsaumamuurauksesta puhutaan kun saumavahvuudet ovat 1 - 3 mm ja laastin ominaisuudet tarkoitukseen soveltuvat. Leca® Lex-harkkoja muurataan kuitenkin 5 mm:n saumalla ja tälle saumavahvuudelle kehitetyllä erikoislaastilla. Tämä tarkoittaa sitä, että perustusharkot eivät ole varsinaisesti ohutsaumamuurattavia vaan matalalla saumalla muurattavia perustusharkkoja. Tässä työssä käytän kuitenkin Leca® Lex harkosta nimitystä ohutsaumamuurattava perustusharkko koska valmistaja käyttää sitä myös itse markkinoinnissaan.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja toteutus

Tutkimuksen keskeisin tavoite oli selvittää, onko uusi harkko ja muurausmenetelmä parempi ja toimivampi kuin vanha. Tavoitteena on tutkia kevytsoraharkkorakentamisen nykytilaa käyttäjien näkökulmasta sekä selvittää HB Betoniteollisuus Oy:n asiakkaiden mielipiteitä alalle tulleesta uudesta tuotteesta. Tutkimuksessani selvitettiin lisäksi, miten ohutsaumamuuraus ja Leca® Lex-harkot eroavat perinteisistä RUH-harkoista. Tavoitteena oli myös lisätä kevytsoraharkoista kirjoitettua tietoa, koska kevytsoraharkkorakentamisesta löytyy vielä toistaiseksi yllättävän vähän kirjallisuutta ja tutkittua tietoa.

1.3 Tutkimustyön rajaus ja toteutus

Opinnäytetyössä pyrittiin selvittämään kahden muurausmenetelmän ja harkon eroja pientalojen perusratkaisuissa. Tavoitteena oli antaa työn tilaajalle tuotetietoa kilpailevan harkon eduista ja markkinanäkymistä. Työn tarkoitus ei ollut vastata kysymykseen, kumpaa menetelmää rakentajien tulisi käyttää, vaan antaa rakennusteknistä ja taloudellista tuotetietoa sekä lisätä kevytsoraharkkojen tunnettuutta. Tutkimustyöni on tyypiltään kehittämistutkimus. Tutkimustyön tein alan ammattihenkilöille suunnatulla mielipidemittauksella sekä kustannuslaskelmalla kahdesta eri perustusharkkovaihtoehdosta. Aineistona opinnäytetyössä käytin kevytsoraharkkorakentamista käsittelevää uusinta kirjallisuutta, Internet-lähteitä ja Suomen Rakennusinsinööri liiton, RIL Ry:n, suunnitteluohjeita sekä muurattujen rakenteiden Eurokoodien mukaisia mitoitusohjeita.

Tutkimusta ennen tehtiin tutkimushypoteeseja. Oletettiin, että ohutsaumamuurattava perustusharkko ei ole vielä suurelle yleisölle tuttu tuote ja siinä tehdyt uudistukset herättäväkin enemmän kysymyksiä kuin mielenkiintoa. Lisäksi oletettiin, että rakennusteknisiä kysymyksiä oli ratkaisematta ja raudoitusta koskevien määräysten täytyminen tuli tutkia. Oletettiin myös, että harkolla ei ole merkittäviä eroja kustannustehokkuuteen.

2 HB-BETONITEOLLISUUS OY

HB-Betoniteollisuus Oy on suomalainen betonialan yritys, joka on toiminut alalla jo 40 vuotta. Yrityksen valmistamiin tuotteisiin kuuluvat: ympäristöbetonituotteet, harkot, mosaiikkituotteet, portaat sekä valmisbetoni. Yritys on yksi tunnetuimmista betonialan yrityksistä Suomessa. Yritys vie tuotteitaan myös ulkomaille, mm. Ruotsiin, Viroon ja Venäjälle.

Tuotantolaitokset sijaitsevat Jyväskylässä ja Somerolla. Yrityksen tuotteilla on ISO 9001 ja ISO 14001-sertifikaatti. Yrityksen suurimpia asiakkaita ovat rakennusainekauppaa harjoittavat alan vähittäismyyjät ja rakennusliikkeet.

HB-Betoniteollisuus Oy työllistää yhteensä 160 henkilöä ja sen liikevaihto on n. 30 miljoonaa euroa. HB Betonilla on myös tytäryhtiö HB-Kivitalot, joka markkinoi ja myy pientalorakentamiseen talopakettiratkaisuja kevytsora- ja betoni-harkoista. Markkina-alueena on koko Suomi. (Historia n.d.)

3 KEVYTSORAHARKOT

3.1 Kevytsoraharkkojen valmistus

Kevytsoraharkkojen valmistaminen aloitettiin 1950-luvun alkupuolella. Valmistus ja käyttö ovat lisääntyneet sekä käyttökohteet monipuolistuneet tähän päivään tullessa. Kevytsoraharkot valmistetaan kevytsorasta, rakennussementistä, hienosta hiekasta ja vedestä. Kevytsora on paisutettua savea jota saadaan kun savi poltetaan yli 1100 celsiusasteen lämpötilassa pyörivässä uunissa (Kevytsoraharkot, n.d.). Kevytsora on keraaminen ja palamaton luonnonmateriaali ja se ei sisällä syövyttäviä kemikaaleja (Korhonen, 1996,2). Harkoissa käytetään lisäksi erilaisia lisäaineita sekä hienorakenteista täyteainetta.

Kevytsoraharkkojen tarkka valmistusresepti vaihtelee eri valmistajien välillä. Kevytsoraharkkovalmistajia on markkinoilla useita. SFS-sertifioidut yritykset ovat sitoutuneet standardin määrittämiin mittoihin ja laatuvaatimukseen. SFS-sertifioituilla yrityksillä on oikeus käyttää FI-tarkastusmerkkiä tuotteissaan. Kevytsoraharkkojen osalta noudatetaan SFS-käsikirja 176 ja 771-3 standardeja. (Sundell, 2001,9–10) Kevytsoraharkkoja koskee sama 10 vuoden takuu-aika kuin muitakin runkorakennusmateriaaleja. Takuun edellytyksenä on, että rakentamisessa on noudatettu mm. RYL:n määräyksiä ja voimassa olevia normeja kuten RakMK B5 ja eurokoodi EN 1996-1-1. (Myynti ja valmistus, n.d.)

3.2 Harkot rakennusmateriaalina

3.2.1 Kevytsoraharkkojen käyttökohteet

Kevytsoraharkot tarjoavat monia ominaisuuksia erilaisiin rakennustarkoituksiin. Kevytsoraharkkojen työstettävyys ja muovailtavuus helpottavat suunnittelijoita toteuttamaan erilaisia muoto- ja tilaratkaisuja. Laadukkaalla ja maastonmuodot huomioonottavalla suunnittelulla saadaan aikaan yksilöllisiä sekä arkkitehtonisia ratkaisuja. Kevytsoraharkoista rakennetaan omakotitaloja, rivitaloja, pienkerrostaloja, kouluja, päiväkoteja, pienehköjä toimisto- ja liikerakennuksia sekä pienteollisuuden rakennuksia. Kevytsoraharkkojen käyttökohteita talonrakentamisessa ovat perustukset, ulkoseinät ja väliseinät. (Kevytsoraharkot. n.d)

3.2.2 Tuotteet ja ominaisuudet

Standardin mukaiset harkot ja merkinnät ovat seuraavat:

- suorakulmainen umpiharkko *merkintä H*
- suorakulmainen uraharkko *merkintä UH*
- suorakulmainen reikäharkko *merkintä RH*
- suorakulmainen reikäuraharkko *merkintä RUH*

(SFS-Käsikirja 176, 2007, 87–88).

Kevytsorasta valmistetaan myös lukuisia muita harkkoja, jotka vastaavat ominaisuuksiltaan standardin mukaisia harkkoja. Tällaisia harkkoja ovat mm.

- *eristeharkot*
- *pilariharkot*
- *anturaharkot*
- *lisälämpöeristetyt harkot*
- *kaariharkot*
- *hormiharkot*
- *ponttiharkot*
- *muottiharkot*

- *väliseinäharkot.*

Kevytsoraharkot ovat huokosia sisältävää kevytsorabetonia. Tämän takia harkkojen ominaisuuksiin kuuluvat veden- ja ilmanläpäisykyky. Veden ja tuulen tunkeutumisen estämiseksi rakenteeseen harkkojen pinta tulee käsitellä molemmin puolin. Käsitelymenetelmiä on useita, tyypillisimpiä ovat lieterappaus (slammaus), tasoittaminen, rappaaminen ja maalaus. Kevytsoraharkko on kapillaarinen rakennusmateriaali, mutta kapillaarisuus on vähäisempää moneen muuhun yleiseen rakennusmateriaaliin verrattuna. Kapillaarisempia materiaaleja ovat betoni, laasti ja tiili. Harkot ovat sään- ja pakkasenkestäviä ja niille suoritetaan SFS-käsikirja 176:ssa esitettyjen standardien mukaiset pakkasenkestävyyskokeet. Hyvä pakkasenkestävyys laajentaa harkkojen käyttömahdollisuuksia eri kohteissa. (Kevytsoraharkot, n.d.)

3.2.3 Harkkojen lujuus ja tiheys

Muurauskappaleille asetetut vaatimukset eri käyttökohteissa on määritelty harkkostandardissa SFS-7001. Eurostandardi SFS-EN 771-3-A sekä kansallinen soveltamisohje SFS-7001 ottavat kantaa mm. harkoissa käytettävään kevytsorabetonin tiheyteen ja sitä kautta harkon puristuslujuuteen. Harkoissa käytettävää kevytsorabetonia on standardin mukaan kahta eri tiheysluokkaa 650 ja 950 kg/m³. Näistä 650 kg/m³ on huomattavasti yleisemmin käytetty tiheysluokka. Harkon laatu ilmaistaan esim. Lukusarjassa 3/650 ensimmäinen numero ilmaisee puristuslujuuden 3 MN/m² ja jälkimmäinen harkon tiheyden 650 kg/m³. Valmistaja voi halutessaan ilmoittaa myös muun tiheyden. (Palo-lahti, T. Mäki, T. Tikanoja, T. Sundström, J. Mattila, P. 2010, 12–14)

Kevytsoraharkkojen leveydet vaihtelevat 75 mm:stä 380 mm:iin käyttötarkoituksen mukaan. Leveissä harkoissa voi olla harkkoa keventäviä ja lämmöneristävyyttä parantavia onteloita. (Sundell, 2001, 14–15) Harkkojen korkeus on tyypillisesti 190mm, jolloin 10 mm laastisaumalla harkkokerroksen korkeus on 200 mm eli 2 moduulimittaa (moduulimitta = 1M = 100 mm). Seinäharkon pituus on vastaavasti 590 mm, jolloin saumalaastin kanssa harkon

mitaksi tulee 6M. Ohutsaumamuurattavissa harkoissa vaakasauman paksuus on noin 5 mm (Palolahti ym. 2010, 13). Moduulimitoitus helpottaa harkkojen yhteensovittamista muiden rakennusosien, kuten ovien ja ikkunoiden kanssa. Harkkojen dimensioissa on valmistajakohtaisia eroja riippuen siitä muurataan-ko harkot pystysaumalla vai ei (www.betoni.com). Kaikilla valmistajilla on kuitenkin pyrkimyksenä, että pystysuunnassa liittymismitta olisi 200 mm ja vaakasuunnassa 600 mm. Kevytsoraharkkoja voidaan tarvittaessa työstää kovapalateräisellä sahalla tai laikkakoneella. (Sundell, 2001, 20–21)

Standardin mukaisissa harkoissa on raudoitusurat 100 mm leveästä harkosta alkaen. Ura mahdollistaa riittävän laastikerroksen raudoitteen ympärille ja näin suojaa sitä korroosiolta. (Kevytsoraharkot, n.d.)

3.2.4 Kevytsoraharkkojen sallitut mittapoikkeamat

Valmistajan tulee ilmoittaa tuotteidensa mittapoikkeamaluokka D1 tai D4. Luokka määräytyy muuraustavan mukaan. Mittapoikkeamaluokka määräytyy käytettävän muurauslaastin mukaan. Yleis- ja kevytlaasteille on omansa ja ohutsaumalaasteille omansa. Mittapoikkeamien testaus tehdään testausstandardi EN 772–16:200 ohjeiden mukaisesti. Säännöllisten muotoisten muurauskappaleiden mittapoikkeamien sallitut arvot on kerrottu SFS 176-standardissa. Tässä työssä käsiteltävät kevytsoraharkot kuuluvat molemmat luokkaan D 1. (SFS-käsikirja 176, 2007, 81-82)

3.2.5 Palonkestävyys

Kevytsoraharkot valmistetaan kokonaan palamattomista materiaaleista, joten niiden palonkestävyysominaisuudet ovat hyvää luokkaa (ks taulukko 1). Huokoisuuden ansiosta harkot ovat normaalia betonirakennetta lämpökestävämpiä. Perusharkkoja käytetään osana äärimmäistä palonkestävyyttä vaativia rakenteita. Eristeharkoissa käytettävät eristemateriaalit muuttavat harkon käyttäytymistä palotilanteessa. (Kevytsoraharkot, n.d.)

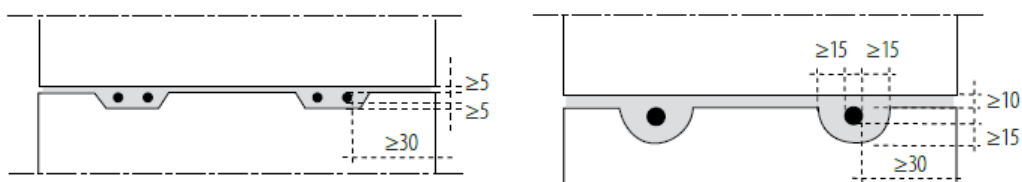
Taulukko 1. Kevytsoraharkkoseinien palonkestävyys (Palolahti ym. 2010).

