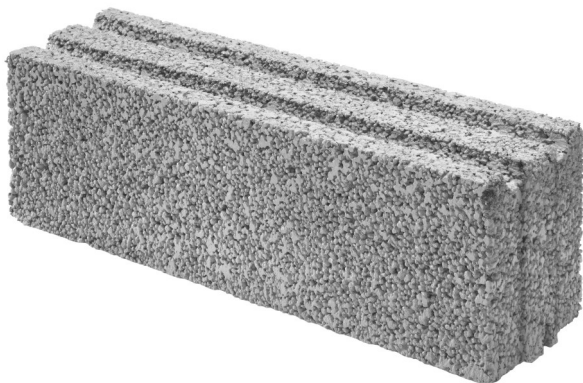




Muurattavat harkot



SUUNNITTELUOHJE

2022

Eurokoodi 6

19.12.2022

SISÄLTÖ

| | |
|---|------|
| 1. Yleistä, Lakka muurattavat harkot | s.3 |
| 2. Tekniset tiedot | s.3 |
| 3. Mitoitustaulukot | s.4 |
| 3.1 Mitoitusperusteet | s.4 |
| 3.2 Kantavien seinien mitoitus pystykuormille | s.4 |
| 3.3 Eristeharkkoseinien mitoitus pystykuormille | s.7 |
| 3.4 Ulkoseinien mitoitus tuulikuormille | s.9 |
| 3.5 Muurattujen aukkopalkkien mitoitus tasaiselle kuormalle | s.14 |
| 3.6 Muurattujen seinien mitoitus maanpaineelle | s.17 |
| 3.7 Palonkesto | s.18 |
| 3.8 Ääneneristävyys | s.18 |
| 4. Raudoitus | s.19 |
| 5. Lisätietoja | s.19 |

Vastuunrajoitus

Kohteen suunnittelija on vastuussa suunnitteluohjeen käytöstä ja soveltuvuudesta suunnittelu-kohteessa. Ajantasaiset tuotetiedot ja suunnitteluohjeet löytyvät osoitteesta www.lakka.fi

1. Yleistä, Lakka muurattavat harkot

Lakan muurattavat harkot valmistetaan maakostealla kevytsorabetonimassalla (tiheys 700-1000 kg/m³) tai betonimassalla (tiheys >1000 kg/m³). Harkkoja voidaan käyttää mm. perustuksissa, tukimuureissa, väliseinissä ja ulkoseinissä.

Eristeharkoissa on eriste harkkokuorien välissä ja yhden harkkokuoren paksuus on EH-250P harkossa 95 mm, EH-300P harkossa 90 mm ja EKO-380P harkossa 100 mm. Lakka kevytsoraponttiharkot (UH-P, RUH-P, EH-P, EKO-P) muurataan 5 mm:n vaakalaastisaumalla. Harkoissa on pystypontit ja pystysaumassa ei yleensä käytetä laastia. Ponttiharkkojen muuraus tehdään ohutsaumamuuraukseen kehitetyllä hienosaumalaastilla. Harkkojen muuraus tehdään 200 millimetriä ja sitä leveämpien harkkojen osalta yleensä rakosaumalla. Kapeimmat harkot ja eristeharkot muurataan aina täydellä laastisaumalla.

Väliseinäharkot (VSH) ovat pystypontattuja, jolloin pystysaumassa ei käytetä yleensä laastia. Väliseinäharkot muurataan ohutsaumalaastilla n. 2 millimetrin laastisaumalla. Huoneistojen välisissä seinissä käytettävä ponttikivi PK-200 on ympäripontattu erikoisharkko. Harkon muuraus tehdään levittämällä laasti harkon keskiosaan johon muodostuu laastisauma, jonka paksuus on 3-8 mm. Ponttikiven muurauksessa käytetään Lakka hienosaumalaastia.

Tämä suunnitteluohje soveltuu käytettäväksi Lakka Rakennustuotteet Oy:n valmistamien ja laastisaumalla muurattavien harkkojen mitoitusohjeena. Lakka harkot ovat CE-merkittyjä ja suunnitteluohje perustuu eurokoodi -mitoitukseen. Tästä ohjeesta löytyy suunnittelijan käyttöön kapasiteettitaulukot tyyppilisimpiin tapauksiin. Lisäohjeita ja esimerkkilaskelmia harkkorakenteiden mitoituksesta löytyy mm. seuraavista lähteistä:

- SFS-EN 1996-1-1+A1 2013
- RIL 206-2010 Muurattujen rakenteiden suunnitteluohje
- Harkkokäsikirja, kevytsoraharkot ja betoniharkot
- Harkkokäsikirja, Liite 1 Muurattujen harkkorakenteiden mitoitusohje

