

Leca®-harkot | Talonrakentaminen

Suunnitteluohje

SISÄLLYS

HARKKOTYYPIT	3	RAKENTEIDEN MITOITUS	13
RAUDOITTEET, PALKIT JA TYÖVÄLINEET	4	3.1 Palotekninen mitoitus	13
LECA®HARKOT	5	3.2 Äänitekkinen mitoitus	16
1.1 Harkkojen muuraus	5	3.3 Aukot	16
HARKKOPERUSTUKSET	6	3.4 Mitoitusmenetelmät ja suunnitteluperusteet ..	19
2.1 Suunnitteluperusteet	6	3.5 Ulkoseinät	22
2.2 Matala perusmuuri	7	3.6 Väliseinät	27
2.3 Kellarillinen perustus	9	3.7 Liikuntasaumamat	31
2.4 Perusmuurin pinnoitus	12	3.8 Ikkunoiden ja ovien kiinnitys	32
2.5 Pilariharkkoperustus	12	SEINIEN PINNOITUS	33
2.6 Radonratkaisut Leca®-perustuksissa	13	4.1 Ulkoseinien pinnoitus	33
		4.2 Sisäseinien tasoitus	33



Tuote on luokiteltu Sisäilmayhdistys ry:n luokkaan M1, johon liittyvät tiedot ovat saatavissa osoitteesta benderssuomi.fi/dokumentit



Ulkopuolisena laaduntarkastajana toimii Inspecta Sertifiointi Oy.

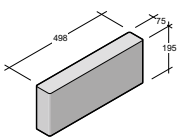


Tuotteella on CE-merkintä, johon liittyvät tiedot ovat saatavissa osoitteesta benderssuomi.fi/dokumentit

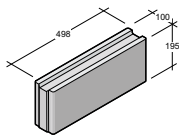
Tämä suunnitteluohje on tarkoitettu ainoastaan Leca-harkkorakenteiden suunnitteluun. Niistä poikkeavien harkkojen suunnitteluun ei voida käyttää tämän ohjeen käyriä ja taulukoita. Yleisimmin harkot poikkeavat toisistaan mittojen, reikien, lujuuden ja lämmöneristyskyvyn osalta.

HARKKOTYYPIT

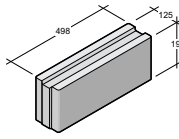
LECA®-PERUSHARKOT



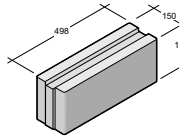
H-75



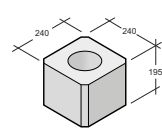
UH-100



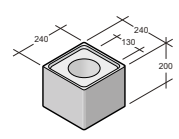
UH-125



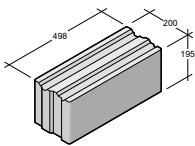
UH-150



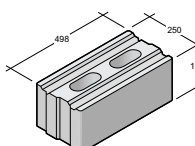
Pilariharkko P-240



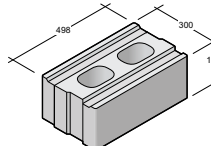
Pilariharkko P-240 pontattu



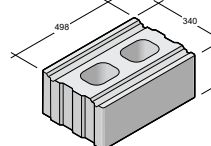
RUH-200



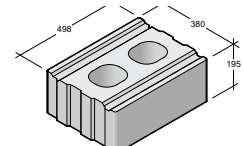
RUH-250



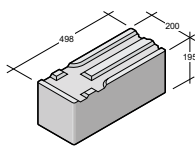
RUH-300



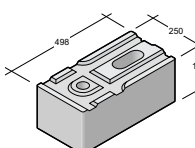
RUH-340



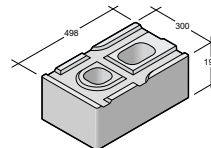
RUH-380



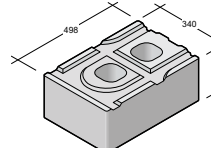
RUH-200 kulma



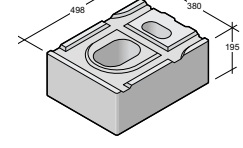
RUH-250 kulma



RUH-300 kulma

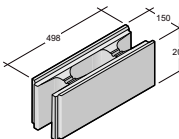


RUH-340 kulma

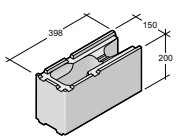


RUH-380 kulma

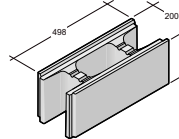
LECA®-VALUHARKOT 2)



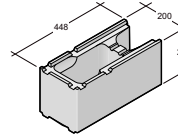
BVH-150



BVH-150 kulma

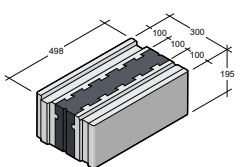


BVH-200

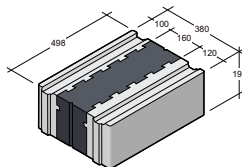


BVH-200 kulma

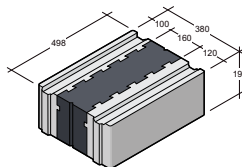
LECA® SMART -ERISTEHARKOT



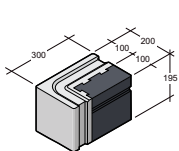
LSH-300



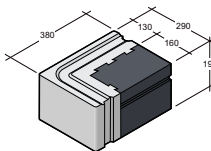
LSH-380



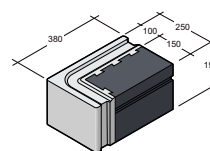
LSH-380-6 MPa



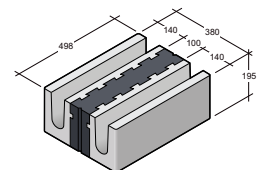
LSH-300 kulma 1)



LSH-380 sisäkulma 1)

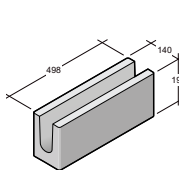


LSH-380 ulkokulma 1)

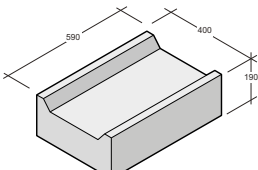


LSP-380 palkki

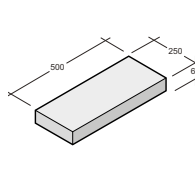
LECA®-ERIKOISHARKOT



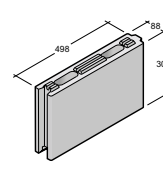
LPH-140 palkki



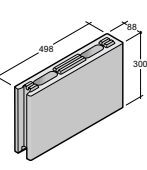
Anturaharkko LA-400



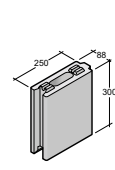
Katelaatta LL-500



88 VS harkko



88 VS pääty



88 VS puolikas

LECA® EASYLEX -HARKOT 2)

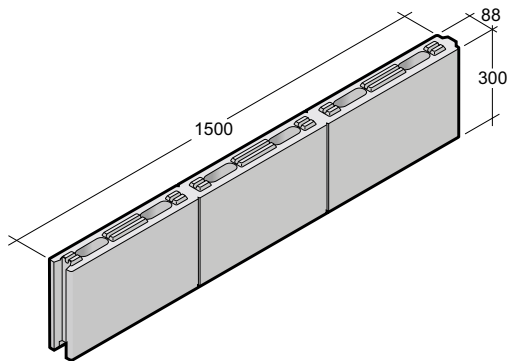
1) Lavalla sekä oikea- että vasenkätisiä harkkoja.

2) Tarkemmat tiedot esitteissä: Leca®-valuharkot suunnittelu- ja työohje ja Leca® EasyLex -väliseinäeharkot suunnittelu- ja työohje.

3) LSH-380 harkot saatavilla myös 6 MPa lujjuudella. Leca® Smart kulma- ja palkkiharkot ovat aina 6 MPa.

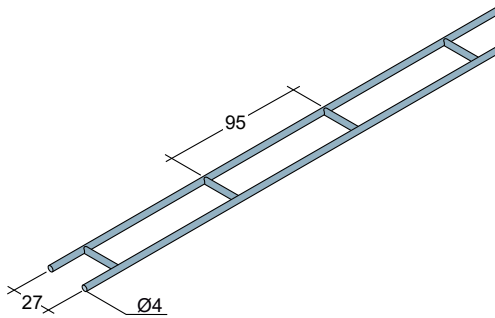
RAUDOITTEET, PALKIT JA TYÖVÄLINEET

LECA® -VALMISPALKKI

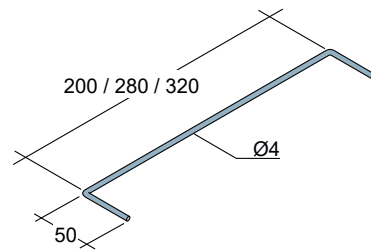


Leca® EasyLex 88-1500-palkki

RAUDOITTEET

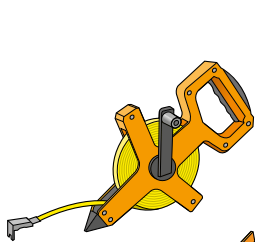


Tikasraudoite

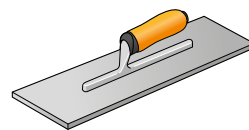
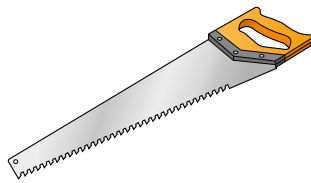


Muurausside

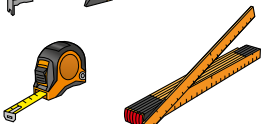
TYÖVÄLINEET



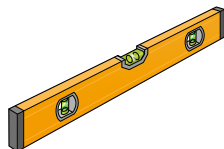
Kovametalliteräinen saha



Pinnoituslasta



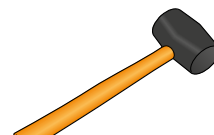
Metrimitta



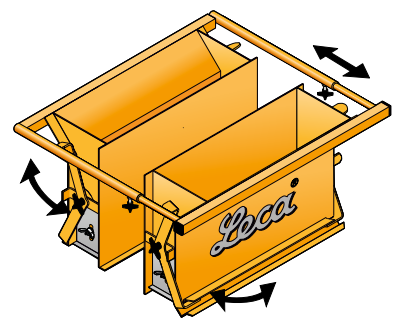
Vesivaaka



Laastikauha



Kuminuija



Leca®-muurauskelkka

LECA[®]-HARKOT

Tämä suunnittelu- ja työohje perustuu standardin EN 1996-1-1 (Eurocode 6) mukaiseen mitoitukseen. Ohjeessa käsitellyt muuraukset ovat standardin EN 771-3 mukaisia Leca-harkkoja, jotka kuuluvat kategoriaan I.

Harkkojen pääraaka-aine on Leca-kevytsora. Sitä valmistetaan paisuttamalla savea korkeassa lämpötilassa, jolloin siitä muodostuu pinnaltaan varsin tiiviitä, mutta sisältä täysin huokoisia rakeita. Juuri huokoisuus tekee kevytsorasta keveän ja lämpöä eristävän.

Leca-harkot valmistetaan maakosteasta massasta, joka sisältää kevytsorarakoiden lisäksi sementtiä ja vettä. Harkkojen tiheyttä, lujuutta yms. ominaisuuksia säädel-ään halutuiksi lisäämällä harkkomassaan mm. hiekkaa.

Leca-harkkojärjestelmän muodostavat Leca Lex -perusharkot ja Leca Smart -eristeharkot, Leca-valuharkot ja muut erikoisharkot, joita ovat anturaharkko, Easylex-väli-seinäharkot, sekä katelaatta. Matalaperustusten perusmuurit muurataan yleensä 200–380 mm leveillä harkoilla ja kellarin maanpainesinät 250–380 mm leveillä perusharkoilla. Kapeampia harkkoja käytetään väliseinissä ja kaksinkertaisissa seinärakenteissa. Eristeharkkojen eriste on biopohjaista EPS grafit -eristettä.

Eristeharkkoja käytetään lämpimien tilojen seinärakenteissa sekä tiilitalojen, puurunkoisten ja tiiliverho- tujen talojen sokkeleissa sekä puolilämpimien tilojen seinärakenteissa. Anturaharkkoa käytettäessä vältetään kokonaan perustuksen muottityöt ja raskaat betonivalut. Järjestelmän joustavuutta lisäävät vielä palkkien ja pila- reiden tekemiseen tarkoitettut harkot.

Leca-sorarakoiden huokosten sisältämä ilma tekee Leca-harkoista keveitä ja lämpöä eristäviä. Suljetun huokosrakenteen ansiosta Leca-harkot imevät itseensä hyvin vähän vettä ja kuivuvat nopeasti. Mahdollinen kosteus-

kaan ei vahingoita harkkoja ja ne kestävät hyvin pakkasta. Harkkoja on tarvittaessa helppo työstää.

Leca Lex -perusharkot sekä Leca Smart -eristeharkot on mitoitettu muurattavaksi ilman pystysaumalaastia. Harkoissa on pystysuuntaiset pontit ja urat, jotka ohjaavat harkot oikein paikoilleen. Sekä perusharkot että eristeharkot ovat 498 mm pitkiä.

Keveydestä ja työstettävyydestä huolimatta Leca-harkoista syntyy kestävä ja luja seinärakenne. Uriin on helppo asentaa vaakaraudoitus siten, että laasti ympäröi joka puolelta teräksiä suojellen niitä korroosiolta ja varmistuen teräksen ja harkon yhteistoiminnan.

1.1 HARKKOJEN MUURAUUS

Harkot muurataan erityisesti Leca-harkoille kehitetyllä weber ML Leca[®] Laastilla. Laastia käytetään yleensä vain harkkojen vaakasaumoissa. Pontatut harkon päät asetetaan vastakkain ilman laastia. Harkot ovat 195 mm korkeita, joten 5 mm saumapaksuudella päästään 200 mm:n korkeus etenemään. Harkkojen päissä olevat pontit helpottavat harkkojen muuraamista.

ML Leca[®] Laastilla voidaan tehdä myös tarvittaessa paksumpia saumoja aina 20 mm saumapaksuuteen saakka. Leca-harkot ovat 498 mm pitkiä, joten leveidenkään harkkojen painot eivät tule liian suuriksi.

Tarkemmat muurausohjeet ovat esitteessämme Leca-harkkorakenteet, työohje. Leca-valuharkkorakenteista on omat ohjeensa Leca-valuharkkorakenteet suunnittelu- ja työohjeessa, joka löytyy osoitteesta leca.fi.

Leca-harkkojen muut olennaiset ominaisuudet on esitetty tuotekohtaisissa suoritustasoilmoituksissa, jotka löytyvät osoitteesta benderssuomi.fi/dokumentit

Taulukko 1. Leca-perusharkkojen tekniset ominaisuudet.

LECA [®] -PERUSHARKKOJEN TEKNISET OMINAISUUDET		
Kuivatiheys		
• Kevytsorabetoni	700 ¹⁾	kg/m ³
Ulkoseinät		
• Vesipitoisuus	4	%
• Lämmönjohtavuus, täydet saumat	0,25	W/mK
• Lämmönjohtavuus, rakosaumat	0,21	W/mK
Kellarin seinät		
• Vesipitoisuus	7	%
• Lämmönjohtavuus, rakosaumat	0,22	W/mK
Perusmuurit		
• Vesipitoisuus	10	%
• Lämmönjohtavuus, rakosaumat	0,24	W/mK
Ominaislämpökapasiteetti: Kevytrunkoainebetoniharkot Tiheysalue 600–1000 kg/m ³ , c _a	1000	J/kg/K
Lämpöpiteneiskerroin, α _t	6x10 ⁻⁶ /K	

^{*)} Tuotekohtainen tiheys ilmoitettu tuotteen suoritustasoilmoituksessa.

Taulukko 2. Leca-eristeharkkojen tekniset ominaisuudet.

LECA [®] SMART -HARKKOJEN TEKNISET OMINAISUUDET		
Kuivatiheys		
• Kevytsorabetoni		
LSH-300/380	850 ¹⁾	kg/m ³
LSH-380 6 Mpa	950 ¹⁾	kg/m ³
• Bio EPS grafit eriste LSH-harkoissa	21	kg/m ³
Seinärakenteen U-arvo		
• LSH-300 -harkkoseinä	0,25 ¹⁾	W/m ² K
• LSH-380 -harkkoseinä	0,17 ¹⁾	W/m ² K

^{*)} Tuotekohtainen tiheys ilmoitettu tuotteen suoritustasoilmoituksessa

1) Käytettävä polyuretaanivaahtoa vaakasaumassa.



HARKKOPERUSTUKSET

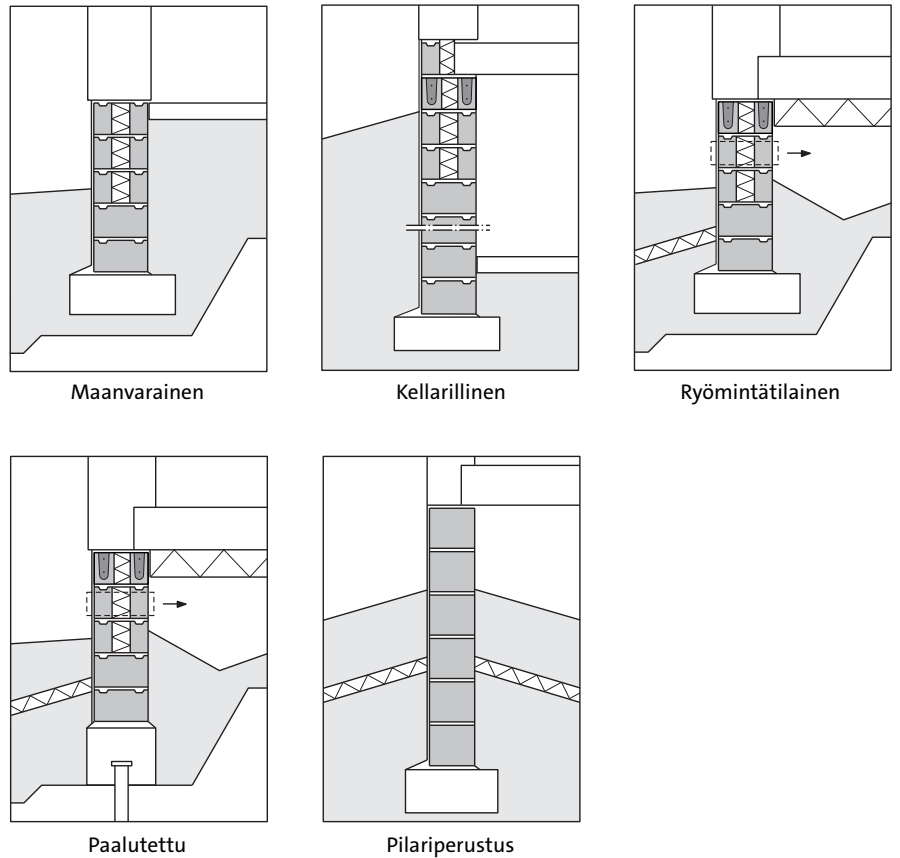
2.1 SUUNNITTELU- PERUSTEET

Perustustamistavan valintaan vaikuttavat eniten rakennuspohjan laatu, rakennuksen muoto ja käyttötarkoitus, käytettävät rakenteet sekä rakennuspaikan sijainti ja korkeus-suhteet. Suunnittelun ehdoton lähtökohta on perustusten moitteeton ja luotettava toiminta niin lujuuden kuin lämmön- ja kosteudeneristyksen suhteen.

Toimintatavaltaan ja rakenteeltaan erilaiset Leca-harkkoperustustyytit on esitetty kuvassa 1. Samassa rakennuksessa voidaan käyttää rinnan myös eri perustustyyppiejä. Tilanteet tulee kuitenkin tarkastella tapauskohtaisesti suunnittelijan ohjeen mukaisesti.

Perustusten tehtävänä on siirtää rakennuksen aiheuttamat kuormitukset maapohjalle. Merkittävien pientalon perustusten suunnittelussa huomioitava tekijä on perustusten painuminen. Painumien perusteella määritettyjen sallittujen kuormien lisäksi tulee eräissä tapauksissa tarkistaa, että varmuus maapohjan murtumisen suhteen on riittävä. Maapohjan murtuminen on mahdollista lähinnä hiekkapohjilla silloin, kun perustamissyvyys on pieni rakentamisen aikana tai pysyvästi, esimerkiksi kantavaa alapohjaa käytettäessä. Sallittuja painuma-arvoja on annettu mm. pohjarakennusohjeessa (RIL 121).

Perustusrakenteiden on estettävä maaperän kosteuden ja maahan valuvien pintavesien tunkeutuminen rakenteisiin ja sisätiloihin. Kosteuden haittavaikutukset estetään huolehtimalla rakennuspohjan kuivatuksesta salaojituksella ja rakentamalla tarvittavat veden- ja kosteudeneristykset. Jotta sade- ja sulamisvedet eivät patoutuisi seinää vasten, maan



Kuva 1. Yleisimmät Leca-harkkoperustukset.

pinta muotoillaan rakennuksesta poispäin viettäväksi 3 metrin matkalla vähintään 150 mm (kts. kuva 3). Jottei maaperästä nouse kosteutta lattiarakenteisiin, alapohjan alle asennetaan vähintään 300 mm veden kapillaarisen nousun katkaiseva kerros. Tähän voidaan käyttää esim. Leca-sora KAP 4–20 mm -tuotetta. Perusmuuria, sokkelipalkkia tai kellarin seinää vasten asennetaan vähintään 200 mm kerros hyvin läpäisevää soraa. Leca-geosäkki toimii seinän vieressä samalla salaojasora-kerroksena ja lisälämmöneristeenä.

