

Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> rakennustieto.fi/rk/palvelut

Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuja artikkeleita](#)

Muuratut kevytsoraharkkorakenteet

Mikko Pöysti, diplomi-insinööri
Kehityspäällikkö, maxit Oy Ab
mikko.poysti@maxit.fi

Määräykset, ohjeet ja standardit

Leca-perusharkkorakenteet ja eristeharkkorakenteet suunnitellaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan B5 Kevytbetoniharkkorakenteet ohjeiden mukaisesti.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osa B5 kevytbetoniharkkorakenteet on uudistumassa. Uudet ohjeet tulevat tämänhetkisen tiedon mukaan voimaan vuoden 2007 alussa. Uusi Suomen rakentamismääräyskokoelman osa B5 noudattaa luonnosversion perusteella hyvin pitkälti vuodelta 1987 olevan ohjeen periaatteita. Mitoitusmenetelmät ja rakenteiden varmuudet pysyvät pääsääntöisesti samana. Vanhan B5 osan viittaukset kansallisiin tuote- ja testistandardeihin kumotaan.

Uusi rakentamismääräyskokoelman osa B5 ei vielä perustu Eurooppalaisiin rakennesuunnittelustandardeihin eli Eurocodeihin. Eurocodeihin perustuva mitoitus muuratuille rakenteille tulee Suomessa mahdolliseksi vuoden 2007 lopulla, kun EN 1996-1-1 standardin kansallinen liite valmistuu. Ympäristöministeriön suunnitelmien mukaan pelkästään Eurocodeihin pohjautuvaan mitoitukseen siirrytään vuonna 2010.

Uusi vuoden 2007 alussa voimaan astuva Suomen rakentamismääräyskokoelman osa B5 kevytbetonirakenteiden ohjeet 2006 tuo mahdolliseksi CE merkittyjen kevytsoraharkkojen käyttämisen Suomen markkinoilla. CE merkinän mahdollistavat harmonisoidut eurooppalaiset tuotestandardit kumoavat kansalliset SFS standardit. Rakentamismääräyskokoelman osa B5 viittaa kansallisiin SFS käsikirjoihin, joissa annetaan perinteisten tuote- ja testistandardien tavoin tarkat ohjeet tuotteiden laadunvalvonnalle ja ominaisuuksille. SFS käsikirjat kumoavat vanhat SFS 4528 ja SFS4529 standardit. Kevyt-soraharkkoja koskevat SFS käsikirjat on laadittu hyvin pitkälti noudattaen harmonisoitujen eurooppalaisten tuotestandardien periaatteita. Kohdissa, joissa suomalainen mitoitusmenetelmä on vaatinut poikkeamista EN standardien menettelystä, on tehty kansallinen ratkaisu.

Näissäkin kohdin SFS käsikirjoissa on selostettu menetelmä siirtymisestä eurooppalaisesta CE merkinnästä ja Eurocode mitoituksesta kansalliseen mitoitukseen ja päinvastoin. Testimenetelmät puristuslujuuden testausta lukuun ottamatta noudattavat eurooppalaisten standardien testimenetelmiä.

Paloteknisessä mitoituksessa mitoitusperusteet ja taulukkoarvot ovat yhtenäiset Rakentamismääräyskokoelman osan B5 ja Eurocode palomitoituksen (EN 1996-1-2) kansallisen liitteen välillä, joskin muurattujen rakenteiden palomitoituksen Eurocoden (EN 1996-1-2) kansallinen liite antaa enemmän taulukkoarvoja ja tarvittaessa mitoitusmenetelmän.

Suunnitteluperusteet

Kantavien rakenteiden mitoituksessa eristeharkkojen lämmöneristeen ja muuraussiteiden ei oleteta siirtävän kuormia. Tuulikuormat kuitenkin siirtyvät kuorelta toiselle lämmöneristeen välittämänä. Useimmissa eristeharkkoissa molemmat kuoret voidaan mitoitaa kantavina.

Rakenteet mitoitetaan rajatilamenettelyllä rakenteellisia ohjeita noudattaen ja suunnitellaan sekä murto- että käyttörajatilat huomioon ottaen. Kevyt-soraharkkorakenteiden valmiit taulukot ja mitoitusohjeet on laadittu osavarmuusmenetelmillä. Näin ollen taulukoissa ja mitoituskäyrissä ilmoitettuja kestävyyskiä on verrattava kuormitusnormien mukaisilla varmuuskerroimilla kerrottuihin laskentakuormiin.

Muuraustarvikkeet

Harkot

Harkkojen pääraaka-aine on Leca-kevytsora. Sitä valmistetaan paisuttamalla savea korkeassa lämpötilassa, jolloin muodostuu pinnaltaan varsin tiiviitä, mutta sisältä täysin huokoisia rakeita. Juuri huokoisuus tekee kevytsorasta keveän ja hyvin lämpöä eristävän. Leca-harkot valmistetaan maakosteasta massasta, joka sisältää kevytsorarakoiden lisäksi sementtiä, hiekkaa ja vettä.

Leca-harkkojärjestelmän muodostavat perusharkot (harkkolaatu 3/650, puristuslujuus 3 N/mm² ja tiheys 650 kg/m³), polyuretaani ja EPS eristeiset eristeharkot (harkkolaatu yleensä 4/700) sekä muut erikoisharkot, joita ovat esimerkiksi pilariharkko ja anturaharkko.

Matalaperustusten perusmuurit muurataan yleensä 200–380 mm levyisillä harkkoilla ja kellarin maanpaineseinät 240–380 mm leveillä perusharkkoilla. Kapeampia harkkoja käytetään väliseinissä ja kaksinkertaisissa seinärakenteissa. Eristeharkkoja on sekä polyuretaani- että EPS-eristeisinä. Eristeharkkoja käytetään lämpimien tilojen seinärakenteissa sekä tiilitalojen, puurunkoisten ja tiiliverhottujen talojen sokkeleissa sekä puolilämpimien tilojen seinärakenteissa. Anturaharkkoa käytettäessä vältetään perustuksen muuttivot ja betonivalut. Järjestelmän joustavuutta lisäävät vielä palkkien ja pilareiden tekemiseen tarkoitettut harkot.

Harkkoja on tarvittaessa helppo työstää. Leca-harkkojen mitat on valittu siten, että suunnitelmallinen moduulimitoitus (vaakasunnassa 3M = 300 mm ja pystysunnassa 2M = 200 mm) vähentää harkkojen katkaisutarvetta. Lämpimien tilojen seiniin tarkoitettut eristeharkot on useimmiten mitoitettu muurattaviksi ilman pystysaumalaastia. Muiden harkkojen mitoissa on otettu huomioon 10 mm pystysauma. Keveydestä ja työstettävyydestä huolimatta Leca-harkkoista syntyy kestävä ja luja seinärakenne. Reilunkokoisiin uriin on helppo asentaa vaakaraiditus siten, että laasti ympäröi joka puolelta teräksiä suojellen niitä korroosiolta ja varmistaen teräksen ja harkon yhteistoiminnan.