2. Tekniset tiedot

| LAKKA MUURATTAVIEN HARKKOJEN TEKNISET OMINAISUUDET | | | | |
|---|-----------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------|
| | UH-P/ RUH-P HARKOT | EH-250P / EH-300P / EKO-380P | VSH-150 | PK-200 |
| Puristuslujuus | | | | |
| Betoni (fb), MN/m ² | 3/2,7 | 4 | 6 | 12 |
| Laasti (fm), MN/m ² | 10 | 10 | 15 | 10 |
| Kuivatiheys | | | | |
| Betoni, kg/m ³ | 700 | 750 / >1200* | >1200 | >2100 |
| Kimmokerroin (pitkäaikaiskerroin) K_r | 700 | 700 | 650 | 650 |
| Ulkoseinät | | | | |
| Lämmönjohtavuus, rakosaumat, W/(mK) | 0,21 | 0,21 | 0,41 | 1,42 |
| Lämmönjohtavuus eriste, W/(mK) | | 0,035 / 0,030 | | |
| Kevytsorabetonin ominaislujuudet | | | | |
| Muurin puristuslujuus f _k , täysin saumoin, MN/m ² | 2,08 / 1,89 | 2,69 | 1,68** | 3,42*** |
| Taivutusvetolujuus vaakasaumojen suuntaisessa murtotasossa f _{tk1} , MN/m ² | 0,26 | 0,26 | 0,23 | 0,1 |
| Taivutusvetolujuus vaakasaumojen suuntaa vastaan kohtisuorassa murtotasossa f _{tk2} , MN/m ² | 0,21 / 0,19 | 0,28 | 0,42 | 0,42 |
| Osavarmuusluku (kategoria I, aukkoryhmä 1 tai 2) | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| Kuivumiskutistuma, mm/m | < 0,6 | < 0,6 | < 0,6 | < 0,6 |
| Lämpölaajeneminen, 1/K | 6x10 ⁻⁴ | 6x10 ⁻⁴ | 6x10 ⁻⁴ | 10x10 ⁻⁴ |
| Aukkoryhmä | 1 | 1 | 2 | 1 |
| *EKO-380P palkkiharkot ja EMH-300 palkkiharkko. **Muuraus sivukannaksista (rakosauma). ***Laastisauma harkon keskiosassa g=tef=146 mm. | | | | |

Taulukko 1. Muurattavien Lakka harkkojen tekniset tiedot.

3. Mitoitustaulukot

3.1 Mitoitusperusteet

Suunnitteluohjeen mitoitustaulukot on laadittu käyttäen osavarmuusmenetelmää ja taulukoissa ilmoitetut kestävyysarvot ovat murtorajatilan mukaisia laskenta-arvoja. Taulukoissa ilmoitettuja kestävyksiä tulee verrata murtorajatilan osavarmuusluvuilla kerrottuihin kuormituksiin, jotka lasketaan SFS-EN 1990 ja SFS-EN 1991-1 mukaisesti. Laskennassa tulee myös huomioida mitoittettavan rakenteen omapaino yllä esitettyjen eurokoodien mukaisesti. Rakenteen omaa painoa ei ole laskennassa otettu huomioon.

3.2 Kantavien seinien mitoitus pystykuormille

Kantavien seinien kestävyys pystykuormalle osoitetaan murtorajatilassa SFS-EN 1996-1-1 kohdan 6.1.2 mukaisesti. Seinän hoikkuusluku saa olla enintään 27. Seinän tehollisena paksuutena (t_{ef}) käytetään harkon leveyttä. Seinälle tulevat pystykuormat määritetään seinän yläpäässä, keskellä ja alapäässä. Kuormitukset N_{Ed} eivät saa ylittää missään kohdassa seinän mitoituskestävyyttä N_{Rd} .

Kantavien seinien mitoitustaulukoissa 2-6 on oletuksena että seinä toimii päistään nivelöitynä sauvana, jolloin seinän tehollinen korkeus (h_{ef}) on sen vapaa korkeus (h). Puristuskestävyyksissä on huomioitu rakosauman heikennys taulukossa annetun laastisauman kokonaispaksuuden mukaisesti. Laskennassa ei ole otettu huomioon vaakavoimia, momenttia eikä rakenteen omaa painoa, jotka suunnittelijan tulee huomioida todellisen mitoitusolosuhteiden mukaisesti. Lakka ponttikiviseinän (PK-200) kestävyys taulukossa 6 ovat muuratulle rakenteelle, jossa vaakalaastisauma on levitetty harkon keskiosaan ($g=146$ mm). Mitoituksessa seinän tehollisena paksuutena ja puristuspinna-alana huomioidaan pelkästään harkon keskiosan laastisauman leveys.

Kantokyky on taulukoissa annettu seinän yläpään mitoitusarvoille e_d ($e_d=e_1$). Pelkästään pystykuormitetun seinän yläpään mitoitusarvo muodostuu vähintään pystysuoran kuorman mitoitusarvon epäkeskisyydestä ja alkuepäkeskisyydestä. Alkuepäkeskisyyden $e_{init} = h_{ef}/450$. Mitoitusarvo tulee määrittää tapauskohtaisesti eurokoodien mukaisesti. Laskentaesimerkkejä löytyy mm. muurattujen harkkorakenteiden mitoitusohje liite 1 -ohjeista. Mitoitusarvojen merkintä tämän suunnitteluohjeen taulukoissa on e_d .

| Lakka ponttiharkkoseinien (UH-P ja RUH-P) puristuskestävyydet N_{Rd} (kN/m) tasaiselle kuormalle | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|
| Laastisauma g (mm) | 100 | 125 | 150 | 120 | 120 | 120 | 160 |
| $e_d = 0,05 \cdot t$ | UH | UH | RUH | RUH | RUH | RUH | RUH |
| $h = h_{ef}$ (mm) | 100P | 125P | 150P | 200P | 250P | 300P | 380P |
| 2400 | (46) | 79 | 102 | 106 | 121 | 133 | 179 |
| 2500 | (42) | 76 | 99 | 104 | 119 | 132 | 178 |
| 2600 | (38) | 72 | 96 | 102 | 118 | 131 | 178 |
| 2700 | (35) | 69 | 92 | 100 | 117 | 130 | 177 |
| 2800 | - | 65 | 89 | 99 | 115 | 129 | 176 |
| 2900 | - | (61) | 86 | 97 | 114 | 128 | 175 |
| 3000 | - | (57) | 83 | 95 | 113 | 126 | 174 |
| 3100 | - | (54) | 80 | 93 | 111 | 125 | 173 |
| 3200 | - | (50) | 76 | 90 | 109 | 124 | 172 |
| 3300 | - | (46) | 73 | 88 | 108 | 123 | 171 |
| 3400 | - | - | (70) | 86 | 106 | 122 | 170 |
| 3500 | - | - | (66) | 84 | 105 | 120 | 169 |
| 3600 | - | - | (63) | 82 | 103 | 119 | 168 |
| 3700 | - | - | (59) | 80 | 101 | 118 | 167 |
| 3800 | - | - | (56) | 78 | 100 | 117 | 166 |
| 3900 | - | - | (53) | 76 | 98 | 115 | 165 |
| 4000 | - | - | (49) | 73 | 96 | 114 | 164 |