Harkkotyyppi	Harkon leveys	Kantamaton osastoiva	Kantava	
			osastoiva	osaston sisäinen
Perusharkko	75 mm	EI 60	-	-
	100 mm	EI 120	REI 60	R 30
	125 mm	EI 180	REI 90	R 30
	150 mm	EI 240	REI 120	R 90
	200 mm	EI 240	REI 240	R 120
	240–380 mm	EI 240	REI 240	R 240

3.2.6 Raudoitteet

Raudoitteiden tehtävänä on parantaa harkkorakenteen taivutus-, leikkaus- ja vetojännityskapasiteettia. Raudoitteet myös vähentävät rakenteen kutistumista ja halkeilua. SFS-standardin mukainen rauditus saavutetaan normaalisti 8 - 10 mm paksuilla betoniterästangoilla. Raudoitteiden asennuksessa tulee huolehtia, että laasti antaa normien mukaisen korroosiosuojan sekä tartunnan teräksen ja harkon välille (ks kuvio 1). Erittäin vaativissa ympäristöolosuhteissa sijaitsevilla rakennuksissa käytetään syöpymätöntä terästä (Palolahti ym. 2010,12). Muurattujen rakenteiden mikroympäristöolosuhteiden luokitus kerrotaan EN 1996-2 standardissa (Taulukko 2) (EN 1996-1-1,2010,45). Mikroympäristöluokka määrää asennettavan raudoitteen.(ks. taulukko 3)

”Laastipeitteen vähimmäismitta raudoitteesta muuratun rakenteen pintaan on 15 mm” (kuvio 1)



Kuvio 1. Tikasraudoitteen ja harjateräksen sijoittaminen kahdessa eri harkkovaihtoehdossa. (Palolahti ym. 2010,12)

”Yleis- ja kevytlaasteja käytettäessä vaakasaumaa sijoitetun raudituksen ylä- ja alapuolella olevan laastipeitteen paksuus tulee olla sellainen,

että sauma on vähintään 5 mm paksumpi kuin raudoituksen läpimita".(EN 1996-1-1,2010,83)

Taulukko 2. Muurattujen rakenteiden mikroympäristöolosuhteiden luokitus (SFS 176, 2007)

Luokka	Muuratun rakenteen mikroympäristöolosuhteet	Esimerkkejä näissä ympäristöolosuhteissa olevista muuratuista rakenteista
MX1	Kuivat ympäristöolosuhteet	Normaalit asuin- ja toimistorakennusten sisätilat mukaan lukien ulkoseininä toimivien rakoseinien sisäkuoret, jotka eivät todennäköisesti kastu. Rapattu ulkoseinä, johon ei kohdistu kovaa tai kohtalaista viistosadetta ja johon kosteus ei pääse viereisistä seinistä tai materiaaleista.
MX2	Kosteat tai märät ympäristöolosuhteet	Sisätiloissa olevat seinät, joihin kohdistuu suuri vesihöyrypitoisuus, kuten pesuloissa. Muuratut ulkoseinät, joita suojaavat räystäät tai päällyskivet ja joihin ei kohdistu kovaa viistosadetta tai pakkasrasitusta. Routarajan alapuolella oleva hyvin salaojitetussa ei-aggressiivisessa maaperässä oleva muurattu rakenne Muurattu rakenne, johon ei kohdistu pakkasrasitusta tai aggressiivisia kemikaaleja ja sijaiten ulkona suojatiilillä päällystettynä tai räystäättöminä seininä, kaidemuureina, vapaasti
MX3	Kosteat tai märät ympäristöolosuhteet sekä pakkasrasitus	Muuratut rakenteet kuten luokassa MX2, mutta joihin kohdistuu pakkasrasitus.
MX4	Suolakyllästetty ilma tai meri-olosuhteet	Rannikolla sijaitsevat muuratut rakenteet. Talvelta suolattavien teiden läheisyydessä sijaitsevat rakenteet.
MX5	Aggressiiviset kemialliset ympäristöolosuhteet	Kosteudelle alttiina olevat muuratut rakenteet, jotka ovat kosketuksissa merkittävien sulfaattipitoisuuksia sisältävän maaperän, täyttömaan tai pohjaveden kanssa. Hyvin happopitoisen maan, pilaantuneen maan tai pohjaveden kanssa kosketuksissa olevat muuratut rakenteet. Teollisuusalueiden lähellä olevat muuratut rakenteet, jotka ovat alttiina ilmassa oleville aggressiivisille kemikaaleille.

Taulukko 3. Raudoitteen valinta säilyvyyden kannalta (FI).
(Betoni ja karkaistu kevytbetoni) (SFS-176,2007)

Rasitusluokka	Raudoitusteräksen vähimmäissuojaus laastiin sijoitettuna
MX1	suojaamaton tavallinen teräs
MX2	suojaamaton tavallinen teräs ^c
MX3	suojaamaton tavallinen teräs ^c
MX4	ruostumaton teräs 1.4301 ^D , sinkitty tavallinen teräs
MX5	ruostumaton teräs ^f

C Muurauslaasti on vähintään luokan M7,5 yleislaastia tai ohutsaumalaastia, kuvan 1 mukainen suojakerros kasvatetaan arvoon 30 mm.

D Vaativissa korrosio-olosuhteissa suositellaan käytettäväksi teräslaatuja 1.4436, 1.4429 tai 1.4462

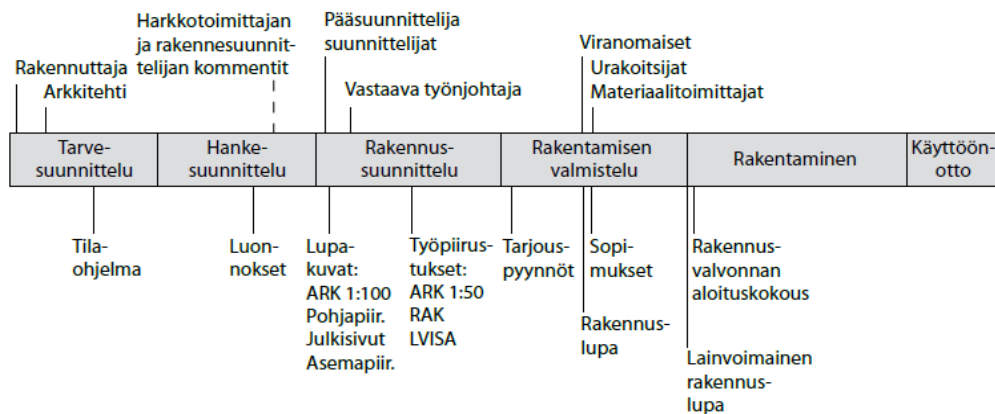
f Teräslaatu valitaan olosuhteen perusteella projektikohtaisesti.

3.2.7 Harkkorakentaminen rakennushankkeena

Pientalorakentaminen on vaativa rakennushanke siinä missä isommat toimistorakennuksetkin. Rakennushanke jakautuu perinteisesti tarveselvitykseen, hankesuunnitteluun, rakennussuunnitteluun, rakentamisen valmisteluvaiheeseen, rakentamisvaiheeseen sekä luovutus- ja käyttöönottovaiheeseen. (ks. kuvio 2) Tarveselvityksessä pohditaan rakennukselta vaadittavat ominaisuudet, kuten se minkälaisia tiloja rakennukseen tulee ja minkälaisia vaatimuksia niiden tulee täyttää. Hankesuunnittelu ja rakennussuunnitteluvaiheessa kannattaa lupa-asiat tarkastaa ja hoitaa viranomaisten kanssa hyvissä ajoin kuntoon, ennen varsinaisten rakennustöiden aloittamista. (Palolahti ym. 2010,11).

Harkkoperustuksen teko alkaa pohjatutkimuksien pohjalta tehdyistä piirustuksista, jotka on viisainta teettää rakennesuunnittelijalla. Rakennesuunnittelija osaa ottaa kantaa pohjatutkimustietoihin ja rakennuspaikan asettamiin vaatimuksiin. Pohjatutkimuksella saadaan selville rakennukselle paras perustamisvyvyys ja perustamistapa. Hyvät suunnittelupiirustukset helpottavat harkkojen ja laastin määrän laskentaa. Harkkovalmistajien sivuilta löytyy ilmaisia harkkolaskentaohjelmia, joita voi käyttää apuna määränlaskennassa. Hankesuunnittelussa ja materiaalisuunnittelussa kannattaa ottaa huomioon kaikki tarvittavat

tuotteet ja menekit kerralla, koska tarjouspyyntövaiheessa se helpottaa tarjousten vertailua. Materiaalin toimitusaikataulut kannattaa varmistaa tavarantoimittajalta ja sopia toimitusajat mahdollisimman tarkkaan. Näin ollen työmaalla ei tarvitse turhaan odottaa materiaaleja, vaan ne tulevat tontille sovittuna aikana. Tontilla harkkojen ja laastien sijoituspaikat suunnitellaan valmiiksi siten, että ne ovat keskeisellä paikalla siirtojen helpottamiseksi sekä työn nopeuttamiseksi. (Palolahti, 2010, 23-29)



Kuvio 2. Rakennushankkeen vaiheet. (Palolahti, Mäki et. al, 2010,25)

3.2.8 Kevytsoraharkkojen ympäristövaikutukset

Kevytsoraharkot ja laastit kuuluvat muurattaviin rakennusmateriaaleihin. Muuraustuotteita käytettäessä suurimmat päästöt syntyvät tuotteiden valmistuksessa ja siihen käytetyn energian päästöistä. Laskennallisesti on todettu, että rakennusmateriaaleista syntyvät päästöt vastaavat 1 - 3 % rakennuksen koko elinkaaren aikaisista päästöistä, joten päästöjen määrä käyttöikänsä nähden on pieni. Suomessa muuraustuotteiden valmistuksen ympäristövaikutuksia pyritään vähentämään jatkuvasti polttoprosesseja kehittämällä ja käyttämällä ympäristöystävällisenpää energiaa valmistuksessa. Kivimateriaalien hyvän lämmöneristävyyden ja tiiviiden on todettu säästävän energiaa 5 - 15 % kevytrakenteisempiin ratkaisuihin verrattuna. Kun katsotaan pitkän aikavälin ympäristövaikutuksia, massiivinen kivrakenne kompensoi materiaalivalmistuksessa

aiheutuvaa energiankulutusta ja CO₂-päästöjä käyttöikänsä aikana. (Rakennustuotteiden jalanjälki, n.d.)

3.2.9 Valmistajia

Suomessa on useita kevytsoraharkkojen valmistajia. Harkkojen saatavuus on nopeaa, sillä harkkoja löytyy tehtaiden varastoista ympäri vuoden. Tehtaat sijaitsevat eri puolilla Suomea, jolloin kuljetusmatkat eivät nouse pitkiksi. Kevytsoraharkkojen myyntiliikkeinä toimivat rauta- ja rakennustarvikeliikkeet sekä osa maataloustavaraliikkeistä ympäri Suomea.

Kevytsoraharkkojen valmistajia Suomessa ovat:

HB Betoniteollisuus Oy

Kouvolan Betoni Oy

Lakan Betoni Oy

Lujabetoni Oy

Saint-Gobain Weber Oy Ab

Rakennusbetoni- ja Elementti Oy (Kevytsoraharkko valmistajat, n.d.)

3.3 Harkkoperustuksen muuraus

Harkkoperusmuuri lähtee anturan päältä, jonka rakennesuunnittelija on mitoit-
tanut kohdetta varten. Antura valetaan vähintään betonista C20/25. Pientalo-
jen yleisin perustamistapa on matala perusmuuri. Perustusrakenteissa käyte-
tään yleisimmin SFS standardin mukaisia perustusharkkoja leveydeltään 200 -
380 mm, joissa on valmiit urat raudoitusten asennusta varten. Koko valitaan
seinän kantoa vaativan kapasiteetin mukaan. Kapeampia perustusharkkoja
käytetään perustusrakenteissa lähinnä sokkelihalkaisuisissa. Yleisimmin sokke-
lihalkaisut toteutetaan käyttämällä eristeharkkoja, joissa lämmöneriste on val-
miina kahden kevytsorabetonikerroksen välissä.

Perusmuurin muuraus aloitetaan nurkasta, jonka sijainti ja korkeus määritellään huolellisesti. Perusmuurin mittatarkkuus varmistetaan muurausjohteiden ja linjalankojen avulla. Johteisiin merkitään harkkovarvien yläreunojen sijainnit ja linjalankojen avulla seurataan muurauksen etenemistä merkintöjen mukaan. Harkkojako suunnitellaan siten, että harkon alareuna osuu rakenteessa olevien aukkojen yläpinnan tasolle. Muurauksessa pyritään aina kerralla tekemään kokonainen harkkokerros. Muuraustyö nopeutuu, jos harkot on jaettu valmiiksi lähelle perustusta. Harkkojen muurauslaastina käytetään yleensä kuivalaastia, jonka joukkoon työmaalla lisätään vesi. Veden tulee olla puhdasta ja sekoituksessa noudatetaan valmistajan ohjeita sekoitussuhteista ja ajasta. (Lahti, n.d.) Sekoittaessa tulee käyttää hengityssuojaimia. Suuriin kohteisiin laasti voidaan tilata myös siilotoimituksena. Tarvittaessa laasti voidaan sekoittaa työmaalla myös muuraussementistä, hiekasta ja vedestä. Valmis laasti tulee käyttää noin 3 - 4 tunnin kuluessa sekoituksesta.

Eristämättömien muurattavien perustusharkkojen pystysaumoissa käytetään laastia. Harkko työnnetään kiinni edellisen harkon päätypintaan. Harkko laskeaan alas valmiin laastikerroksen päälle, minkä jälkeen harkkoa ei liikutella, ettei harkon ja laastin tartunta heikkene. Harkko voidaan koputella kuminuijalla paikoilleen. Ohutsaumamuurattavissa harkoissa ei käytetä laastia pystysaumassa. Laastipurseet tulee poistaa ennen laastin jäykistymistä. Laastisaumojen hiominen esim. EPS-hiertimellä helpottaa pinnoitustyötä jatkossa. (Lahti, n.d.)