Muurauslaasti

Kevytsoraharkkorakenteissa käytetään SFS käsikirjan muurauslaasteja käsittelevän osan mukaisia muurauslaasteja. Rakentamismääräyskoelman osassa B5 annetaan muurauslaastille vaatimuksia mm. puristus- ja tartuntalujuuden osalta. Laastin puristuslujuusluokan tulee olla vähintään 7,5 MPa ulkona olevissa rakenteissa ja vähintään 5 MPa sisätiloissa. Muurauslaastin on oleellista antaa riittävä korroosiosuoja raudoitukselle ja sitoa kovettuessaan harkot yhtenäiseksi rakenteeksi. Yleisimmin harkot muurataan M100/500 harkkolaastilla, jossa on n. 100 paino-osaa muurausementtiä ja 500 paino-osaa hiekkaa. Ohutsaumalaasteilla muurataan eriste- tai väliseinäharkkoja.

Raudoitteet ja muuraussiteet

Rakenteisiin kohdistuvia vetorasituksia vastaanottamaan käytetään Suomen rakentamismääräyskoelman osan B5 mukaisia betoniteräksiä tai ruostumattomia teräksiä. Ohutsauma-raidotteina käytetään standardin SFS-EN 845-3

mukaisia raudoitteita. Raudoitteen etäisyyden rakenteen pinnasta tulee olla vähintään 15 mm sisätiloissa tai kun käytetään ruostumattomasta teräksestä valmistettuja raudoitteita, muulloin 30 mm. Raudoitteet voidaan sijoittaa kouruun tai uraan siten, että raudoitetta ympäröivän laastikerroksen paksuus on vähintään 15 mm, kuitenkin vähintään 10 mm raudoitteen ja yläpuolisen harkon alareunan välillä. [1]

Muuraussiteitä käytetään eriteharkkorakenteissa sitomaan ja tukemaan eristeen molemmilla puolilla olevia kuoria toisiinsa. Tavallisimmin muuraussiteet ovat 4 mm ruostumattomasta teräslangasta taivutettuja siteitä. Rakentamismääräyskoelman osa B5 antaa mahdollisuuden käyttää myös muita muuraussiteitä, kuten 50 µm kuumasinkkikerroksella päällystettyjä terässiteitä tai standardin SFS-EN 845-1 mukaisia muuraussiteitä, kunhan näiden ominaisuudet on vaatimusten mukaan selvitetty [1].

Harkkomuurin aineominaisuudet

Yleislaastilla tai ohutsaumalaastilla muuratun muurin puristuslujuuden ominaisarvoina käytetään taulukon 1 arvoja kevytsoraharkkoille.

Taulukko 1. Kevytsoraharkkomuurin ominaislujuudet [1].

	Ominaislujuus
Puristus	$f_{ck} = 0,70 f_{qm}$
Taivutuslujuus vaakasauvojen suuntaisessa murtotasossa	$f_{xk1} = 0,26 N/mm^2$ ¹⁾
Taivutuslujuus vaakasauvojen suuntaa vastaan kohtisuorassa tasossa	$f_{xk2} = 0,10 f_{qm}$ ¹⁾
Leikkaus	$f_{vk} = 0,06 f_{qm}$

¹⁾ Käytettäessä muurauslaastia M 100/500 tai ohutsaumalaastia, jonka leikkauslujuus (SFS-EN 1052-3) on kevytsoraharkkomuurille vähintään 0,06 f_{qm}. Muita laasteja käytettäessä lujuusarvojen on perustuttava erillisiin selvityksiin.

Taulukon merkinnät:

- f_{ck} on muurin puristuslujuuden ominaisarvo
- f_{qm} on kevytsorabetonin massan puristuslujuuden keskiarvo
- f_{xk1} on taivutusvetolujuuden ominaisarvo vaakasauvojen suuntaisessa murtotasossa
- f_{xk2} on taivutusvetolujuuden ominaisarvo vaakasauvojen suuntaa vastaan kohtisuorassa murtotasossa, mutta kuitenkin enintään murtotasossa toimivien muurauskappaleiden taivutuskapasiteetti
- f_{vk} on leikkaustartuntalujuuden ominaisarvo

Kuivumiskutistuma kevytsoraharkkomuurille on < 0,6 mm/m.

Lämpölaajeneminen kevytsoraharkkomuurille on 6×10^{-6} 1/K.

Perustukset

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.

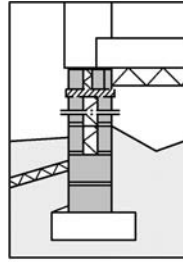
Perustamistavan valintaan vaikuttavat eniten rakennuspohjan laatu, rakennuksen muoto ja käyttötarkoitus, käytettävät rakenteet sekä rakennuspaikan sijainti ja korkeussuhteet. Suunnittelun ehdoton lähtökohta on perustusten moitteeton ja luotettava toiminta niin lujituksen kuin lämmön- ja kosteudeneristyksen suhteen. Toimintatavaltaan ja rakenteeltaan erilaiset Leca-harkkoperustustyytit on esitetty kuvassa 1. Samassa rakennuksessa voidaan käyttää rinnan myös eri perustustyyppisiä.

Matalaperustus

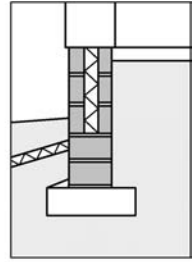
Yleisin pientalojen perustamistapa on matala perusmuuri. Siihen kohdistuvat kuormitukset riippuvat siitä, onko alapohja maanvarainen vai kantava. Alapohja on edullisinta rakentaa maanvaraisena silloin, kun rakennuspaikan korkeuserot ovat pienet. Korkeuserot kasvattavat tarvittavia täyttömääriä. Jos korkeuserot 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. Matalaperustuksissa, jotka perustetaan routivilla mailla roudattoman perustamissyvyyden yläpuolelle, estetään perustuksen alla olevan routivan maapohjan jäätyminen routasuojauksella.