Taulukko 2. Kantavien seinien pystykuorman kestävyys ilman vaakakuormitusta, yläpään mitoitusarvoilla $e_d=0,05t$ ($e_d=e_1$ =pystysuoran kuorman mitoitusarvon epäkeskisyyden + alkuepäkeskisyyden). Suluissa olevat arvot ovat mitoitusarvoille $e_d = e_{init} > 0,05t$.

| Lakka ponttiharkkoseinien (UH-P ja RUH-P) puristuskestävyydet NRd (kN/m) tasaiselle kuormalle | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|
| Laastisauma g (mm) | 125 | 150 | 120 | 120 | 120 | 160 |
| ed = 0,3*t | UH | RUH | RUH | RUH | RUH | RUH |
| h = hef (mm) | 125P | 150P | 200P | 250P | 300P | 380P |
| 2400 | 12 | 22 | 32 | 43 | 51 | 74 |
| 2500 | 10 | 20 | 31 | 42 | 50 | 73 |
| 2600 | 9 | 18 | 29 | 40 | 49 | 72 |
| 2700 | 8 | 16 | 27 | 39 | 48 | 71 |
| 2800 | 6 | 14 | 26 | 37 | 47 | 70 |
| 2900 | 5 | 13 | 24 | 36 | 45 | 69 |
| 3000 | 4 | 11 | 23 | 34 | 44 | 68 |
| 3100 | 4 | 10 | 21 | 33 | 43 | 66 |
| 3200 | 3 | 9 | 20 | 32 | 42 | 65 |
| 3300 | 2 | 8 | 18 | 30 | 40 | 64 |
| 3400 | - | 7 | 17 | 29 | 39 | 63 |
| 3500 | - | 6 | 16 | 27 | 38 | 62 |
| 3600 | - | 5 | 14 | 26 | 37 | 60 |
| 3700 | - | 4 | 13 | 25 | 35 | 59 |
| 3800 | - | 3 | 12 | 23 | 34 | 58 |
| 3900 | - | 3 | 11 | 22 | 33 | 57 |
| 4000 | - | 2 | 10 | 21 | 32 | 55 |

Taulukko 3. Kantavien seinien pystykuorman kestävyys ilman vaakakuormitusta, yläpään mitoituspaikeskisytydellä $e_d=0,3t$. ($e_d=e_1$ =pystysuoran kuorman mitoitusarvon epäkeskisyys + alkuepäkeskisyys).

| Lakka betoniharkkoseinien (VSH-150) puristuskestävyydet NRd (kN/m) tasaiselle kuormalle | | | |
|--|---------|---------|---------|
| Laastisauma g | 64 | 64 | 64 |
| ed | 0,05t | 0,10t | 0,15t |
| h = hef (mm) | VSH-150 | VSH-150 | VSH-150 |
| 2400 | 88 | 73 | 58 |
| 2500 | 85 | 70 | 55 |
| 2600 | 82 | 67 | 52 |
| 2700 | 79 | 64 | 49 |
| 2800 | 76 | 61 | 47 |
| 2900 | 73 | 58 | 44 |
| 3000 | 70 | 55 | 41 |
| 3100 | 67 | 53 | 39 |
| 3200 | 64 | 50 | 36 |
| 3300 | 61 | 47 | 34 |
| 3400 | 58 | 45 | 32 |
| 3500 | 55 | 42 | 30 |
| 3600 | 52 | 40 | 27 |
| 3700 | 49 | 37 | 25 |
| 3800 | 46 | 35 | 23 |
| 3900 | 43 | 33 | 22 |
| 4000 | 40 | 30 | 20 |

Taulukko 4. Betoniharkkoseinien pystykuorman kestävyys ilman vaakakuormitusta, yläpään mitoituspaikeskisytyksillä $e_d=0,05t, 0,1t, 0,15t$. ($e_d=e_1$ =pystysuoran kuorman mitoitusarvon epäkeskisyys + alkuepäkeskisyys). Suluissa olevat arvot ovat mitoituspaikeskisytydelle $e_d = e_{init} > 0,05t$.

Lakka Ponttikiviseinän puristuskestävyydet NRd (kN/m) tasaiselle kuormalle

| Epäkeskisyys ed | 0,05t | 0,10t | 0,15t |
|-----------------|-------|-------|-------|
| Harkko | PK | PK | PK |
| h = hef (mm) | 200 | 200 | 200 |
| 2400 | 160 | 119 | 80 |
| 2500 | 154 | 113 | 75 |
| 2600 | 148 | 108 | 70 |
| 2700 | 142 | 102 | 65 |
| 2800 | 136 | 96 | 60 |
| 2900 | 130 | 91 | 56 |
| 3000 | 124 | 86 | 51 |
| 3100 | 118 | 80 | 47 |
| 3200 | 113 | 75 | 43 |
| 3300 | 107 | 70 | 39 |
| 3400 | 101 | 66 | 36 |
| 3500 | 96 | 61 | 32 |
| 3600 | 91 | 57 | 29 |
| 3700 | 85 | 53 | 26 |
| 3800 | 80 | 49 | 24 |
| 3900 | 76 | 45 | 21 |
| 4000 | 71 | 41 | 19 |

Taulukko 6. Ponttikiviseinän PK-200 pystykuorman kestävyys ilman vaakakuormitusta, yläpään mitoitusepäkeskisyksillä $e_d=0,05t, 0,1t, 0,15t$. ($e_d=e_1$ =pystysuoran kuorman mitoitussarvon epäkeskisyys + alkuepäkeskisyys).