3.4 Harkkolaastit

Kevytsoraharkkomuurauksessa käytettävän laastin tehtävänä on sitoa rakennuskappaleet toisiinsa yhtenäiseksi rakenteeksi. Kevytsoraharkkoja muurataan pääsääntöisesti kahdella erityyppisellä laastilla, yleislaasteilla ja ohutsaumalaasteilla. Kun laasti, rauditus ja harkko toimivat moitteettomasti yhdessä, niin rakenne saavuttaa sille suunnitellun lujuuden. (Palolahti ym. 2010,11) Laastin ominaisuuksien tulee olla käyttökohteeseen nähden riittävä-

lä tasolla, jotta se kestää rakennukselle suunnitellun käyttöiän vallitsevassa ympäristöluokassa. Laasti ei saa sisältää muiden rakennekappaleiden ominaisuuksia heikentäviä lisäaineita tai vaikuttaa niiden säilyvyyteen negatiivisesti. Laastin käyttötilakohtaiset vaatimukset on esitetty SFS 7001 standardissa (RIL 206–2010, 46).

3.4.1 Yleis- ja kevytlaastit

Yleis- ja kevytlaastit soveltuvat hyvin kevytsoraharkkojen muuraukseen. Yleisemmin käytetty harkkolaasti on M100/500, jossa sideaineena on sementti (100 paino-osaa) ja runkoaineena hiekka (500 paino-osaa). Harkkolaastin valmistajalla on velvollisuus ilmoittaa kovettuneen laastin ominaisuudet, kun laastia käytetään kohteissa, joilla on rakenteellisia vaatimuksia. Lisäksi valmistajan on ilmoitettava tuoreen laastin ominaisuuksista (ks taulukko 4). Ominaisuuksien testaamisessa käytetään standardin SFS-EN 1015 mukaisia testimenetelmiä ja näytteidenotto-ohjeita. Yksi tärkeimmistä arvoista on muurauslaastin puristuslujuus. Valmistaja ilmoittaa laastin kirjaimella M, minkä perässä lukee laastin puristuslujuuden keskiarvo N/mm^2 :nä esim. M10 (SFS-käsikirja 176, 2007, 138–140).

Valmistajan tulee ilmoittaa kovettuneelle laastille seuraavat tiedot:

- *puristuslujuuden keskiarvo*
- *tartuntalujuus*
- *leikkaustartuntalujuus*
- *taivutustartuntalujuus*
- *kuivatiheyden vaihteluväli*
- *veden imeytyminen*
- *pitkäaikaiskestävyys*

Lisäksi tuoreelle laastille pitää ilmoittaa

- *kloridipitoisuus*
- *ilmapitoisuus*
- *notkeus*

. (SFS-käsikirja 176, 2007, 138–140.)

3.4.2 Ohutsaumalaasti

Ohutsaumalaasti soveltuu mittatarkkojen kevytsoraharkkojen, kevytbetoniharkkojen ja kalkkihiekkatiilien ohutsaumamuuraukseen. Ohutsaumalaasti sisältää luonnonhiekkaa, kalkkikiveä, sementtiä, vettä ja mahdollisia lisäaineita. Ohutsaumamuurauksessa kappaleet kiinnitetään ns. liimasaumalla (noin 2 - 3 mm paksu sauma). Ohutsaumalaasteja koskevat samat laatu- ja ilmoitusvelvollisuusmääräykset kuin yleislaastejakin. Lisäksi valmistajan on ilmoitettava laastin suurin raekoko. Kiviaineksen raekoko ei saa ylittää 2:ta millimetriä. Ohutsaumalaasteille on myös tiukemmat tartuntalujuusvaatimukset. (SFS-käsikirja 176, 2007, 138–140)

3.4.3 Laastisaumat

Kevytsoraharkkojen laastisaumana käytetään kahta eri menetelmää rakenteen leveyden ja käyttökohteen mukaan. Kapeammat harkot kuin 200 mm muurataan täydellä laastisaumalla ja leveämmät ns. rakosaumalla. Täydessä saumassa laasti levitetään koko harkon vaakasaumaan kun taas rakosau-massa laastipalot ovat harkon reunoilla. Täyden laastisauman etuna on parempi ääneneristävyyskyky, joten menetelmää käytetään väliseinissä ja osastoivissa seinissä. Perusmuurin ja ulkoseinän muurauksessa käytetään rakosau-maa, koska sen lämmöneristävyys on parempi kuin täyden sauman. Muurauskelkka helpottaa laastin tasaista levitystä ja annostelua harkon sisä- ja ulkoreunaan (Lahti, n.d.). Yleis- ja kevytlaasteja käytettäessä vaaka- ja pystysaumojen todellisen paksuuden tulee olla vähintään 6 mm ja enintään 15 mm. Ohutsaumalaasteja käytettäessä, vastaavat paksuudet ovat 0,5 mm ja enintään 3 mm. Mikäli laasti on kehitetty tarkoituksenmukaisesti 3 - 6 mm saumavahvuuksille, sitä voidaan käyttää mitoituksessa yleislaastin tavoin (RIL 206–2010, 82). Tällä hetkellä Suomen markkinoilla on vain yksi laasti, joka on kehitetty 3-6mm saumavahvuuksille, Weber.vetonit ML Leca laasti. (Räsänen 2011)

Taulukko 4. Laastien vertailu. (tiedot Palolahti ym 2010,11; Leca-harkkorakenteet, n.d.)

Tuote	Harkkolaasti M100/500	Talvilaasti tai pakkaslaasti	Ohutsaumalaas- tit	Yleislaasti We- ber.vetonit ML Leca
Saumavah- vuus	6-15 mm	6-15 mm	0,5 – 3 mm	3mm-15 mm
Muuraus	Kevytsoraharkot	Kevytsoraharkot +5...-15 C	Liimattavat harkot ja -levyt	Kevytsoraharkot, tiilet
Pakkausko- ko	25 kg, 500 kg, 1000 kg	25 kg, 500 kg, 1000 kg	25 kg	25 kg, 500 kg, 1000 kg
Vesimäärä	3...3,5 l	2,5 l kylmää vettä	5,5...6l	3,5 l
Sekoitus	Betonimylly, ruuvisekoitin	Betonimylly, ruuvisekoitin	Porakonevispilä	Betonimylly, ruuvisekoitin
Työskentelyai- ka	Noin 3 h	Noin 0,5 h	Noin 3 h	Noin 3 h
Menekki	30...60kg/m ²	30...60 kg/m ²	2...2,5 kg/m ²	5...30 kg/m ²
Raekoko	0...4 mm	0...4 mm	0...2mm	0...1,5 mm

4 LECA® LEX-HARKKO

4.1 Leca ® Lex-harkkojen ominaisuudet

4.1.1 Leca®Lex-harkon ja perinteisen harkon vertailu

Leca® Lex-harkot valmistetaan samalla periaatteella kuin muutkin kevytsora-harkot. Valmistuksessa käytetään kevytsorabetonia, vettä, hienoa hiekkaa ja lisäaineita. Leca® Lex-harkot omaavat myös kaikki jo edellä mainitut kevytsoraharkoille luvatut ominaisuudet. Vertaillessa tuotteiden ulkoisia ominaisuuksia huomataan selviä eroja (ks. taulukko 5). Harkkojen tekniset ominaisuudet ovat valmistajakohtaisia, mutta standardien ohjaamia. Tarkat tekniset arvot ko. tuotteille löytyvät tuotevalmistajan esitteistä ja Internet-sivuilta. (Liite 1) Leca® Lex-harkot ovat kooltaan (pituus x leveys x korkeus) 498 x leveys x 195 mm. Harkkojen leveydet ovat 75–420 mm. Lisäksi järjestelmään kuuluvat kulmaharkot 200 mm leveästä harkosta alkaen. (Liite 1)

Taulukko 5. Harkkojen teknisten arvojen vertailu
(tiedot Palolahti ym. 2010, 13 – 14; Leca-harkkorakenteet, n.d.)

Harkkojen ominaisuuksia	3/650 RUH-200	Leca®Lex RUH-200
Mitat. mm (pit. x lev. x kork.)	590 x 200 x 190	498 x 200 x 195
Menekki	8,33 kpl/m ²	10 kpl/m ²
Kuivatiheys, kevytsorabetoni	≥650 kg/m ³	700 kg/m ³
Puristuslujuus, kevytsorabetoni	≥3 MN/m ³	3 MN/m ³
Lämmönjohtavuus (rakosaumat)	0,21 W/m ² K	0,21 W/m ² K
Laastimenekki	n 7,0 kg	2,5 kg/harkko
Massa	n 18 kg	11,6 kg

4.1.2 Leca® Lex-harkkojen työmaatekniikka

Leca® Lex-harkot muurataan weber.vetonit ML Leca -laastilla ja talviolosuhteissa käytetään pakkasolosuhteita kestäväää weber.vetonit ML Leca P -pakkaslaastia. Harkkovalmistajan ohjeen mukaisesti nämä ovat ainoat laastit, joilla muuraustyö voidaan suorittaa. Harkot eroavat perinteisistä harkoista siinä, että niiden päät on pontattu. Ponttien ansiosta laastia tarvitaan ainoastaan vaakasaumoihin ja pontit ohjaavat harkot oikeaan asentoon. Harkot muurataan ohutsaumamuurauksella. Vaakasaumoissa käytetään 5 mm:n saumavahvuutta. Harkot ovat 195 mm korkeita, joten 5 mm saumavahvuudella päästään 200 mm:in tasaiseen pystysuuntaiseen etenemään. Pystysaumalaastin poisjättäminen ja ohuemmalla saumalla muuraaminen nopeuttavat muuraustyötä ja vähentävät laastin kulutusta.

Muita uudistuksia työtekniikkaan on tuonut myös lyhyempi mitoitus. Harkot ovat 498 mm pitkiä perinteisen 590 mm:in pituuden sijaan eli moduulimitaltaan M5. Tällä ratkaisulla on haluttu helpottaa muurarin työtä ja keventää harkon painoa, jotta muurauskappaleiden liikuttelu olisi miestyövoimin ketterämpää. Kylmien harkkojen järjestelmässä uutuutena ovat myös omat kulmaharkot 200 mm leveästä harkosta alkaen. Oma kulmaharkko helpottaa raudoitteiden asennusta ja vähentää harkkojen leikkaustyötä työmaalla. Leca® Lex-harkkojen raudoitusurat ovat perinteisiä harkkoja matalammat. Matalamman raudoitustilan kapasiteetin takia suurin sallittu harjateräksen poikkileikkaus on näissä harkoissa 8 mm. Raudoitteita asennettaessa tulee varmistuttua siitä, että laasti leviää raudoitteen ympärille. (liite 2)

Lisäksi harkkojen työmaatekniikkaa helpottaa huomattavasti pienempi laastimenekki, sekä laastin valmistustekniikka. Leca® Lex -harkkojen muurauksessa käytettävä Leca ML -laasti voidaan sekoittaa porakoneeseen asennettavalla ruuvisekoittimella. Muuraajan ei tarvitse lähteä muurauspaikalta ruukkimyllyn luo tekemään laastia. Pienempi laastimenekki myös luonnollisesti vähentää laastin sekoitustyötä. Koska harkkoja ei tarvitse levittää perusmuurin viereen nokkalaastitusta varten, harkot voidaan nostaa suoraan lavalta muurauskelkalla levitetyn laastipalon päälle. (Leca-harkkorakenteet, n.d.)

4.1.3 Maanpaineseinät

Leca® Lex-harkon moduulimitoitus eroaa perinteisestä harkosta. Lisäksi pystysaumassa ei käytetä laastia vaan harkkojen toisiinsa kiinnittyminen tapahtuu päätypontin välityksellä. Maanpaineseinien mitoituksessa nämä asiat on otettava laskennallisesti huomioon. Valmistaja on antanut omat suunnittelu- ja työohjeet harkkojen maanpaineseinien laskentaan (Liite 3). Rakenteet on mitoitettu Ø 8 mm:in harjaterästä käyttäen. Laskentakäyristä on myös havaittavissa miten pystysaumalaasti vaikuttaa seinänmitoituskapasiteettiin. Suunnitteluohjeet on tehty Suomen rakentamismääräyskokoelman osan B5 kevytsoraraharkkorakenteet, ohjeen 2007 mukaan. (Leca-harkkorakenteet, n.d.)

5 TUTKIMUSMENETELMÄT

5.1 Kvantitatiivinen tutkimus

Kevytsoraharkkoja koskevan vertailun suoritin kvantitatiivisena tutkimuksena. Kvantitatiivinen tutkimus eli määrällinen tutkimus pohjautuu usein tilastollisiin ja laskennallisiin tutkimusmenetelmiin. Määrällisessä tutkimuksessa ollaan usein kiinnostuneita erilaisista luokitteluista, syy- ja seuraussuhteista, vertailuista ja numeerisiin tuloksiin perustuvasta ilmiön selittämisestä. Määrälliseen menetelmäsuuntaukseen sisältyy runsaasti erilaisia laskennallisia ja tilastollisia analyysimenetelmiä. Tutkimusmenetelmäni on empiirinen, eli kokemukseen pohjautuva, mikä perustuu teoreettisen tutkimuksen taustalta kehitettyihin menetelmiin. Tutkimuksen tavoitteena on tällöin kerätä tietoja tietyltä kohderyhmältä mahdollisimman samalla tavalla ja valmiilla vastausvaihtoehdoilla eli kysymykset esitetään kaikille vastaajille samassa muodossa. Saatujen vastausten valossa tutkitaan ja kuvataan ilmiötä sekä tehdään tarvittavia johtopäätöksiä numeroiden avulla. Koska tällä tutkimuksella haluttiin selvittää mitä ihmiset tuntevat, kokevat ja ajattelevat, tutkimusmenetelmäksi eli metodiksi valittiin suurelle joukolle lähetettävä saatekirje (liite 5) ja Internet-pohjainen kyselylomake. (Liite 6) (Heikkilä 1999, 13; Hirsjärvi ym. 122, 130, 182, 189)

Rakennustekniset kysymykset olivat myös osana tutkimussuunnitelmaa. Kyselytutkimuksen lisäksi etsin vastauksia rakennusteknisiin kysymyksiin laastisauman ja raudoituksen osalta.