Perusmuurin raudoitus

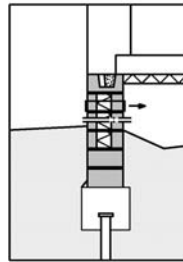
Matala perusmuuri raudoitetaan ylimmässä saumassa kahdella 10 mm harjaterästangolla. Myös



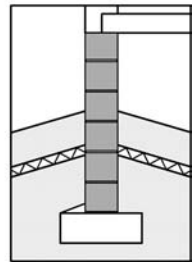
Ryömintätalainen



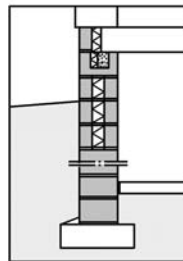
Maanvarainen



Paalutettu



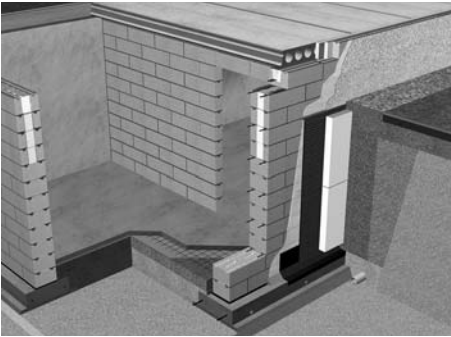
Pilariperustus



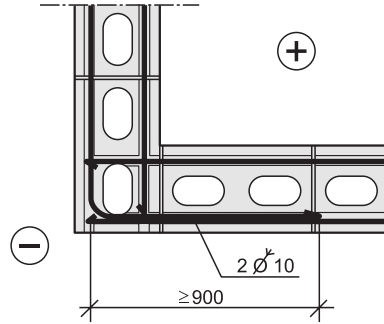
Kellarillinen

Kuva 1. Yleisimmät Leca-harkkoperustukset.

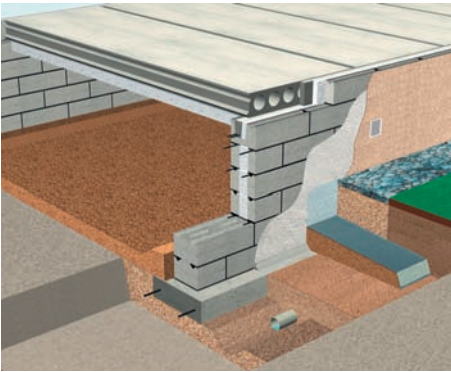
antura raudoitetaan koko talon ympäri jatkuvalle raudoituksella suunnitelmien mukaan. Raudoitus asennetaan myös kahden alimman harkkokerroksen väliseen saumaan.



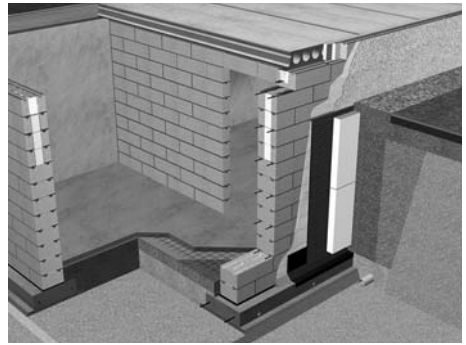
Kuva 2. Maanvarainen perustus.



Kuva 4. Maanpaineeseinän raudoitus.



Kuva 3. Ryömintätilainen perustus.



Kuva 5. Kellarillinen perustus.

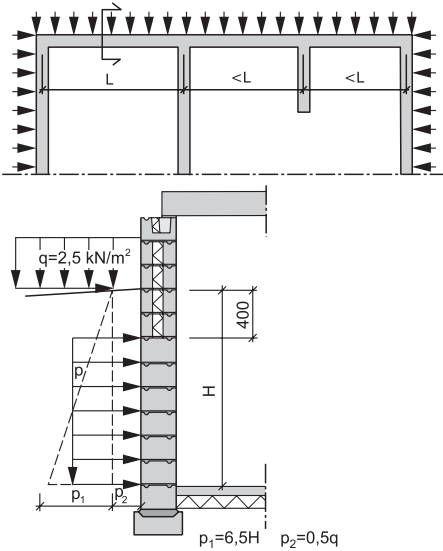
Kellarillinen perustus

Aukottoman kellariseinän kantavuus pystykuormille on yleensä riittävä pientaloissa. Rinneratkaisuissa alarinteen puolella on usein suuriakin aukkoja. Tällöin mitoituksessa tarkistetaan aukkojen pielen puristuskestävyys artikkelin kohdan *Aukkojen vaikutus seinän kantavuuteen* mukaisesti. Kellarin seinissä käytetään vaakaraudoitusta, jolloin maanpaine siirtyy pystytukina toimiville poikittaisille väli- ja ulkoseinille. 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 10 mm harjaterästangoilla 900 mm ja 8 mm harjaterästangoilla 700 mm. Kuva 4 esittää oikeaa nurkan raudoitusta. Sisäpinnan raudoitusta suositellaan jatkettavaksi tukien kohdalla ja ulkopinnan raudoitusta jännevälin keskellä.

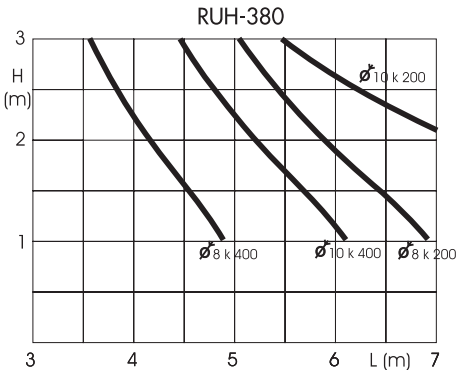
Maanpaineeseinien mitoitus

Kellarin seinän vierusta täytetään karkealla soralla, joka ei roudi ja joka läpäisee hyvin vettä. Mitoituksessa voidaan tällöin yleensä käyttää kitkamaalle annettuja maanpaineen arvoja. Vaakaraudoitetuissa seinissä maanpaineen odotetaan jakautuvan tasaisesti. Kuvassa 6 on esitetty murtorajatilamitoituksessa käytettäviä maanpaineekuormia erilaisilla täytön korkeuksilla, kun seinässä on 0,4 m syvä sokkelihalkaisu maanpinnan alapuolella.

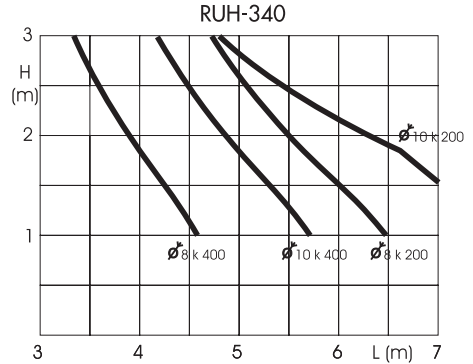
Pintakuormaksi on oletettu 2,5 kN/m², joka vastaa esimerkiksi keveiden ajoneuvojen kuormaa. Poikittaiset jäykistävät seinät voivat olla joko pilareita tai väliseiniä. Poikittaisen väliseinän mitoitus tapahtuu jäykistävän seinän mitoituksen mukaisesti. Maanpaineeseinät voidaan mitoittaa kuvien 7–10 avulla, silloin kun harkkojen pystysaumoissa käytetään laastia. Kuvissa on esitetty kellarin seinien enimmäistukiväli eri paksuisille Leca-harkoille, kun täytön korkeus on 1–3 m ja kuormitus kuvan 6 mukainen.