3.3 Eristeharkkoseinien mitoitus pystykuormille

Eristeharkkoseinässä kumpikin harkkokuori mitoitetaan erikseen. Ponttieristeharkot (EH-P, EKO-P) ovat pystypontattuja, jolloin pystysaumassa ei käytetä yleensä laastia. Ponttieristeharkot muurataan hienosaumalaastilla n. 5 millimetrin paksuisella laastisaumalla. Eristeen kohdalla käytetään pysty- ja vaakasaumassa pistooliuretaanivaahtoa. Ylin harkkokerros seinässä tehdään palkkiharkolla, joka muodostaa suunnitelmien mukaisen raudoituksen ja betonivalun kanssa yhtenäisen rengaspalkin seinän yläpään.

Seinän hoikkuusluku saa olla enintään 27. Jos kuorien välistä yhteistoimintaa jäykistyksessä käytetään hyväksi laskennan tehollisessa paksuudessa, on muuraussiteitä käytettävä seinässä vähintään 4 kpl/m². Muuraussiteitä suositellaan käytettäväksi kaikissa yli 2700 mm korkeissa seinissä (4 kpl/seinä-m²), aukkiopielissä joka saumassa 1 kpl (k200) sekä seinän yläpään palkkiharkon ja eristeharkon välisessä saumassa joka harkossa (k600).

Eristeharkkoseinien taulukoiden 7-10 puristuskestävyys on yhden harkkopuoliskon kuormituskestävyys (t =yhden harkkokuoren paksuus). Taulukossa oletuksena on että, seinä toimii päistään nivelöitynä sauvana, jolloin seinän tehollinen korkeus (h_{ef}) on sen vapaa korkeus (h). Laskennassa ei ole otettu huomioon vaakavoimia, momenttia eikä rakenteen omaa painoa, jotka suunnittelijan tulee huomioida todellisen mitoitustilanteen mukaisesti. Ulkoseinät joita rasittaa pelkästään tuulikuorma mitoitetaan niin, että taivutusmomentin mitoitusarvo ei ylitä seinän taivutusmomentin kestävyysarvoja.

Kantokyky on taulukoissa annettu seinän yläpään mitoitusepäkeskisyyksille e_d ($e_d=e_1$). Pelkästään pystykuormitetun seinän yläpään mitoitusepäkeskisyyksien muodostuu vähintään pystysuoran kuorman mitoitusarvon epäkeskisyydestä ja alkuepäkeskisyydestä. Alkuepäkeskisyyksien $e_{init} = h_{ef}/450$. Mitoitusepäkeskisyyksien tulee määrittää tapauskohtaisesti eurokoodien mukaisesti. Laskentaesimerkkejä löytyy mm. muurattujen harkkorakenteiden mitoitusohje liite 1 -ohjeista. Mitoitusepäkeskisyyden merkintä tämän suunnitteluohjeen taulukoissa on e_d .

| Lakka eristeharkkoseinien puristuskestävyydet NRd (kN/m) tasaiselle kuormalle ilman muuraussiteitä | | | | | |
|--|------|-----------------------------|------|-----------------------------|------|
| ed = $e_{init} > 0,05*t$ h = hef (mm) | EH | ed = 0.10*t h = hef (mm) | EH | ed = 0.15*t h = hef (mm) | EH |
| | 300P | | 300P | | 300P |
| 2400 | 52 | 2400 | 40 | 2400 | 28 |
| 2500 | 48 | 2500 | 37 | 2500 | 25 |
| 2600 | 43 | 2600 | 33 | 2600 | 22 |
| 2700 | 39 | 2700 | 30 | 2700 | 19 |
| 2800 | 35 | 2800 | 27 | 2800 | 17 |
| 2900 | 31 | 2900 | 24 | 2900 | 15 |
| 3000 | 27 | 3000 | 21 | 3000 | 13 |

Taulukko 7. Eristeharkkoseinän EH-300P pystykuorman kestävyys ilman vaakakuormitusta, yläpään mitoitusepäkeskisyyksillä $e_d=e_{init} > 0,05t$ (keskeinen pystykuorma), 0,1t, 0,15t, kun seinässä ei käytetä muuraussiteitä. ($e_d=e_1$ =pystysuoran kuorman mitoitusarvon epäkeskisyyksien + alkuepäkeskisyyksien).

| Lakka harkkoseinien puristuskestävyydet NRd (kN/m) tasaiselle kuormalle muuraussiteillä 4 kpl/m ² | | | | | |
|--|------|-----------------------------|------|-----------------------------|------|
| ed = $e_{init} > 0,05*t$ h = hef (mm) | EH | ed = 0.10*t h = hef (mm) | EH | ed = 0.15*t h = hef (mm) | EH |
| | 300P | | 300P | | 300P |
| 2400 | 74 | 2400 | 61 | 2400 | 46 |
| 2500 | 70 | 2500 | 57 | 2500 | 43 |
| 2600 | 66 | 2600 | 54 | 2600 | 40 |
| 2700 | 61 | 2700 | 51 | 2700 | 37 |
| 2800 | 57 | 2800 | 47 | 2800 | 34 |
| 2900 | 53 | 2900 | 44 | 2900 | 31 |
| 3000 | 49 | 3000 | 41 | 3000 | 28 |
| 3100 | 46 | 3100 | 38 | 3100 | 26 |
| 3200 | 42 | 3200 | 35 | 3200 | 24 |
| 3300 | 38 | 3300 | 32 | 3300 | 21 |
| 3400 | 35 | 3400 | 30 | 3400 | 19 |
| 3500 | 32 | 3500 | 27 | 3500 | 17 |
| 3600 | 29 | 3600 | 25 | 3600 | 16 |
| 3700 | 26 | 3700 | 23 | 3700 | 14 |
| 3800 | 23 | 3800 | 21 | 3800 | 12 |