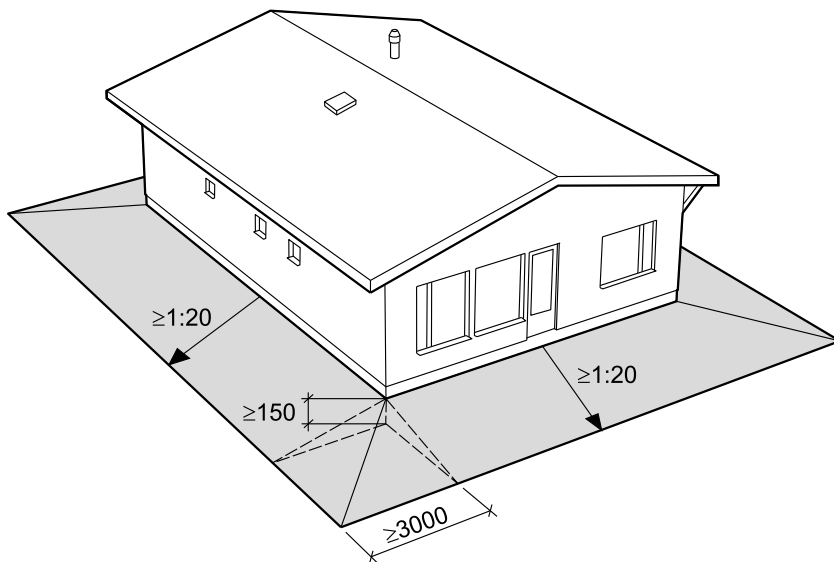
Puurakenteet erotetaan aina perustuksista kosteuseristeellä. Aluspuu ja perustusten välinen sauma tiivistetään myös ilmavuotoja vastaan. Eristeenä ja tiivisteinä voidaan käyttää esimerkiksi kumibitumikais-
taa, umpisolumuovinauhaa tai po-

lyuretaanivaahtoa.

Vaikka veden kapillaarinen nousukorkeus Leca-harkossa on pieni, myös tiilirakenteet kosteuseristetään perustuksista. Kun tiilimuurauksen alle asetetaan eristekaista, se toimii samalla vaakasuuntaisena liikuntasaumana ja sen avulla voidaan johtaa kuorimuurin taakse mahdollisesti päässyt vesi ulos.

Perustusten korkeusaseman valintaan, routasuojaukseen, maa-ainesten valintaan, salaojien sijoitukseen ja muihin perustuksiin liittyviin kysymyksiin löytyy tämän ohjeen lisäksi tietoa mm. Weber-oppaasta ja esitteestä Leca-perustus. Työohjeita perustusten tekemiseen löytyy Leca-harkkorakenteiden työohjeesta sekä verkkosivuiltamme:

benderssuomi.fi/dokumentit



Kuva 2. Rakennuksen ympäristön maanpinnan muotoilu.



2.2 MATALA PERUSMUURI

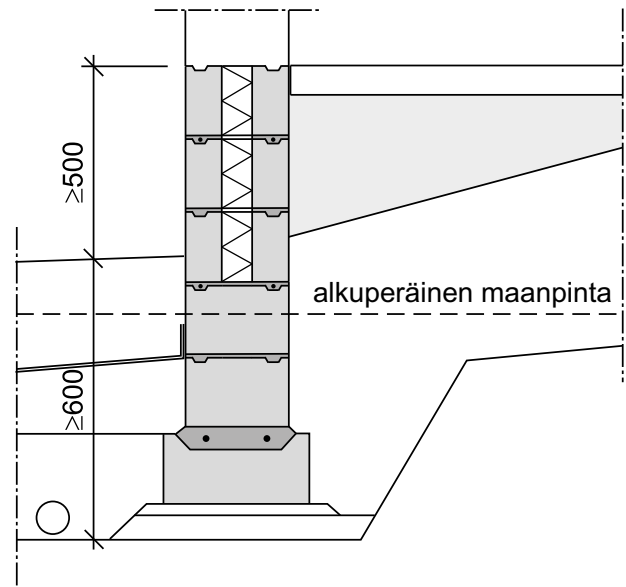
Pientalojen yleisin perustamistapa on matala perusmuuri. Siihen kohdistuvat kuormitukset riippuvat siitä, onko alapohja maanvarainen vai kantava. Alapohja on edullisinta rakentaa maanvaraisena silloin, kun rakennuspai-kan korkeuserot ovat pienet. Korkeuserot kasvattavat tarvittavia täyttömääriä. Jos korkeuserot ovat yli 0,5 m, tulee usein varmemmaksi ja edullisemmaksi tehdä tuuletettu kantava alapohja (tällaista alapohjaa kutsutaan usein ryömintätalaiseksi). Kun alapohja on maanvarainen, perustuksia rasittaa vain seinärakenteilta tulevat kuormat, mutta rakennuspohjan kokonaiskuormitusta kasvattaa täyten paino. Kantavaa alapohjaa käytettäessä perustuksille tulevat kuormat ovat suurempia, mutta rakennuspohjan kokonaiskuormitus on pienempi.

2.2.1 Matalaperustuksen korkeus

Maanpäällisen perustuksen korkeudeksi ja lattiapinnan sekä maanpinnan väliseksi korkeuseroksi suositellaan vähintään 0,5 m.

Routivalla maapohjalla suositellaan vähimmäisperustussyvyudeksi 0,6 m lopullisen maanpinnan tasosta. Kohtuullinen perusmuurin korkeus lisää myös perustuksen pituussuuntaista jäykkyyttä. Routimattomilla, kovilla pohjilla perusmuuri voi olla myös matalampi.

Edellä mainittujen suunnittelunäkökohtien takia tavanomaisen matalaperustuksen korkeus on anturan lisäksi 5 harkkokerrosta (kuva 3). Tällöin tasaisella rakennuspaikalla ulkoseinien perusmuuri kaivetaan noin 0,3 m poistettavan 0,2–0,3 m humuskerroksen alapuolelle. Sisäseinien perusmuurien anturat voidaan jättää ulkoperusmuurin anturoita ylemmäs. Maanvaraista alapohjaa käytettäessä sisäpuolinen täyttö on yleensä noin 0,6 m.



Kuva 3. Matalaperustuksen perustamissyvyys ja perustuksen korkeus.

2.2.2 Routasuojaus

Routasuojaus on Suomessa tarpeen routavaurioiden välttämiseksi. Routasuojauksella estetään tai rajoitetaan roudan rakennukselle tai rakenteelle aiheutuvia vaurioita tai vahinkoja. Nämä voivat johtua siirtymistä, voimavaikutuksista tai suojattavan rakennemateriaalin ominaisuuksien muutoksista. Rakenteiden routasuojauksen pääkeinoja ovat routaeristäminen, routimattoman maa-aineksen käyttö ja perustaminen roudattomaan syvyyteen.

Roudan syvyyteen vaikuttavia tekijöitä:

- Maalaji (lämmönjohtavuus, lämpökapasiteetti, vesipitoisuus, routivuus)
- Ilmasto (pakkasmäärä, vuoden keskilämpötila, lumi-kerroksen paksuus)
- Maan pintakasvillisuus ja topografia
- Pohjavedenpinnan syvyys
- Rakennus tai rakenne ja sen perustus

Kevytsora on yksi yleisimmistä Suomessa käytetyistä routasuojausmateriaaleista. Pohjavedessä esiintyvät suolat, emäkset tai hapot eivät vaikuta haitallisesti kevytsoraan. Kevytso-
ratuotteen tiheys on noin 200–450 kg/m³. Keskimääräinen tiheys on noin 280 kg/m³. Suljetun huokosraken-
teen ansiosta noin 40–50 % muodostuneiden kevyt-
sorarakenteiden tilavuudesta on ilmaa, joten kevytsora on myös kevyt materiaali.

Kevytsora vastaa kantavuusominaisuuksiltaan kitka-
maata, lähinnä hienoa hiekkaa, kitkakulman ollessa 33–
37° rakenteen tiivyydestä riippuen. Rakennusten alapoh-
jiin suositellaan käytettäväksi kapillaarikatkokevytsoraa,
jonka kapillaarinen nousukorkeus on normaalia kevytso-
raakin pienempi.

Routivalla maapohjalla on maanvaraiset perustukset
ja muut roudan aiheuttamille liikkeille alttiit rakenteet
perustettava:

- Roudattomaan syvyyteen tulevasta maanpinnasta mitattuna eli routimattomaan perustussyvyyteen tai
- Routasuojattava tapaukseen soveltuvalla routasuojausmateriaalilla.

Pysyviä rakenteita ei saa rakentaa jäätyneen maan va-
raan. Maapohjan jäätyminen rakenteiden alla rakennus-
työn aikana on estettävä työnaikaisella routasuojauksel-
la tai jäätyneet pohja on sulatettava luotettavalla tavalla
ja tiivistettävä sulana ennen perustusten rakentamista.
Routasuojauksen suunnittelussa ja mitoituksessa on
otettava huomioon alapohjan ja kellarirakenteiden rou-
tasuojaustarve ja lämmöneristys.

Pakkasmäärä on merkittävin tekijä pysyvän routasuojauksen
mitoituksessa. Kylmien rakenteiden ja työnaikai-
sen routasuojauksen suunnittelussa ja mitoituksessa on
otettava huomioon myös rakentamispaikkakunnan vuo-
den keskilämpötila.

Routasuojauksen suunnittelun ja mitoituksen pääkohdat
ovat seuraavat:

- Valitaan perustustapa sekä perustussyvyys tai perustussyvyyssvaihtoehdot ottaen huomioon rakennus-
pohjan ominaisuudet sekä rakennustyyppi. Routimat-
tomalla maapohjalla on yleensä mahdollista perustaa

matalaan ilman routasuojauksella. Rakennuspohjan
routimattomuus tulee tällöin varmistaa myös pitkällä
aikavälillä. Routimattomallakin maapohjalla rou-
taeristykseen käyttö on suositeltavaa perustussyvyyden
lämpöteknisen toiminnan kannalta ja salaojien
sulana pitämiseksi.

- Mitoitetaan alapohjan lämmöneristys ottaen huomi-
ioon rakentamismääräykset, ohjeet, perustustapa,
tilan viihtyvyys ja terveydellisyysvaatimukset sekä
lämmitysenergiakustannukset. Elementtivalmistei-
sissä alapohjissa on yleensä tietty vakioeristys.
- Valitaan lopullinen perustussyvyys eri perustussy-
vyysvaihtoehtojen teknistaloudellisten tarkastelujen
perusteella. Mikäli perustussyvyyttä voidaan maapoh-
jan ja perustustavan puolesta vaihdella, selvitetään,
mikä perustussyvyyden tulisi olla, jotta rakennuksen
alapohjan läpi tuleva lämpö olisi riittävä estämään
perustusten alla olevan maan haitallisen routimisen.
Toisin sanoen, selvitetään mikä tulisi perustussyvyy-
den olla, jotta routasuojauksella ei tarvittaisi. Tämän
jälkeen selvitetään routasuojauksen tarve roudatonta
perustussyvyyttä pienemmällä perustussyvyksillä.
- Jos perustussyvyys ei ole maapohjan ja/tai perustus-
tavan takia valittavissa ja tämä ”pakollinen” perus-
tussyvyys on pienempi kuin roudaton perustussyvyys,
mitoitetaan routasuojaus (routaeristys) ”pakolliselle”
perustussyvyydelle
- Routasuojauksen riittävyys tulee tarkistaa rakentami-
sen aikana niiden tilojen osalta, jotka on suunniteltu
lämpimiksi, mutta ovat rakentamisen aikana (talvella)
kylmiä tai puolilämpimiä.

Tarkempi routasuojauksen suunnittelu on esitetty RIL
261-2013 Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet
-julkaisussa.

2.2.3 Perusmuurin lämmöneristys

Rakenteen moitteettoman lämpöteknisen toiminnan ja
routaeristykseen mitoituksen takia perusmuurin U-arvon
tulisi olla riittävä. Kun lattialaatta on perusmuurin ylä-
pintaa ylempänä, (yleistä puuelementtitaloissa), pysyy
lattian reunan lämpötila yleensä riittävänä ilman eris-
teharkkoja. Sokkelin sisäpuolinen lisäeristys parantaa
Leca-harkkorakenteisen sokkelin lämmöneristävyttä ja
toimivuutta vielä entisestään.

Seinäarakenteen edellyttämän tukipinnan mukaan
ylimpänä voidaan käyttää joko umpiharkkoja, eristehark-
koja tai palkkiharkkoja. Kun lattialaatta on perusmuurin
yläpinnan tasalla, ylimmät harkkokerrokset muurataan
kylmäsiilan välttämiseksi Leca-eristeharkkoista tai asen-
netaan sokkelin sisäpuolelle lisäeristys.

2.2.4 Perusmuurin raudoitus

Matala perusmuuri raudoitetaan ylimmässä saumassa ja sokkelihalkaisun alapuolella 8 mm:n harjaterästangoilla. Myös antura raudoitetaan koko talon ympäri jatkuvalla raudoituksella rakennesuunnitelmiin mukaan. Radonkatkon yläpuoliseen saumaan laitetaan tarvittaessa 8 mm harjaterästangot. Harkkojen raudoitusten suojaetäisyydet ja vähimmäissuojaus laastiin sijoitettuna määritetään standardissa EN1996-1-1 Eurocode 6 Muurattujen rakenteiden suunnittelu -mukaisesti. Esimerkiksi ympäristöluokassa MX4 (suolarasitetut kohteet esim. meren rannalla tai suolattujen teiden varsilla) tulee käyttää tavallisen suojaamattoman teräksen sijasta joko ruostumatonta tai sinkittyä terästä.

2.3 KELLARILLINEN PERUSTUS

Aukottoman kellariseinän kantavuus pystykuormille on yleensä riittävä pientaloissa. Rinneratkaisuissa alarinteen puolella on usein suuriakin aukkoja, jolloin mitoituksessa tarkistetaan aukkojen piilien puristuskestävyys.

Kellarin seinissä käytetään vaakaraudoitusta, jolloin maanpaine siirtyy pystytukina toimiville poikittaisille väli- ja ulkoseinille. Kun betonirakenteinen välipohja kuormittaa kellarin seinää, myös ylä- ja alareunaan syntyy tuenta ja osa kuormista siirtyy pystysuunnassa. Jos tukiseiniä ei ole riittävästi, pystytukina voidaan käyttää myös teräs- tai betonipilareita tai harkoista muurattuja pilastereita.

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

Teräkset jatketaan limittämällä ne ankkurointipituuden verran, joka on 8 mm:n harjaterästangoilla vä-

hintään 700 mm. Kuva 4 esittää oikeaa nurkan raudoitusta. Sisäpinnan raudoitusta suositellaan jatkettavaksi tukien kohdalla ja ulkopinnan raudoitusta keskellä aukkoja.

2.3.1. Maanpaineeseinien mitoitus

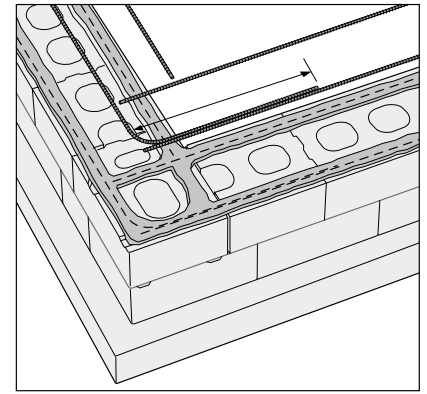
Kellarin seinän vierusta täytetään karkealla soralla, joka ei roudi ja joka läpäisee hyvin vettä tai geosäkeillä (kevytsora geotekstiilistä valmistetussa säkissä). Mitoituksessa voidaan tällöin yleensä käyttää kitkamaalle annettuja maanpaineen arvoja. Vaakaraudoitetuissa seinissä maanpaineen odotetaan jakautuvan tasaisesti. Kuvassa 5 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. Betonivälipohjan kuormaksi on oletettu vähintään 10 kN/m.

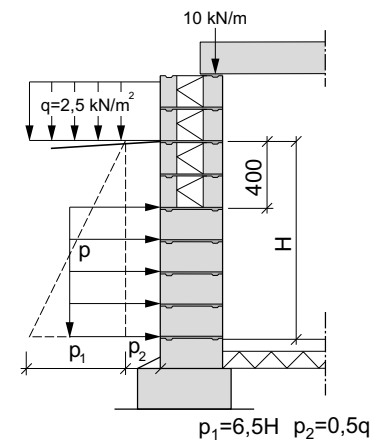
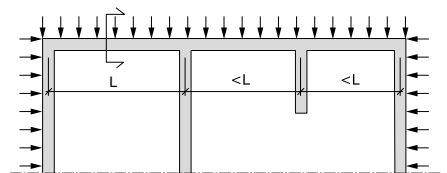
Maanpaineeseinät tukeutuvat poikittaisiin ulko- ja väliseiniin, jotka mitoitetaan jäykistävinä seininä. Tarvittaessa tuentaan voidaan käyttää teräs- tai betonipilareita.

Kellarin seinät mitoitetaan maanpaineelle standardin EN 1997-1 mukaan. Raudoituksena käytetään kahden Ø 8 mm:n harjaterästä jokaisessa tai joka toisessa saumassa. Yleensä pystysaumoissa ei tarvita laastia, mutta korkeilla maanpaineilla tuentaväliä voidaan pidentää, kun muurauksessa käytetään laastia myös pystysaumoissa.

Seinien tuentatarve voidaan arvioida kuvien 6–9 avulla. Kuvissa on esitetty kellarin seinien enimmäistukiväli eri paksuisille harkoille. Kuvissa esitetyt seinän leveyden ja korkeuden suhteet ovat laskettu käyttäen kahdelta sivuilta tuetun rakenteen rakennemallia olettaen, että pystysuoran kuorman osuus on 10 kN/m.

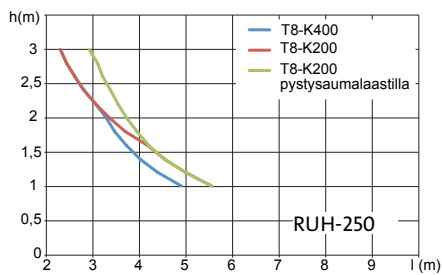


Kuva 4. Nurkan raudoitus.

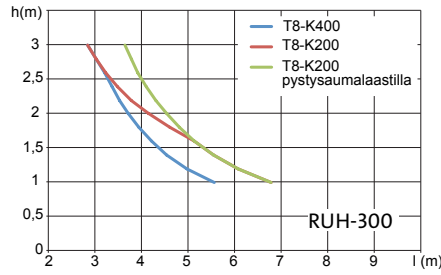


MAANPAINE (KITKAMA, MURTOTILA)	
H (m)	p (kN/m ²)
3,0	11,8
2,4	10,0
1,8	8,1
1,2	6,4

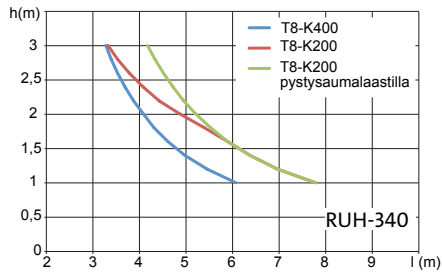
Kuva 5. Kellarin seinän mitoitus ja maanpaineen laskenta-arvo.



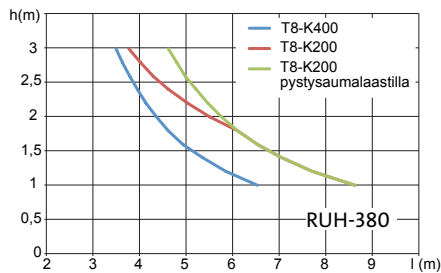
Kuva 6. Seinän paksuus 250 mm



Kuva 7. Seinän paksuus 300 mm.



Kuva 8. Seinän paksuus 340 mm.



Kuva 9. Seinän paksuus 380 mm.

Kuvissa 6–9 on esitetty maanpaine-seinän enimmäistukiväli Leca-perusharkoille. Teräs A500 HW.

2.3.2 Lämmöneristävyyys

Kellarin käyttötarkoitus määrittää vaadittavan lämmöneristävyyden. Yleensä ne suunnitellaan asuintilojen vaatimusten mukaan. Maanpinnan alapuolella voidaan ottaa huomioon maan lämmönvastus.

Leca-harkot muurataan rakosaumoin eikä laastia yleensä käytetä pystysaumoissa.

Voimassa olevien rakentamismääräysten mukaan kellarin seinän maata vasten olevan osan energialaskennan vertailuarvo eli U-arvo on 0,16 W/m²K. Ulkoilmaa vasten olevalla seinän osalla energiatehokkuuden laskennan vertailuarvo on 0,17 W/m²K.

Koska kellarin seinän lämmöneristävyyttä arvioitaessa joudutaan tarkastelemaan useaa eri vyöhykettä, vaatimuksena voidaan pitää riittävää keskimääräistä lämmöneristyskykyä. Kellarin seinien riittävä lämmöneristyskyky saavutetaan käyttämällä joustavasti perusharkkoja ja eristeharkkoja. Ulkopuolinen lisälämmöneristys tulee tarpeelliseksi etenkin korkeilla täyttökerroksilla.

Kellarillisessa harkkoperustuksessa eristeharkkoja käytetään maanpinnan yläpuolisissa rakenteissa ja noin kaksi harkkokerrosta maanpinnan alapuolella. Maanpaine-seinät rakennetaan aina eristeettömistä perusharkoista ja ulkopinnassa käytetään tarvittaessa lisäeristystä.

Oheisissa kuvissa on esitetty kellarin seinän keskimääräiset U-arvot ulkopuolisen täyttökorkeuden vaihdellessa. Kuvat perustuvat oletukseen, että huonekorkeus on 2,5 m ja eristeharkkoja käytetään kaksi harkkokerrosta maanpinnan alapuolella. Lisäksi rakenteen ulkopuolella tulee olla kunnollinen salaojitus, jotta maaperä on kuiva.

Oheisissa kuvissa on esitetty kellarin seinän keskimääräiset U-arvot ulkopuolisen täyttökorkeuden vaihdellessa.

Kuvat perustuvat oletukseen, että huonekorkeus on 2,5 m ja eristeharkkoja käytetään kaksi harkkokerrosta maanpinnan alapuolella. Lisäksi rakenteen ulkopuolella tulee olla kunnollinen salaojitus, jotta maaperä on kuiva.