5.2 Tutkimuksen tausta ja tavoite

Ohutsaumamuuratut perustusharkot ovat olleet vasta muutaman vuoden markkinoilla. Tutkimuksen tehtävänä oli selvittää HB-Betoniteollisuus Oy:n toimeksiannosta, kuinka hyvin tunnettu ja kustannustehokas kilpailijat uusi

perustusharkko ja muurausmenetelmä ovat. Osaongelmana tutkimuksessa selvitettiin kokevatko tuotteen käyttäjät uuden tuotteen rakennusteknisesti luotettavaksi ja hyväksi tuotteeksi. Tutkimuksessa haluttiin myös konkreettisesti selvittää, onko valmiiksi muuratun harkkoperustusten lopullinen hintaero merkittävä. Tutkimuksen tavoitteena oli saada selkeä kuva asiakkaiden vastauksien perusteella, miten uusi tuote on otettu markkinoilla vastaan.

5.2.1 Tutkimuksen kohderyhmä

Tutkimustulokseen vaikuttaa oleellisesti otanta. Tässä tutkimuksessa käytettiin kokonaisvaltaista tutkimusta, sillä kohderyhmä oli tarpeeksi suppea ja hyvin tavoitettavissa. Kohderyhmä muodostui kevytsoraharkkojen parissa toimivista yrityksistä ja HB Betoniteollisuus Oy:n asiakasrekisteristä. Ainoastaan yksityisasiakkaat rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle, sillä kysely haluttiin suunnata kevytsoraharkkojen kanssa aktiivisesti toimiville henkilöille. Kohdejoukko käsitti kaikki Suomen suurimmat rautakauppaketjut ja rakennusliikkeet. Kysely kohdennettiin yrityksen kevytsoraharkkoista vastaavalle osastolle. Kyselylomake lähetettiin kaikkiaan 365 henkilölle.

5.2.2 Tutkimuslomakkeen laadinta

Tutkimuslomake on tärkeä kyselytutkimusta tehtäessä. Rakennusalalla on luonnollisesti aina kova kiire ja ylimääräisiin kysymyksiin vastaamiseen ja perehtymiseen ei jää aikaa ja energiaa. Tutkimukseen vastaaja päättää hyvin nopeasti pyynnön saatuaan vastaako siihen vai ei. Tästä syystä kyselyyn vastaaminen haluttiin tehdä vastaajalle mahdollisimman helpoksi. Laadin Internet-pohjaisen kyselylomakkeen Surveymonkey-ohjelmalla, jonka avulla tutkimukseen vastaaminen onnistui interaktiivisesti suoraan ohjelman verkkosivulla (liite 6). Kyselylomakkeen laadittuani lähetin sähköpostin välityksellä saatekirjeen (liite 5). ja nettiosoitteen, missä tutkimuksen voi suorittaa. Saatekirjeen tehtävä oli motivoida vastaajaa osallistumaan tutkimukseen ja antamaan lisätietoa tutkimuksesta ja siihen vastaamisesta. Saatekirjeessä korostin myös tutkimukseen vastaamisen helppoutta. (Heikkilä 1999, 46–50, 60) Kyselylomakkeessa oli kaiken kaikkiaan yhdeksän kysymystä ja jokaisessa oli vasta-

usvaihtoehtoja. Pääsääntöisesti vastaajalla oli neljä vastausvaihtoehtoa: täysin eri mieltä, hieman eri mieltä, hieman samaa mieltä, täysin samaa mieltä. Mieliopidekyselyissä esitetään usein väittämiä, joihin voi ottaa kantaa asteikkotyyppisin vastausvaihtoehdoin. Menetelmän etuna on, että muutamalla kysymyksellä ja vastauksella saadaan paljon informaatiota. Heikkoutena menetelmässä on, että koskaan ei voi saada täyttä varmuutta, millä painoarvolla vastaus on annettu. Yleisesti on käytössä 4- tai 5-vastausvaihtoehdon asteikko. (Heikkilä 1999, 50–52)

Huomattavasti pienemmälle osalle kohderyhmästä lähetin lisäksi sähköpostilla hintatiedustelupyynnön, jossa pyysin tarjousta tutkittavista tuotteista. Hintatutkimuksen kohteeksi valitsin 290 mm leveän perinteisesti muurattavan RUH-harkon ja Leca® Lex 300 ohutsaumamuurattavan harkon. Omakotitalon perustuksissa 200 mm ja 290 mm leveät harkot ovat suosituimpia, mutta myös leveämpiä käytetään.

5.2.3 Kyselyn toteutus

Tutkimus suoritettiin kyselylomakkeella ja tarjouspyyntölomakkeella, jolloin voitiin tavoittaa määrällisesti paljon vastaajia maantieteellisesti laajalta alueelta. Kysely toteutettiin Internet-pohjaisella kyselylomakkeella, joka lähetettiin sähköpostitse. Kysely sisälsi vain rästittavia kysymyksiä.

Kysely lähetettiin 177 jälleenmyyjälle ja 177 rakennusalan ammattilaiselle, sekä kuudelle suurimmalle kevytsoraharkkovalmistajalle. Vastaajat sijaitsivat maantieteellisesti ympäri Suomea. Kysely kohdennettiin Suomen suurimpiin jälleenmyyjäketjuihin, kuten Starkki Oy, K-rauta, Rautia ja S-ryhmän liikkeet. Suuret liikkeet kattoivat 77 % otannasta. Loput jälleenmyyjistä olivat pienempiä, itsenäisiä kauppoja. Myös rakennusliikkeistä kysely kohdennettiin pääsääntöisesti suuriin rakennusliikkeisiin. Lemminkäinen Talo Oy, NCC Rakennus Oy, SRV Asunnot Oy, Skanska Talorakennus Oy, YIT Rakennus Oy ja Peab Oy kattoivat 87 % otannasta. Loput kyselyt lähetettiin pienemmille rakennusliikkeille ja insinööritoimistoille. Kyselyn tekemiseen annettiin vastausaikaa kaksi viikkoa. Kyselyyn saatiin 102 vastausta eli 28 % otoksesta.

Kohdejoukon suuren koon takia vastauksista saa edustavan näytteen asiakkaiden mielipiteistä.

Kevytsoraharkkojen hintatietopyynnöt lähetettiin 16 jälleenmyyjälle eri puolille Suomea. Tarjouspyynnön kohteena oli 200 m² kokoisen kylmän kevytrakenteisen konevaraston perustus. Lisäksi tarjouspyyntöön lisättiin molempien harkkojen muuraukseen tarvittava laastimäärä. Leca® Lex-harkkoja ei valmistajan ohjeiden mukaisesti saa muurata kuin Weber.vetonit ML Leca laastilla, niin tämä täytyi ottaa jo tarjouspyyntövaiheessa huomioon. Perustuksiin käytettyjen harkkojen menekki oli 36 m². Perinteisiä RUH-harkkoja perustuksen valmistukseen kuluu

$$36 \text{ m}^2 \times 8,33 \text{ kpl/ m}^2 = 300 \text{ kpl}$$

tai ohutsaumamuurattavia Leca® Lex harkkoja

$$36 \text{ m}^2 \times 10 \text{ kpl/ m}^2 = 360 \text{ kpl.}$$

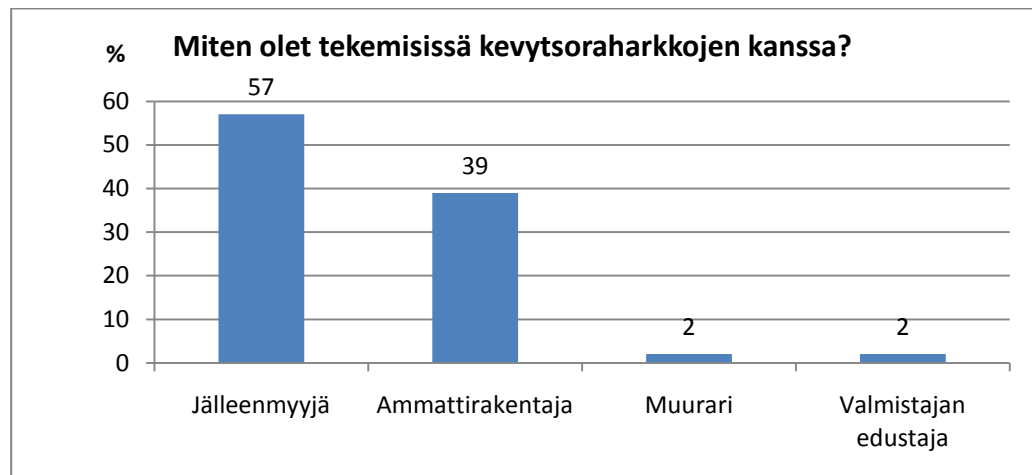
Hintatietopyyntöihin vastauksia tuli seitsemän kappaletta eli 44 % otoksesta. Vastauksen antaneet jälleenmyyjät sijaitsivat pääkaupunkiseudulla, Vaasassa, Jyväskylässä, Porissa ja Oulussa. Kohdejoukon levinneisyyden johdosta vastauksista saa kohtuullisen hyvän kuvan harkkojen hintaeroista eri puolilla Suomea. Harkkotarjouksissa ei huomioitu rahteja.

6 TUTKIMUSTULOKSET

6.1 Kyselytutkimus

6.1.1 Taustatiedot kyselyyn vastanneista yrityksistä

Vastaajia pyydettiin antamaan tietoja ammatistaan, miten he ovat tekemisissä kevytsoraharkkojen kanssa. (kuvio 3) Tällä tavoin saatiin tuloksia siitä, miten tutkimuksen kohderyhmät kyselystä kiinnostuivat.

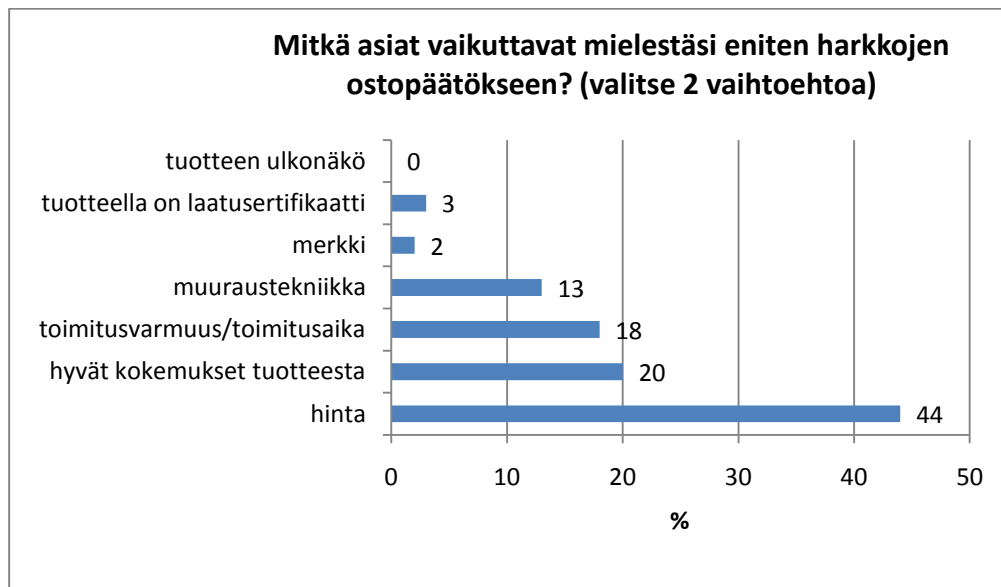


Kuvio 3. Vastausten jakautuminen vastaajan ammatin mukaan (n=102kpl)

Kuvion 1 mukaan 57 % vastaajista oli kevytsoraharkkojen jälleenmyyjä. Koska kyselyjä lähetettiin ammattirakentajille ja jälleenmyyjille lukumäärällisesti saman verran, voidaankin todeta, että tutkimus on kiinnostanut jälleenmyyjä selvästi enemmän.

6.1.2 Asiakkaan ostopäätökseen vaikuttavat tekijät

Vastaajia pyydettiin valitsemaan mielestään kaksi tärkeintä kriteeriä, jotka vaikuttavat asiakkaan ostopäätökseen kevytsoraharkkoja tilattaessa. Odotusarvona oli, että hinta vaikuttaisi eniten, joten toinen vastaus kertoisi tuotteesta ja sen ominaisuuksista enemmän. (kuvio 4)

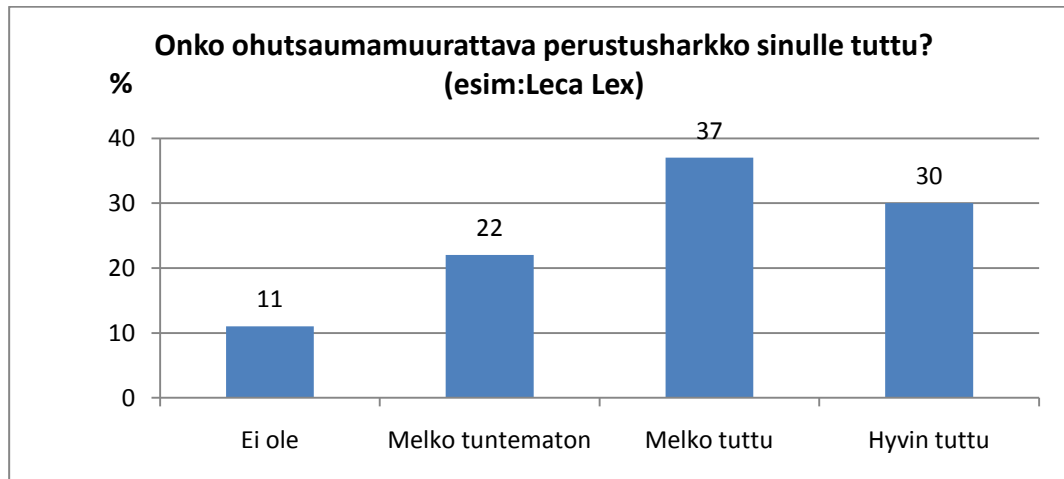


Kuvio 4. Asiakkaan ostopäätökseen vaikuttavat tekijät (n=99)

Hinta olikin odotetusti suurin ostopäätökseen vaikuttava tekijä 44 %. Hinnan jälkeen seuraavat valintakriteerit näyttävät perustuvan hyviin kokemuksiin tuotteesta ja valmistajan kykyyn reagoida asiakkaan vaatimuksiin, kuten toimitusaikaan ja toimitusvarmuuteen. Tutkimuksen kannalta mielenkiintoisinta oli selvittää vaikuttaako muuraustekniikka ostopäätökseen. Muuraustekniikka keräsi 13 % vastauksista, eli sen vaikutus ostopäätökseen on vähäinen. Mielenkiintoista oli myös huomata, että tuotteen ulkonäkö, laatusertifikaatti ja merkki eivät vaikuta ostopäätökseen juuri millään tavalla.