Taulukko 8. Eristeharkkoseinän EH-300P pystykuorman kestävyys ilman vaakakuormitusta, yläpään mitoitusepäkeskisyyksillä $e_d=e_{init} > 0,05t$ (keskeinen pystykuorma), 0,1t, 0,15t, kun muuraussiteitä käytetään 4 kpl/seinä-m². ($e_d=e_1$ =pystysuoran kuorman mitoitusarvon epäkeskisyyksien + alkuepäkeskisyyksien).

| Lakka eristeharkkoseinien puristuskestävyydet NRd (kN/m) tasaiselle kuormalle ilman muuraussiteitä | | | | | | | | |
|--|------|------|--------------|------|------|--------------|------|------|
| ed = e _{init} > 0,05*t | EH | EKO | ed = 0.10*t | EH | EKO | ed = 0.15*t | EH | EKO |
| h = hef (mm) | 250P | 380P | h = hef (mm) | 250P | 380P | h = hef (mm) | 250P | 380P |
| 2400 | 60 | 70 | 2400 | 46 | 54 | 2400 | 32 | 39 |
| 2500 | 55 | 65 | 2500 | 42 | 50 | 2500 | 29 | 36 |
| 2600 | 50 | 60 | 2600 | 38 | 46 | 2600 | 26 | 32 |
| 2700 | 45 | 56 | 2700 | 35 | 43 | 2700 | 23 | 29 |
| 2800 | 41 | 51 | 2800 | 32 | 39 | 2800 | 20 | 26 |
| 2900 | - | 46 | 2900 | - | 36 | 2900 | - | 23 |
| 3000 | - | 42 | 3000 | - | 32 | 3000 | - | 21 |
| 3100 | - | 38 | 3100 | - | 29 | 3100 | - | 18 |
| 3200 | - | 34 | 3200 | - | 27 | 3200 | - | 16 |

Taulukko 9. Ponttieristeharkkoseinien pystykuorman kestävyys ilman vaakakuormitusta, yläpään mitoitusepäkeskisyksillä e_d=e_{init} > 0,05t (keskeinen pystykuorma), 0,1t, 0,15t, kun seinässä ei käytetä muuraussiteitä. (e_d=e₁=pystysuoran kuorman mitoitussarvon epäkeskisyys + alkuepäkeskisyys).

| Lakka harkkoseinien puristuskestävyydet NRd (kN/m) tasaiselle kuormalle muuraussiteillä 4 kpl/m ² | | | | | | | | |
|--|------|------|--------------|------|------|--------------|------|------|
| ed = e _{init} > 0,05*t | EH | EKO | ed = 0.10*t | EH | EKO | ed = 0.15*t | EH | EKO |
| h = hef (mm) | 250P | 380P | h = hef (mm) | 250P | 380P | h = hef (mm) | 250P | 380P |
| 2400 | 82 | 93 | 2400 | 67 | 76 | 2400 | 51 | 59 |
| 2500 | 77 | 89 | 2500 | 63 | 72 | 2500 | 48 | 56 |
| 2600 | 73 | 84 | 2600 | 60 | 69 | 2600 | 45 | 53 |
| 2700 | 69 | 80 | 2700 | 56 | 65 | 2700 | 42 | 49 |
| 2800 | 65 | 76 | 2800 | 53 | 62 | 2800 | 39 | 46 |
| 2900 | 60 | 71 | 2900 | 50 | 59 | 2900 | 36 | 43 |
| 3000 | 56 | 67 | 3000 | 47 | 55 | 3000 | 33 | 40 |
| 3100 | 52 | 63 | 3100 | 44 | 52 | 3100 | 30 | 37 |
| 3200 | 49 | 59 | 3200 | 41 | 49 | 3200 | 28 | 34 |
| 3300 | 45 | 55 | 3300 | 38 | 46 | 3300 | 25 | 32 |
| 3400 | 41 | 51 | 3400 | 35 | 43 | 3400 | 23 | 29 |
| 3500 | 38 | 47 | 3500 | 32 | 40 | 3500 | 21 | 27 |
| 3600 | 35 | 44 | 3600 | 30 | 37 | 3600 | 19 | 25 |
| 3700 | - | 40 | 3700 | - | 34 | 3700 | - | 22 |
| 3800 | - | 37 | 3800 | - | 32 | 3800 | - | 20 |
| 3900 | - | 34 | 3900 | - | 30 | 3900 | - | 19 |
| 4000 | - | 31 | 4000 | - | 27 | 4000 | - | 17 |