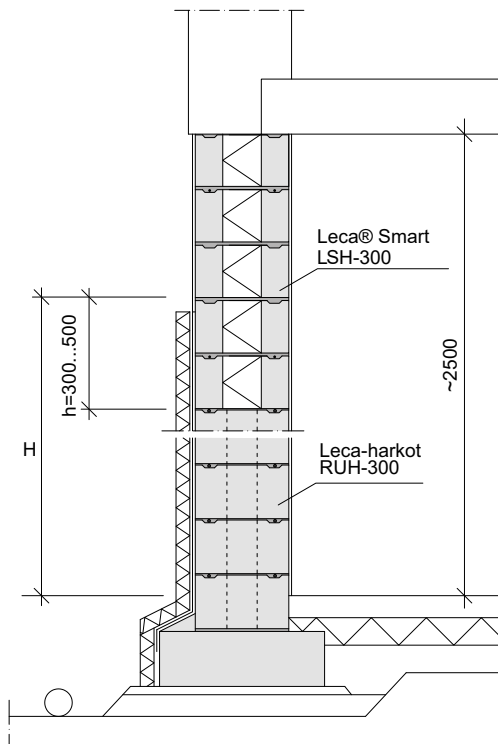
Leca® Smart 380 -eristeharkot ja 380 mm leveät perusharkot

Keskimääräisen täyttökorkeuden (=ulkopuolisen maanpinnan ja lattian yläpinnan välinen ero) ollessa pieni ei välttämättä tarvita ulkopuolista lisäeristettä, jotta seinärakenteelle saavutetaan U-arvo 0,16 W/m²K. Normaalisti maanpaineeseinissä joudutaan käyttämään ulkopuolista lisäeristystä tai kompensoimaan lämmöneristyskyky muilla rakenteilla.

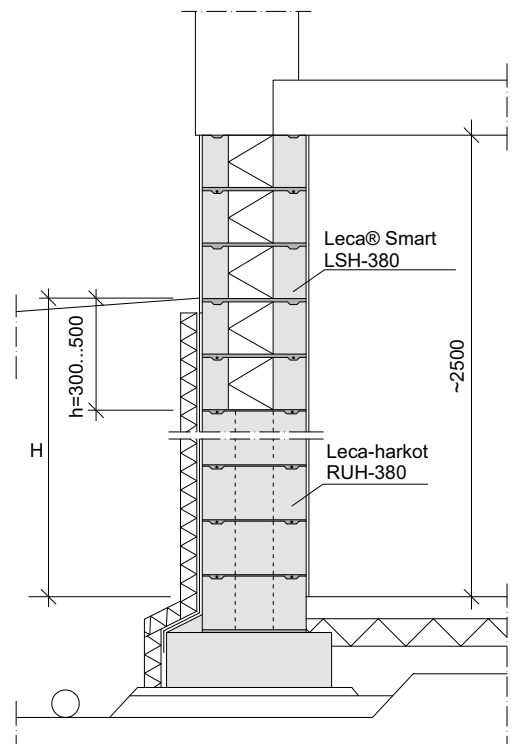
Leca® Smart 300 -eristeharkot ja perusharkot

Leca Smart 300 -eristeharkoista voidaan rakentaa puolilämpimien tilojen kellarin seiiniä. Maanpinnan alapuolella olevien perusharkkojen ulkopuolella tulee aina käyttää ulkopuolista lisäeristettä tai kompensoida lämmöneristyskyky muilla rakenteilla. Lämmöneristysmääräysten edellyttämä energialaskennan vertailuarvo puolilämpimille tiloille, U = 0,26 W/m² K, saavutetaan käyttämällä ulkopuolella EPS tai XPS eristettä tai Leca-soraa esimerkiksi geosäkeissä.





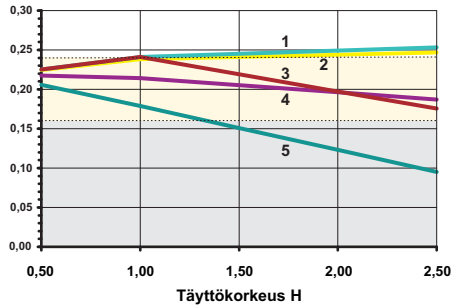
Kuva 10. LSH-300 kellarin seinärakenne.



Kuva 11. LSH-380 kellarin seinärakenne.

LSH-300

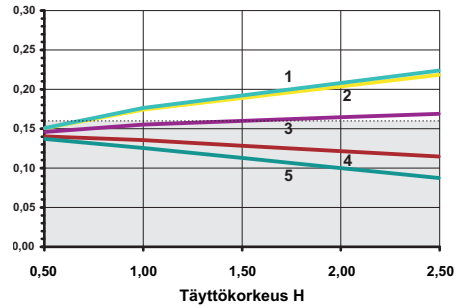
U-arvo W/m²K



1. Kevytsora 200 mm
2. EPS/XPS 50 mm $\lambda = 0,035$
3. EPS/XPS 100 mm $\lambda = 0,035$
4. EPS/XPS 200 mm $\lambda = 0,035$
5. EPS/XPS 300 mm $\lambda = 0,035$

LSH-380

U-arvo W/m²K



1. Kevytsora 200 mm
2. EPS/XPS 50 mm $\lambda = 0,035$
3. EPS/XPS 100 mm $\lambda = 0,035$
4. EPS/XPS 200 mm $\lambda = 0,035$
5. EPS/XPS 300 mm $\lambda = 0,035$

Kuva 12. Leca-perusharkoista ja -eristeharkoista muuratun kellarinseinän keskimääräinen lämmönläpäisykerroin täyttökorkeuden vaihdelta.

Taulukko 3. Leca-harkkoseiniä U-arvot.

HARKKOTYYPPI	HARKON LEVEYS	MAAN PÄÄLLÄ	MAANPINNAN ALLA		
			0...1 m	0...2 m	
Perusharkko	RUH-250	250	0,74	0,56	0,33
	RUH-300	300	0,63	0,50	0,31
	RUH-340	340	0,55	0,45	0,29
	RUH-380	380	0,50	0,41	0,28
Eristeharkko	LSH-300	300	0,25 ¹⁾	-	-
	LSH-380	380	0,17 ¹⁾	-	-

1) Lukuarvo käytettäessä polyuretaanivaahtoa vaakasaumassa.

Taulukko 4. Pilariharkkoperustuksen pystysuoran kestävyden mitoitusarvot (8 mm:n teräksellä) N_{rd} , kN.

PILARIN KORKEUS (mm)	BETONILUOKKA C25/30		BETONILUOKKA C30/37	
	e0= 0	e0 = 60 mm	e0= 0	e0 = 60 mm
1 000	115	23	128	23
1 200	106	22	117	22
1 400	97	20	105	21
1 600	87	19	93	19
1 800	76	18	81	18
2 000	66	17	68	17
2 200	56	16	57	16
2 400	47	15	49	15
2 600	39	14	40	14
2 800	33	13	33	13
3 000	28	12	28	12

2.4 PERUSMUURIN PINNOITUS

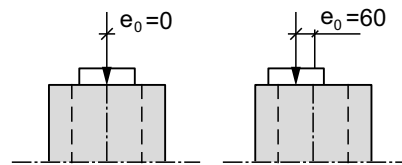
Sekä matalaperusteinen että kellarillinen perusmuuri, tulee pinnoittaa sekä maanpinnan alapuolisilta, että yläpuolisilta osiltaan weber 137 Oikaisulaastilla tai weber 410 Ohutrappauslaastilla. Perustuksen näkyvissä olevalle osuudelle voidaan tehdä rouhepinnoitus. Sokkeliin värillinen rappaus voidaan tehdä silikonihartsipohjaisilla weber Silcopinnoite+:-lla ja weber Silcomaalilla.

Kellarillisissa perustuksissa tulee käyttää ulkopuolista kosteudeneristystä. Tarvittaessa kosteudeneristys asennetaan myös matalaperusteiseen sokkeliin. Ennen ulkopuolista kosteudeneristystä harkkopinta tulee pinnoittaa 137 Oikaisulaastilla tai 410 Ohutrappauslaastilla. Vedeneristys voidaan tehdä kumibitumikermeillä tai perusmuurilevyillä.

2.5 PILARIHARKKO-PERUSTUS

Pilariharkkoja P-240 ja P-240 pontattu on edullista käyttää keveiden rakennusten, kuten kesähuviloiden ja autokatosten perustuspilareiden tekemiseen. Routivalla maapohjalla pilarit perustetaan yleensä roudattomaan syvyyteen. Pilarin, jonka ydin on valettu betonista C25/30 (K30) tai weber S 30 Sementtilaastilla pystysuoran kestävyden mitoitusarvoja on esitetty taulukossa 4. Pilarit raudoitetaan keskelle sijaittavalla harjaterästängolla. Pilariharkon reiän tilavuus on 2,65 dm³ eli betonia tarvitaan n. 5,5 kg/harkko.

Pilariharkkoperustuksen pystysuoran kestävyden mitoitusarvot on laskettu ulokkeena toimivalle pilariharkkoperustukselle. Harkko-osan leveys on redusoitu betonin ja harkon puristuslujuuksien suhteella. Viruman vaikutusta on otettu huomioon 2-kertaluvun taipuma-arvoja lisäävänä tekijänä.



Kuva 13. Pilariharkkojen puristuskestävyys.



Kuva 14. Perusmuuri on suositeltavaa pinnoittaa maanpinnan alapuolisilta ja yläpuolisilta osiltaan.

2.6 RADONRATKAISUT LECA®-PERUSTUKSISSA

Leca-perustukset tulee tiivistää siten, että radonpitöisen ilman pääsy sisätiloihin estetään. Halkeilematon betonilaatta on yleensä riittävän tiivis radonkaasuille, joten huomiota tulee kiinnittää etenkin liitoskohtien ja läpivientien tiivistämiseen. Tiivistäminen suoritetaan mieluiten kumibitumikermikaistalla liitteen detaljien, RT 81-11099 ohjekortin ja Leca-kivitalo tiivistysohjeen osoittamalla tavalla.

Tiivistämisen lisäksi radonsuunnittelussa varaudutaan tuuletusjärjestelmään. Rakennusvaiheessa rakennuspohjaan asennetaan tarvittaessa imukanavisto ja poistokanava vesikatolle. Poistopuhallin kytketään toimintaan tarvittaessa.

Radonalueilla matala perusmuuri tulee riittävän ilmatiiviyden saavuttamiseksi pinnoittaa sokkelin molemmin puolin. Radonalueilla kellarillisen perustuksen ulkopuolisena kosteudeneristykseenä suositellaan käytettäväksi kumibitumikermiä, jolloin seinästä saadaan samalla riittävän tiivis radonkaasuille. Käytettäessä kellarin seinissä kosteus- tai radoneristeenä kumibitumikermiä tulee rakenteen kosteusteknisen toiminnan varmistamiseksi asentaa lisäeristys kermin ulkopuolelle.

Lisää tietoa radonteknisestä suunnittelusta, ohjeita rakennusten maanvastaisten rakenteiden tiivistämiseen ja rakennuspohjan tuuletusjärjestelmän suunnitteluun annetaan RT-ohjekortissa RT 81-11099.

RAKENTEIDEN MITOITUS

3.1 PALOTEKNINEN MITOITUS

Kevytsojarahkot ovat A1-luokan (tarvikkeet, jotka eivät osallistu lainkaan paloon) palamattomia rakennustarvikkeita, joten niitä voidaan käyttää suojaverhouksiin ja P1-luokan rakennusten rakenteisiin. Palonkestävyyttä arvostellaan palonkestoaajalla.

Leca-seinien palomitoitus voidaan tehdä taulukon 5 mukaan.

Ulkoseinien palonkestävyysluokka määräytyy yleensä sisäkuoren palonkestävyysluokan perusteella. Kun molemmat rakoseinän seinäpuoliskot ovat kantavia, niillä on suunnilleen sama kuorma ja seinäpuoliskot ovat suunnilleen yhtä paksut, rakoseinän palonkestävyys määritetään samanarvoisen yksinkertaisen seinän palonkestävyytenä, jonka paksuus on molempien seinäpuoliskojen paksuuksien summa, edellyttäen, että raossa ei ole palavaa materiaalia. Muut rakoseinätyyppitarkastelut on esitetty standardissa EN 1996-1-2. Ulkoseinää jäykistävän väliseinän paloluokan tulee normaalisti olla vähintään yhtä hyvä kuin on ulkoseinälle asetettu paloluokkavaatimus.

Muurattujen pilareiden tulee täyttää eri palonkestävyysluokissa taulukossa 6 esitetty pienintä sivumittaa koskeva vaatimus.

Jäykistävän seinän paloluokan tulee olla vähintään yhtä hyvä, kuin on jäykistettävälle seinärakenteelle asetettu paloluokkavaatimus. Umpinaisilla harkkokappaleilla saavutetaan parempi REI-paloluokka kuin vastaavan

paksuisilla reiällisillä kappaleilla. Taulukkojen 5 ja 6 arvot saavutetaan Leca-harkkoseinien normaalilla 0–2 mm pystysaumaleveydellä ilman pystysaumalaastia ja tasoittamista. Suosittelemme kuitenkin laastittomien pystysaumoin ohutsaumamuuratuissa Leca-harkkoseinissä ainakin toispuolista tasoittamista ulkonäkö, ilmatiiviyys ja ääneneristävyyssyistä. Muuratuille seinille, joissa on käytetty mittatarkkoja muuruskappaleita muurattuna laastittomilla pystysaumoilla, joiden raon leveys on yli 2 mm, mutta alle 5 mm, voidaan käyttää taulukkomitoitusta edellyttäen, että ainakin yhdellä puolella on käytetty vähintään 1 mm paksuista rappauserrosta.

Tällaisissa tapauksissa käytetään palonkestävyyttä, joka on annettu ilman pinnoitetta oleville seinille. Seinille, joiden pystysaumojen raon leveys on enintään 2 mm, ei vaadita lisäpinnoitetta käytettäessä taulukkoarvoja (EN 1996-1-2), jotka on annettu ilman pinnoitetta oleville seinille. Muuratuille seinille, joissa on käytetty pontattuja muuruskappaleita muurattuna laastittomilla pystysaumoilla, joiden raon leveys on alle 5 mm, voidaan käyttää taulukkoarvoja, jotka on annettu ilman pinnoitetta oleville seinille.

Leveät seinät voidaan toteuttaa käyttämällä vierekkäin kahta toisiinsa sidottua harkkoa tai asentamalla kappaleet niin että seinän paksuudeksi muodostuu kappaleen pituus.

Liitokset ja saumat

Ala-, väli- tai yläpohjan tulee toimia seinän ala- ja yläpäässä vaakasuuntaisena tukena, ellei seinän stabiiliutta normaalioloissa varmisteta muilla tavoin kuten esimerkiksi tukipilarein tai erikoissitein.

Seinissä olevat saumat, liikunta-saumamat mukaan lukien, tai seinän ja muun paloa erottavan rakenteosan väliset saumat tulee suunnitella ja rakentaa siten, että seinälle asetetut palonkestävyysvaatimukset saavutetaan.

Kun liikuntasauomoissa vaaditaan paloeristäviä kerroksia, niiden tulee koostua mineraalipohjaisista materiaaleista, joiden sulamispiste on vähintään +1000°C. Kaikkien saumojen tulee olla tiiviitä niin, että seinän liike ei vaikuta heikentävästi palonkestävyyteen. Jos käytetään muita materiaaleja, tulee kokein osoittaa, että ne täyttävät kriteerit E ja I (ks. EN 1366: osa 4).

Muurattujen, ei kantavien seinien väliset liitokset tehdään standardin EN 1996-2 tai muiden soveltuvien ohjeiden mukaisesti.

Muurattujen kantavien seinien väliset liitokset tehdään standardin EN 1996-1-1 tai muiden soveltuvien ohjeiden mukaisesti.

Palomuurien liitokset raudoitettuun tai raudoittamattomaan betoniin ja muurattuihin rakenteisiin, kun liitokselta edellytetään mekaanista iskunkestävyyttä (ts. liitokset, joilta edellytetään standardin EN 1363-2 mukaista mekaanisen iskunkestävyyttä), tehdään täysinäisin laasti tai betonisaumoin tai niissä käytetään asianmukaisesti suojattuja mekaanisia liittimiä.

Kiinnikkeet, putket ja kaapelit

Ei-kantavissa seinissä pystysuorien roilojen ja syvennyksien kohdalla jätetään jäljelle vähintään 2/3 vaaditusta seinän minimipaksuudesta, kuitenkin vähintään 60 mm mukaan

Taulukko 5. Normaali- ja kevytrunkoaineisista betoniharkoista tehtyjen osastoivien seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa.

SEINÄSSÄ KÄYTETTY HARKKO	OSASTOIVA KANTAMATON SEINÄ	KANTAVA SEINÄ	
		OSASTOIVA SEINÄ	OSASTON SISÄINEN SEINÄ *)
H-75	EI 60	-	-
UH-100	EI 120	REI 60	R 30
UH-125	EI 180	REI 90	R 60
RUH-200	EI 240	REI 120	R 90
RUH-250	EI 240	REI 240	R 120
RUH-300	EI 240	REI 240	R 180
RUH-380	EI 240	REI 240	R 240
LSH-300	EI 120	REI 60	-
LSH-380	EI 180	REI 90	-

*) Seinän pituus vähintään 1 m.

Harkko RUH-250 täyttää iskunkestävyysvaatimuksen REI-M 60 ja EI-M 60 ja harkko RUH-300 ja RUH-340 täyttävät iskunkestävyysvaatimuksen REI-M 120 ja EI-M 120. Harkko RUH-380 täyttää iskunkestävyysvaatimuksen REI-M 180 ja EI-M 180.

Taulukko 6. Kevytrunkoaineisista betoniharkoista tehtyjen osastoimattomien kantavien (kriteeri R) yksinkertaisten alle 1 m pituisten seinien minimipituus eri palonkestävyysluokissa.

SEINÄN PAKSUUS (mm)	R30	R60	R90	R120	R180	R240
150	600	800	1000		-	-
200	290	490	600	1000	-	-
240	240	300	490	600	1000	-
290	200	240	300	365	490	1000

lukien kiinteästi liittyvät palosuojapinnoitteet kuten rappaus.

Vaakasuorien ja vinojen roilojen ja syvennyksien kohdalla jätetään jäljelle vähintään 5/6 vaaditusta seinän minimipaksuudesta, kuitenkin vähintään 60 mm mukaan lukien kiinteästi liittyvät palosuojapinnoitteet kuten rappaus. Vaakasuoria ja vinoja roiloja ja syvennyksiä ei sijoiteta seinän korkeuden keskimmaiselle kolmannekselle. Ei-kantavassa seinässä yksittäisten roilojen ja syvennyksien leveys on enintään kaksi kertaa vaadittu seinän minimipaksuus mukaan lukien kiinteästi liittyvät palosuojapinnoitteet kuten rappaus.

Ei-kantavien seinien, joissa roilot ja syvennykset eivät täytä em. kohtien ehtoja, palonkestävyys määritetään standardin EN 1364 mukaisin kokein.

Yksittäiset kaapelit voivat mennä

seinän läpi rei'issä, jotka on tukittu laastilla. Lisäksi palamattomat putket aina 100 mm läpimittaan saakka voivat mennä seinän läpi rei'issä, jotka on putken ympäriltä täytetty palamattomalla materiaalilla, kunhan putkien kautta läpimenevä lämpö ei estä lämpötilavaatimusten E ja I toteutumista eikä laajeneminen vaikuta haitallisesti palonkestävyyteen.

Muita materiaaleja kuin laastia voidaan käyttää edellyttäen, että ne ovat EN-standardien mukaisia.

Palavasta materiaalista tehdyt kaapeli- tai putkiryhmät, tai yksittäiset kaapelit rei'issä, joita ei ole tukittu laastilla, voivat mennä seinän läpi vain, jos joko läpivientien tiivistysmenetelmä on todettu standardin EN 1366 osan 3 mukaisin testein tai kun noudatetaan riittävään kokeeseen perustuvia ohjeita.

Roilojen ja syvennyksien ei tule

heikentää seinän stabiiliutta. Roiloja ja syvennyksiä ei tehdä ylityspalkkeihin tai muihin vastaaviin seinässä oleviin kantaviin rakenneosiin eikä niitä sallita raudoitetussa muuratussa rakenteessa ilman rakennesuunnittelijan erityistä lupaa. Rakoseinissä roiloja ja syvennyksiä koskevia sääntöjä sovelletaan kumpaankin seinäpuoliskoon erikseen. Pysty- ja vaakasuorien tai vinojen roilojen ja syvennyksien sallitut mitat on esitetty taulukoissa 7 ja 8.



Taulukko 7. Muuriin ilman laskelmia tehtävien vaakasuorien tai vinojen roilojen sallitut mitat.

SEINÄN PAKSUUS, mm	SUURIN SYVYYS, mm
	PITUUS \geq 500 mm
85–115	0
116–175	30
176–225	30
226–300	30
yli 300	30

HUOM.

1. Raudoitettuihin rakenteisiin sekä kuormakeskittymien (esimerkiksi palkkien tukipinnat) alapuolelle tehtävien roilojen vaikutus seinän kantokykyyn on tarkistettava.
2. Roiloa tehtäessä esiin tulevan aukon mitta laskeaan mukaan roilon suurimpaan syvyyteen.
3. Seiniin voidaan tehdä sähköasennusrasioille ja LVI-asennuksia varten syvennyksiä, joiden korkeus x leveys on korkeintaan 120 x 300 mm.
4. Roilon tai syvennyksen pään ja aukon välinen vaakasuora etäisyys on vähintään 500 mm.
5. Minkä tahansa viereisten tietyn pituisten roilojen tai syvennyksen vaakasuora etäisyys toisistaan riippumatta siitä ovatko ne seinän samalla puolella vai vastakkaisilla puolilla on vähintään kaksi kertaa pitemmän roilon tai syvennyksen pituus.
6. Seinissä, joiden paksuus on yli 175 mm, sallitaan roilon syvyyttä lisättävän 10 mm, jos roilo tehdään koneellisesti tarkasti vaaditun syvyisenä. Jos käytetään koneellista jyräintä, voidaan vähintään 225 mm levyisen seinän vastakkaisille puolille tehdä enintään 10 mm syvät roilot.
7. Roilon tai syvennyksen leveys on enintään puolet jäljelle jäävän seinäosan paksuudesta.