6.1.3 Ohutsaumamuurattavan perustusharkon tunnettavuus

Vastaajilta kysyttiin kuinka hyvin he tuntevat ohutsaumamuurattavan perustusharkon. (kuvio 5) Näin saatiin selville tietävätkö vastaajat kysymyksen kohteena olevan tuotteen.

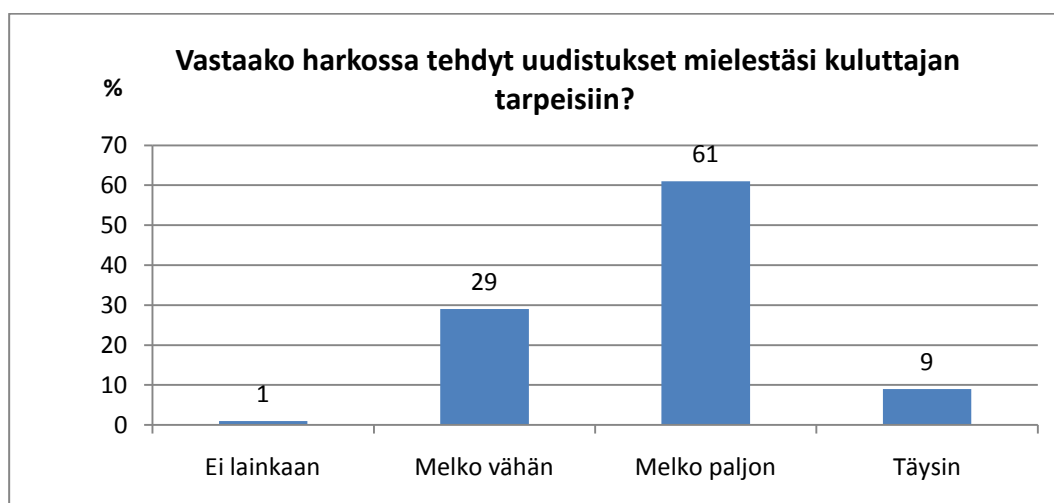


Kuvio 5. Ohutsaumamuurattavan harkon tunnettuus (n=97)

Ohutsaumamuurattavan perustusharkon tunnettavuutta koskevaan kysymykseen tuli 97 vastausta. Vastaajista 67 % tunsi tuotteen ja 30 % tunsi tuotteen hyvin. Vain 11 %:lle vastanneista harkko ei ollut lainkaan tuttu. Tarkennuksena vastaajilta tiedusteltiin myös uuden tuotteen kiinnostavuudesta. Tällä haluttiin selvittää oliko tuote tuttu ainoastaan markkinoinnin kautta vai oliko henkilö tutustunut tuotteeseen tarkemmin. Vastaajista 61 % piti tuotetta hieman kiinnostavana ja 20 % todella kiinnostavana. Vain 2 % oli sitä mieltä, että tuote ei ole lainkaan kiinnostava.

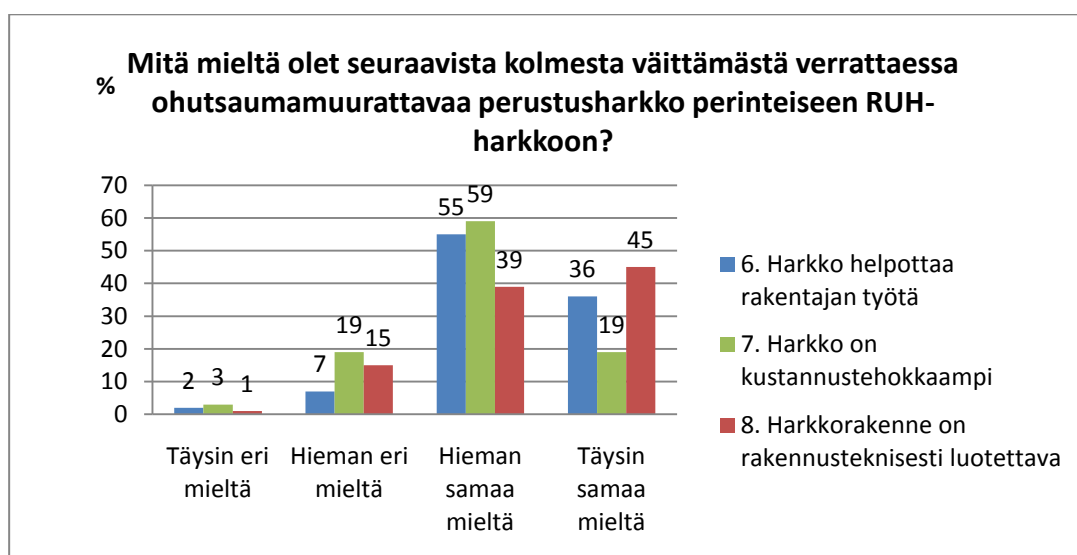
6.1.4 Uudistusten vaikutukset

Tutkimukseen osallistujia pyydettiin arvioimaan ohutsaumamuurattavan harkon uudistuksia kuluttajan kannalta (kuvio 6) sekä vertaamaan uudistuksia perinteiseen harkkoon.(kuvio 7) Lisäksi haluttiin myös tietää miten uudistukset ovat vaikuttaneet vastaajan ostopäätökseen.(kuvio 8)



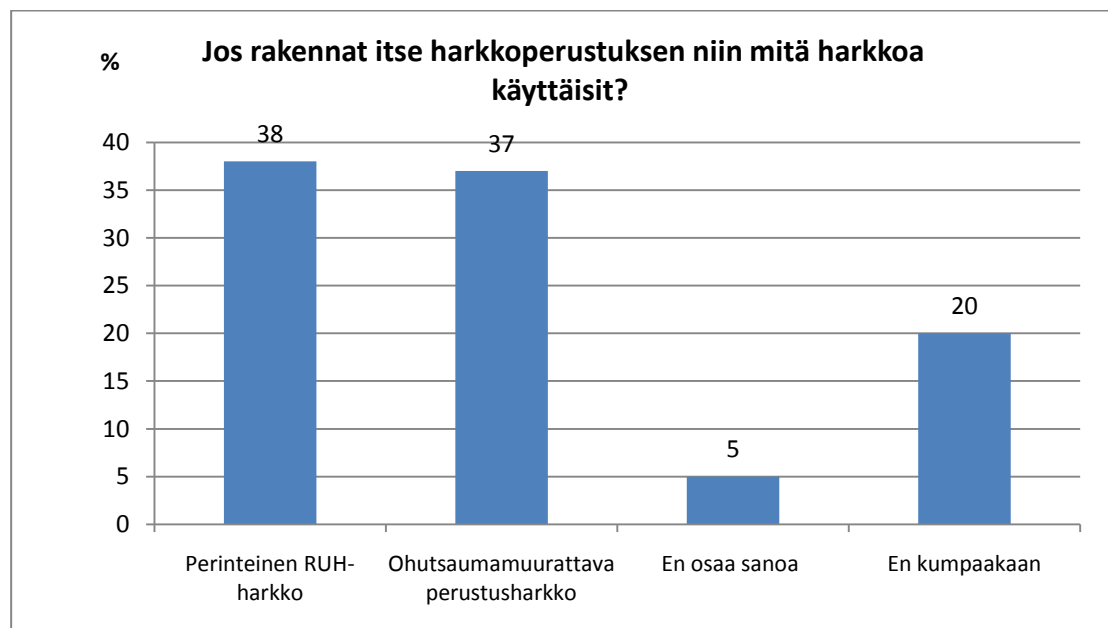
Kuvio 6. Harkon uudistukset kuluttajan näkökulmasta (n=94)

Tutkimuksessa kartoitettiin myös mitä yritykset ajattelevat ohutsaumamuurattavassa perustusharkossa tehdyistä uudistuksesta asiakkaan näkökulmasta. Kysymys keräsi 94 vastausta. Kysymyksellä haluttiin tarkentaa oliko uudistukset tehty nimenomaan kuluttajien toivomukset huomioon ottaen, vai olivatko uudistukset olleet enemmän markkinataloudellisia. Yhteensä 70 % vastaajista oli sitä mieltä, että uudistukset ovat olleet hyviä kuluttajan kannalta. 9 % vastaajista oli sitä mieltä, että uudistukset vastaavat täysin kuluttajien tarpeita ja 30 % vastaajista ei pitänyt uudistuksia kovinkaan tärkeitä.



Kuvio 7. Perinteisen RUH-harkon ja ohutsaumamuurattavan perustusharkon vertailu. (n=95)

Vastaajille esitettiin kolme eri väittämää, kun ohutsaumamuurattavaa perustusharkkoa verrattiin perinteiseen RUH harkkoon. Harkkojen vertailua koskevaan kysymykseen kommentoi 95 vastaajaa. Kaikissa väittämässä enemmistö oli ohutsaumamuurattavan harkon kannalla. Rakenteen luotettavuudesta täysin samaa mieltä oli 45 % vastaajista ja hieman samaa mieltä 39 %. Harkon väitettiin helpottavan rakentajan työtä, mistä täysin samaa mieltä oli 36 % vastaajista. Kustannustehokkuusväittämä aiheutti kysyttävistä kohdista eniten hajontaa. Se sai enemmän eri mieltä kohdan vastauksia kuin muut väittämät. Täysin samaa mieltä vastauksia tuli 19 %, hieman samaa mieltä 59 %. Eri mieltä vastauksia kohdat keräsi yhteensä 22 % vastauksista. Tutkimuksen luotettavuutta mielestäni heikentää neutraalin ”samassa tasossa” vaihtoehdon puuttuminen.



Kuvio 8. Mitä harkkoa vastaaja itse käyttäisi (n=100)

Viimeinen kysymys käsitteli vastaajien henkilökohtaista valintaa perustusmateriaaliksi, jos he itse rakentaisivat harkkoperustuksen. Harkon valintaa kommentoi 100 vastaajaa. Vastaukset jakaantuivat harkkojen välille lähes tasan. Vastaajista 38 % kannatti perinteistä RUH-harkkoa ja 37 % vastaajista ohut-

saumamuurattavaa perustusharkkoa. Vastaajista 5 % ei osannut sanoa kantaansa ja 20 % ei olisi valinnut kumpaakaan tuotetta.

6.2 Harkkojen kustannustehokkuus

Harkkojen kustannustehokkuutta haluttiin tutkia tarkemmin kuin pelkästään mielipidemittauksella. Hintatutkimus suoritettiin tarjouspyyntökierroksella jälleenmyyjille ympäri Suomea. Vastauksia tuli kaikkiaan seitsemän (liite 7). Vastauksen antaneet jälleenmyyjät sijaittivat pääkaupunkiseudulla, Vaasassa, Jyväskylässä, Porissa ja Oulussa. Tarjouksista laskettiin keskiarvo. (kuvio 9)

Ohutsaumamuurattava Leca® Lex 300 harkko 360 kpl (7 jälleenmyyjän keskiarvohinnat)

Harkko €/kpl	3,21
Määrä Yks.	360
Laasti €/1000 kg	140
Määrä sk	1
<hr/>	
Arvo Yhteensä	1297 €

Perinteinen RUH-290 harkko 300 kpl (7 jälleenmyyjän keskiarvohinnat)

Harkko €/kpl	3,59
Määrä Yks.	300
Laasti €/1000 kg	70,95
Määrä sk	3
<hr/>	
Arvo yhteensä	1291 €

Kuvio 9. Harkkotarjoukset

Harkkotarjouksista kävi ilmi, että esimerkin mukaisen kohteen perustusharkkojen kustannukset ovat valtakunnallisesti lähes samat harkkovaihtoehdosta riippumatta. Harkkotarjousten välillä oli kuitenkin kauppakohtaisia eroja ja tar-

jouksista laskettu keskihajonta kertoo, kuinka paljon tarjouksen hinta keskimäärin poikkesi yllä olevien tarjousten keskiarvosta. Ohutsaumamuurattavan harkon kohdalla keskihajonta oli 105,1 € ja RUH harkkojen kohdalla 62,5 €. (Liite 7)

Harkkotarjousten lisäksi harkkojen muuraustyöstä kerättiin tarjouksia kaiken kaikkiaan kymmeneltä eri muurausliikkeeltä. Suurimmasta osasta muurausliikkeitä vastaukseksi tuli, että hinta on sovittava tapauskohtaisesti, joten kattavaa muuraustyön hintatietoa en tutkimukseen saanut. Suullisen kyselyn perusteella suurimmalle osalle muurausliikkeitä ohutsaumamuurattava perustus-harkko oli tuttu. He eivät kuitenkaan olleet tehneet erillistä hinnoittelua eri harkkovaihtoehtojen välille. Kohteen hinnoitteluun vaikuttavat enemmän rakennettavan kohteen muoto ja muurauksen ohella tehtävät lisätyöt. Kuusi muurausliikettä antoi harkkokohtaisen hinnan muuraustyöstä eri vaihtoehtojen välille. Keskiarvoltaan muuraustyö oli n. 20 % halvempaa ohutsaumamuurattavilla harkoilla, kuin perinteisellä RUH-harkolla tehtynä. Otanta on kuitenkin hyvin pieni ja sen virhemarginaali on suuri. Tutkimustuloksena saatiin varmuus, että mahdollinen edullisuus tulee työajan säästönä.