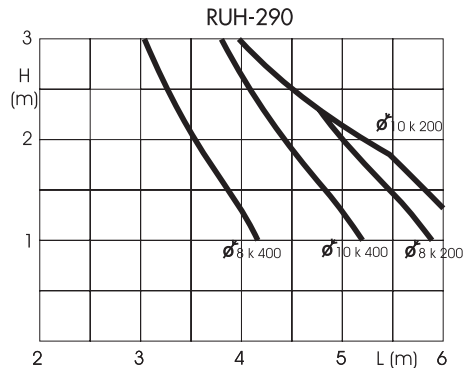
Kuva 6. Kellarin seinän mitoitus ja maanpaineen laskenta-arvo.



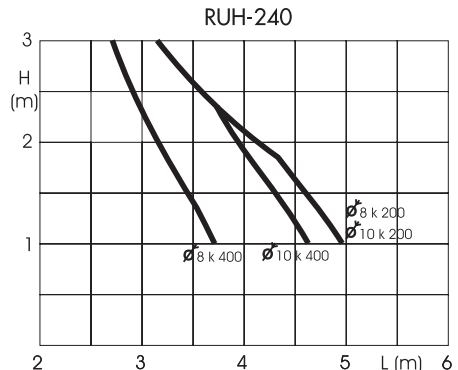
Kuva 7. Maanpaineeseinän enimmäistukiväli. Seinän paksuus 380 mm. Harkot 3/650. Teräs A500HW. Pystysaumoissa laastia.



Kuva 8. Maanpaineeseinän enimmäistukiväli. Seinän paksuus 340 mm. Harkot 3/650. Teräs A500HW. Pystysaumoissa laastia.



Kuva 9. Maanpaineeseinän enimmäistukiväli. Seinän paksuus 290 mm. Harkot 3/650. Teräs A500HW. Pystysaumoissa laastia.



Kuva 10. Maanpaineeseinän enimmäistukiväli. Seinän paksuus 240 mm. Harkot 3/650. Teräs A500HW. Pystysaumoissa laastia.

Kellarinseinän lämmöneristävyyys

Kellarin käyttötarkoitus määrittää vaadittavan lämmöneristävyyden. Yleensä ne suunnitellaan asuintilojen vaatimusten mukaan. Maanpinnan alapuolella voidaan ottaa huomioon maan lämmönvastus. 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. Maanpaineisiin rakennetaan aina eristeettömistä perusharkkoista ja ulkopinnassa käytetään tarvittaessa lisäeristystä. Kuvassa 11 on esitetty Leca Design kellarin seinän u-arvot ulkopuolisen täyttökerroksen vaihdellessa. Kuva perustuu oletukseen, että huonekorkeus on 2,5 m ja eristeharkkoja käytetään kaksi harkkokerrosta maanpinnan alapuolella.

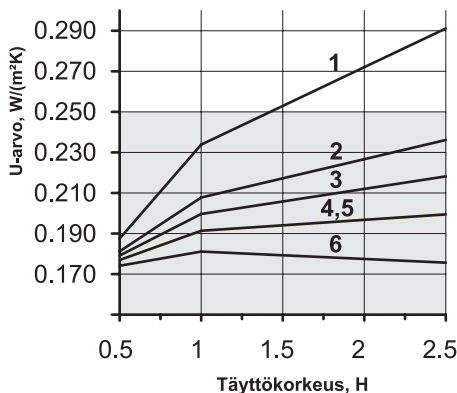
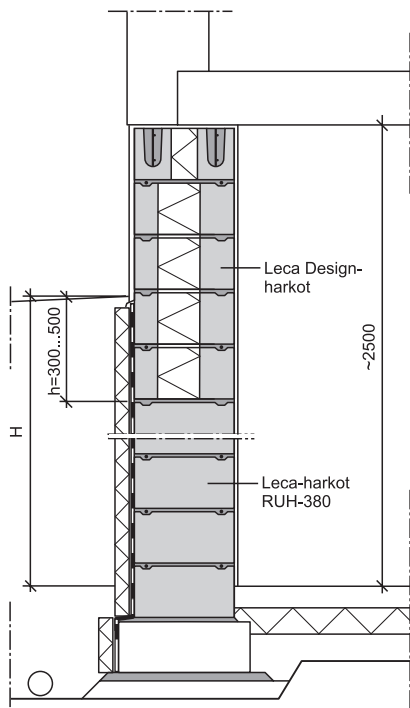
Lisäksi rakenteen ulkopuolella tulee olla kunollinen salaojitus, jotta maaperä on kuiva.

Pilariharkkoperustus

Pilariharkkoa P-240 on edullista käyttää keveiden rakennusten, kuten kesähuviloiden ja autokatosten perustuspilareiden tekemiseen. Routivalla maapohjalla pilarit perustetaan yleensä roudattomaan syvyyteen. Pilariharkkojen ydin valetaan betonista K25 tai vähintään saman lujuisesta kuivabetonista. Pilarit raudoitetaan keskele sijoitettavalla 12 mm harjaterästangolla.

Perusmuurin pinnoitus

Sekä matalaperusteinen että kellarillinen perusmuuri, tulee pinnoittaa maanpinnan alapuolisilta ja yläpuolisilta osiltaan käyttötarkoitukseen soveltuvalla laastilla (esim. Serpo 137 Sokkeli- ja oikaisulaastilla). Perustusten näkyvältä osalta voidaan rappaus lisäksi pinnoittaa Rouhepinnoituksella tai värillisellä julkisivupinnoitteella. Kellarillisissa perustuksissa tulee käyttää ulkopuolista kosteudeneristystä. Tarvittaessa kosteudeneristys asennetaan myös matalaperusteis-



- 1 Ilman lisäeristettä
- 2 EPS 50 mm
- 3 XPS 50 mm
- 4 KS 200 mm
- 5 EPS 100 mm
- 6 XPS 100 mm

seen sokkeliin. Ennen perusmuurilevyistä tai kumibitumikermeistä tehtävää kosteudeneristystä harkkopinta tulee pinnoittaa esimerkiksi Serpo 137 Sokkeli- ja oikaisulaastilla.

Radonratkaisut Leca-perustuksissa

Leca-perustukset tulee tiivistää siten, että radonpitoisen ilman pääsy sisätiloihin estetään. Betonilaatta on yleensä riittävän tiivis radonkaasuille, joten huomiota tulee kiinnittää etenkin liitoskohtien ja läpivientien tiivistämiseen. Tiivistäminen suoritetaan mieluiten kumibitumikermikaistalla.