Taulukko 8. Muuriin ilman laskelmia tehtävien pystysuorien roilojen ja syvennyksien sallitut mitat.

SEINÄN PAKSUUS mm	SEINÄN PINTAAN TEHTÄVÄT ROILOJOT		SEINÄN SISÄÄN TEHTÄVÄT ROILOJOT	
	SUURIN SYVYYS mm	SUURIN LEVEYS mm	JÄLJELLE JÄÄVÄN SEINÄN VÄHIMMÄISPAKSUUS mm	SUURIN LEVEYS mm
85	30	100	55	300
115	30	125	75	300
175	30	150	115	300
225	30	175	150	300
\geq 300	30	200	200	300

HUOM.

1. Raudoitettuihin rakenteisiin sekä kuormakeskittymien (esimerkiksi palkkien tukipinnat) alapuolelle tehtävien sekä vaakakuormalle ristiinkantavina mitoitettuihin seiniin tehtävien roilojen vaikutus seinän kantokykyyn on tarkistettava.
2. Väliarvot eri seinäpaksuuksille interpoloidaan.
3. Syvennyksen tai roilon enimmäissyvyys sisältää syvennyksen tai roilon syvyyden.
4. Seiniin voidaan tehdä sähköasennusrasioille ja LVI-asennuksia varten syvennyksiä, joiden korkeus x leveys on korkeintaan 300 x 120 mm.
5. Pystysuorien roilojen, jotka eivät ulotu välipohjan yläpuolelle yli kolmannesta kerroskorkeudesta, syvyys voi olla enintään 80 mm ja leveys enintään 120 mm, jos seinän paksuus on vähintään 225 mm.
6. Viereisten roilojen tai roilon ja syvennyksen tai aukon välinen vaakasuora etäisyys on vähintään 225 mm.
7. Minkä tahansa viereisten roilojen, riippumatta siitä ovatko ne seinän samalla puolella vai vastakkaisilla puolilla, tai roilon ja aukon välinen vaakasuora etäisyys on vähintään kaksi kertaa leveemmän roilon leveys.
8. Pystysuorien roilojen ja syvennyksien yhteenlaskettu leveys on enintään 0,13 kertaa seinän pituus.

3.2 ÄÄNITEKNINEN MITOITUS

Rakenteiden akustiset ominaisuudet tulee suunnitella Ympäristöministeriön asetuksen rakennuksen ääniympäristöstä (796/2017) mukaisesti.

Asetuksessa säädetään rakennusten ääneneristyksestä, melun- ja värinän torjunnasta ja ääniolosuhteista sekä rakennusten piha- ja oleskelualueiden ja oleskeluun käytettävien parvekkeiden meluntorjunnasta ja ääniolosuhteista.

Asetusta sovelletaan rakennuksiin, joissa on asuntoja, majoitus- tai potilashuoneita, taikka opetus-, kokous-, ruokailu-, hoito-, harrastus-, liikunta- tai toimistotiloja.

Asetusta sovelletaan uuden rakennuksen rakentamiseen, rakennuksen korjaus- ja muutostyöhön sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muuttamiseen maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaisessa rakentamisen suunnittelussa, lupamenettelyssä ja valvonnassa. Asetuksessa on määritetty vaatimukset uuden rakennuksen ääneneristykseksi -esim. pienin sallittu äänitasoeroluku $D_{nT,w}$ on 55 dB.

Tilaaaja voi asettaa muitakin äänitekniisiä vaatimuksia. Leca-harkkoseinärakenteiden R_w -arvot on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Leca-harkkoseinien ilmaääneneristysluvut R_w (dB). Molemmilla pinnoilla esim. oikaisulaasti n. 5 mm.

HARKKORAKENNE	R_w (dB)
UH-150	40
RUH-200	44
RUH-250	46
RUH-300	48
LSH-300	43

Leca Smart -harkkorakenteiden (LSH- 380) ilmaääneneristävyyssarvo (R_w -arvo) on 47 dB ($R_w + C$ 45 dB ja $R_w + C_{tr}$ 42 dB).

Rakenteita suunniteltaessa tulee myös huomioida, etteivät käytetyt liittymäratkaisut ja liittyvät rakenteet merkittävästi huononna seinän ääneneristävyyttä.

Rakennuksen ulkoseinämateriaalilta vaadittava ääneneristävyys määräytyy koko rakennusvaipalta vaadittavan keskimääräisen ääneneristävyyden perusteella. Yleisimmin ulkovaipan ääneneristävyyden laskennassa käytetään Ympäristöministeriön julkaisemaa Rakennuksen julkisivun ääneneristävyyden mitoittaminen -opasta.

Vaadittava äänitasoero ΔL annetaan kaavoituksen tai rakennusluvan myöntämisen yhteydessä. Vaaditun äänitasoeron perusteella lasketaan oppaan kaavoilla mikä tulee olla ulkoseinärakenteelta vaadittu $R_w + C_{tr}$ -arvo.

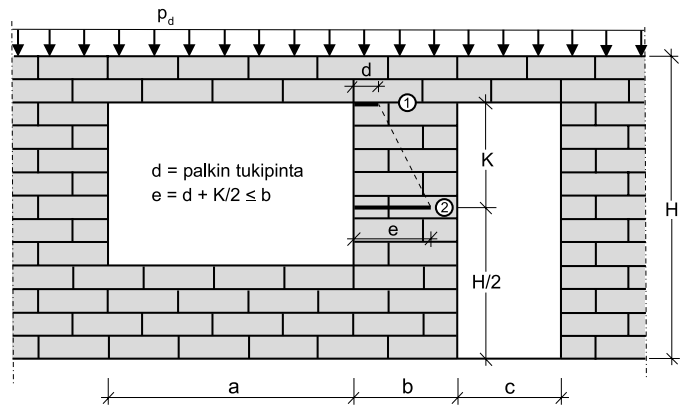
Rakenteen tiivydellä on merkittävä vaikutus ääneneristävyyteen. Ääntä eristävä Leca-harkkoseinä tiivistetään tasoittamalla seinäpinnat esim. Weberv 137 Oikaisulaastilla. Ääneneristävyyttä voidaan tarvittaessa kasvattaa hieman rappauserrosta paksuntamalla. Seinän ja liittyvien rakenteiden väliset saumat tiivistetään ilmavirtaukset estävällä, tiiviillä ja joustavalla materiaalilla, esim. elastisella kitillä.

3.3. AUKOT

3.3.1 Aukkojen vaikutus seinän kantavuuteen

Aukkojen vaikutus muodostuu yleensä määrääväksi seinän kantokykyä tarkastettaessa. Mitoituksessa tarkastetaan paikallinen puristuskestävyys palkin tukipinnalle ja seinän puristuskestävyys keskikorkeudelle kertyvälle laskentakuormalle kuvan 15 mukaisesti. Nurjahduspituutena käytetään yleensä seinän korkeutta H .

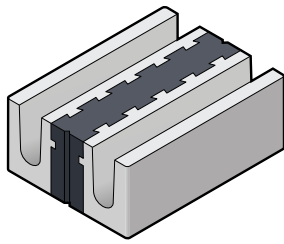
Jäykistävien poikittaisten seinien vaikutus voidaan ottaa huomioon rakenteen nurjahduspituuden pienennyksenä.



Kuva 15. Aukollisen seinän mitoitus.



3.3.2 Aukkojen ylitys Leca® Smart -palkkiharkoilla



Kuva 16. Palkkiharkko LSP-380.

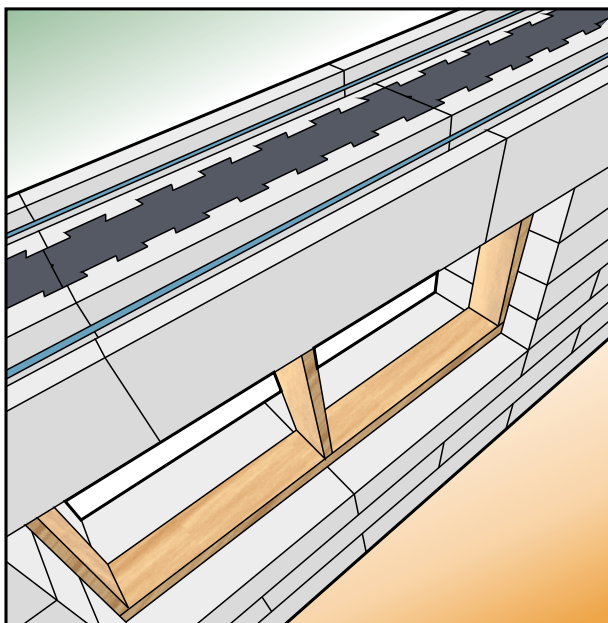
Palkkiharkot

Leca Smart -järjestelmään kuuluvat kylmäsilattomat palkkiharkot, joiden kouruun valetaan teräsbetonipalkki. Palkkiharkkojen raudoituksena käytetään A 500 HW harjateräksiä (min. Ø 10 mm). Käytettäessä irtonaisia harjateräksiä palkin raudotteena on huolehdittava vähintään 15 mm:n peitekerroksesta

Palkit valetaan betonilla C25/30 (K 30–2) tai lujuusluokitulla weber S 30 Sementtilaastilla. Palkkiharkon kouruihin tarvitaan betonia n. 19,3 kg/harkko.

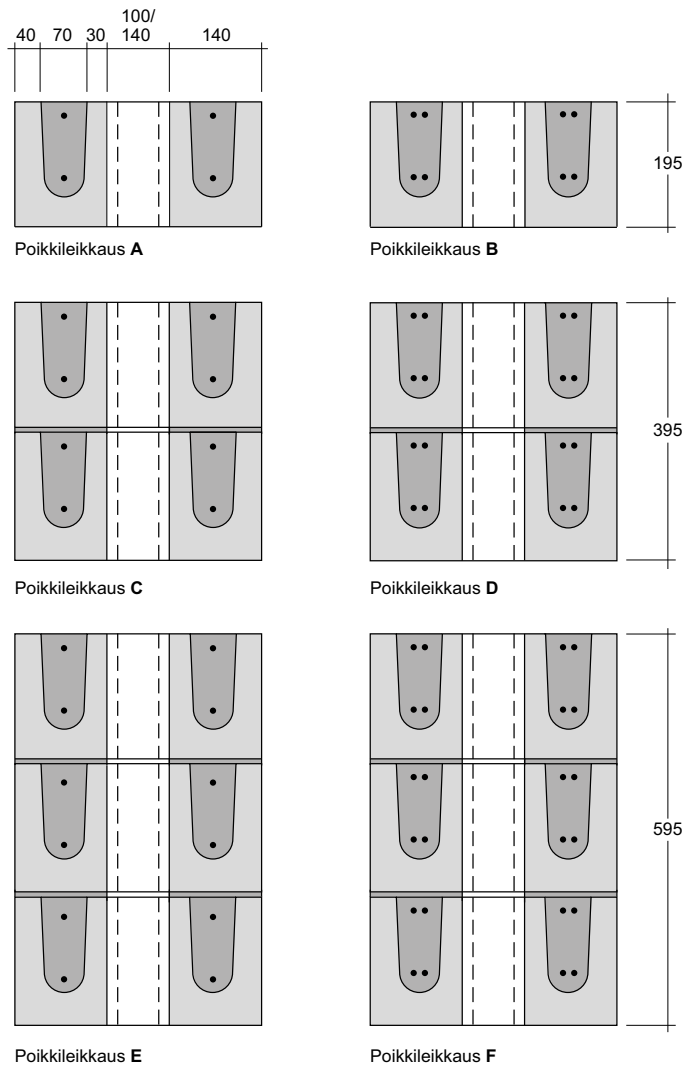
Vähimmäistukileveys harkoilla on 250 mm. Käytettäessä pienempää tukipintaa palkkien alla, paikallinen puristuskestävyys tuella on tarkistettava.

Palkki suunnitellaan ja rakennetaan oheisten kuvien mukaisesti.



Kuva 18. Aukonylitys ja väliaikainen tuenta Leca Smart -palkkiharkolla.

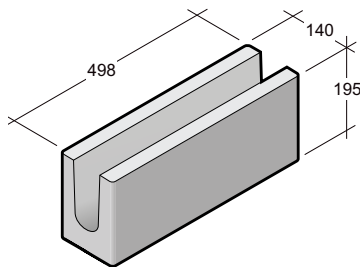
Aukkojen yläpuolinen palkki valitaan palkin laskentakuorman ja aukon vapaan leveyden mukaan taulukon 10 mukaisesti. Käytettäessä kahta palkkiharkkokerrosta päällekkäin tulee laastia käyttää molempien harkkokuorien koko leveydellä.



Kuva 17. Leca Smart -palkkien poikkileikkaukset.



3.3.3 Aukkojen ylitys LPH-140 palkkiharkoilla, mm. Leca® Smart LSH-300 rakenteet



Kuva 19. Palkkiharkko LPH-140.

Palkkiharkot

Leca Smart LSH-300 -järjestelmään kuuluvat palkkiharkot, joiden kouruun valetaan teräsbetonipalkki. Palkkiharkkojen raudoituksena käytetään A 500 HW harjateräksä (min Ø 10 mm).

Palkit valetaan betonilla C25/30 (K30-2) tai lujuusluokitetulla weber S 30 Sementtilaastilla. Palkkiharkon kouruun tarvitaan betonia n. 9,6 kg/harkko.

Vähimmäistukileveys harkoilla on 250 mm. Käytettäessä pienempää tukipintaa palkkien alla, paikallinen puristuskestävyys tuella on tarkistettava. Käytettäessä irtonaisia harjateräksiä palkin raudoitteena on huolehdittava

vähintään 15 mm:n peitekerroksesta.

Palkki suunnitellaan ja rakennetaan oheisten kuvien mukaisesti.

Ulko- ja sisäkuoren palkkiharkot toimitetaan tilaajalle irrallisina. Työmaalla harkkojen väliin kiinnitetään esim. eristelevystä sahattava 20 mm levyinen eriste tai väliin pursotetaan vähän paisuvaa polyuretaania.

Aukkojen yläpuolinen palkki valitaan palkin laskenta-kuorman ja aukon vapaan leveyden mukaan. Käytettäessä kahta palkkiharkkokerrosta päällekkäin tulee laastia käyttää molempien harkkokuorien koko leveydellä.

Aukkojen yläpuolisen palkin valintaan käytetään taulukon 10 arvoja.

3.3.4 Muita ylitystapoja

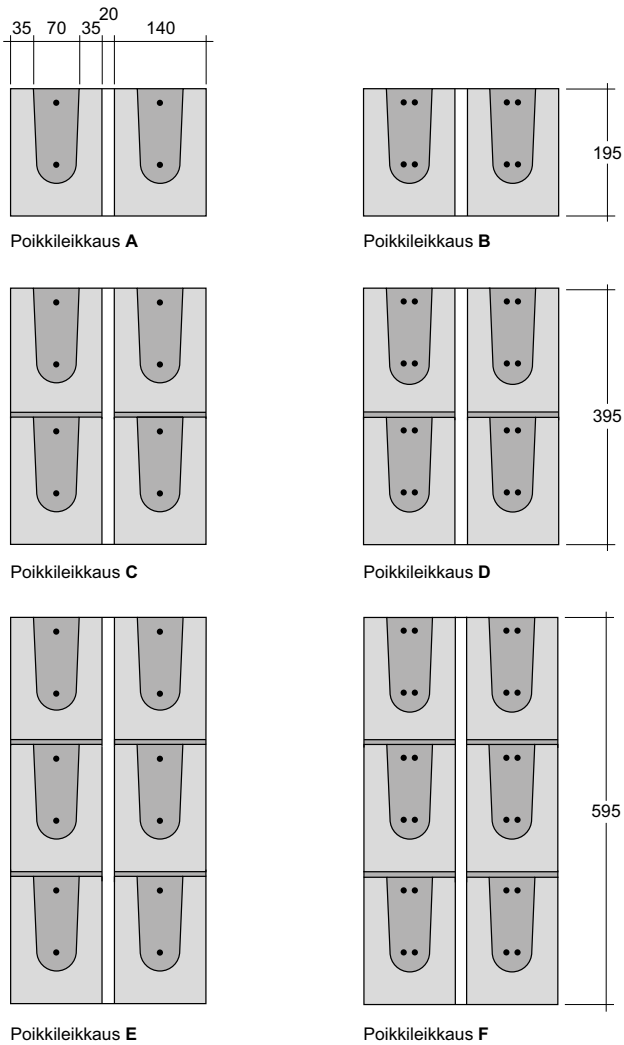
Leveiden aukkojen ylitykseen voidaan käyttää erilaisia muototeräsprofileja, joiden koko ja tyyppi valitaan käytettävän harkon, jännemitan ja kuorman perusteella. Aukkojen yläpuolelle voidaan myös tehdä erilaisia betonipalkkeja, jotka mitoitetaan betonirakenteiden ohjeiden mukaan. Palkit ulotetaan aukon sivuille pielen puristuskestävyyttä vastaavasti, kuitenkin vähintään 250 mm.



Taulukko 10. Leca Smart LSP-380 ja LPH-140-palkkien tasaisen kuorman kuormituskestävyys p_{rd} (kN/m). Huom. p_{ed} :tä laskettaessa, on palkin oma paino otettava huomioon (käytettävä standardin EN 1990 mukaisia kuormitusosavarmuuskertoimia).

Betoni: C25/30 (K 30–2), esim. Weber S 30 Sementtilaasti
Teräksset: A500HW/B500B
Tukipinta: ≥ 250 mm

AUKON VAPAA LEVEYS (m)	PALKIN KORKEUS: 1 HARKKOKERROS		PALKIN KORKEUS: 2 HARKKOKERROSTA		PALKIN KORKEUS: 3 HARKKOKERROSTA	
	RAUDOITUS/KOURU		RAUDOITUS/KOURU		RAUDOITUS/KOURU	
	POIKKILEIKKAUS A vähintään (1+1) Ø 10	POIKKILEIKKAUS B vähintään (2+2) Ø 10	POIKKILEIKKAUS C vähintään (1+1) Ø 10	POIKKILEIKKAUS D vähintään (2+2) Ø 10	POIKKILEIKKAUS E vähintään (1+1) Ø 10	POIKKILEIKKAUS F vähintään (2+2) Ø 10
0,9	12,1	19,2	32,0	72,5	37,0	72,5
1,2	9,2	13,8	21,7	46,9	25,7	58,0
1,5	6,9	10,7	15,4	31,6	18,9	48,3
1,8	4,4	8,8	11,5	23,8	14,4	37,8
2,1	3,0	7,4	8,9	18,5	11,4	27,8
2,4	2,2	6,4	7,1	14,2	9,2	21,3
2,7	1,6	4,6	5,8	11,2	7,6	16,8
3	1,3	3,4	1,8	9,1	6,4	13,6
3,3	1,0	2,5	1,5	5,1	5,5	11,2
3,6	0,8	2,0	1,2	3,9	4,7	9,4



Kuva 20. LPH-140-palkkien poikkileikkaukset.

3.4 MITOITUSMENETELMÄT JA SUUNNITTELUPERUSTEET

3.4.1 Yleiset mitoitusperusteet

Tässä ohjeessa on esitetty Eurocode 6:n mukainen mitoitusmenetelmä, jossa rakenteet mitoitetaan rajatilamenettelyllä.

Rajatilamenetelmän rajatilat ovat murtorajatila ja käyttörajatila. Murtorajatilassa osoitetaan, että laskentalujuuksien avulla laskettu rakenteen tai poikkileikkauksen kestävyys on vähintään laskentakuormista määritetyn rasituksen suuruinen. Käyttörajatilassa tarkistetaan, että ominaislujuuksien ja ominaiskuormien mukaan lasketut rakenteen halkeamat ja muodonmuutokset ovat hyväksyttävissä rajoissa.

Laskelmat ovat tehty Leca Finland Oy:n materiaaleilla, ja arvoja ei tule soveltaa muihin kevytsoraharkkorakenteisiin.

Tämä ohje on yksinkertaistettu tapa mitoittaa Leca-ra-

kenteet Eurocode 6:n, sen kansallisten liitteiden, SRMK, "Rakenteiden lujuus ja vakaus, muuratut rakenteet" ja RYL 2010:n mukaisesti. Laskentakuormat voidaan määrittää EN 1990 ja EN 1991 standardeista tai julkaisussa RIL 201-1 2017, suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat annettujen ohjeiden avulla. Kuorman osavarmuusluvut tulee määrittää standardin EN 1990 mukaisesti.

Rakennuksen runko ja siihen kuuluvat muuratut rakenteet suunnitellaan siten, että saavutetaan riittävä kokonaisvakavuus. Harkkorunkoisissa rakennuksissa kantavia pystyrakenteita ovat muurattujen ulkoseinien sisäkuoret sekä tarvittaessa myös kantavat väliseinät ja pilarit. Jäykistävinä rakenteina käytetään levyinä toimivia väli- ja yläpohjia sekä poikkittaisia väliseiniä.

Käytettävät Leca-harkot täyttävät eurooppalaisen harmonisoidun standardin EN 771-3 vaatimukset ja muuraus- ja ohutsaumamuurauslaastit standardin EN 998-2 vaatimukset ja tuotteilla on voimassa oleva CE-merkintä.

Rakenteet mitoitetaan pääosin pitkäaikaista vetorasitusta kestävämmiksi. Muuratun rakenteen vetolujuutta käytetään hyväksi vain mitoittaessa rakennetta tuuli- ja kaidekuormille.

Myös työn aikaisesta rakenteiden vakavuudesta on huolehdittava ja mahdollinen tuulen aiheuttama seinien kaatumisen on estettävä käyttämällä tarvittaessa vinoitusta.

3.4.2 Laskentaperusteet

Pääasiassa pystykuormitetut seinät

Seinän kestävyyttä laskettaessa on otettu huomioon muurin puristuslujuuden lisäksi kuorman epäkeskisyyden ja rakenteen hoikkuus. Tarkastelu on tehty seinän ylä- ja alapäässä ja korkeussuunnassa seinän puolivälissä.