6.3 Ohutsaumamuuratun harkon raudoitus ja laastisauma

Minua kiinnosti, kuinka valmistaja oli ratkaissut raudoituksen suojaetäisyydet ja laastisauman riittävän tartunnan. Mikäli raudoitteen ympärille ei saada riittävästi laastipeitettä, raudoite joudutaan vaihtamaan ruostumattomaan tikasraudoitteeseen. Tämä johtaisi rakenteen kokonaiskustannusten nousuun. Raudoitteen ympärillä tulee olla myös riittävä laastipeite tartuntalujuuden saavuttamiseksi.

Valmistaja oli ratkaissut ongelmat kehittämällä tuotteelle oman laastin (Taulukko 4). Lisäksi harkkoon oli tehty riittävän syvä raudoiteura, että 8 mm harjateräs mahtuu juuri eurokoodien mukaisten mitoitusohjeiden puitteissa laastisaumaan (Kuva 1). (RIL 206-2010,83)

7 YHTEENVETO

Harkkorakentaminen ja harkkotuoteteollisuus on yhä suurempien muutospaineiden alla. Harkkorakentaminen on hyvin suosittu perustusratkaisu pientalojen pohjiin, mutta harkkovalmistajien on yhä vaikeampi erottua massasta. Nykyaikaisissa harkkotehtaissa saadaan valmistettua tasalaatuista ja mittatarkkaa tuotetta vuodenajasta riippumatta. Kaikkien valmistajien harkot ovat silmämääräisesti samannäköisiä ja suuret valmistajat ovat myös poikkeuksetta laatusertifioineet tuotteensa. Valmistajakohtaiset erot ovat hyvin pieniä, mikä vaikeuttaa erottumista kilpailijoiden joukosta. Yksi valmistajista Maxit Oy Ab (nykyisin Saint-Gobain Weber Oy AB) on kuitenkin onnistunut saamaan tuotenimensä Leca-sora ja Leca-harkot niin tutuiksi kuluttajille, että kevytsoraharkot tunnetaan yrityksen tuotenimikkeellä valtakunnallisesti hyvin laajalti.

Tutkimuksen (kuvio 4) mukaan asiakkaiden tärkeimmät ostopäätökseen vaikuttavat kriteerit ovat tuotteen hinta ja hyvät kokemukset tuotteesta. Tarjouspyyntökyselyn perusteella (kuvio 9) hintakilpailu kevytsoraharkoissa on hyvin tiukkaa, joten tavarantoimitus- ja rahtikustannukset vaikuttavat merkittävästi koko harkkokaupan toteutumiseen. Puhtaasti valmistajan keinoiksi kilpailijoista erottumiseen on jäänyt hyvä asiakaspalvelu, varma ja joustava tavarantoimitus sekä markkinointi.

Ohutsaumamuurattavaa perustusharkkoa valmistava yritys Saint-Gobain Weber Oy AB on lopettanut kokonaan perinteisen harkon valmistuksen ja keskittynyt ainoastaan uuteen tuotteeseen. Uudella harkkomallilla ja muurausmenetelmällä on haluttu tehdä pesäeroa muihin harkkovalmistajiin. Mittauudistukset ja muurausmenetelmän muutos on viety myös eristettyihin harkkoihin. Silmiinpistävin huomio Leca® Lex-harkon kohdalla on valmistajan markkinointi. Valmistaja esitteli tuotteensa ohutsaumamuurattavaksi tuotteeksi, mutta kuitenkin muuratessa käytettävä laasti luokitellaan yleislaastiksi. Lisäksi harkkoja koskevat laatu- ja mittatarkkuusmääräykset menevät yleis- ja kevytlaasteilla muurattavien tuotteiden mukaan. Itselläni oli kuva työn alkuvaiheessa, että näitä

tuotteita muurataan samalla tavalla, kuin esimerkiksi väliseiniä. Väliseinistä tuttu esim. kastelukannulla levitettävä ohutsaumalaastimuuraus tuntui helpolta ratkaisulta, minkä ansiosta kiinnostuin tutkimaan tuotetta lisää. Konkreettisesti eron ohutsaumamuuraukseen huomasin vasta kun kävin valmistajan pitämässä työnäytöksessä, jossa tuotetta muurattiin. Mielestäni matalasaumamuurattava perustusharkko sopisi tuotteelle kuvaavammaksi nimeksi.

Tutkimus lähetettiin yhteensä 365 henkilölle ja vastauksia tuli takaisin 102 kappaletta. Tutkimukseni kohderyhmän valintaan vaikuttivat helppo tavoitettavuus ja kyselyn kohdentaminen jatkuvasti kevytsoraharkkojen kanssa toimiville henkilöille. Vastausprosentti 28 % ei ole kovin suuri, mutta kohdejoukon suuren koon ansiosta tuloksista saa suuntaa-antavan kuvan, kuinka ohutsaumamuurattavaperustusharkko on otettu rakennusalan ammattilaisten ja jälleenmyyjien joukossa vastaan. Ohutsaumamuurattava perustusharkko näyttäisi saaneen jalansijaa rakentajien keskuudessa, sillä se on tutkimuksen mukaan kiinnostava ja siihen tehdyt uudistukset ovat asiakkaiden tarpeet huomioitavia. Valmistaja on ratkaissut epäilemäni rakennustekniset ongelmat tuotteelle kehitetyllä erikoislaastilla. Lisäksi uusissa eurokoodeissa oli myös huomioitu uusi muuraustapa ja harkko. Myös kyselytutkimuksen tulokset puolisivat sitä, että harkon rakennusteknisiin ominaisuuksiin luotetaan rakentajien keskuudessa (kuvio 7.)

Perinteisellä RUH-harkolla on pitkät perinteet rakentajien keskuudessa. Harkolla on rakennettu pientalojen perustuksia jo kymmeniä vuosia. Rakentajien haastatteluiden ja tutkimuksen perusteella (Kuvio 8) mielipiteet rakentajien keskuudessa ovat nyt jakaantuneet kahtia.

Tutkimustyön edetessä ilmeni kohtia, joita en ollut ottanut tarpeeksi hyvin huomioon. Suuret rakennusliikkeet tekevät harvemmin isoja kohteita kylmistä kevytsoraharkoista. Kokemukseni mukaan kohteet ovat pääsääntöisesti erilaisia osastoivia väliseiniä, tukimuureja ym. joita massiivisen kohteen aikana tulee vastaan. Tällöin lyhyet työajan säästöt eivät nouse ison urakan kannalta

merkittäviksi. Mikäli työmaalla on totuttu käyttämään jotain tiettyä harkkoa, työ sujuu nopeammin kuin uuden muuraustekniikan ja tuotteen opettelu. Tutkimustyössäni olisin voinut vielä tarkemmin paneutua omakotirakentajien ja pienten asennusliikkeiden mielipiteisiin tuotteesta. Moni omakotirakentaja rakentaa harkkoperustukset itse tai tilaa työn pieniltä muutaman hengen toimimillä toimivia rakennusporukoilta. Omakotitalojen pohjarakennustöissä juuri nämä pienet yritykset ovat ratkaisevassa asemassa, jos urakoitsija saa itse päättää millä harkolla kohteen toteuttaa. Tällöin mahdolliset työt ja työaika helpottavat ratkaisut, saavat urakoitsijan ostamaan harkot, jopa hieman kalliimmalla mikäli työajansäästö on merkittävä.

Tutkimustyö olisi hyvä tehdä uudestaan vuoden tai kahden kuluttua, sillä suurin osa muurausliikkeistä vasta harjoitteli ohutsaumamuurattavan perustusharkon käyttöä, eivätkä olleet hinnoitelleet tuotteita erikseen. Uusintatutkimus paljastaisi myös, ovatko ohutsaumamuurattavan harkon markkinanäkymät parantuneet vai heikentyneet.

Tutkimuksen aikana sain hyvää tietoa kevytsoraharkkorakentamisesta ja syvensin tietämystä myös tuotteiden valmistukseen sekä markkinointiin liittyen. Työn tilaaja sai tietoa kilpailevan tuotteen markkinanäkymistä ja ajatuksia omantuotannon suunnitteluun.

LÄHTEET

Heikkilä, T. 1999 Tilastollinen tutkimus. Helsinki: Oy Edita Ab

Hirsjärvi, S & Remes, P. & Sajavaara, D. 2002 Tutki ja kirjoita. Tampere: Tammerpaino Oy

Historia n.d. HB-Betoniteollisuus yrityshistoria, viitattu 19.3.2011 http://www.hb-betoni.fi/hb/hb_betoni/suomi/yritysinfo/historia/

Kevytsoraharkko valmistajat, n.d. viitattu 30.5.2011

<http://www.betoni.com/Betonikirja/tuoteryhmat.aspx?strTuoteryhma=HA&action=search&chkTuoteryhmaID=1125&strPostinumero=&x=2&y=9>

Kevytsoraharkot. n.d. viitattu 18.3.2011

<http://www.betoni.com/fi/Betonituotteet/Harkot/Kevytsoraharkot/>

Lahti, M. n.d. viitattu 19.3.2011

<http://www.betoni.com/download.aspx?intFileID=525&intLinkedFromObjectID=7716>

Leca-harkkorakenteet, n.d. Suunnitteluohje nettisivulla, viitattu 18.5.2011

<http://shop.e-weber.fi/weber/kronodoc?docCode=002670>

Rakennustuotteiden jalanjälki. n.d. viitattu 2.4.2011

<http://www.kivitaloinfo.fi/ekologiset-vaikutukset>

RIL 206-2010 Muurattujen rakenteiden suunnitteluohje eurokoodi EN 1996-1-1.

Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

Sundell K. 2001. Kevytsoraharkot Suunnittelu ja rakentaminen. Jyväskylä:

Gummerus

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2010. RIL 206-2010

Tuomas Palolahti, T. Mäki, T. Tikanoja, T. Sundström, J. Mattila, P. 2010 Harkkokäsikirja. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy

Valmistus ja myynti. n.d viitattu 30.5.2011

<http://www.betoni.com/harkkokasikirja/site/default.asp?cat=8&ava=34>

Weber harkkolaasti. n.d. Laastin ominaisuudet valmistajan sivulla. viitattu

19.5.2011 <http://www.e-weber.fi/muuratut-rakenteet/weber-opas/tuotteet/harmaat-muurauslaastit/webervetonit-ml-10.html>

LIITTEET

Liite 1. Leca®Lex tuotetietotaulukko

TUOTE	MITAT, MM LEV. x PIT. x KORK.	KPL/M ²	KG/KPL (n.)	KPL/LAVA	LAASTIMENEKKI KG/HARKKO (n.)
LECA® LEX PERUSHARKOT	SFS-176, harkkolaatu 3/700 (3 MN/m² puristuslujuus, tiheys 700 kg/m³)				
Leca® Lex harkko H-75	75 x 498 x 195	10	5,1	182	0,5
Leca® Lex harkko UH-100	100 x 498 x 195	10	6,6	140	1,5
Leca® Lex harkko UH-125	125 x 498 x 195	10	8,3	112	1,5
Leca® Lex harkko UH-150	150 x 498 x 195	10	10,0	98	1,5
Leca® Lex harkko RUH-200	200 x 498 x 195	10	11,6	80	2,5
Leca® Lex harkko RUH-200 kulma	200 x 498 x 195	5/m	13,3	60	2,5
Leca® Lex harkko RUH-250	250 x 498 x 195	10	14,5	64	2,5
Leca® Lex harkko RUH-250 kulma	250 x 498 x 195	5/m	15,4	48	2,5
Leca® Lex harkko RUH-300	300 x 498 x 195	10	16,5	64	2,5
Leca® Lex harkko RUH-300 kulma	300 x 498 x 195	5/m	17,1	36	3,0
Leca® Lex harkko RUH-340	340 x 498 x 195	10	18,8	48	2,5
Leca® Lex harkko RUH-340 kulma	340 x 498 x 195	5/m	20,0	36	3,0
Leca® Lex harkko RUH-380	380 x 498 x 195	10	21,0	48	2,5
Leca® Lex harkko RUH-380 kulma	380 x 498 x 195	5/m	21,4	36	3,5
Leca® Lex harkko RUH-420	420 x 498 x 195	10	22,0	48	2,5
Leca® Lex harkko RUH-420 kulma	420 x 498 x 195	5/m	22,8	36	3,5
Leca® Lex pilariharkko P-240	240 x 240 x 195	5/m	6,7	120	0,5 ¹⁾
LECA® ERISTEHARKOT	Harkkolaatu 4/750 (4 MN/m² puristuslujuus, tiheys 750 kg/m³)				
Leca® Term harkko LTH-300	300 x 498 x 195	10	15,1	64	2,0
Leca® Term harkko LTH-300 kulma	300 x 200 x 185	5/m	5,6	32	1,5
Leca® Design harkko LTH-380	380 x 498 x 195	10	16,8	48	2,5
Leca® Design harkko LTH-380 ulkokulma	380 x 250 x 185	5/m	7,0	32	2,0
Leca® Design harkko LTH-380 sisäkulma	380 x 290 x 185	5/m	9,9	32	2,5
Leca® Design harkko LTP-380 palkki	380 x 498 x 195	2/m	14,6	48	1,5 ²⁾
Leca® Design harkko LTH-420	420 x 498 x 195	10	16,9	48	2,5
Leca® Design harkko LTH-420 ulkokulma	420 x 290 x 185	5/m	8,2	32	2,0
Leca® Design harkko LTH-420 sisäkulma	420 x 330 x 185	5/m	11,5	24	3,0
Leca® Design harkko LTP-420 palkki	420 x 498 x 195	2/m	14,8	48	1,5 ²⁾
LECA® ERIKOISHARKOT					
Poistuu keväällä 2011 Leca® harkko LPH-140 palkki	140 x 598 x 190	1,67/m	9,0	112	1,0 ³⁾
Tulossa keväällä 2011 Leca® harkko LPH-140 palkki	140 x 498 x 195	2/m	7,6	84	1,0 ⁴⁾
Leca® anturaharkko LA-400	400 x 590 x 190	1,8/m	32	36	3 ⁵⁾
Leca® katelaatta LL-500	500 x 250 x 60	8	9,2	96	
LECA® PALKIT	Palkin leveys 140 mm tai 200 mm, korkeus 190 mm				
LP-140-1200 (pituus 1200 mm)			45		
LP-140-1800 (pituus 1800 mm)			68		
LP-140-2400 (pituus 2400 mm)			91		
LP-140-3000 (pituus 3000 mm)			113		
LP-140-3600 (pituus 3600 mm)			136		
LP-200-1800 (pituus 1800 mm)			117		