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

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

Ulkoseinät

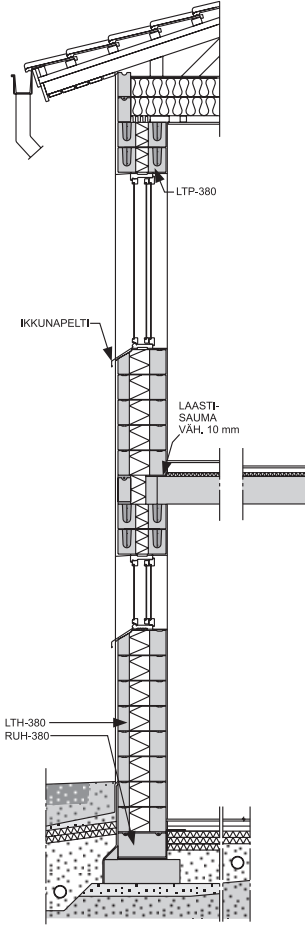
Mitoitusperusteet

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

Oheisessa pystyleikkauksessa on esimerkiksi rakenteesta, kun välipohjana on käytetty 200 mm ontelolaattaa ja lattialämmitys sijaitsee eristeellä ontelolaatasta irrotetussa pintabetonilaa-tassa tai lattiatasoisiteessa. Vapaan huonekorkeuden on pientaloissa oltava vähintään 2,4 m. Leca-harkkoseinän korkeudeksi suositellaan kuitenkin 2,5 m, joka sopii paremmin harkkojen pystysuuntaiseen mitoitukseen, kun aukkojen asettamat vaatimukset otetaan huomioon.

Vähimmäisraudoitus

Leca-harkoissa käytettävä vähimmäisraudoitus: Perusharkot, leveys 75–150 mm: 1 Ø 8 k 800 Perusharkot, leveys 200–380 mm: 2 Ø 8 k 800 Eristeharkot, 2 Ø 8 k 600 tai tikasraudoitteet



Kuva 12. Esimerkki eristeharkkoseinän rakenteesta.

Lisäksi kutistumaraudoitteet asennetaan aukkojen ala- ja yläpuolisiin harkkosaumoihin sekä kahden ylimmän ja alimman harkkokerroksen välisiin saumoihin. Aukkojen ala- ja yläpuoliset teräsket tulee ulottaa vähintään jatkospituuden (400 mm) verran aukkojen ulkopuolelle. Rakennuksen jäykistämiseksi ulkoseinien nurkissa rauditus jatketaan poikittaisille seinille.

Lämmöneristävyys

Leca-eristeharkot muurataan rakosaumoin ja pinnoitetaan molemmin puolin. Koska laastia ei laiteta lämmöneristeen kohdalle, syntyy siihen ilmarako. Eristeharkkorakenteen lämmöneris-

Taulukko 2. maxit Oy Ab:n Leca-harkkoseinien u-arvot [W/m²K].

Harkkotyyppi	Harkon leveys mm	u-arvo maan päällä	u-arvo maanpinnan alla	
			0...1 m	1...2 m
Perusharkko RUH-240	240	0,74	0,56	0,33
RUH-290	290	0,63	0,50	0,31
RUH-340	340	0,55	0,45	0,29
RUH-380	380	0,50	0,41	0,28
Lecaterm-harkko LTS-290	290	0,36 ²⁾		
LTH-300	300	0,25 ¹⁾		
LTE-340	340	0,22 ¹⁾		
LTE-340	340	0,25 ³⁾		
Leca Design -harkko LTH-380	380	0,18 ³⁾		

¹⁾ villakaista vaakasaumassa

²⁾ pystysaumoissa laastia

³⁾ ilman villakaistaa vaakasaumassa

tyskykyä voidaan vielä parantaa käyttämällä mineraalivillakaistaa vaakasaumassa. Eristeharkkojen harkkokuorien paksuudet, eristepaksuudet ja eristemateriaalit vaihtelevat valmistajakohtaisesti. Oheisessa taulukossa on esitetty esimerkkinä maxit Oy Ab:n harkkoseinien lämmönläpäisykerroimet.

Muuraussiteet

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 600 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.

Rengaspalkit

Leca-eristeharkkoseinän ala-, väli- ja yläpohjarakenteet tuetaan palkkiharkkoihin valetuille rengaspalkeille, johon asennetaan palkkiharkkojärjestelmään kuuluva rauditus. Rengasterästyksissä suositellaan käytettäväksi Ø 10 mm harjaterästankoja.

Kantavien seinien mitoitus pystykuormille

Muuratun seinän ja pilarin puristuskestävyys N_u lasketaan kaavalla:

$$N_u = \frac{1 - 2 e_d/t_e}{1 + 0,001 (H_o/t_e)^2} A_c f_{cd}$$

jossa

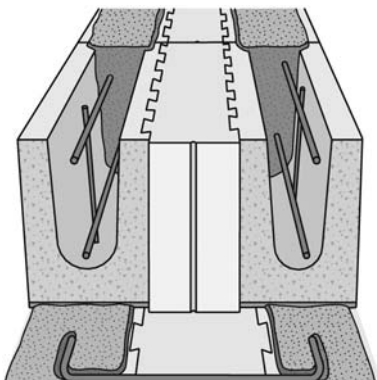
e_d on normaalivoiman ensimmäisen kertaluvun epäkeskisyyden laskenta-arvo

H_o on nurjahduspituus

t_e on rakenteen tehollinen paksuus

A_c on muuratun rakenteen nettopoikkileikkausalaa

f_{cd} on muurin puristuslujuuden laskenta-arvo.



Kuva 13. Raudoitteet Leca Design -rengaspalkissa.

Normaalivoiman ensimmäisen kertaluvun epäkeskisyyden laskenta-arvo e_d lasketaan kaavalla:

$$e_d = 0,05 t_e + e_o$$

jossa e_o on normaalivoiman alkuperäinen epäkeskisyyden.

Kun rakenteen sivusiirtymä on estetty, voidaan nurjahduspituutena H_o käyttää rakenteen vapaa korkeutta.

Harkkojen valmistajilta löytyy suunnitteluohjeistaan valmiiksi laskettuja taulukoita omille harkkoilleen. Esimerkkinä maxit Oy Ab:n puristuslujuustaulukko eristeharkkoille. Rakenteen paksuudella tarkoitetaan Leca-harkkomuureissa seinän paksuutta ja eristeharkkomuureissa yhden kuoren paksuutta.

$$N_{d1} < N_u$$

Rengaspalkille tuleva kuorma N_{d1} vaikuttaa keskeisesti (epäkeskisyytenä käytetään perusepäkeskisyyttä $e_d = 0,05h$).

Kantavan tai jäykistävän seinän tehollinen nimellispaksuus t_e on vähintään 100 mm[1].