Muuratun seinän hoikkuusluku saadaan jakamalla tehollinen korkeus tehollisella paksuudella. Taulukoissa esitetyt pystysuoran kestävyuden mitoitusarvot on laskettu nivelellistä rakennemallia käyttäen. Nivelellisessä mallissa seinän tehollinen korkeus on sen vapaa korkeus ja tukipinnalle voidaan tällöin olettaa tasainen jännitysjakautuma, jolloin kuorman vaikutuspiste on tukipinnan keskellä. Tarkemmilla mitoitusmenetelmillä seinän ylä- ja alapään liitosten momentti voidaan laskea ja kiinnitysjänte ottaa huomioon myös tehollisen korkeuden pienennyskertoimessa. Tehollista korkeutta voidaan myös tarvittaessa pienentää käyttämällä sivutukina jäykistäviä seinäjä. Seinän tehollista paksuutta kasvattavat mahdolliset pilasterit. Eristeharkon ulkokuoren jäykistävä vaikutus voidaan ottaa huomioon tehollisessa paksuudessa, mikäli molemmat harkkokuoret on sidottu muuraussitein.

Eurocode 6:ssa käytetty laskentaepäkeskisyyden muodostuu seinän ylä- ja alapäiden momenttien aiheutta-

masta epäkeskisyydestä, mahdollisen vaakakuorman aiheuttamasta epäkeskisyydestä ja rakennustyön epätarkkuuden huomioon ottavasta alkuepäkeskisyydestä. Viruman aiheuttama epäkeskisyyttä ei oteta huomioon, kun hoikkuusluku on enintään 27. Hoikilla Leca-harkkoseinä-rakenteilla seinän puolivälissä tehtävä tarkastelu on mitoituksen kannalta määräävä.

Vaakakuormitetut seinät

Kun seinään kohdistuu sen tasoa vastaan kohtisuora vaakakuorma, seinä mitoitetaan siten, etteivät rakennetta rasittavan taivutusmomentin mitoitusarvo ylitä seinän momenttikestävyysmitoitussarvoa. Kuvissa 27–30 on laskettu ulkoseiniä enimmäismittoja laskentatuulikuormalle 0,8 kN/m². Eristeharkkoseinissä tuulikuorma on jaettu kuorille niiden jäykkyyksien suhteessa. Seinien tuenta on kuvissa oletettu vapaaksi. Jatkuvilla rakenteilla tukimomentit voidaan tarvittaessa ottaa huomioon, jolloin enimmäismitat kasvavat. Pystykuorman taivutuslujuutta lisäävää vaikutusta ei myöskään ole otettu kuvien 27–30 enimmäismitoissa huomioon.

Kolmelta tai neljältä sivulta tuetussa seinässä taivutusmomenttien jakaantuminen pysty ja vaakasuuntaan voidaan laskea myötöviivateorian perusteella. Mitoituskuormasta aiheutuvan tukireaktion seinän reunassa voidaan olettaa olevan tasaisesti jakautunut. Tukiehdossa ja jatkuvuudessa otetaan huomioon mahdollisten liikuntasaumojen ja kapillaarikatkojen vaikutus.

Leikkausvoiman kuormittamat seinät

Jäykistäviä seiniä kuormittaa vaakakuormien aiheuttama seinän tason suuntainen leikkausvoima ja yleensä myös samanaikainen pystykuorma, pienimmillään oma paino. Suunnittelussa tarkistetaan, ettei leikkausvoiman mitoitusarvo ylitä leikkauskestävyyden mitoitusarvoa. Leikkauskestävyydessä otetaan huomioon seinän puristettu pituus, joka lasketaan olettamalla jännitysten jakaantuminen lineaarisesti. Leikkausjännitysten voidaan katsoa jakautuvan tasaisesti seinän puristetulle osalle. Puristusjännitys otetaan huomioon leikkauslujuutta kasvattavana tekijänä ja mitoitusarvona käytetään rakenneosan puristetun osan keskimääräistä jännitystä. Kun väli- tai yläpohjat voidaan olettaa jäykiksi levyiksi, vaakavoimat jaetaan jäykistäville seinille niiden kimmoisten jäykkyyksien suhteessa. Jos jäykistävien seinien sijainti tai vaakakuorma on epäsymmetrinen, väännön vaikutus tulee ottaa huomioon. Jäykistävien seinien laippoina toimivat risteävät seinät voidaan ottaa huomioon, jos niiden välinen liitos mitoitetaan vaikuttavalle pystysuoralle leikkausvoimalle. Leikkausjännitysten voidaan katsoa jakautuvan tasaisesti seinän puristetulle osalle.

3.4.3 Tarkempi Eurocode 6 mitoitus

Haluttaessa Leca-seiniä mitoitetaan voidaan tehdä tarkemmin noudattaen seuraavia standardeja:

1. Kuormien laskenta: standardit EN 1990 ja EN 1991
2. Mitoituksen alkuarvot: materiaalistandardit SFS-EN 771-3
3. Mitoitus:
 - EN 1996-1-1: Eurocode 6: Muurattujen rakenteiden suunnittelu – Osa 1–1: Raudoitettuja ja raudoittamattomia muurattuja rakenteita koskevat yleiset saannot
 - EN 1996-1-2: Eurocode 6: Muurattujen rakenteiden suunnittelun perusteet. Osa 1–2: Rakenteellinen palomitoitus
 - EN 1996-2: Eurocode 6: Muurattujen rakenteiden suunnittelu – Osa 2: Muurattujen rakenteiden suunnittelu, materiaalien valinta ja työnsuoritus
 - Em. standardien kansalliset liitteet, ladattavissa ympäristöministeriön ja www.eurocodes.fi -nettisivuilta.

3.4.4 Materiaaliominaisuudet

Muurin lujuuteen vaikuttavat harkkojen sekä laastin lujuusluokat ja limitystapa, sauman paksuus ja etenkin työn suoritus. Luonteensa vuoksi muuratulla rakenteella on erilaiset lujuusominaisuudet eri suuntiin.

Laskentalujuudet saadaan jakamalla ominaisarvot materiaalin osavarmuusluvulla. Leca-harkot ovat kategorian I muurauskappaleita ja käytettävät laastit standardoituja ominaisuuslaasteja, jolloin murtorajatilamitoituksessa käytettävä muuratun rakenteen osavarmuusluku on 1,8.

3.4.5 Rakenneanalyysi

Yleistä

Muurattujen rakenteiden mitoitus perustuu laskentamalliin, joka voidaan laatia rakennusosittain edellyttäen, että rakenteen kokonaisuuden ja eri rakenneosien keskinäinen toiminta ja liitokset on suunniteltu hyväksyttävästi. Laskentamallin avulla saadaan kaikille seinille pysty- ja vaakakuormien aiheuttamat normaalivoimat, leikkausvoimat ja taivutusmomentit sekä mahdolliset vääntömomentit.

Kantavat rakenteet mitoitetaan murto- ja käyttörajatiloissa käyttäen laskennan tuloksena saatavia voimasuureita. Tavanomaisille raudoittamattomille muuratuille rakenteille, jotka täyttävät murtorajatilavaatimukset, ei tarvitse yleensä tehdä halkeama- ja taipumarajatilatarkastelua.

Pystykuormitetut seinät

Pystykuormitettua seinää mitoitettaessa otetaan huomioon:

- seinään kohdistuvat välittömät pystysuorat kuormat
- seinän taipumisesta aiheutuvat toisen kertaluvun vaikutukset
- epäkeskisyydet, jotka lasketaan seinien tuentatilan-teen perusteella
- epäkeskisyydet, jotka aiheutuvat rakenteen mitta- poikkeamista sekä yksittäisissä rakennusosissa olevista materiaalin eroista.

Muuratut seinät ja pilarit mitoitetaan puristukselle homogeenisina ja vetoa kestävämmä. Kantavien muurattujen seinärakenteiden pystykuormitukset eivät yleensä ole keskeisiä, koska esim. väli- ja yläpohjat toimivat pystyrakenteiden kanssa kehärakenteen tavoin. Tällöin pystyrakenteisiin syntyy taivutusta, joka laskennallisesti voidaan tulkita epäkeskisyydeksi. Puristetun rakenteen kantavuuteen vaikuttaa kuormien epäkeskisyydet ja rakenteen hoikkuus.

Muuratun seinän pystysuoran kestävyden mitoitusarvo riippuu hoikkuusluvusta, joka saadaan jakamalla tehollinen korkeus tehollisella paksuudella. Tehollista korkeutta pienentää sivutukena toimivat seinät ja ylä- ja alapään kiinnitysaste. Yksinkertaistetussa mitoitusmenetelmässä seinien päihin oletetaan nivel, jolloin pienennyskerroin on 1,0. Tarkempi pienennyskerroimen laskenta on esitetty standardissa EN 1996-1-1 kohdassa 5.5.1.2. Seinän tehollista paksuutta kasvattavat mahdolliset pilarit ja eristeharkkoseinillä toisen kuoren jäykistävä vaikutus, mikäli kuoret on sidottu toisiinsa muuraussiteillä. Kun seinän pääasiallisena kuormana on pystysuora kuorma, seinän hoikkuusluku rajoitetaan arvoon 27.

Eurocodessa ei ole hoikkuusrajaa ei-kantaville seinille (myös paloseinät). Ei-kantavat seinät tulee mitoittaa paloluokkavaatimusten perusteella sekä mm. kaatumista vastaan, jolloin huomioidaan paine-erot ja mahdolliset viivakuormat. Eurocodessa on lukuarvoja yli- ja alipainelle sekä viivakuormille (RIL 201-1- 2017).

3.4.6 Epäkeskisyyden laskenta

Muuratun seinän pystykuorman kestävyttä laskettaessa otetaan huomioon muurin puristuslujuuden lisäksi kuorman epäkeskisyydet ja rakenteen hoikkuus. Tarkastelu tehdään seinän ylä- ja alapäässä ja korkeussuunnassa seinän puolivälissä. Hoikilla rakenteilla seinän puolivälissä tehtävä tarkastelu on mitoituksen kannalta määräävä.

Laskentaepäkeskisyydet muodostuu seinän ylä- ja alapäiden momenttien aiheuttamasta epäkeskisyydestä, mahdollisen vaakakuorman aiheuttamasta epäkeskisyydestä ja rakennustyön epätarkkuuden huomioon ottavasta alkuepäkeskisyydestä. Viruman aiheuttama epäkeskisyyttä ei oteta huomioon, kun hoikkuusluku on enintään 27.

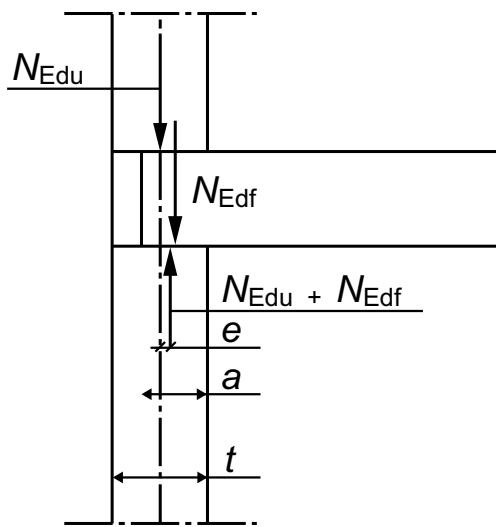
Kuorman N_{Ed} epäkeskisyydet lasketaan kunkin tarkasteltavan seinänosan yläpäässä. Epäkeskisyydet lasketaan yläpuolisista kerroksista tarkasteltavaan seinän osaan kohdistuvan kuorman N_{Edu} epäkeskisyyden, sekä välipohjalta tulevan kuorman N_{Edf} epäkeskisyyden resultanttina. Yleensä kuorma N_{Edu} on keskeistä, jolloin e saadaan kuvan 21 kaavoilla.

Kuvan 21 vasemmanpuoleisessa tapauksessa $e = 0$, kun laatta tukeutuu koko seinän poikkipinta-alalle. Kuvan 21 oikeanpuoleisessa tapauksessa $e = 0$, kun laatta jatkuu yhtenäisenä seinän yli tai kun molemmilta seinään tukeutuville laatoilta tulee seinälle yhtä paljon kuormaa.

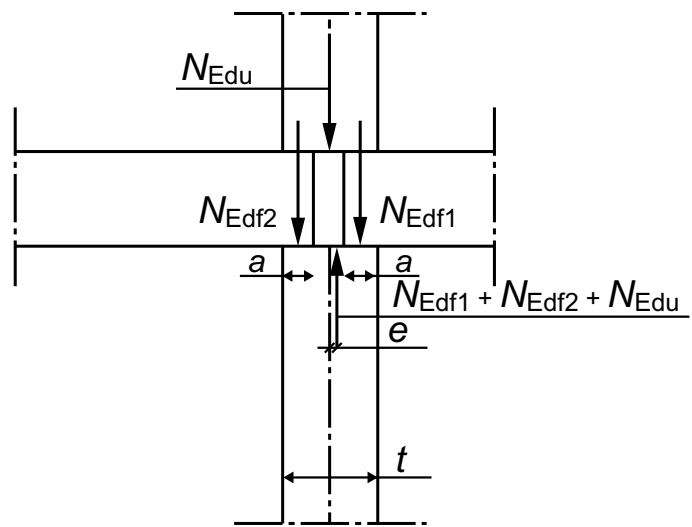


Taulukossa 11. Leca-rakenteiden lujuusominaisuudet.

	PERUSHARKOT UMPINAISET	PERUSHARKOT REIÄLLISET	ERISTEHARKOT	ERISTEHARKOT 6 MPa
Muurauskappaleen normalisoitu puristuslujuus, MN/m ²	3	2,7	4	6
Muurin puristuslujuuden ominaisarvo, MN/m ²	2,1	1,9	2,7	3,7
Muurin ominaisleikkauslujuuden perusarvot, kun leikkaustaso vastaan kohtisuora puristusjännitys on nolla f_{vk0}	0,18	0,18	0,24	0,24



$$e = (t - a) \times N_{Edf} / (2 \times (N_{Edu} + N_{Edf}))$$



$$e = (t - a) \times (N_{Edf2} - N_{Edf1}) / (2 \times (N_{Edf1} + N_{Edf2} + N_{Edu}))$$

Kuva 21. Ohjeen laskelmissa esitetyn epäkeskisyyden e laskenta.

3.5 ULKOSEINÄT

3.5.1 Ulkoseinien mitoittaminen

Kantavien rakenteiden mitoituksessa eristeharkkojen eristeen ja muuraussiteiden ei oleteta siirtävän kuormia. Tuulikuormat kuitenkin siirtyvät kuorelta toiselle eristeen välittämällä. Leca Smart -eristeharkoissa molemmat kuoret voidaan mitoittaa kantavina.

Nämä ohjeet on laadittu osavarmuus menetelmällä. Taulukoissa ja mitoituskäyrissä ilmoitettuja kestävyyskäyriä on verrattava kuormitusnormien mukaisilla varmuuskerroilla kerrottuihin laskentakuormiin.

Leca-ulkoseinärakenteen minimipaksuus määräytyy seinältä vaaditun puristus- ja vaakakuormakestävyyskäyrien, sekä sille asetettujen palonkesto- sekä lämmön- ja ääneneristävyyden vaatimusten perusteella. Aukkojen ylityspalkit valitaan kuormituksen perusteella taulukoista tai mitoitetaan ne Eurocoden standardien mukaisesti. Suurten pistekuormien osalta tarkistetaan myös paikallisen puristuskestävyyden riittävyys.

3.5.2 Mitoitusperusteet

Eristeharkoissa liittymismitta sauman keskeltä sauman keskelle on 5M (500 mm). Korkeussuunnassa moduulijako on 2M (200 mm).

Harkkoseinien suunnittelussa tulee huomioida harkkoille sopivat pystymitat. Tyypillisesti ikkunoiden ja ovien yläreunat pyritään suunnittelemaan samaan tasoon. Tällöin ovien liittymismitta (2100 mm tai 2300 mm) huomioiden maanvaraisen lattian pinta tulee sijoittaa harkon puoliväliin. Välipohjarakenne vaikuttaa paljon sekä väli-

pohjan kokonaispaksuuteen että yläpuolisten huoneiden korkeusmittoihin.

Kuvassa 22 on esimerkki mitoista, kun välipohjana on käytetty 200 mm:n ontelolaattaa ja lattialämmitys sijoitetaan eristeellä ontelolaatasta irrotetussa pintabetonilattassa tai lattiatasoitteessa. Vapaan huonekorkeuden on pientaloissa oltava vähintään 2,4 m. Leca-seinän korkeudeksi suositellaan kuitenkin 2,5 m, joka sopii paremmin harkkojen pystysuuntaiseen mitoitukseen, kun aukkojen asettamat vaatimukset otetaan huomioon.

3.5.3 Seinärakenteet

Leca Smart 380 -eristeharkkoja käytetään lämpimien tilojen maanpäällisiin seinärakenteisiin. Leca Smart 300 -eristeharkkoja käytetään tyypillisesti puolilämpimiin seinäin ja perustusten rakenteisiin.

3.5.3.1 Leca®-eristeharkot

Leca-eristeharkot ovat lujaa kivirakennetta, joka imee heikosti vettä ja kuivuu nopeasti. Harkot ovat perusharkkoja lujempaa materiaalia, mutta huokoisten Leca-sorarakoiden ansiosta myös helposti työstettäviä. Kuten muutkin harkot myös Leca-eristeharkot kestävät hyvin pohjoisten olosuhteidemme pakkasrasitusta. Harkkojen keveydestä ja hyvästä työstettävyydestä huolimatta Leca-eristeharkoista syntyy luja ja kestävä seinärakenne, joka on helppo pinnoittaa.

Leca-eristeharkot ovat biopohjaisia EPS Grafit-eristeisiä harkkoja. Harkkojen pituus on 498 mm ja korkeus 195 mm. Eristeharkkojen päissä on pontit ja urat, jotka helpottavat muuraamista ja ohjaavat harkot tarkasti paikalle.

leen. 300 mm leveissä LSH-300 harkoissa on 100 mm biopohjainen EPS Grafit eriste 100 mm harkkokuorien välissä. Leca Smart -harkossa (LSH-380) on 120 mm sisäkuori ja 100 mm ulkokuori. Leca Smart 380 -harkoissa biopohjainen EPS Grafit eristeen paksuus on 160 mm.

Leca-eristeharkot muurataan ilman pystysaumalaastia järjestelmään kehitetyllä weber ML Leca® Laastilla (talviolosuhteissa weber ML Leca® P Pakkaslaastilla). Muuraussauman paksuus on vain n. 5 mm.

Järjestelmään kuuluvat tikasraudoitteet, joita on helppo käsitellä ja joilla saadaan hyvä tartunta laastiin. Leca-eristeharkoissa oleviin mataliin uriin on helppo asentaa tikasraudoitteet siten, että laasti ympäröi teräksiä joka puolelta. Näin varmistetaan teräksen ja harkon yhteistointa.

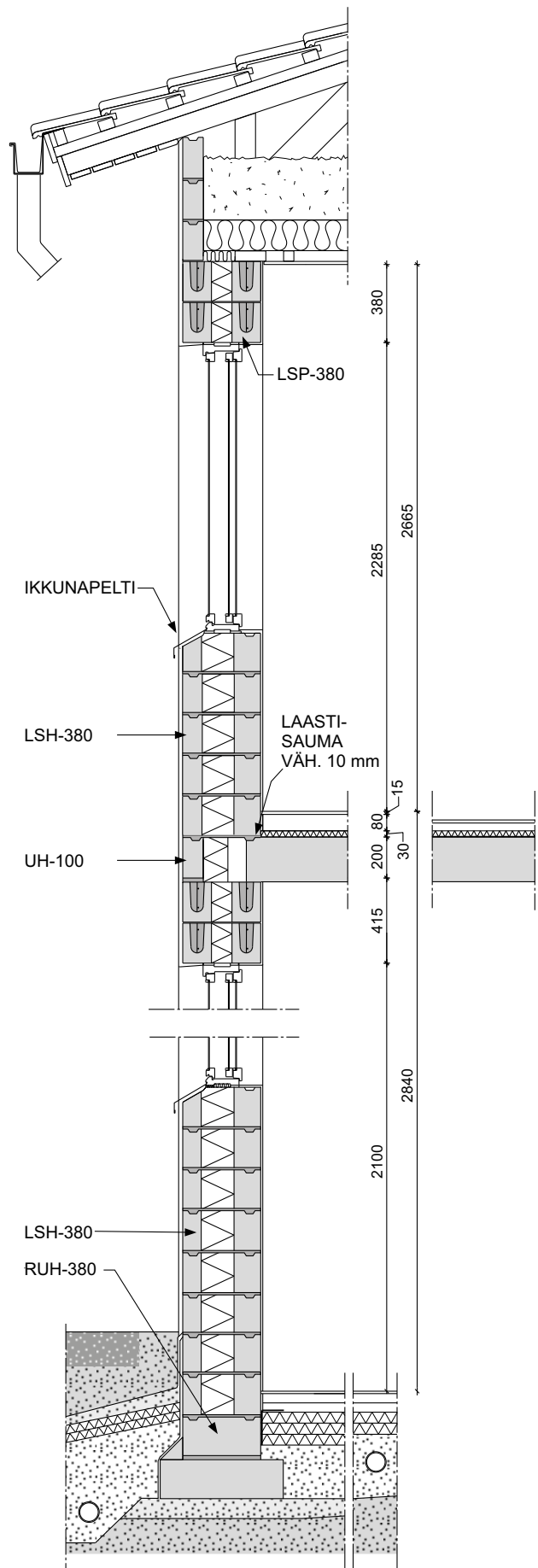
Leca-eristeharkkokonseptiin kuuluvat myös muuraussiteet ja muurauskelkka sekä talolle kestävän ja ajattoman julkisivun mahdollistava Weberin laaja rappaustuotevalikoima.

3.5.3.2 Moduulimitoitus

Leca-harkot ja Leca-eristeharkot ovat helppoja työstää ja katkaista, joten rakennukset on mahdollista suunnitella ilman moduulimitoituksen rajoituksia.

Materiaalimenekin optimoimiseksi voidaan kuitenkin käyttää 5M-moduulijakoa niin, että moduulilinjat ovat ulkoseinien sisäpinnassa. Tällöin nurkkaharkot muurataan harkkokerroksittain joko rakennuksen pituus- tai leveysuuntaan.