MUUT LECA® TUOTTEET	PAKKAUSKOKO
Leca® Term LTH-300 Muurausside	50 kpl
Leca® Design LTH-380 Muurausside	50 kpl
Leca® Design LTH-420 Muurausside	50 kpl
Tikasrauta BI 37R rst-teräs LTH-300, LTH-380 ja LTH-420 raketeisiin	10 kpl x 4000 mm
Tikasrauta BI 40 LTH-300, LTH-380 ja LTH-420 raketeisiin	10 kpl x 4000 mm
Aukonylitysraudoite B500K, 1+1 halk. 10 mm LPH-140, LTP-380 ja LTP-420 palkkiharkkoihin	1 kpl x 3600mm, korkeus 130 mm

¹⁾ Lisäksi P-240 harkon reiän valuu Weberbetonit S 30 Sementtillaastia tai vastaavaa n.5,5 kg/harkko

²⁾ Lisäksi LTP-380 ja LTP-420 harkkojen kourujen valuu Weberbetonit S 30 Sementtillaastia tai vastaavaa n.19,3 kg/harkko

³⁾ Lisäksi LPH-140 harkon (190 mm korkea) kourun valuu Weberbetonit S 30 Sementtillaastia tai vastaavaa n.12,25 kg/harkko

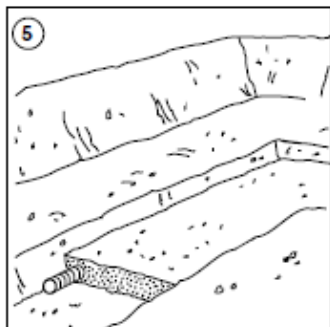
⁴⁾ Lisäksi LPH-140 harkon (195 mm korkea) kourun valuu Weberbetonit S 30 Sementtillaastia tai vastaavaa n. 9,6 kg/harkko

⁵⁾ Lisäksi LA-400 harkon kourun valuu Weberbetonit S 30 Sementtillaastia tai vastaavaa n.12,5 kg/harkko

Leca® harkot muurataan Weberbetonit ML Leca® Laastilla, talviolosuhteissa ML Leca® P Pakkaslaastilla. Mikäli eristeharkkojen vaakasaumoissa käytetään polyuretaania, tulee käyttää vähän paisuvaa ns. pistoolivaahtoa.

Liite 2. Anturan ja perusmuurin rakentaminen Leca® Lex-harkolla

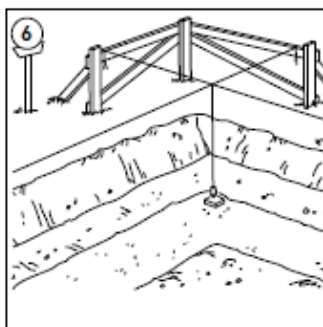
4 ANTURAN JA PERUSMUURIN RAKENTAMINEN



5. Asenna anturan alle tuleva tasaus-
sorakerros. Anturan tullessa suoraan
vettä läpäisemättömän maakerroksen
pääle tulee anturaan asentaa riittä-
västi putkia sisäpuolisen veden ohjaa-
miseksi salaojiin.

Asenna salaojaputket huomioiden
ainakin seuraavat rakentamismääräys-
ten vaatimukset:

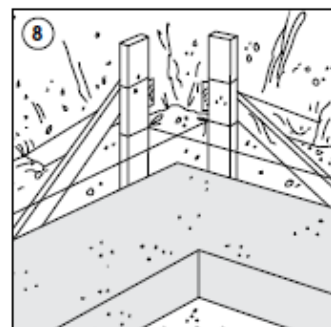
- Salaojaputken yläpinnan tulee olla
joka kohdassa viereisen seinaanturan
alapintaa alempana.
- Salaojaputkea ympäröivän salaoji-
tuskerroksen tulee olla putken alla ja
sivuilla vähintään 0,1 m ja päällä vähin-
tään 0,2 m.



6. Mittaa ja merkitse anturan nurk-
kapisteet linjapukkeja ja linjalankaa
apuna käyttäen.

7. Rakenna betonianturan muotti lin-
jalankoja apuna käyttäen. Asenna tar-
vittavat teräset anturaan ja huolehdi,
että ne pysyvät valun aikana suunnitel-
lussa asemassaan.

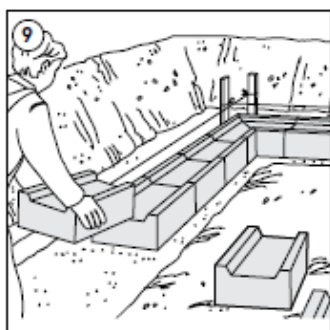
Kiinnitä huomiota anturan yläpin-
nan korkeusasemaan ensimmäisen
harkkokerroksen muuraustyön helpot-
tamiseksi.



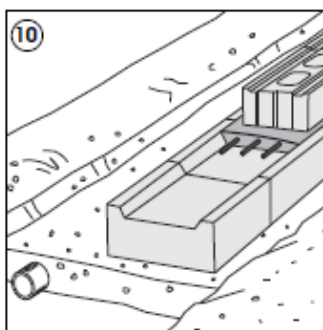
8. Tarkista ristimitat. Merkitse perus-
muurin nurkkapisteet betonianturaan
linjapukkeja ja -lankoja apuna käyt-
tään.

Purettuasi betonianturan muotin
kiinnitä muurausjohteet perusmuu-
rin muurausta varten. Merkitse pys-
tyssä oleviin muurausjohteisiin hark-
komuurauskerrosten korkeusetenemä
(200 mm). Mikäli anturan yläpinnassa
on pienenä korkeusero, aloita mittaus
korkeimmasta kohdasta.

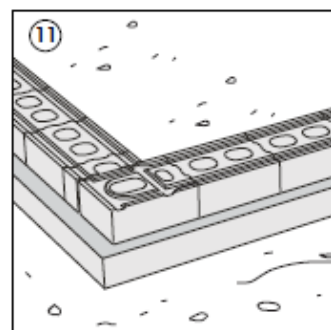
VINKKI: Tarkistettuasi ristimitat nosta hark-
kolavat ja tarvittavat laastit anturan sisä-
puolelle.



9. Mikäli rakennat tasaiselle ja hyvin
kantavalle perusmaalle, voit käyttää
anturaharkkoja betonianturan sijasta.
Lado anturaharkot tiivistetyn sora-
täytön päälle. Tarkasta anturaharkko-
jen sijainti linjalangalla ja hierrä tai
kopauta kumivasaralla harkot tiiviisti
alustaa vasten.

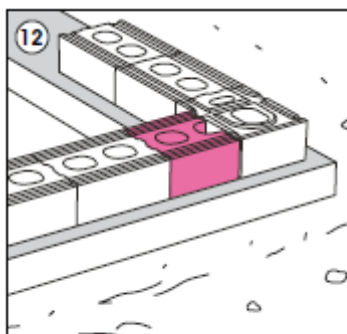


10. Asenna anturaharkkojen yläpin-
nan kouruun kolme \varnothing 8 mm harjateräs-
tankoa ja täytä kouru betonilla C25/30
(K30-2) tai webervetonit S 30 Sementti-
laastilla. Harkkomuuraus lähtee ja
etenee anturaharkkojen päältä aivan
kuten betonianturan päältäkin.



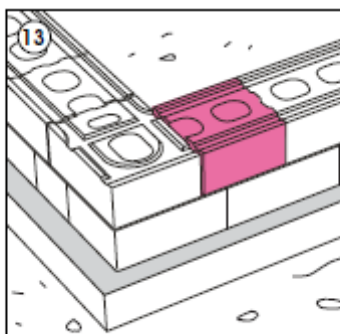
11. Kulmissa käytetään kulmahark-
koja, joiden rauditusuuriin teräset
sopivat harkkoa työstämättä.

VINKKI: Ensimmäinen laastisauma voi olla
normaalia (5 mm) paksumpi.
Huomioi tämä laastimenekissä!

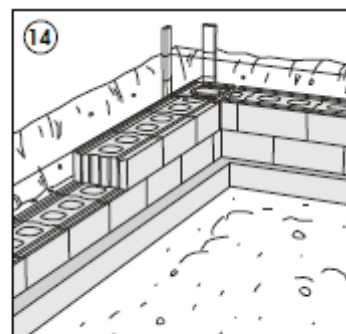


12. Seinän toiseen päähän tulee yleensä sovituskappale, jonka pituus riippuu seinän pituudesta. Tämän kappaleen pituuden tulee kuitenkin olla vähintään 100 mm, joten joudut mahdollisesti lyhentämään kahta viimeistä harkkoa.

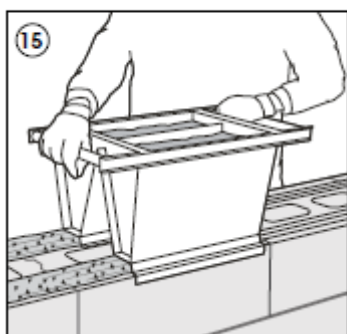
Puolenkiven vaakalimitys tarvitaan ulkonäkösyistä esim. kun harkkokuvio jätetään näkyviin, muuten harkkojen muurauksessa minimilimitys on 100 mm.



13. Mikäli haluat muurauksen etenevän puolenkiven vaakalimityksellä, sinun tulee leikata työmaalla vakiosovituskappale, jonka pituus on 320 mm (RUH-420 muuraus), 360 mm (RUH-380 muuraus) tai 400 mm (RUH-340 muuraus). Muissa harkkoleveyksissä noin puolen kiven limitys toteutuu ilman vakiosovituskappaletta.

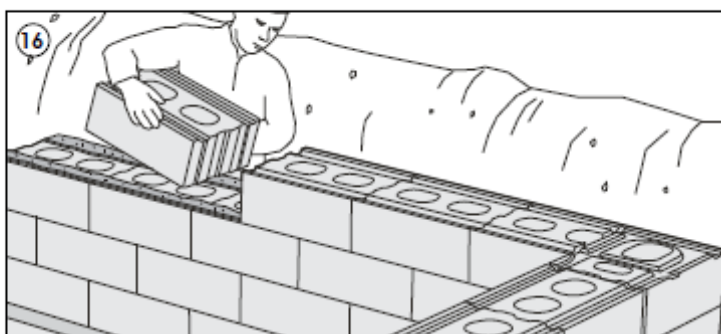


14. Harkkomuuraus etenee nurkasta aloittaen kerros eli varvi kerrallaan. Nosta linjalangat muurauksen edessä tulevan harkkokerroksen yläreunan tasolle. Koska pystysaumalaastia ei tarvita, voit nostaa harkot suoraan harkkolavalta paikalleen laastikarheen päälle.

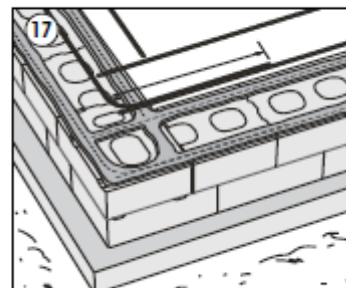
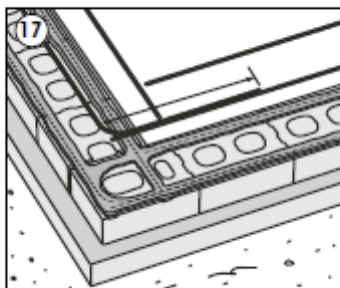


15. Leca® harkot muurataan webervetonit ML Leca® Laastilla (talviolosuhteissa webervetonit ML Leca® P Pakkaslaastilla) 5 mm:n saumapaksuudella, jolloin 195 mm korkeiden harkkojen korkeusetenemä on 200 mm. Leca® harkkojen muuraustekniikka on helppo oppia. Vaivattomimmin levität laastin Leca® muurauskelkalla. Se säästää jopa kolmanneksen laastia, nopeuttaa työtä ja takaa moitteettoman lopputuloksen.

17. Täytä harkon raudoituserat laastilla ennen harjaterästen asentamista. Paina uriin suunnitelmien mukaiset harjateräkset. Tee raudoitus kuvien osoittamalla tavalla. Jatkospituuden minimiarvo on 8 mm:n harjateräksillä 700 mm.

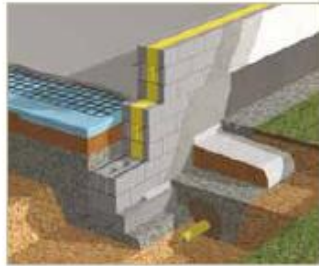


16. Muuraa 200 mm ja sitä leveämmät harkot ns. rakosaumalla. Muuraa tätä ohuempia harkkoja umpisaumalla. Harkkojen pystysaumoissa ei käytetä laastia, poikkeuksena katkaistut harkot, joiden leikattujen päiden pystysaumoissa käytetään laastia, sekä kun harkon pontattu pääty liittyy toisen harkon kylkeen. Harkkoja muuratessasi työnna harkko kiinni edellisen harkon päätyypintaan ja laske se sen jälkeen alas valmiin laastikerroksen päälle. Kopauta harkko lopullisesti kumivasaralla paikalleen. Älä liikuta harkkoa laastikerroksen päällä niin, että harkon ja laastin tartunta kärsii.