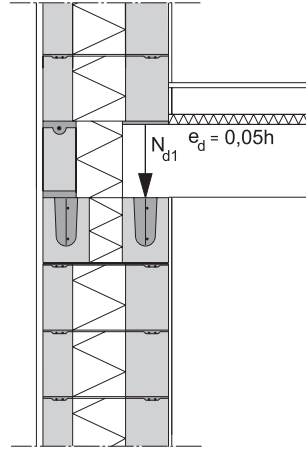
Mitoitushoikkuuden tulee täyttää ehto:

$$H_o / t_e \leq 30$$

jossa

H_o on nurjahduspituus

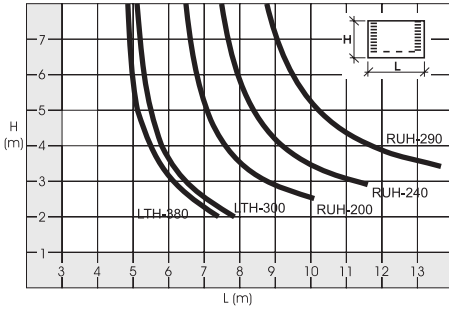
t_e on rakenteen tehollinen paksuus.



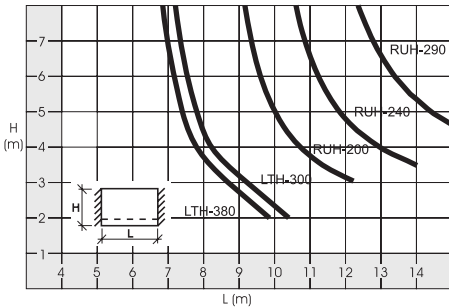
Kuva 14. Leca Design seinän kantavuuden tarkistus pystykuormille.

Taulukko 3. Leca Design ja Lecaterm -harkkoseinien puristuskestävyyksiä N_u (kN/m)

L, m	$e_d = 0,05^*h$		$e_d = 0,15^*h$	
	LTH-300, LTS-290, LTE-340	LTH-380	LTH-300, LTS-290, LTE-340	
2,4	87	129	68	
2,6	82	124	64	
2,8	77	119	60	
3,0	73	114	57	
3,2	69	109	53	
3,4	65*	104	50*	*Käytettävä muuraussiteitä 4 kpl/m ²
3,6	61*	99	47*	
3,8	57*	95	45*	
4,0		91*		
4,2		86*		
4,4		82*		



Kuva 15. Alareunasta ja sivulta vapaasti tuetun seinän enimmäismitat tuulikuormalle $q_d = 0,8 \text{ kN/m}^2$.



Kuva 16. Alareunasta vapaasti tuetun, sivultaan jatkuvan seinän enimmäismitat tuulikuormalle $q_d = 0,8 \text{ kN/m}^2$.

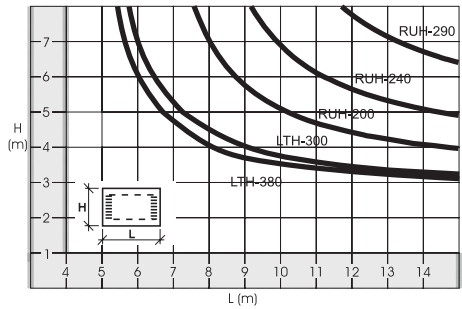
Ulkoseinien mitoitustulikuormille

Sekä kantavat että kantamattomat ulkoseinät mitoitetaan tuulikuorman aiheuttamalle taipuudelle. Kutistumaraudoitettujen seinien enimmäismitat tuulikuormitukselle $1,6 \times 0,5 \text{ kN/m}^2$ eri tuentatavoille on esitetty kuvissa 15–18. Muilla tuulikuormilla q_d kuvien 15–18 mitat ovat neliöjuuri $(0,8/q_d)$ -kertaisia. Puristuskuormat voidaan tarvittaessa huomioida harkkorakenteiden kapasiteeteissa rakentamismääräyskokoelman osan B5 mukaan.

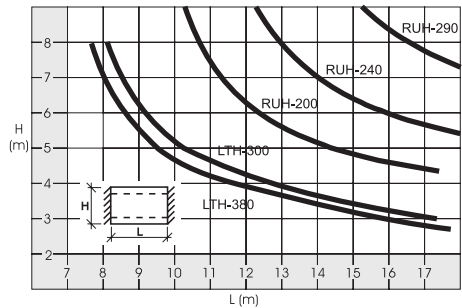
Aukot

Aukkojen vaikutus seinän kantavuuteen

Aukkojen vaikutus muodostuu yleensä määräväksi seinän kantokykyä tarkastettaessa. Mitoituksessa tarkastetaan paikallinen puristuskestävyys palkin tukipinnalle ja seinän puristuskestä-



Kuva 17. Ylä- ja alareunasta ja sivulta vapaasti tuetun seinän enimmäismitat tuulikuormalle $q_d = 0,8 \text{ kN/m}^2$.



Kuva 18. Ylä- ja alareunasta vapaasti tuetun, sivultaan jatkuvan seinän enimmäismitat tuulikuormalle $q_d = 0,8 \text{ kN/m}^2$.

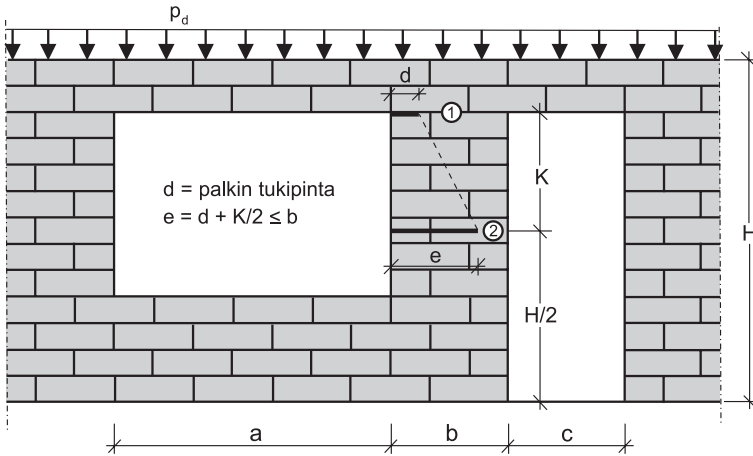
vyys keskikorkeudelle kertyvälle laskentakuumalle kuvan 19 mukaisesti. Jäykistävien poikittaisten seinien vaikutus voidaan ottaa huomioon rakenteen nurjahduspituuden pienennyksenä. Nurjahduspituutena käytetään yleensä seinän korkeutta H .

Aukollisen seinän mitoituksessa tarkistetaan paikallinen puristuskestävyys palkin tuella ja seinän puristuskestävyys keskialueella vaikuttavalle kuormalle.