Pystysuuntaisessa mitoituksessa on otettava huomioon, että ikkuna- ja ovikarmien standardikorkeudet ovat $n \times M$ (100 mm) -10 mm. Leca-harkkojen ja Leca-eristeharkkojen sauman paksuuden ollessa 5 mm tulee aukon korkeudeksi $n \times 2M + 5$ mm. Näin ollen asennusvaraksi jää 15 mm. On suositeltavaa hankkia 10–20 mm standardikorkeutta matalamat karmit, jolloin asennusvaraa jää riittävästi, tai huomioida asia muuraustyön edetessä.



Kuva 22. Esimerkki pystysuuntaisesta mitoituksesta Leca Smart -seinälle.

Ikkunoiden joka sivulle suositellaan 15 mm asennus- ja tiivistysvaaraa, joka tulee huomioida ikkunoita hankittaessa tai muuraustyön edessä.

Leca-eristeharkkojärjestelmiä ei ole sidottu vain puolen harkon limitykseen. Puolenkiven limitystä tarvitaan ainoastaan erityistapauksissa ulkonäkösyistä. Rakenteellisista syistä johtuen, tulee päällekkäisten harkkokerrosten limityksen olla kuitenkin vähintään 100 mm.

Sama vaatimus koskee myös yksittäisiä, päällekkäisissä harkkokerroksissa olevia harkkoja.

3.5.3.3 Vähimmäisraudoitus

Leca-perusharkoissa käytettävä rauditus:

Perusharkot, leveys 75–150 mm:

1 Ø 8 k 800

Perusharkot, leveys 200–380 mm:

2 Ø 8 k 800

Leca-eristeharkkoseinissä käytetään vähintään seuraavaa kutistumisraudoitusta: 2 Ø 8 k 600 harjaterästä tai mustasta teräksestä valmistettua tikasraudoitetta Bi40 sisäkuoressa ja ruostumatonta tikasraudoitetta BI37R ulommaisessa harkkokuoressa.

Lisäksi rauditteet asennetaan aukkojen ala- ja yläpuolisiin harkko- saumoihin sekä ylimpään ja alimpaan saumaan. Aukkojen ala- ja yläpuoliset teräkset tulee ulottaa vähintään jatkospituuden verran aukkojen ulkopuolelle. Rakennuksen jäykistämiseksi ulkoseinien nurkissa rauditus jatketaan poikittaisille seinille. Jatkospituus tikasraudoitteille on 400 mm ja 8 mm harjateräksille 700 mm.

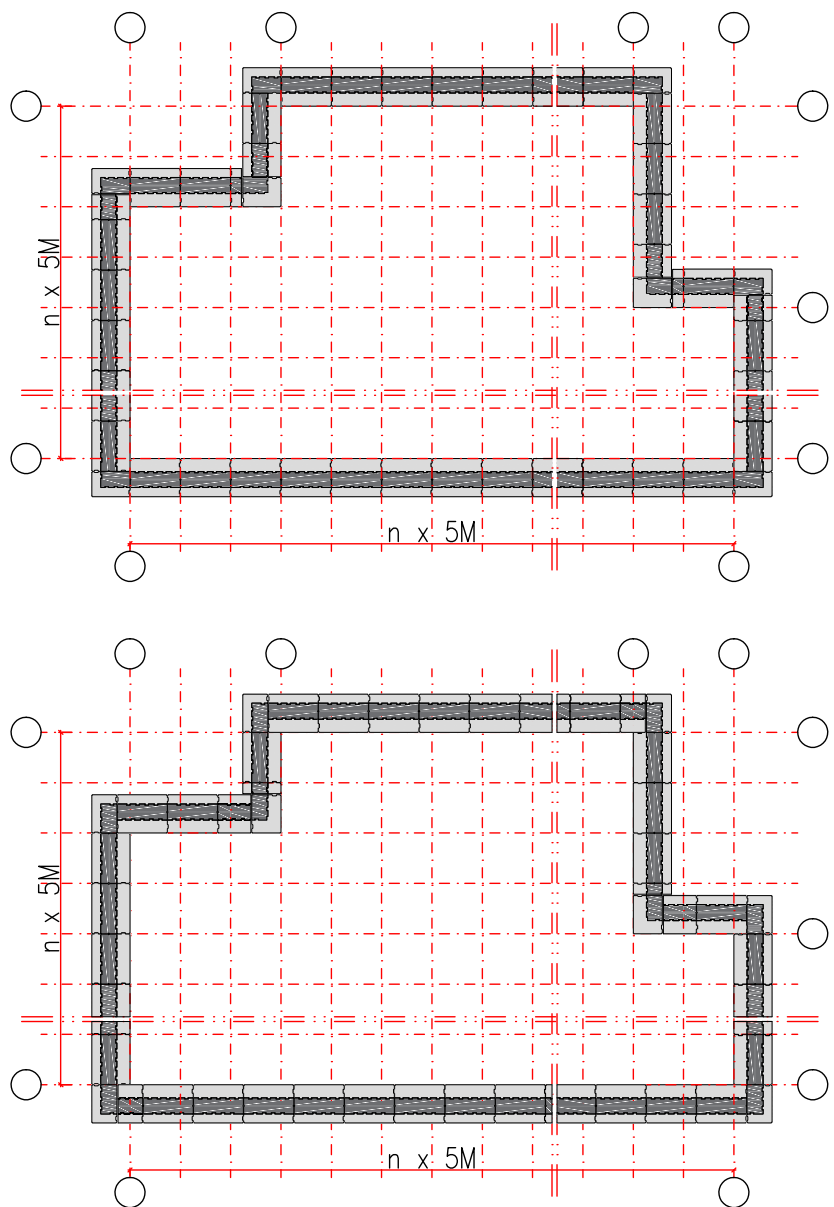
Koska harkkojen raudoitusten suojaetäisyyksiä määriteltäessä käytetään standardin EN 1996-1-1 Eurocode 6 Muurattujen rakenteiden suunnittelu mukaisia ohjeita, tulee ympäristöluokassa MX4 (suolarasi-

tetut kohteet esim. meren rannalla tai suolattujen teiden varsilla) käyttää tavallisen suojaamattoman teräksen sijasta aina joko ruostumatonta tai sinkittyä terästä.

3.5.3.4 Rengaspalkit

Rengaspalkki toimii kiinnitysalustana puurakenteille ja sitoo rakenteita. Puiset ala-, väli- ja yläpohjarakenteet tuetaan Leca Smart -harkkoseinän palkkiharkkoon (LSP-380) valetuille rengaspalkeille. Kun seinä tehdään Leca Smart 300 -harkoista, puiset ala-, väli- ja yläpohjarakenteet tuetaan LPH-140 palkkiharkkoihin vae-

tuille rengaspalkeille. LPH-140 palkkiharkkojen keskelle asennetaan 20 mm levyinen eriste tai harkkojen väliin pursotetaan polyuretaania. Palkkiharkkojen kumpaankin vakuuraan asennetaan vähintään 1 Ø 10 harjateräs. Rengasterästyksissä suositellaan käytettäväksi Ø 10 mm:n harjaterästankoja. Betonirakenteiset ala-, väli- ja yläpohjarakenteet tuetaan rengaspalkkirakenteelle. Ainoastaan kevyesti kuormitetut ontelolaatat voidaan tukea suoraan eristeharkoille suunnittelijan ohjeen mukaan.



Kuva 23. Leca Smart -harkon käyttäminen 5M moduulijaossa

3.5.3.5 Muuraussiteet Leca®-eristeharkkoseinissä

Leca-eristeharkkoseinissä asennetaan aina muuraussiteet ylimmän harkkokerroksen alapuoliseen saumaan. Jos rakennuksessa on välipohja, muuraussiteitä asennetaan myös välipohjan kummallekin puolelle. Siteitä asennetaan saumaan 1 kpl harkkoa kohti eli k 498 mm.

Kaikkien ovi- ja ikkuna-aukkojen pieliin asennetaan muuraussiteitä 1 kpl joka saumaan eli k 200. Lisäksi muuraussiteiden käyttöä suositellaan yli 3,5 m korkeissa seinissä 4 kpl/m².

3.5.3.6 Lämmöneristävyys

Leca-eristeharkkoseinät muurataan rakosaumoin ja pinnoitetaan molemmin puolin. Koska laastia ei laiteta lämmöneristeen kohdalle, syntyy siihen ilmarako. Vaakasauntaiseen saumaan asennetaan vähän paisuvaa polyuretaania. Polyuretaani asennetaan kahtena palkona laastin levittämisen jälkeen. Eristeellä vaakasaumassa parannetaan rakenteen lämmöneristävyttä ja varmistetaan myös työvirheiden sattuessa rakenteen toimivuus.

Polyuretaanisaumavaahtoa tulee käyttää varovasti, koska liiallinen saumavaahdon määrä tai liian paisuvan saumavaahdon käyttö saattaa nostaa vasta muurattua harkkoa ja estää siten laastin ja harkon välisen tartunnan.

Perinteisen Leca Smart (LSH-380) -seinärakenteen U-arvo on 0,17 W/m²K.

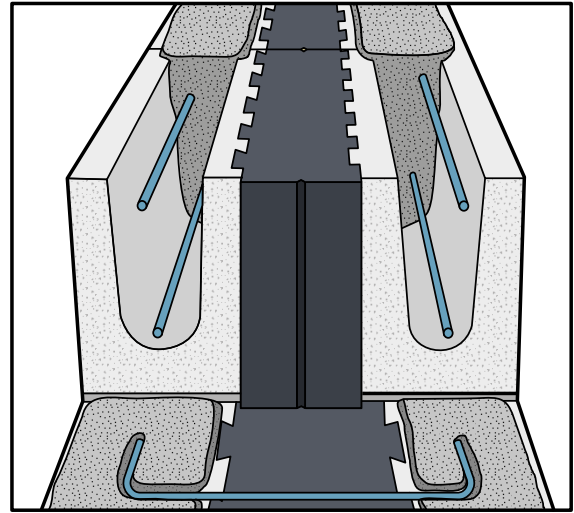
Smart-harkkoseiniä (LSH-300) käytetään pääsääntöisesti puolilämpimissä rakennuksissa ja perustusrakenteissa. LSH-300 seinärakenteen U-arvo on 0,25 W/m²K.

Polyuretaanivaahtoa tulee käyttää vaakasaumoissa aukkojen pielissä. Tällöin estetään mahdolliset karmin takaa tulevat ilmavirtaukset seinärakenteeseen. Polyuretaanisaumavaahdon pursotus tulee suorittaa vasta täysin kovettuneeseen rakenteeseen. Polyuretaanisaumavaahtoa on syytä käyttää pystysaumoissa, jos eristeiden väli jää liian suureksi tai rakentamisaikataulun ja kosteusolosuhteiden takia muuten vaaditaan. Polyuretaanivaahtoa käytettäessä tulee käyttää vähän paisuvia pistoolivaahoja.

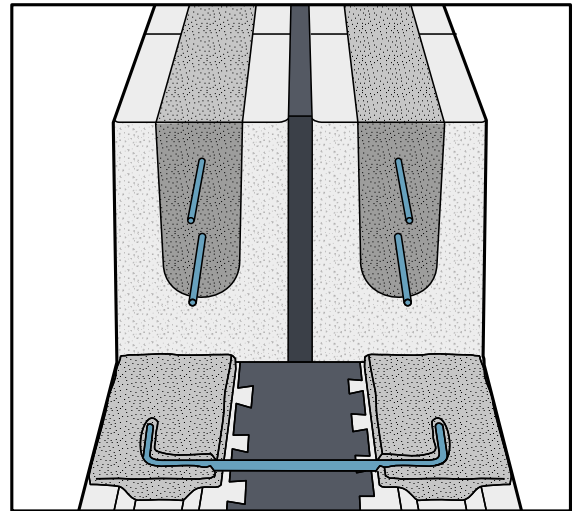
Ilmanpitävien rakenteiden ja liitosten suunnittelua käsitellään Leca-kivitalon tiivistysohjeissa.

Ohjeen ja detaljikuvat voi ladata:

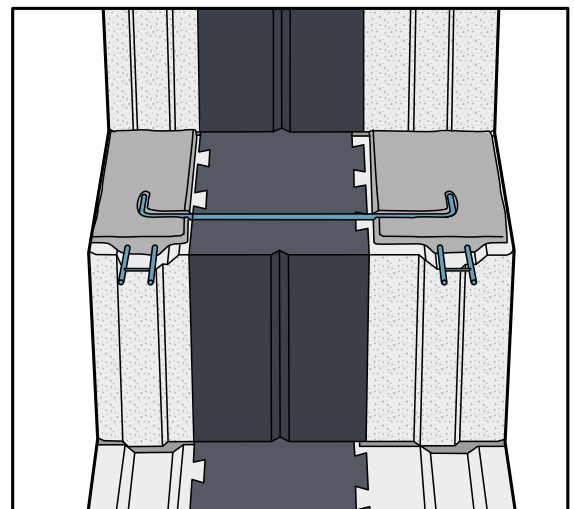
benderssuomi.fi/dokumentit



Kuva 24. LSP-380 palkkiharkkosta tehty rengaspalkki Leca Smart -seinässä.



Kuva 25. LPH-140 palkkiharkkoista tehty rengaspalkki Leca Smart LSH-300 -seinässä.



Kuva 26. Muuraussiteet ja tikasraudoitteet Leca Smart -harkkoissa.

3.5.4 Ulkoseinien mitoitus tuulikuormille

Kun ulkoseinään kohdistuu vain sen tasoa vastaan kohtisuora vaakakuorma kuten tuulikuorma, seinä mitoiteetaan siten, etteivät rakennetta rasittavan taivutusmomentin mitoitusarvo ylitä seinän momenttikestävyyden mitoitusarvoa.

Kuvissa 27–30 on esitetty vaakakuormitettujen kutistumaraudoitettujen Leca-harkkoseinien enimmäistukivälejä laskentatuulikuorman ollessa $0,8 \text{ kN/m}^2$ ($1,6 \times 0,5 \text{ kN/m}^2$). Seinien enimmäismitat muille q_{wd} -arvoille saadaan muuntamalla kuvissa 27–30 esitetyt seinän pituus- ja korkeusmitat kertoimella k :

$$k = \sqrt{(0,80 \text{ kN/m}^2/q_{wd})} (2)$$

jossa

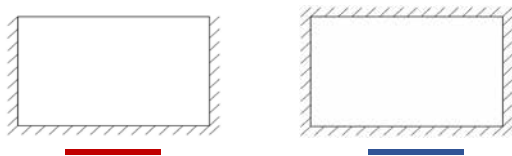
q_{wd} on muu tarkistettava tuulenpaineen laskentakuorma.

3.5.5 Ulkoseinärakenteiden pystysuoran kestävyysmitoitussarvot

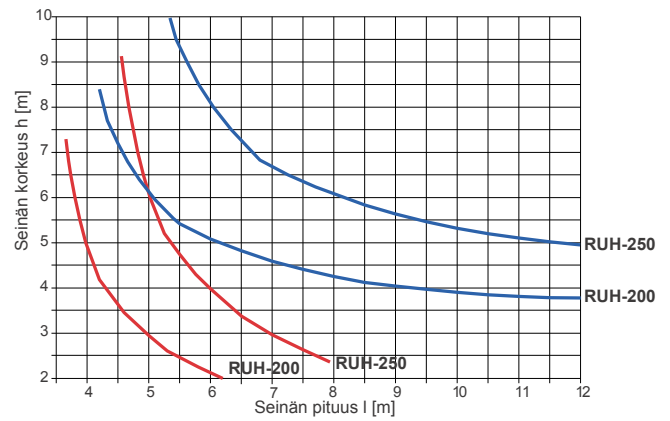
Taulukoissa 12–14 esitetyt pystysuoran kestävyysmitoitussarvot on laskettu nivelellistä rakennemallia käyttäen. Nivelellisessä mallissa seinän tehollinen korkeus on sen vapaa korkeus ja tukipinnalle voidaan tällöin olettaa tasainen jännitysjakautuma, jolloin kuorman vaikutuspiste on tukipinnan keskellä. Tarkemmilla mitoitusmenetelmillä seinän ylä- ja alapään liitosten momentti voidaan laskea ja kiinnitysaste ottaa huomioon myös tehollisen korkeuden pienennyskertoimessa.

Tehollista korkeutta voidaan myös tarvittaessa pienentää käyttämällä sivutukina jäykistäviä seiniä EN 1996-1-1 kappaleen 5.5.1.2 mukaisesti. Seinän tehollista paksuutta kasvattavat mahdolliset pilasterit. Eristeharkon ulkokuoren jäykistävä vaikutus voidaan ottaa huomioon tehollisessa paksuudessa, mikäli molemmat harkkokuoret on sidottu muuraussitein.

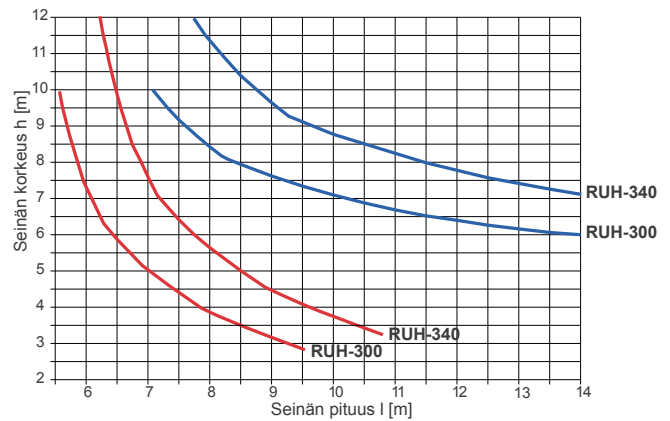
Tarvittaessa eristeharkkoseinillä myös ulkokuori voi olla kantava.



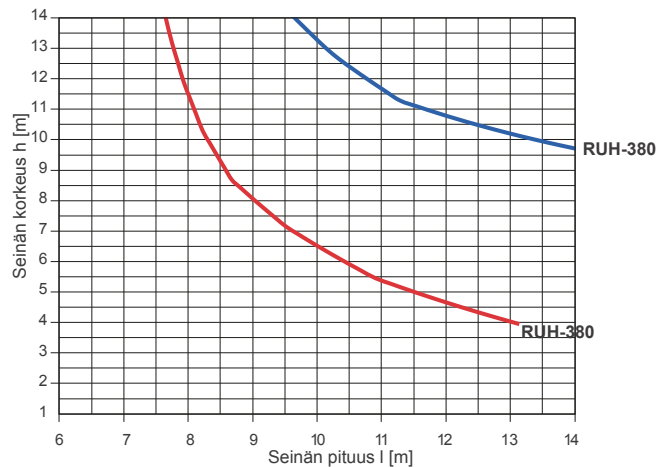
Ei suositella yli 8 metrin seinäkorkeuksia ilman erillistarkastelua. Liikuntasaumavaatimuksesta johtuen, ei suositella yli 12 m seinän leveyksiä ilman erillistarkastelua.



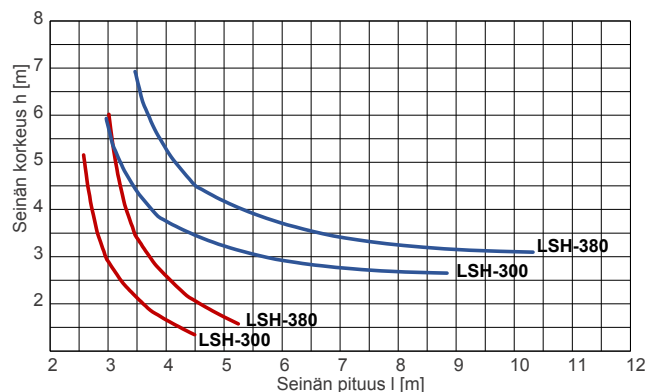
Kuva 27. RUH-200, RUH-250



Kuva 28. RUH-300, RUH-340



Kuva 29. RUH-380



Kuva 30. LSH-380/LSH-300. Koskee myös LSH-380-6 MPa-harkkoja.

Taulukoissa 12–13 on esitetty Leca-harkkoseiniä pystysuoran kestävyysmitoitussarvoja N_{Rd} , kN/m, kun seinään ei kohdistu samanaikaista vaakakuormaa. Taulukossa $h_{ef} = h$ on seinän vapaa korkeus ja e on seinän yläpään pystysuoran kuorman mitoitussarvon N_{Ed} epäkeskisyyden. Arvot sisältävät alkuepäkeskisyyden.