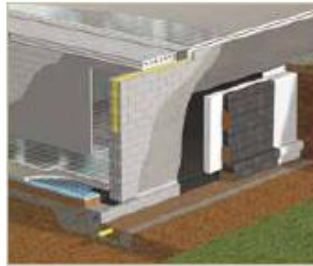
Liite 3. Leca® Lex rakenteen poikkileikkaukset

1 LECA® PERUSTUSTYYPIT



MAANVARAINEN PERUSTUS

Oikein tehty perustus on kuin vakuutus talosi pitkäaikaiselle kestävyydelle ja toimivuudelle. Rakennat talosi sitten puusta, tiilestä tai harkoista tarvitset aina perustukset, joiden toiminnasta voit olla varma myös pitkällä tähtäimellä.



KELLARILLINEN PERUSTUS

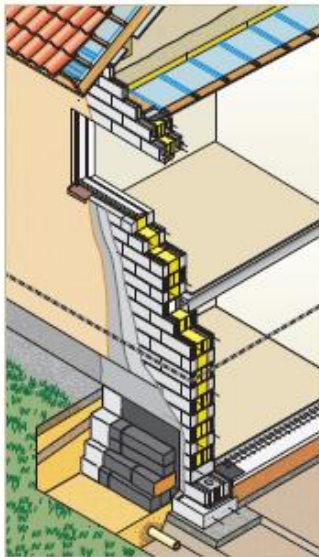
Kellarillisessa perustuksessa oikeaoppinen Leca®perustus on lyömätön vaihtoehto. Rakenne on varmatoiminen, kestävä sekä helppo ja edullinen rakentaa.



RYÖMINTÄTILAINEN PERUSTUS

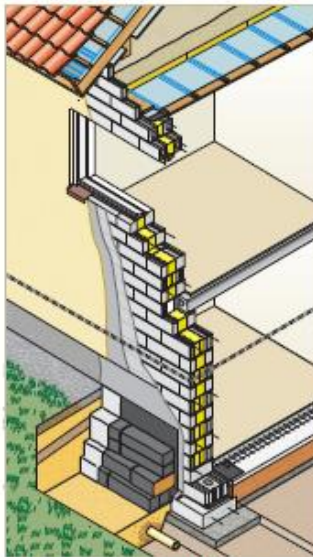
Ryömintätilainen perustus eli kantava alapohja on soveltuvin perustusratkaisu, kun maaperä on paalutettu heikon kantavuutensa takia tai halutaan välttää korkeita täyttökerroksia.

2 LECA® SEINÄRAKENTEET



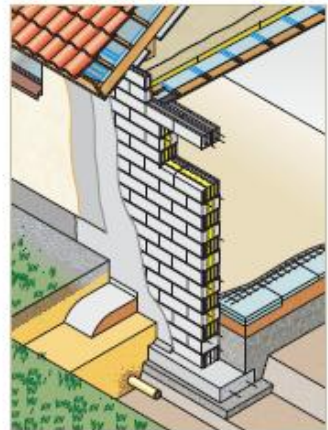
LECA® DESIGN LTH-420 -RAKENNE

Leca®Design LTH-420 harkoista voidaan rakentaa matalaenergiataloja. LTH-420 harkkojärjestelmä muodostuu laajasta kokonaisuudesta ja ylivoimaisista ominaisuuksista.



LECA® DESIGN LTH-380 -RAKENNE

Leca®Design LTH-380 -rakennesarjestelmällä saadaan kustannustehokkaasti nykyiset lämmöneristysnormit täyttävä kivitalo.



LECA® TERM LTH-300 -RAKENNE

Perinteinen Leca® Term LTH-300 -seinärakenne on parinkymmenen vuoden aikana todettu varmaksi ja kestäväksi rakenteeksi, joka on kaiken lisäksi helppo rakentaa. LTH-300 harkkoja voidaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan C3, Rakennusten lämmöneristys Määräykset 2010 mukaisesti käyttää puoliilämpimien tilojen, kuten autotalien rakentamiseen.

Liite 4. Leca® Lex maanpaineseinän mitoitus

2.3 KELLARILLINEN PERUSTUS

Aukottoman kellariseinän kantavuus pystykuormille on yleensä riittävä pien-taloissa. Rinneratkaisuissa alarinteen puolella on usein suuriakin aukkoja. Tällöin mitoituksessa tarkistetaan aukkojen pielen puristuskestävyys kohdan 3.6.1 mukaisesti.

Kellarin seinissä käytetään vaaka-raudoitusta, jolloin maanpaine siirtyy pystytukina toimiville poikittaisille väli- ja ulkoseinille. Kun betoniraken-teinen välipohja kuormittaa kellarin seinää, myös ylä- ja alareunaan syntyy tuenta ja osa kuormista siirtyy pysty-suunnassa. Jos tukiseiniä ei ole riit-tävästi, pystytukina voidaan käyttää myös teräs- tai betonipilareita tai har-koista muurattuja pilastereita.

Seinän ulko- ja sisäpinnoissa suosit-tellaan käytettäväksi samanlaista koko rakenteen ympäri jatkuvaa raudoitusta.

Teräkset jatketaan liittämällä ne ankkurointipituuden verran, joka on 8 mm:n harjaterästangoilla 700 mm. Kuva 8 esittää oikeaa nurkan raudoi-tusta. Sisäpinnan raudoitusta suosit-tellaan jatkettavaksi tukien kohdalla ja ulkopinnan raudoitusta keskellä aukkoja.

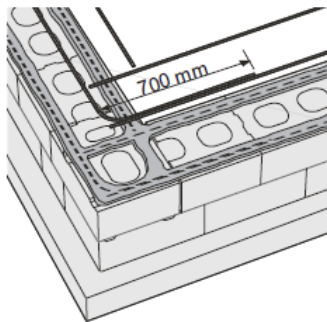
2.3.1. MAANPAINESEINIEN MITOITUS

Kellarin seinän vierusta täytetään kar-kealla soralla, joka ei roudi ja joka läpäi-see hyvin vettä tai geosäkeillä (kevytsora geotekstiilistä valmistetussa säkissä). Mitoituksessa voidaan tällöin yleensä käyttää kitkamaalle annettuja maan-paineen arvoja. Vaakaraudoitetuissa sei-nissä maanpaineen odotetaan jakau-tuvan tasaisesti. Kuvassa 9 on esitetty murtorajatilamitoituksessa käytettäviä maanpainekuormia erilaisilla täytön korkeuksilla, kun seinässä on 0,4 m syvä sokkelihalkaisu maanpinnan alapuolella.

Pintakuormaksi on oletettu 2,5 kN/m², joka vastaa esimerkiksi keveiden ajoneuvojen kuormaa. Betonivälipoh-jan kuormaksi on oletettu vähintään 10 kN/m.

Maanpaineseinät tukeutuvat poikit-taisiin ulko- ja väliseiniin, jotka mitoite-taan jäykistävinä seininä. Tarvittaessa tuentaan voidaan käyttää teräs- tai betonipilareita.

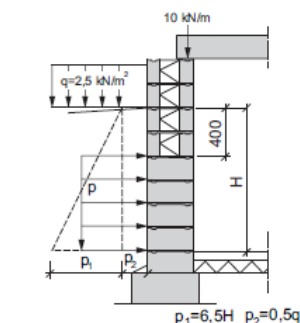
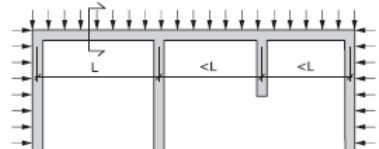
Kellarin seinät mitoitetaan maan-paineelle Suomen rakentamismääräys-kokoelman osan B5 Kevytbetonihark-korakenteet, ohjeet 2007 mukaan. Rau-doituksena käytetään kahta Ø 8 mm:n



Kuva 8. Nurkan rauditus.

harjaterästä jokaisessa tai joka toisessa saumassa. Yleensä pystysaumoissa ei tarvita laastia, mutta korkeilla maanpai-neilla tuentaväliä voidaan pidentää, kun muurauksessa käytetään laastia myös pystysaumoissa.

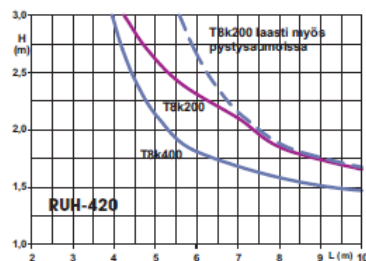
Seinien tuentatarve voidaan arvioida kuvien 10–14 avulla. Kuvissa on esitetty kellarin seinien enimmäistukiväli eri pak-suisille harkoille, kun täytön korkeus on 1–3 m ja kuormitus kuvan 9 mukainen.



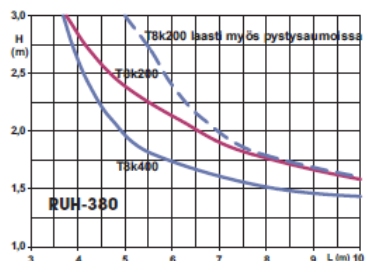
MAANPAINE (KITKAMAALTA, MURTOTILA)	
H (m)	p (kN/m ²)
3,0	11,8
2,4	10,0
1,8	8,1
1,2	6,4

Kuva 9. Kellarin seinän mitoitus ja maanpaineen laskenta-arvo

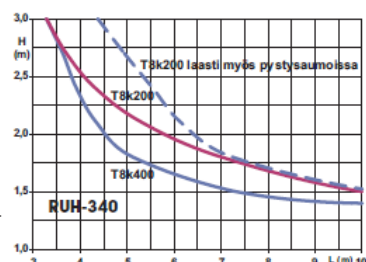
Kuvat 10–14. Maanpaineseinän enimmäistukiväli. Harkot 3/700. Teräs A500 HW.



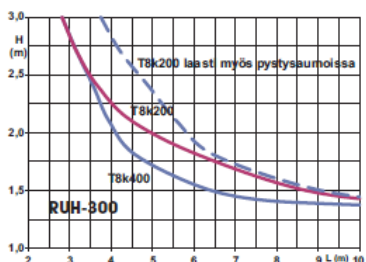
Kuva 10. Seinän paksuus 420 mm.



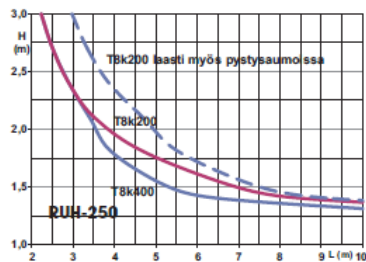
Kuva 11. Seinän paksuus 380 mm.



Kuva 12. Seinän paksuus 340 mm.



Kuva 13. Seinän paksuus 300 mm.



Kuva 14. Seinän paksuus 250 mm.

Liite 5. Saatekirje kyselytutkimukseen

Terve

Minun nimeni on Anssi Pentsinen ja olen Jyväskylän Ammattikorkeakoulun rakennustekniikan opiskelija. Teen opinnäytetyötä kevytsoraharkoista ja ohuttaumamuurauksesta. Olisiko teillä tai kollegallanne hetki aikaa vastata muutamaan kysymykseen? Kysymyksiin vastaaminen vie vain muutaman minuutin ja voitte tehdä sen netissä rastiruutuun menetelmällä. Tutkimukseen pääsette seuraavasta linkistä: <http://www.surveymonkey.com/s/KHCVBG2>

Anssi Pentsinen

Rakennustekniikka (Tra6s1)

0407615743

Liite 6. Internet-kyselytutkimuslomake

Kevytsoraharkkotutkimus

Poistu tutkimuksesta

1.

*1. Miten olet tekemisissä kevytsoraharkkojen kanssa?

Olen ammattirakentaja
Olen omakotirakentaja
Olen jälleenmyyjä
Olen muurari
Olen valmistajan edustaja

2. Mitkä asiat vaikuttavat mielestäsi eniten harkkojen ostopäätökseen? (valitse 2 vaihtoehtoa)

hyvät kokemukset tuotteesta
toimitusvarmuus/toimitusaika
tuotteen ulkonäkö
hintaa
merkki
tuotteella on laatusertifikaatti
muuraustekniikka

3. Onko ohutsaumamuurattava perustusharkko sinulle tuttu? (esim: Leca Lex)

Ei ole	Melko tuttu
Melko tuntematon	Hyvin tuttu

4. Onko uusi tuote kiinnostava?

Ei lainkaan kiinnostava	Hieman kiinnostava
Vähäisesti kiinnostava	Todella kiinnostava

5. Vastaako harkossa tehdyt uudistukset mielestäsi kuluttajan tarpeisiin?

Ei lainkaan
Melko vähän
Melko paljon
Täysin

6. Mitä mieltä olet seuraavista kolmesta väittämästä verrattaessa ohutsaumamuurattavaa perustusharkkoa perinteiseen RUH-harkkoon?

Harkko helpottaa rakentajan työtä

Täysin eri mieltä

Hieman eri mieltä
Hieman samaa mieltä
Täysin samaa mieltä

7. Harkko on kustannustehokkaampi

Täysin eri mieltä
Hieman eri mieltä
Hieman samaa mieltä
Täysin samaa mieltä

8. Harkkorakenne on rakennusteknisesti luotettava

Täysin eri mieltä
Hieman eri mieltä
Hieman samaa mieltä
Täysin samaa mieltä

9. Jos rakennat itse harkkoperustuksen niin mitä harkkoa käyttäisit?

Ei kumpaakaan
Perinteinen RUH-harkko
Ei osaa sanoa
Ohutsaumamuurattava perustusharkko

Loppu