Paikallinen puristuskestävyys aukkopalkin tuella voidaan tarkistaa kaavalla:

$$p_d \times \left(\frac{a}{2} + d \right) \leq f_{cd} \times h \times d$$

jossa h on mitoitettavan seinän paksuus.



Kuva 19. Aukollisen seinän mitoitus.

Seinän keskialueella puristukestävyyden voidaan tarkistaa kaavoilla:

$$p_d \times \left(\frac{a}{2} + e \right) \leq N_u \quad \text{ja}$$

$$p_d \times \left(\frac{a}{2} + b + \frac{c}{2} \right) \leq N_u$$

joissa N_u määritellään kohdan *Kantavien seinien mitoitus pystykuormille* mukaan.

Aukkojen ylitys

Eristeharkkojärjestelmiin kuuluvat palkkiharkot, joiden kouruihin valetaan teräsbetonipalkki. Vähimmäistukileveys harkkoilla on 300 mm. Palkkiharkkoihin valettavan teräsbetonipalkin raudotteena käytetään joko valmista aukkojen ylitysraudotteita (esim. Leca Design järjestelmä) tai suunnitelmien mukaisia harjateräksiä. Harkkojen valmistajien suunnitteluohjeissa on valmiiksi lasketut kuormituskestävyyssaulukot aukkojen ylityksiin. Aukot voidaan ylittää myös muottiin valetun teräsbetonipalkin tai erilaisten teräsprofiilien avulla.

Liikuntasaumamat

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

Liikuntasaumamatoja suositellaan tehtäväksi:

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

Kylmät rakenteet, siipimuurit tms. on erotettava lämpimistä rakennosista liikuntasaumalla. Koko rakenteen katkaisevat liikuntasaumamat sijoitetaan tukiseinän, asuntojen välisen seinän tms. kohdalle. Rivitaloissa huoneistojen välisen seinän kohdalla ulkoseinän on suositeltavaa katkaista myös äänen sivutiesiirtymän estämiseksi. Muualla sijoitettavat liikuntasaumamat tehdään vain ulkokuoreen. Liikuntasaumassa ei saa olla läpi menevää raudoitusta. Rakenteen läpi menevä sauma on tiivistettävä sisäpuolelta ilma- ja ulkopuolelta kosteutta vastaan

Väliseinät

Palonkestävyys

Kevytsoraharkot ovat A1-luokan (tarvikkeet, jotka eivät osallistu lainkaan paloon) palamattomia rakennustarvikkeita, joten niitä voidaan käyttää suojaverhouksiin ja P1 luokan rakennusten rakenteisiin. Palonkestävyyttä arvostellaan palonkestoajalla. Leca-harkkoista muuratut seinät täyttävät taulukon 4 palonkestoajat.

Mitoitusohjeiden palomitoituksessa tulee täyttää seuraavat ehdot:

$$H_0/t_e \leq 27 \text{ kantaville muuratuille rakenteille}$$

$$H_0/t_e \leq 40 \text{ kantamattomille muuratuille rakenteille}$$

jossa H_0 on nurjahduspituus ja t_e on rakenteen tehollinen paksuus.

Taulukko 4. Kevytsoraharkoista muuratun seinän minimipaksuus (mm) eri palonkestävyysluokissa EI (osastoiva kantamaton rakenne), REI (osastoiva kantava rakenne) ja R (kantava osaston sisäinen rakenne). [1]

	Muuratun seinän minimipaksuus (mm)					
Palonkestävyysluokka, palonkestoaika (minuutteina)	30	60	90	120	180	240
EI	70	70	100	100	120	150
REI	100	100	120	150	200	200
R ¹⁾	100	150	150	200	240	240

¹⁾ Seinän pituus vähintään 1 m.

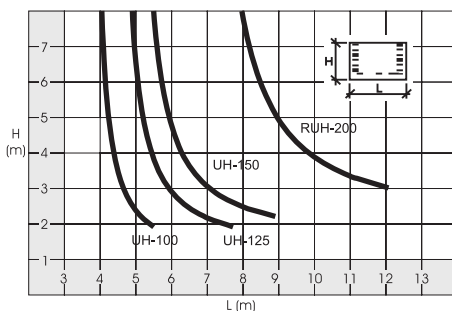
Tarkempia taulukkoita erilaisten kevytsoraharkkoratkaisujen palonkestoaajoille löytyy EN 1996-1-2 kansallisesta liitteestä.

Ääneneristävyys

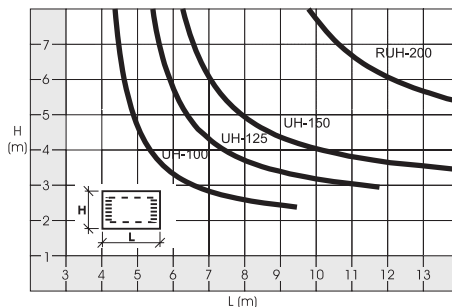
Liittyvien rakenteiden vaikutus seinän ääneneristävyyteen otetaan huomioon Suomen rakentamismääräyskokoelman osan C5 mukaisesti. Rakenteen tiiviydellä on merkittävä vaikutus ääneneristävyyteen. Ääntä eristävä Leca-harkkoseinä tiivistetään tasoittamalla seinäpinnat esimerkiksi Serpo 137 Sockeli- ja oikaisulaastilla. Seinän ja liittyvien rakenteiden väliset saumat tiivistetään ilmapirtaukset estävällä, tiiviillä ja joustavalla materiaalilla, esimerkiksi elastisella kitillä.

Taulukko 5. Leca-harkkoseinien ilmaääneneristysluvut R'_w (dB). Molemmilla pinnoilla esimerkiksi oikaisulaasti noin 5 mm.

Harkkorakenne	R' _w (dB)
UH-150	40
RUH-200	44
RUH-240	46
RUH-290	48
LTH-300/LTE-340	43
LTH-380	45



Kuva 20. Alareunasta ja sivulta vapaasti tuetun kutistumaraudoitetun seinän enimmäismitat vaakakuormalle $q_d = 0,56 \text{ kN/m}^2$.



Kuva 21. Ylä- ja alareunasta sekä sivulta vapaasti tuetun kutistumaraudoitetun seinän enimmäismitat vaakakuormalle $q_d = 0,56 \text{ kN/m}^2$.