Taulukko 12. LSH-380

h_{ef}	$N_{Rd}, e=0$	$N_{Rd}, e=0,1t$	$N_{Rd}, e=0,2t$
2400	97 (116)	80 (100)	61 (83)
2500	92 (112)	74 (96)	56 (79)
2600	88 (108)	69 (91)	51 (74)
2700	83 (104)	64 (87)	47 (70)
2800	78 (99)	59 (82)	42 (66)
2900	73 (94)	55 (78)	38 (61)
3000	68 (90)	50 (73)	34 (57)
3100	63 (85)	46 (69)	31 (53)
3200	58 (80)	42 (64)	27 (49)
3300	53 (76)	38 (60)	24 (45)
3400	49 (72)	34 (56)	21 (42)
3500	45 (67)	31 (52)	19 (38)
3600	41 (63)	27 (48)	16 (35)
3700	37 (59)	24 (45)	14 (32)
3800	34 (55)	22 (41)	12 (29)
3900	31 (51)	19 (38)	10 (26)
4000	27 (48)	17 (35)	9 (24)

Taulukko 12b. LSH-380-6 MPa

h_{ef}	$N_{Rd}, e=0$	$N_{Rd}, e=0,1t$	$N_{Rd}, e=0,2t$
2400	137 (163)	112 (142)	86 (118)
2500	130 (158)	105 (135)	79 (112)
2600	124 (152)	98 (129)	72 (105)
2700	117 (146)	91 (122)	66 (99)
2800	110 (140)	84 (116)	60 (93)
2900	102 (133)	77 (110)	54 (87)
3000	96 (127)	71 (103)	49 (81)
3100	89 (120)	65 (97)	44 (75)
3200	82 (114)	59 (91)	39 (70)
3300	76 (107)	53 (85)	34 (64)
3400	70 (101)	48 (79)	30 (59)
3500	64 (95)	43 (74)	26 (54)
3600	58 (89)	39 (68)	23 (50)
3700	53 (83)	35 (63)	20 (45)
3800	48 (78)	31 (58)	17 (41)
3900	43 (73)	27 (54)	15 (37)
4000	39 (67)	24 (49)	12 (33)

Taulukko 13. LSH-300

h_{ef}	$N_{Rd}, e=0$	$N_{Rd}, e=0,1t$	$N_{Rd}, e=0,2t$
2400	61 (88)	46 (75)	32 (62)
2500	56 (83)	42 (70)	29 (58)
2600	51 (79)	37 (66)	25 (54)
2700	47 (75)	33 (62)	22 (50)
2800	42 (70)	29 (58)	19 (46)
2900	38 (66)	26 (54)	16 (42)
3000	34 (62)	23 (50)	13 (39)
3100	30 (58)	20 (46)	11 (35)
3200	27 (54)	17 (43)	9 (32)
3300	24 (50)	15 (39)	8 (29)
3400	21 (47)	12 (36)	6 (26)
3500	18 (43)	10 (33)	5 (23)
3600	16 (40)	9 (30)	4 (21)
3700	13 (37)	7 (27)	3 (19)
3800	12 (33)	6 (24)	2 (16)
3900	10 (31)	5 (22)	2 (14)
4000	8 (28)	4 (20)	1 (13)

Suluissa oleva arvo, kun eristeharkon ulkokuoren jäykistävä vaikutus on otettu huomioon tehollisessa paksuudessa. Tällöin molemmat harkkokuoret on sidottu muuraussitein toisiinsa.

3.6 VÄLISEINÄT

3.6.1 Väliseiniä mitoitaminen

Kantavissa väliseinissä varmistetaan seinän pystykuormien mitoitussarvojen ja suurten pistekuormien kohdalla myös paikallisen puristuskestävyyden riittävyys.

Jäykistävien väliseiniä mitoitusta, mutta lisäksi tarkistetaan seinän leikkauskestävyyden riittävyys. Jäykistävän seinän palonkestävyyden tulee olla vähintään yhtä hyvä kuin on jäykistettävälle seinälle asetettu palonkestoluokkavaatimus.

Ei-kantavan väliseiniä aukkojen ylityspalkit mitoitetaan paikan päällä tehtyinä.

3.6.2 Pystykuormakestävyys

Murtorajatilassa muuratun seinän pystysuoran kuorman mitoitussarvo N_{Ed} tulee olla pienempi tai yhtä suuri kuin seinän pystysuoran kestävyysmitoitussarvon N_{Rd} . Täytyy siis olla $N_{Ed} \leq N_{Rd}$.

Murtorajatilassa seinän yläpään kohdistuvan pystysuoran kuorman mitoitussarvo $N_{Ed} = N_{Edf} + N_{Edu}$ tulee olla pienempi kuin on seinän pystysuoran kestävyysmitoitussarvo N_{Rd} .

Taulukoissa 12–13 on esitetty Leca-harkkoseiniä pystysuoran kestävyysmitoitussarvoja N_{Rd} , kN/m, kun seinään ei kohdistu samanaikaista vaakakuormaa. Taulukossa $h_{ef} = h$ on seinän vapaa korkeus ja e on seinän yläpään pystysuoran kuorman mitoitussarvon N_{Ed} epäkeskisyyden.



Taulukoissa 14a-14h on esitetty Leca-harkkoseiniä pystysuoran kestävyden mitoitusarvoja N_{rd} , kN/m, kun seinään ei kohdistu samanaikaista vaakakuormaa. Taulukossa $h_{ef} = h$ on seinän vapaa korkeus ja e on seinän yläpään pystysuoran kuorman mitoitusarvon N_{Ed} epäkeskisyyss. Arvot sisältävät alkuepäkeskisyyden.

Taulukko 14a. UH-100 Laastisauma $g=100$ mm

h_{ef}	$e=0$	$e=0,1t$	$e=0,2t$
2400	45	34	17
2500	41	30	15
2600	38	27	13
2700	34	24	11
2800	-	-	-
2900	-	-	-
3000	-	-	-
3100	-	-	-
3200	-	-	-
3300	-	-	-
3400	-	-	-
3500	-	-	-
3600	-	-	-
3800	-	-	-
4000	-	-	-

Taulukko 14b. UH-125 Laastisauma $g=125$ mm

h_{ef}	$e=0$	$e=0,1t$	$e=0,2t$
2400	79	64	35
2500	76	61	32
2600	72	57	30
2700	69	54	27
2800	65	51	24
2900	62	47	22
3000	58	44	20
3100	55	41	18
3200	42	38	16
3300	49	36	14
3400	-	-	-
3500	-	-	-
3600	-	-	-
3800	-	-	-
4000	-	-	-

Taulukko 14c. UH-150 Laastisauma $g=150$ mm

h_{ef}	$e=0$	$e=0,1t$	$e=0,2t$
2400	112	93	57
2500	108	90	54
2600	105	87	51
2700	102	83	48
2800	98	80	45
2900	95	76	42
3000	91	73	39
3100	88	69	36
3200	84	66	33
3300	81	63	31
3400	77	60	29
3500	74	56	26
3600	70	53	24
3800	64	47	20
4000	57	42	17

Taulukko 14d. RUH-200 Laastisauma $g=140$ mm

h_{ef}	$e=0$	$e=0,1t$	$e=0,2t$
2400	119	103	69
2500	117	100	67
2600	115	98	65
2700	113	96	63
2800	111	94	60
2900	109	92	58
3000	106	90	56
3100	104	87	54
3200	102	85	52
3300	100	83	50
3400	97	80	47
3500	95	78	45
3600	92	76	43
3800	88	71	39
4000	83	66	35

Taulukko 14e. RUH-250 Laastisauma $g=190$ mm

h_{ef}	$e=0$	$e=0,1t$	$e=0,2t$
2400	171	149	105
2500	169	147	103
2600	167	145	101
2700	165	143	99
2800	163	141	96
2900	161	139	94
3000	159	137	92
3100	157	135	90
3200	155	132	88
3300	153	130	85
3400	151	128	83
3500	148	125	81
3600	146	123	78
3800	141	118	74
4000	136	113	69

Taulukko 14f. RUH-300 Laastisauma $g=200$ mm

h_{ef}	$e=0$	$e=0,1t$	$e=0,2t$
2400	192	168	121
2500	191	167	120
2600	189	165	118
2700	188	164	116
2800	186	162	115
2900	185	161	113
3000	183	159	111
3100	181	157	109
3200	180	156	108
3300	178	154	106
3400	176	152	104
3500	174	150	102
3600	173	148	100
3800	169	144	96
4000	165	140	92

Taulukko 14g. RUH-340 Laastisauma $g=230$ mm

h_{ef}	$e=0$	$e=0,1t$	$e=0,2t$
2400	224	197	143
2500	223	196	142
2600	221	195	141
2700	220	193	139
2800	219	192	138
2900	217	190	136
3000	216	189	135
3100	215	187	133
3200	213	186	131
3300	212	184	129
3400	210	182	128
3500	208	181	126
3600	207	179	124
3800	203	175	120
4000	199	172	116

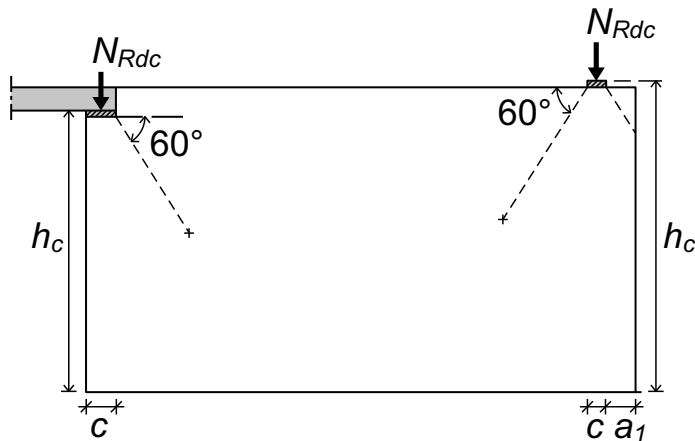
Taulukko 14h. RUH-380 Laastisauma $g=250$ mm

h_{ef}	$e=0$	$e=0,1t$	$e=0,2t$
2400	248	219	160
2500	247	218	159
2600	246	217	158
2700	245	215	157
2800	244	214	155
2900	242	213	154
3000	241	212	153
3100	240	210	151
3200	238	209	150
3300	237	207	148
3400	236	206	146
3500	234	204	145
3600	233	203	143
3800	230	200	140
4000	226	196	136



3.6.3 Paikallinen puristuskestävyys

Kun seinää kuormittaa paikallinen pystykuorma esimerkiksi palkkirakenteiden tuella, tarkistetaan, ettei paikallinen voima ylitä seinän paikallisen puristuskestävyyden mitoitusarvoa. Paikallista kestävyyttä laskettaessa voidaan käyttää korotettua puristuslujuuden arvoa. Korotuskerroin riippuu kuormituspinnan etäisyydestä seinän



Kuva 31. Pystysuoran paikallisen puristuskestävyyden mitoitusarvo N_{Rdc} . Kuormitusalan pituus = c ja etäisyys seinän päästä = a_1 .

päästä, kuormituslatasta ja kuorman alapuolisen seinän korkeudesta. Korotuskerroin on enintään 1,5.

Taulukkoon 15 on laskettu Leca-harkkoseiniä pystysuoran kuorman paikallisia kestävyiden mitoitusarvoja N_{Rdc} , kun seinän korkeus kuorman vaikutustason alla h_c on 2,0...3,0 m. Rakenteen pystysuoran kuorman paikallisen kestävyiden mitoitusarvo N_{Rdc} tulee olla suurempi tai yhtä suuri kuin seinää paikallisesti kuormittavan pystysuoran paikallisen kuorman mitoitusarvo N_{Edc} . Paikallinen puristuskestävyys tulee tarkistaa esimerkiksi, kun käytetään tässä ohjeessa suositeltua pienempää tukipintaa aukkopalkin pään alla, sekä suurten pistekuormien, kuten kattopalkkien kohdalla.

3.6.4 Jäykistävän seinän leikkauskestävyys

Pientaloissa rakennuksen rungon jäykistämiseen riittävät yleensä normaalit rakenneratkaisut ilman erityistoimenpiteitä. Ulkoseiniä raudoitetaan jatketaan nurkissa poikittaisille seinille ja yleensä jäykistävät väliseinät sidotaan ulkoseiniin jokaiseen saumaan asennettavalla siteellä.

Mikäli välipohjat voidaan olettaa jäykiksi levyiksi, vaakavoimat jaetaan jäykistävälle seinälle niiden jäykkyyksien suhteessa. Jos jäykistävien seinien sijainti on epäsymmetrinen tai vaakavoima on epäsymmetrinen rakenteen

Taulukko 15. Leca-harkkoseiniä pystysuoran kuorman paikallisen kestävyiden mitoitusarvot N_{Rdc} .

c mm	a1 mm	Korotus- kerroin	UH-100		UH-125		UH-150		RUH-200	
			f_d	N_{Rdc} kN	f_d	N_{Rdc} kN	f_d	N_{Rdc} kN	f_d	N_{Rdc} kN
50	0	1,25	1,15	7	1,15	9	1,15	11	0,79	10
50	100	1,27	1,15	7	1,15	9	1,15	11	0,79	10
50	300	1,30	1,15	8	1,15	9	1,15	11	0,79	10
50	500	1,33	1,15	8	1,15	10	1,15	12	0,79	11
50	900	1,40	1,15	8	1,15	10	1,15	12	0,79	11
50	1500	1,50	1,15	9	1,15	11	1,15	13	0,79	12
100	0	1,25	1,15	14	1,15	18	1,15	22	0,79	20
100	100	1,27	1,15	15	1,15	18	1,15	22	0,79	20
100	300	1,30	1,15	15	1,15	19	1,15	23	0,79	21
100	500	1,33	1,15	15	1,15	19	1,15	23	0,79	21
100	900	1,40	1,15	16	1,15	20	1,15	24	0,79	22
100	1500	1,50	1,15	17	1,15	22	1,15	26	0,79	24
150	0	1,25	1,15	22	1,15	27	1,15	32	0,79	30
150	100	1,27	1,15	22	1,15	27	1,15	33	0,79	30
150	300	1,30	1,15	23	1,15	28	1,15	34	0,79	31
150	500	1,33	1,15	23	1,15	29	1,15	35	0,79	32
150	900	1,40	1,15	24	1,15	30	1,15	36	0,79	33
150	1500	1,50	1,15	26	1,15	32	1,15	39	0,79	36
200	0	1,25	1,15	29	1,15	36	1,15	43	0,79	40
200	100	1,27	1,15	29	1,15	37	1,15	44	0,79	40
200	300	1,30	1,15	30	1,15	38	1,15	45	0,79	41
200	500	1,33	1,15	31	1,15	38	1,15	46	0,79	42
200	900	1,40	1,15	32	1,15	40	1,15	48	0,79	44
200	1500	1,50	1,15	35	1,15	43	1,15	52	0,79	47

jäykkyysepainopisteen suhteen, tulee rakennesysteemin kiertymisen vaikutus ottaa huomioon tarkasteltaessa yksittäisiä seinä.

Vaakakuormien aiheuttamien leikkausjännitysten katsotaan jakautuvan tasaisesti seinän puristetulle osalle. Seinän puristetun osan pituus lasketaan olettamalla puristusjännitysten jakauma lineaariseksi.

Leikkauskestävyyden tarkastelu tehdään jäykistävässä suunnassa käyttäen minimipystykuormaa. Leikkauskestävyys tarkastetaan seinän ylä- ja alareunoissa. Seinän leikkauskestävyyden mitoitusarvo saadaan seinän leikkauslujuuden mitoitusarvon, puristetun osan pituuden ja seinän paksuuden tulona.

Rakennuksen runkoa jäykistäviä seinä kuormittaa vaakakuormien aiheuttama seinän tason suuntainen leikkausvoima ja yleensä myös samanaikainen pystykuorma. Jäykistävien seinien laippoina toimivat risteävät seinät voidaan ottaa huomioon, jos niiden välinen liitos mitoitetaan vaikuttavalle pystysuoralle leikkausvoimalle. Suunnittelussa tarkistetaan, ettei leikkausvoiman mitoitusarvo ylitä seinän leikkauskestävyyttä. Leikkauskestävyydessä otetaan huomioon seinän puristettu pituus, joka lasketaan olettamalla jännitysten jakaantuminen lineaariseksi. Puristusjännitys otetaan huomioon leikkauslujuutta kasvattavana tekijänä ja mitoitusarvona käytetään rakenneosan puristetun osan keskimääräistä jännitystä.

3.6.5 Seinien korkeuden ja pituuden raja-arvot suhteessa paksuuteen käyttörajatilassa

Eurocoden (standardi EN 1996-1-1) opastavassa Liitteessä F on annettu ohjeita seinien käyttörajatilamitoitukseen. Seinälle ei tarvitse tehdä käyttörajatilatarkastelua, jos se täyttää em. standardin liitteessä F esitetyt ehdot. Liitteessä esitetyt kuvaajat rajoittavat seinän kokoa tuentatavasta riippuen. Kuvassa 32 on esitetty kolmelta tai neljältä sivulta tuettujen seinien korkeuden ja pituuden raja-arvoja suhteessa seinän paksuuteen. Tarvittaessa kantamattomat väliseinät mitoitetaan murtotilassa tilojen käyttötarkoituksen mukaisille vaakakuormille.

Seinien ollessa tuettu ylhäältä, mutta ei sivuilta, rajoitetaan korkeus h arvoon 30 t. Kuva 32 on voimassa seinille tai rakoseinän puoliskoille, joiden paksuus on vähintään 100 mm. Kuormituksen perusteella määritettyjen enimmäismittojen lisäksi on huomioitava seinien liikuntasuomien tarve. Kantamattomien seinien minimipaksuuden määräävät yleensä palonkestävyys ja ääneneristävyyden vaatimukset, jotka on käsitelty omissa kappaleissaan.

Taulukko 16. Seinän leikkauskestävyyden mitoitusarvon V_{rd} määrittäminen.

a. UH-150 pystysaumalaastilla.

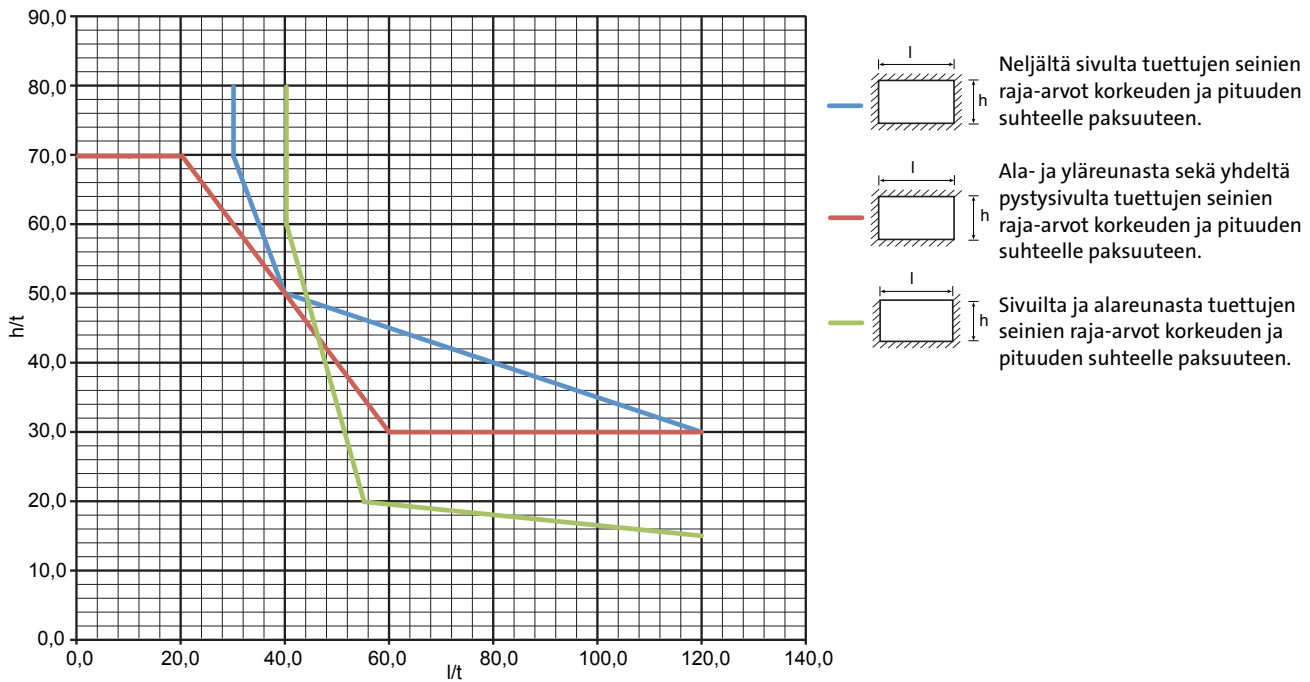
N_d [kN/m]	f_{vk} [N/mm ²]	f_{vit} [N/mm ²]	f_{vd} [N/mm ²]	V_{rd} [kN/m]
0	0,18	0,20	0,10	15,0
10	0,21	0,22	0,11	17,2
20	0,23	0,23	0,13	19,2
30	0,26	0,24	0,14	20,3
40	0,29	0,26	0,14	21,3
50	0,31	0,27	0,15	22,3
60	0,34	0,28	0,15	23,2
70	0,37	0,29	0,16	24,1
80	0,39	0,30	0,17	24,9
90	0,42	0,31	0,17	25,8
100	0,45	0,32	0,18	26,6

b. RUH-200 pystysaumalaastilla.

N_d [kN/m]	f_{vk} [N/mm ²]	f_{vit} [N/mm ²]	f_{vd} [N/mm ²]	V_{rd} [kN/m]
0	0,18	0,18	0,10	20,0
10	0,20	0,19	0,11	21,5
20	0,22	0,20	0,11	22,6
30	0,24	0,21	0,12	23,7
40	0,26	0,22	0,12	24,8
50	0,28	0,23	0,13	25,8
60	0,30	0,24	0,13	26,7
70	0,32	0,25	0,14	27,6
80	0,34	0,26	0,14	28,5
90	0,36	0,26	0,15	29,4
100	0,38	0,27	0,15	30,3

c. LSH-300, LSH-380 ja LSH-380-6 MPa ilman pystysaumalaastia.

N_d [kN/m]	LSH-300 V_{rd} [kN/m]	LSH-380 V_{rd} [kN/m]	LSH-380-6 MPa V_{rd} [kN/m]
0	13,3	14,7	14,7
10	15,6	16,9	16,9
20	17,8	19,1	19,1
30	20	21,3	21,3
40	22,2	23,6	23,6
50	24,4	25,8	25,8
60	26,7	28	28
70	28,7	30,2	30,2
80	29,6	32,4	32,4
90	30,4	33,7	34,7
100	31,2	34,5	36,9



Kuva 32. Leca-harkkoviolinien korkeuden ja pituuden raja-arvoja suhteessa seinän paksuuteen käyttörajatilassa.

3.7 LIIKUNTA SAUMAT

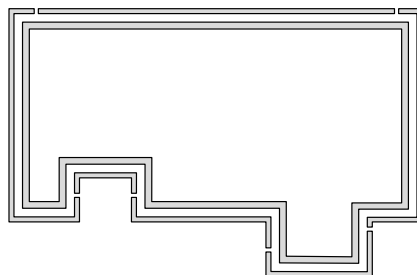
Leca-harkkoseiniin on tehtävä kutistumis- ja lämpöliikkeiden vuoksi pystysuuntaisia liikuntasauvoja 10...15 metrin välein rakennuksen ja seinän muodoista riippuen. Peruseriaate on, että mitä korkeampi ja yhtenäisempi seinä on sitä pidempi voi liikuntasaumaväli olla. Liikuntasauumat pyritään sijoittamaan sellaisiin kohtiin, jossa seinän erisuuntaiset liikkeet estyvät.