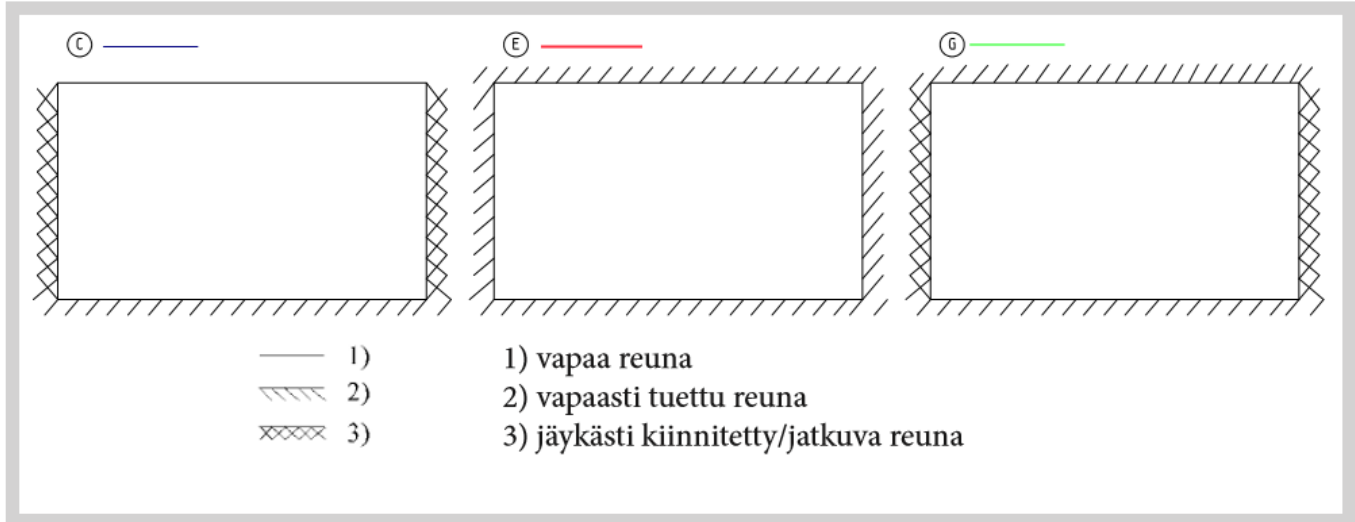
Taulukko 10. Ponttieristeharkkoseinien pystykuorman kestävyys ilman vaakakuormitusta, yläpään mitoitusepäkeskisyksillä e_d=e_{init} > 0,05t (keskeinen pystykuorma), 0,1t, 0,15t, kun muuraussiteitä käytetään 4 kpl/seinä-m². (e_d=e₁=pystysuoran kuorman mitoitussarvon epäkeskisyys + alkuepäkeskisyys).

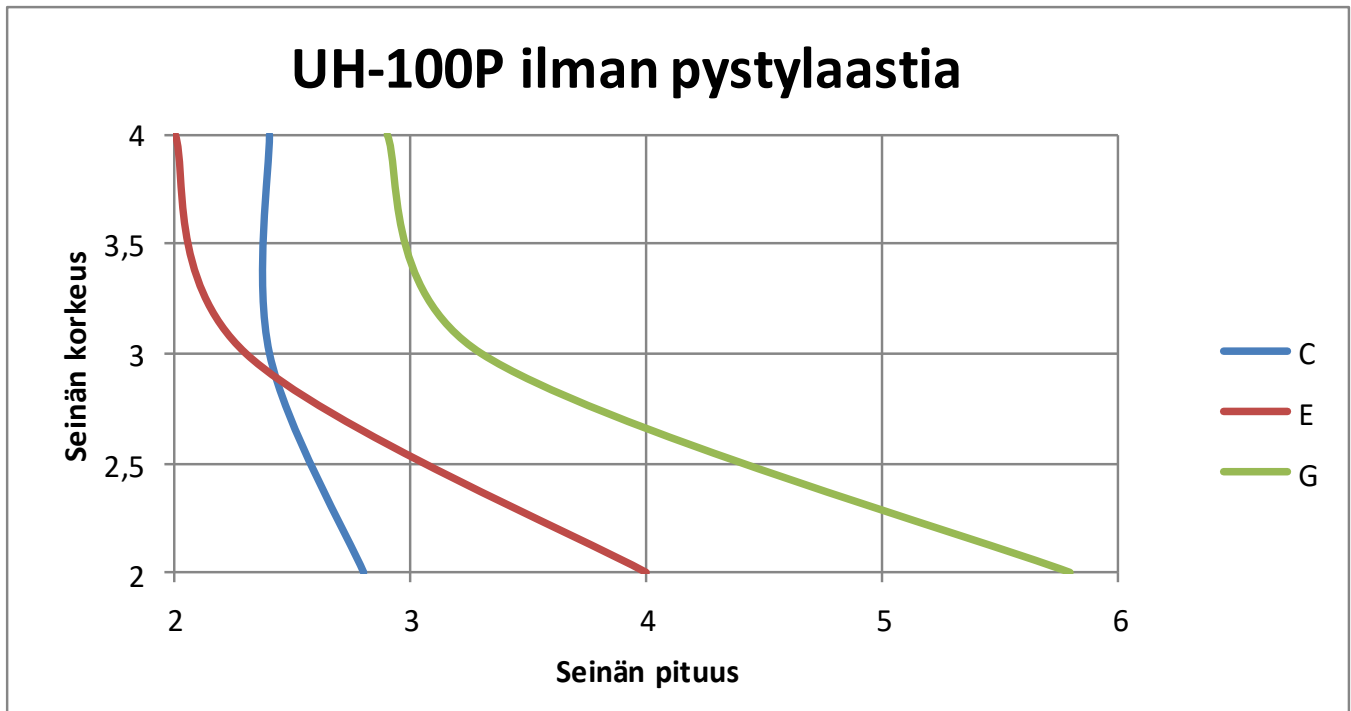
3.4 Ulkoseinien mitoitus tuulikuormille

Tuulikuormien määrittäminen tulee tehdä aina tapauskohtaisesti perustuen eurokoodiin SFS-EN 1991-1-4 + AC + A1 ja kansallisen liitteen määräyksiin. Tuulikuormaan vaikuttavia tekijöitä ovat mm. tuulennopeuden perusarvo, ympäröivän maaston kaltevuus ja maastoluokat.