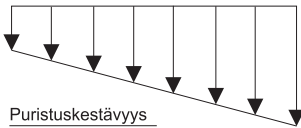
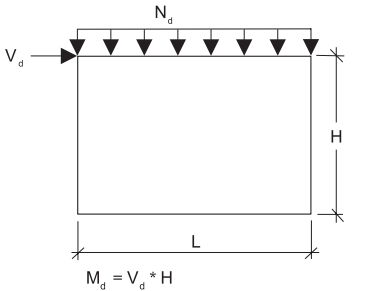
Väliseinien mitoitus tuulikuormille

Kuormittamattomiin väliseiniin kohdistuu oman painon lisäksi tuulesta aiheutuva kuormitus. Kuvissa 20 ja 21 on esitetty kolmelta ja neljältä sivulta vapaasti tuetun väliseinän enimmäismitat, kun painekerroin on 0,7 ja tuulikuorma $1,6 \times 0,5 \text{ kN/m}^2$. Paine kertomalla 0,4 enim-

mäismitat ovat 1,32-kertaisia. Kantavat väliseinät voidaan mitoittaa tuulikuormalle kantamattoman väliseinän mitoituksen mukaisesti tai huomioida tarvittaessa puristuskoruat rakentamismääräyskokoelman osan B5 mukaan.

Jäykistävät seinät

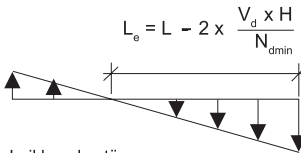
Runгон riittävä jäykkyys saavutetaan tavallisesti Leca-rakenneratkaisuilla ilman erityistoi-
menpiteitä. Ylä- ja alapohjarakenteet toimivat
yleensä levyinä, jolloin ne siirtävät vaakakuor-
mat poikittaisille ulko- ja väliseinille. Raken-
nuksen jäykistämiseksi ulkoseinien nurkissa
raudoitus jatketaan poikittaisille seinille ja jäy-
kistävät väliseinät sidotaan ulkoseiniin jokai-
seen saumaan asennettavalla siteellä. Jäykistä-
vät seinät mitoitetaan niiden tason suuntaisen



Puristuskestävyys

- max N_d
- max V_d

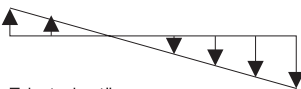
Kaava 2



Leikkauskestävyys

- min N_d
- max V_d

Kaavat 3 ja 4



Taivutuskestävyys

- min N_d
- max V_d

Kaavat 5 ja 6

vaakakuorman aiheuttamalle leikkaukselle sekä mahdollisen pystykuorman aiheuttamalle puris-
tukselle. Lisäksi on suoritettava seinän tason
suuntainen taivutustarkastelu. Puristuskestä-
vyys tarkastetaan kaavalla 2, leikkauskestävyys
kaavoilla 3 ja 4 ja taivutuskestävyys kaavoilla 5
ja 6. Mitoittavat kuormitusyhdistelmät on esitet-
ty kuvassa 22.

$$N_u \geq N_d + \frac{6}{L} \times M_d \quad (2)$$

$$V_u > V_d \quad (3)$$

$$V_u = h \times L_e \times f_{vd} + 0,3 \times N_d \leq 1,5 \times h \times L_e \times f_{xd2} \quad (4)$$

$$M_u \geq M_d - \frac{6}{L} \times N_d \quad (5)$$

$$M_u = \frac{h \times L^2}{6} \times f_{xd2} \quad (6)$$

joissa

N_u on puristuskestävyys

V_u on leikkauskestävyys

M_u on taivutuskestävyys

N_d on pystykuormituksen laskenta-arvo
(lasketaan pysyvistä kuormista käyttäen
kuorman osavarmuuslukua 0,9)

M_d on seinän tason suuntaisen kuorman aihe-
uttaman taivutusmomentin laskenta-arvo

h on seinän paksuus

f_{vd} on harkkomuurin leikkauslujuus

f_{xd2} on harkkomuurin taivutusvetolujuuden
mitoitusarvo.

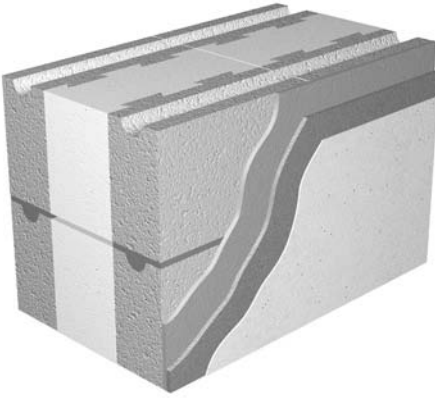
Seinien pinnoitus

Ulkoseinien pinnoitus

Leca-talon ulkoseinät pinnoitetaan ulkopuolelta
kaksi- tai kolmikerrosrappauksella. Tyypilli-
semässä kaksikerrosrappauksessa harkkopin-
nat oikaistaan kuitupitoisella sementtipohjaisel-
la tasoitteella esimerkiksi Serpo 410 Ohutrap-
pauslaastilla 1–2 kertaa pinnan tasaisuudesta
riippuen. Pinnoittaminen tehdään sementtipoh-
jaisella julkisivupinnoitteella tai silikonihartsipoh-
jaisilla maaleilla ja pinnoitteilla. Lopullinen
pinta voi olla ruiskutettu, hierretty tai harjattu.

Kolmikerrosrappausta käytetään vaikeissa
olosuhteissa, jos halutaan varmistaa, ettei hark-
kosaumojen kuvio tule näkyviin. Tällöin hark-
kopinta pohjustetaan kalkkisementtiseideainei-
sella tartuntalaastilla. Täyttökerros tehdään
kalkkisementtiseideaineisella täyttölaastilla, ja
pinnoitukseen käytetään kalkkisementtiseideai-

Kuva 22. Jäykistävän seinän kuormitus.



Kuva 23. Harkkoseinän kaksikerrosrappaus.

neista pintalaastia esimerkiksi Serpo Jalolaastia. Jalolaastipinta on yleensä ruiskutettu. Mikäli halutaan hierretty pinta, se tehdään täyttölaastin päälle kalkkisementtipohjaisella pintalaastilla.

Hiertopinta maalataan kalkkisementti tai sili-kaattimaalilla. Rakenteen paremman kuivumisen takia suositellaan vähintään oikaisukerroksen tekemistä harkkoseinään ennen talven tuloa.

Sisäseinien pinnoitus

Sisäpuoliset seinät oikaistaan tarvittaessa oikaisulaastilla. Lasikuituverkkoa käytetään tarvittaessa betonivalujen, teräspilarien ja harkkojen rajakohtissa. Jollei kiireisen aikataulun takia rakenteilla ole mahdollisuutta kuivua ja kuitua ennen pinnoitusta, suositellaan muovipinnoitetun lasikuitukankaan käyttöä oikaisulaastikerrosten välissä laajemminkin. Lopullinen pinta tehdään käyttökohteesta riippuen joko sementtipohjaisilla tai polymeeripohjaisilla taasoiteilla.

LÄHDELUETTELO:

- [1] Ympäristöministeriö, Suomen rakentamismääräyskokoelma B5 Kevytbetoniharkkorakenteet, Ohjeet 2006, Luonnos 26.5.2006.