Liikuntasauama suositellaan tehtäväksi

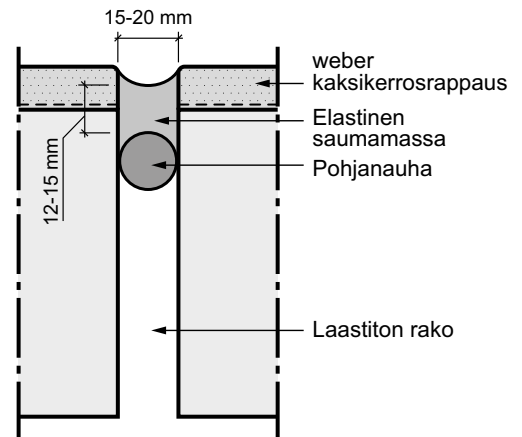
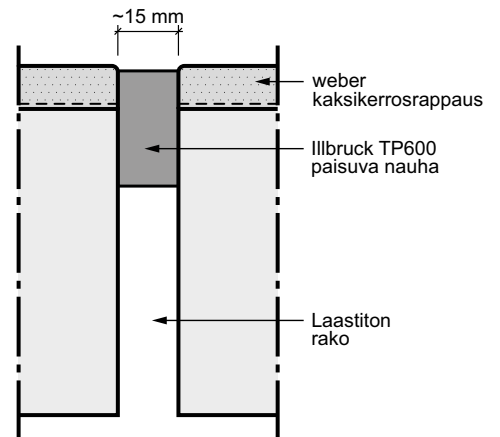
- vähintään joka toiseen nurkkaan,
- kun seinä on tuettu eri korkeudelta,
- erkereiden ja julkisivujen syvennyksien kohdalle.

Kylmät rakenteet, siipimuurit tms. on erotettava lämpimistä rakenneosista liikuntasaumalla. Koko rakenteen katkaisevat liikuntasauumat sijoitetaan tukiseinän, asuntojen välisen seinän tms. kohdalle. Rivitaloissa huoneistojen välisen seinän kohdalla ulkoseinä on suositeltavaa katkaista myös äänen sivutiesiirtymän estämiseksi. Muualle sijoitettavat liikuntasauumat tehdään vain ulkokuoreen.

Liikuntasaumassa ei saa olla läpimenevää raudoitusta. Rakenteen läpimenevä sauma on tiivistettävä sisäpuolelta ilmavuotoja ja ulkopuolelta kosteutta vastaan.



Kuva 33. Liikuntasaumojen sijoitus.



Kuva 34. Liikuntasaumojen tiivistys.

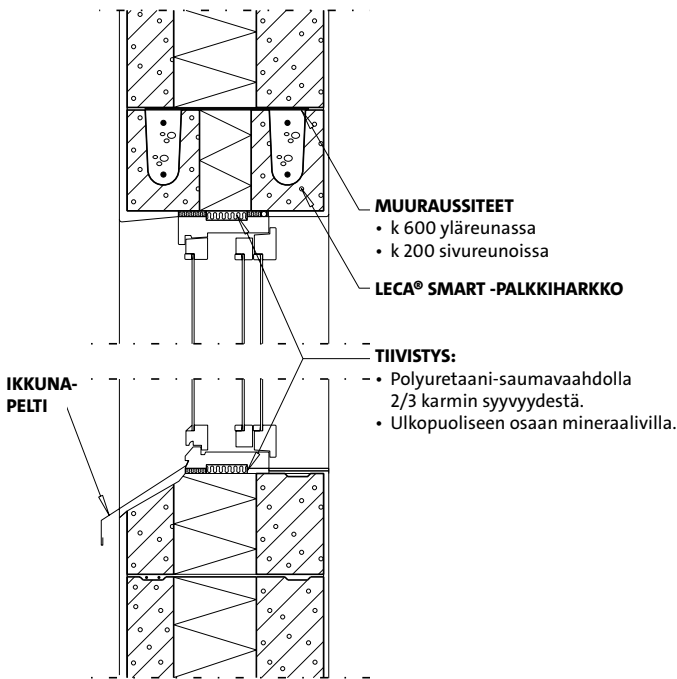
3.8 IKKUNOIDEN JA OVIEN KIINNITYS

Ikkunoiden vaakakarmit kiinnitetään Leca-harkkoseinään esimerkiksi piirrosten 35 ja 37 mukaisesti.

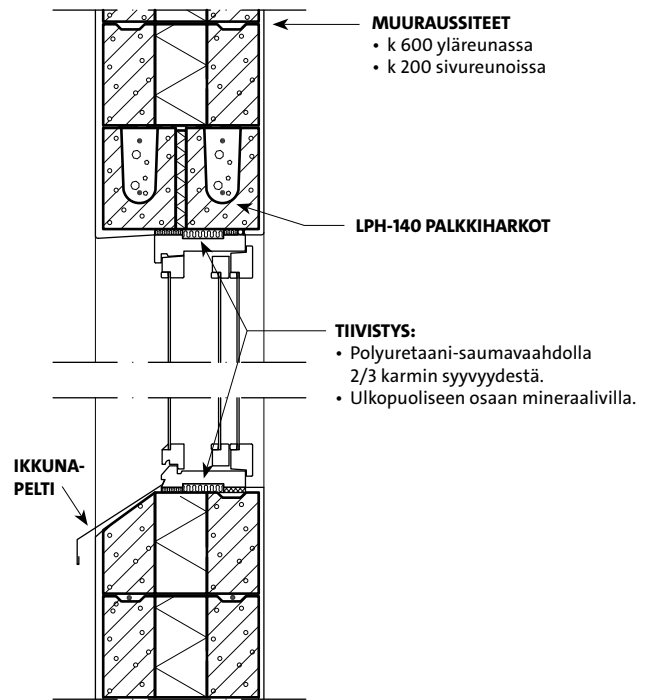
Pienten ikkunoiden pystysuuntaiset karmit voidaan kiinnittää polyuretaanisaumavaahdolla.

Suuremmat ikkunat kiinnitetään esimerkiksi kuvien 36 ja 38 esittämällä tavalla tai ikkunanvalmistajan omilla kiinnitysapuvälineillä. Harkkojen päistä otetaan riittävästi polyuretaania pois, jotta apukarmi mahtuu näin tehtyyn uraan. Suuret ikkunat voivat vaatia apukarmin myös alaosaan. Tarpeen määrittää suunnittelija. Apukarmi kiinnitetään uraan polyuretaanisaumavaahdolla.

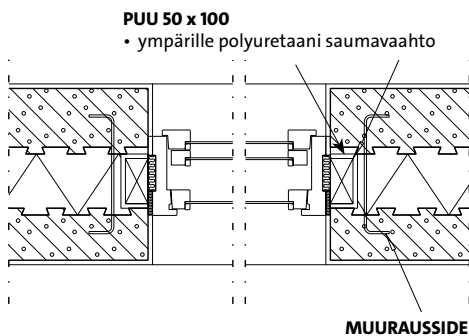
Tavanomaiset ovet kiinnitetään ikkunoiden tapaan. Raskaiden erikoisovien kuormat otetaan huomioon seinärakenteen suunnittelussa.



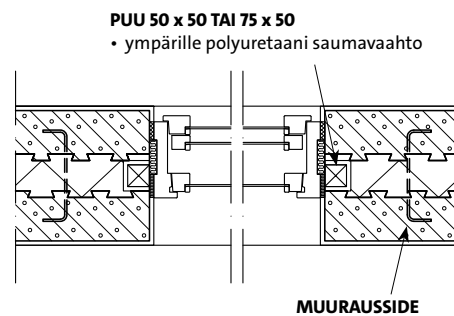
Kuva 35. Pystyleikkaus ikkunan liittymisestä Leca Smart 380 -seinään.



Kuva 37. Pystyleikkaus ikkunan liittymisestä Leca Smart 300 -seinään.



Kuva 36. Vaakaleikkaus ikkunan liittymisestä Leca Smart 380 -seinään.



Kuva 38. Vaakaleikkaus ikkunan liittymisestä Leca Smart 300 -seinään.

4 SEINIEN PINNOITUS

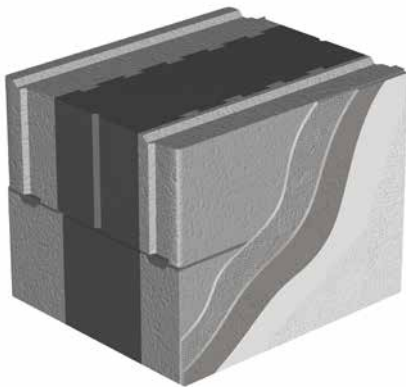
4.1 ULKOSEINIEN PINNOITUS

Leca-kivitalon ulkoseinät pinnoitetaan ulkopuolelta Weberin Kaksikerrosrappauksella.

Se on toteutettu sementtilaasteilla ja silikonihartsipinnoitteilla, jotka suojaavat hyvin alustaa kastumiselta. Kaksikerrosrappaus on harkkorakenteisten seinien yleisin rappaustapa. Sementtilaasteilla tehtävän kaksikerrosrappauksen kokonaispaksuus on keskimäärin 8-10 mm.

Leca Smart -harkkopinnat oikaistaan weber 410 Ohutrappauslaastilla kahteen kertaan. Pinnoittaminen tehdään weber Silcomaalilla ja weber Silcopinnoite+lla joista löytyy yli 200 värisävyä. Silcopinnoite pitää julkisivun pinnan kuivana, mikä vähentää merkittävästi levä- ja homekasvustoa. Weber kaksikerrosrappauksella saadaan laadukas ja kaunis lopputulos. Lopullinen pintastruktuuri voi olla ruiskutettu tai hierretty.

Rakenteen paremman kuivumisen takia suositellaan vähintään ensimmäisen rappauskerroksen tekemistä 410 Ohutrappauslaastilla harkkoseinään ennen talven tuloa. Jos rappaustyö tehdään kokonaan valmiiksi ennen ensimmäistä lämmityskautta, on suositeltavaa käyttää pohjarrappauskerroksessa vahvistuksena weber Lasikuituverkkoa 6 mm. Verkko painetaan ensimmäisen märkään 410 Ohutrappauslaastikerrokseen rappaustyön yhteydessä.



Kuva 39. Harkkoseinän kaksikerrosrappaus.

4.2 SISÄSEINIEN TASOITUS

Sisäpuoliset Leca-harkkoseinät oikaistaan weber 410 Ohutrappauslaastilla, weber 137 Oikaisulaastilla tai weber TT+ Täyttötasoitteella. Weber Lasikuituverkkoa (410 Ohutrappauslaastin tai 137 Oikaisulaastin yhteydessä) tai weber Tasoitoverkkoa (TT+ Täyttötasoitteen yhteydessä) käytetään betonivalujen ja harkkojen rajakohdissa, ylityspalkkien kohdalla, aukkojen kulmissa ja muissa kohdissa

missä saattaa esiintyä rakenteen kuivumisesta liikkumista ja siitä seuraavaa halkeilua. Aukkojen kulmissa verkko asennetaan 45-asteen kulmassa aukkoon nähden.

Lasikuituverkon käyttöä oikaisulaastikerroksessa suositellaan myös silloin, kun kiireisen aikataulun takia rakenteilla ei ole mahdollisuutta kuivua ja kutistua ennen tasoitusta.

Harkkoseinät tulee aina tasoittaa alas laskettujen kattojen kohdalta ja kiintokalusteiden takaa sekä erilaisten panelointien takaa esim. saunassa. Tasoituksella saadaan rakenteelle riittävä ilmatiiviyys ja varmistetaan rakenteen kosteustekninen toimivuus.

Pintatasoitus (kuivat tilat)

Kuivat tilat tasoitetaan weber L Pohja- ja/tai LR+ Pintatasoiteella. Pinta voidaan maalata, tapetoida tai kuvioida halutulla tavalla.

Pintatasoitus (kosteat tilat)

Kosteat tilat tasoitetaan weber V+ Hienotasoihteella ennen maalausta.



Kuva 40. Kuivan tilan seinä.

Vesieristettävät tilat

Märät tilat tasoitetaan weber MT Märkätilatasoihteella ennen vedeneristystä ja laatoitusta. Vedeneristys tehdään weberSafe tai weberSmart Vedeneristysjärjestelmä-työohjeiden mukaan.

Tarkemmat ohjeet rappaus- ja tasoitetyön toteutuksesta löytyy Weber Oppaasta tai osoitteesta www.fi.weber.

DETALJIT

Suunnitelmat ovat ohjeellisia ja niiden soveltamisesta rakennuskohteeseen vastaa rakennesuunnittelija. Suunnitelmat on tallennettu aineistopankkiin, jossa niitä voidaan selailla ja josta niitä voidaan tarvittaessa tallentaa myöhempää jatkosuunnittelua varten. Ilmanpitävien rakenteiden ja liitosten suunnittelua käsitellään ohjeessamme Leca-kivitalon tiivistysohje. Ohje ja siihen liittyvät mallisuunnitelmat löytyvät verkkosivuiltamme:

bendersuomi.fi/dokumentit



LECA®-HARKOT

LECA®-PERUSHARKOT SFS-EN 771-3 KATEGORIA 1.

Tuote	Mitat, mm lev.x pit.xkork.	kpl / m ²	kg/kpl/(n.)	kpl/lava	Laastimenekki kg/harkko(n.)
-------	-------------------------------	----------------------	-------------	----------	--------------------------------

ERIKOISHARKOT

Leca®-anturaharkko LA-400	400x590x190	1,8/m	28,6	36	1)
Leca®-harkko LPH-140 palkki	140x498x195	2/m	6,7	84	1,0 2)
Leca®-katelaatta LL-500	500x250x60	8	5,5	96	
Leca®-pilariharkko P-240	240x240x195	5/m	6,3	120	0,5 3)
Leca®-pilariharkko P-240 pontattu	240x240x200	5/m	8,0	120	3)
Leca® Lex harkko H-75	75x498x195	10	5,3	182	0,5

PERUSHARKOT, PONTILLISET

Leca® Lex-harkko UH-100	100x498x195	10	7,0	140	1,5
Leca® Lex-harkko UH-125	125x498x195	10	8,7	112	1,5
Leca® Lex-harkko UH-150	150x498x195	10	10,5	98	1,5
Leca® Lex-harkko RUH-200	200x498x195	10	12,0	80	2,5
Leca® Lex-harkko RUH-200 kulma	200x498x195	5/m	14,0	60	2,5
Leca® Lex-harkko RUH-250	250x498x195	10	15,2	64	2,5
Leca® Lex-harkko RUH-250 kulma	250x498x195	5/m	16,1	48	2,5
Leca® Lex-harkko RUH-300	300x498x195	10	17,1	56	2,5
Leca® Lex-harkko RUH-300 kulma	300x498x195	5/m	17,9	36	3,0
Leca® Lex-harkko RUH-340	340x498x195	10	19,7	48	2,5
Leca® Lex-harkko RUH-340 kulma	340x498x195	5/m	20,8	36	3,0
Leca® Lex-harkko RUH-380	380x498x195	10	21,6	48	2,5
Leca® Lex-harkko RUH-380 kulma	380x498x195	5/m	22,4	36	3,5

VÄLISEINÄHARKOT, PONTILLISET

Leca® EasyLex 88 VS harkko 66 kpl (Lava sisältää 66 väliseinäiharkkoa)	88x498x300	6,7 lavalla 9,85 m ²	735 kg/lava	66 1)	0,25
Leca® EasyLex 88 VS harkko (Väliseinäiharkko)	88x498x300	6,7	11,0		0,22-0,3
Leca® EasyLex 88 VS pääty (Väliseinä-päätyharkko)	88x498x300	3,33/m	11,0		0,22-0,3
Leca® EasyLex 88 VS puolikas (puolikas väliseinäiharkko)	88x250x300		5,5		0,1-0,15

VALUHARKOT

Leca®-betonivaluharkko BVH-150	150x498x198	10	16,9	84	4)
Leca®-betonivaluharkko BVH-150 kulma	150x398x198	5/m	13,8	48	
Leca®-betonivaluharkko BVH-200	200x498x198	10	19,8	70	5)
Leca®-betonivaluharkko BVH-200 kulma	200x448x198	5/m	17,9	60	

Leca-perusharkot ja Leca-eristeharkot harkot muurataan weber ML Leca® Laastilla, talviolosuhteissa ML Leca® P Pakkaslaastilla. Leca® EasyLex 88 VS -harkot ohutsaumamuurataan weber OL 15 Ohutsaumalaastilla, talviolosuhteissa OL 15 P Pakkasohutsaumalaastilla.

- 1) Lisäksi LA-400 harkon kourun valuun weber S 30 Sementtilaastia tai vastaavaa n. 12,5 kg/harkko
- 2) Lisäksi LPH-140 harkon kourun valuun weber S 30 Sementtilaastia tai vastaavaa n. 9,6 kg/harkko
- 3) Lisäksi P-240 harkon reiän valuun weber S 30 Sementtilaastia tai vastaavaa n. 5,5 kg/harkko
- 4) Lisäksi BVH-150 harkon betonointiin betonia n. 6,6 l/harkko
- 5) Lisäksi BVH-200 harkon betonointiin betonia n. 10,1 l/harkko

Tuote	Mitat, mm lev.x pit.xkork.	kg/kpl/(n.)
-------	-------------------------------	-------------

VALMISPALKKI

Leca® EasyLex 88-1500 palkki	88x1500x300	30
------------------------------	-------------	----

LECA®-ERISTEHARKOT SFS-EN 771-3 KATEGORIA 1.

Tuote	Mitat, mm lev.x pit.xkork.	kpl / m ²	kg/kpl/(n.)	kpl/lava	Laastimenekki kg/harkko(n.)
Leca® Smart -harkko LSH-300	300x498x195	10	18,1	64	2,0
Leca® Smart -harkko LSH-300 kulma	300x200x195	5/m	7,4	32	0,7
Leca® Smart -harkko LSH-380	380x498x195	10	20	48	2,5
Leca® Smart -harkko LSH-380-6 MPa	380x498x195	10	22,3	48	2,5
Leca® Smart -harkko LSH-380-6 MPa sisäkulma	380x290x195	5/m	13,8	32	1,1
Leca® Smart -harkko LSH-380-6 MPa ulkokulma	380x250x195	5/m	10,6	32	0,9
Leca® Smart -harkko LSP-380-6 MPa palkki	380x498x195	2/m	19,4	48	1,5 ⁷⁾

Eristeharkkojen normaali harkkolaatu 4/850 (4 MN/m² puristuslujuus, tiheys 850 kg/m³), 6 MPa -merkinnällä olevien harkkojen harkkolaatu 6/950 (6 MN/m² puristuslujuus, tiheys 950 kg/m³).

Leca-perusharkot ja Leca-eristeharkot harkot muurataan weber ML Leca® Laastilla, talviolosuhteissa ML Leca® P Pakkaslaastilla.

Leca® EasyLex 88 VS-harkot ohutsaumamuurataan weber OL 15 Ohutsaumalaastilla, talviolosuhteissa OL 15 P Pakkasohutsaumalaastilla.

7) Lisäksi LSP-380 harkon kourujen valuun weber S 30 Sementtilaastia tai vastaavaa n. 19,3 kg/harkko



MUUT LECA®-TUOTTEET

Tuote	Pakkauskoko
MUUT LECA®-HARKKOTUOTTEET	
Leca® EasyLex 2500 profiili Leca® EasyLex harkoista muurattavan seinän lähtölista ja sidonta jo olemassa olevaan seinään. Profiilin leveys 75 mm, pituus 2500 mm. 1 Profiili sisältää 4 muuraussidettä.	1 profiili (sisältää 4 muuraussidettä) Pienin tilausmäärä 10 profiilin nippu (sisältää 40 muuraussidettä)
Leca® EasyLex langanohjain Leca® EasyLex harkoista muurattavan seinän korkeusaseman ja suoruuden seuraaminen. Langanohjain asennetaan liikkuvaksi EasyLex 2500 profiiliin ja linjalanka kiinnitetään langanohjaimeen.	1 kpl Pienin tilausmäärä 10 kpl paketti
Leca® Smart LSH-300 muurausside	50 kpl/pkt
Leca® Smart LSH-380 muurausside	50 kpl/pkt
Tikasrauta BI 37 rst-teräs LSH-300, LSH-380	10 kpl x 4000 mm
Tikasrauta BI 40 LSH-300, LSH-380	10 kpl x 4000 mm

MUURAUSSKELKAT LAASTIN LEVITYKSEEN

Ohutsaumakelkka 85/88 Leca® EasyLex 88 VS-harkkojen ohutsaumamuuraukseen	1 kpl
Leca®-kelkka UH-125	1 kpl
Leca®-kelkka UH-150	1 kpl
Leca®-kelkka RUH-200	1 kpl
Leca®-kelkka 200-380 S Kelkka suljettavissa ja leveys säädettävissä. Soveltuu RUH-200...RUH-380 ja LSH-300 -harkkojen muuraukseen.	1 kpl
Leca® Smart -kelkka 380 Kelkka suljettavissa. Soveltuu LSH-380 harkkojen muuraukseen.	1 kpl
Kelkan lisäosa S Lisäosa suljettavaan ja säädettävään Leca-kelkkaan 200-380 S. Lisäosan myötä kelkka soveltuu RUH-200...RUH-380, LSH-300 ja LSH-380-harkkojen muuraukseen.	1 kpl





Benders Suomi Oy
Savilaukuntie 1, 12100 Oitti
0207 669 950*
info@benders.fi
www.benders.fi

Tilaukset: tilaukset@benders.fi
Tarjouspyynnöt: info@benders.fi

Eeva-Stiina Hautala
Tilaukset, Laskutus
040 5855 708
eeva-stiina.hautala@benders.fi

Jarmo Partanen
Myynti
040 5855 316
jarmo.partanen@benders.fi

Teemu Toivonen
Myynti
040 5432 702
teemu.toivonen@benders.fi

*Puhelun hinta lankaliittymästä soitettaessa 8,35 snt/
puhelu + 16,69 snt/min. (alv 24%).
Matkapuhelinliittymästä 8,35 snt/puhelu + 16,69 snt/
min (alv 24%)