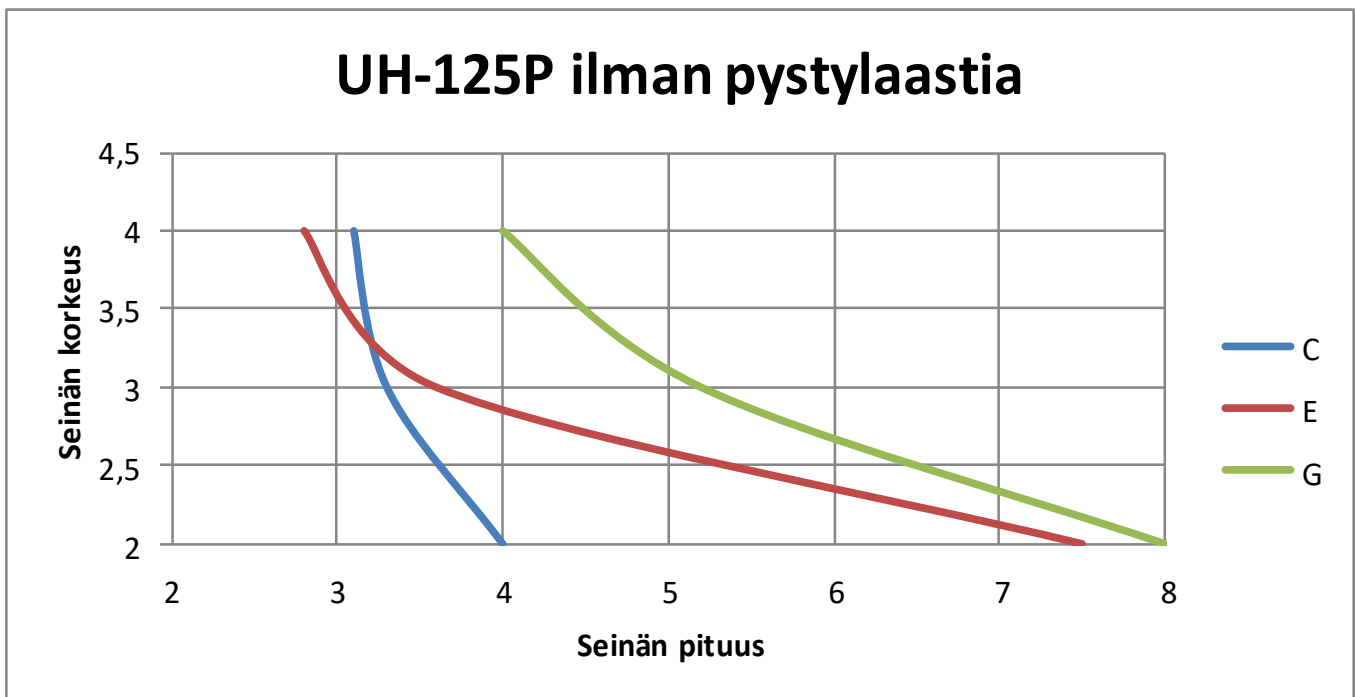
Kutistumaraudoitettujen Lakka harkkoseinien enimmäistukivälit eri tuentatavoilla on esitetty kuvissa 1-8 kun seinää rasittaa pelkästään tuulikuorman mitoitusarvo 0,675 kN/m².

Seinän tuentatavat:

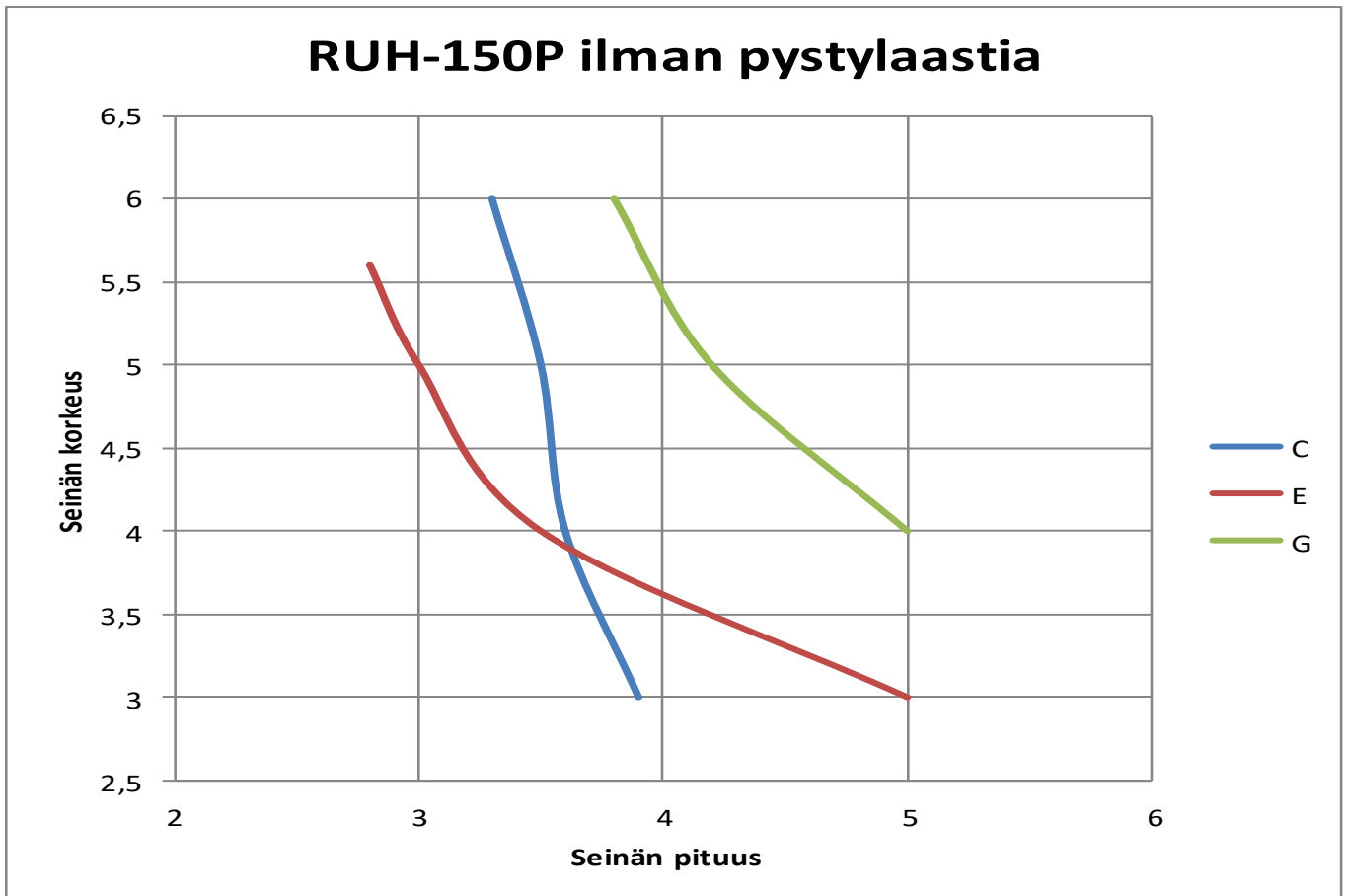




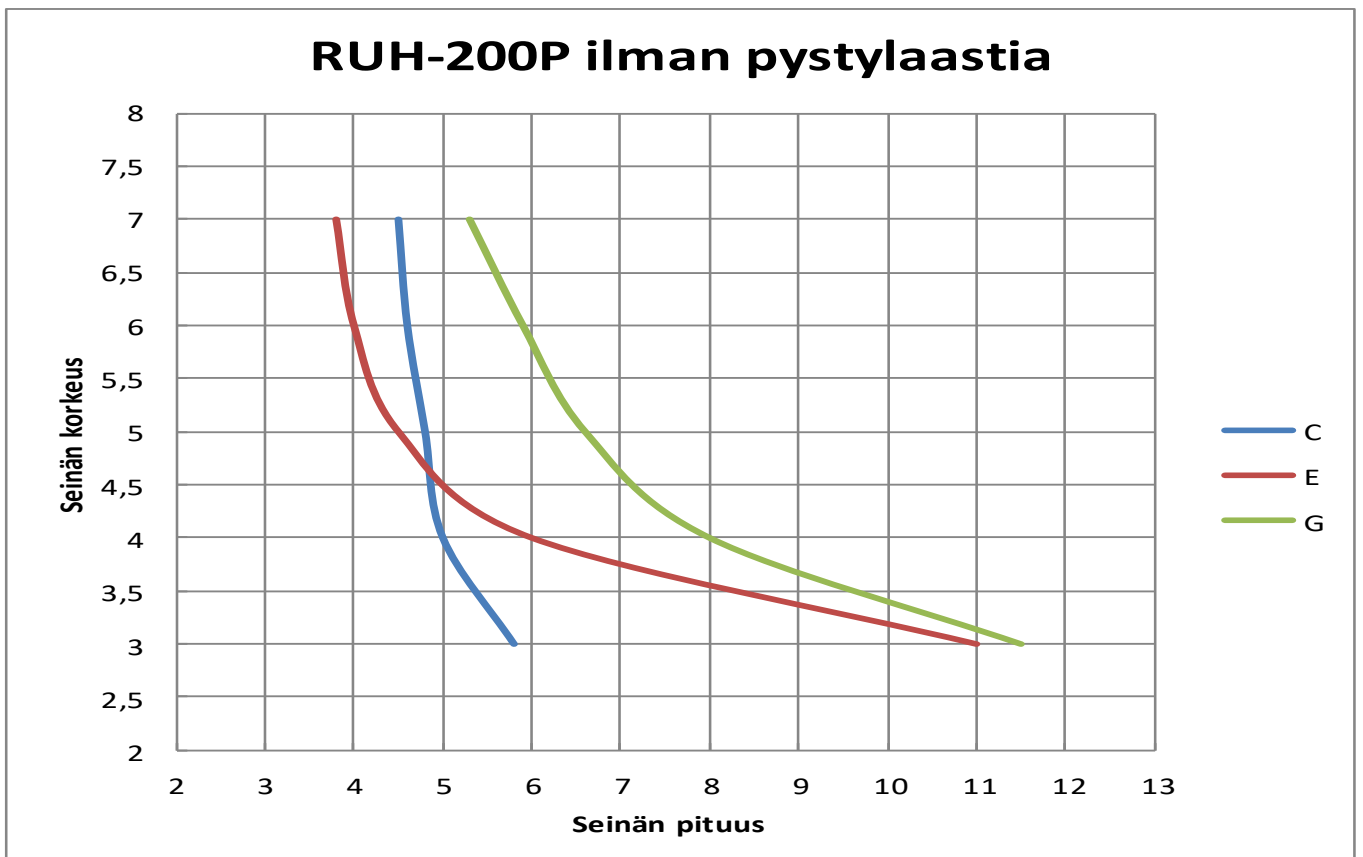
Kuva 1. Lakka ponttiharkon UH-100P seinän enimmäistukivälit tuulikuorman mitoitusarvolle 0,675 kN/m².



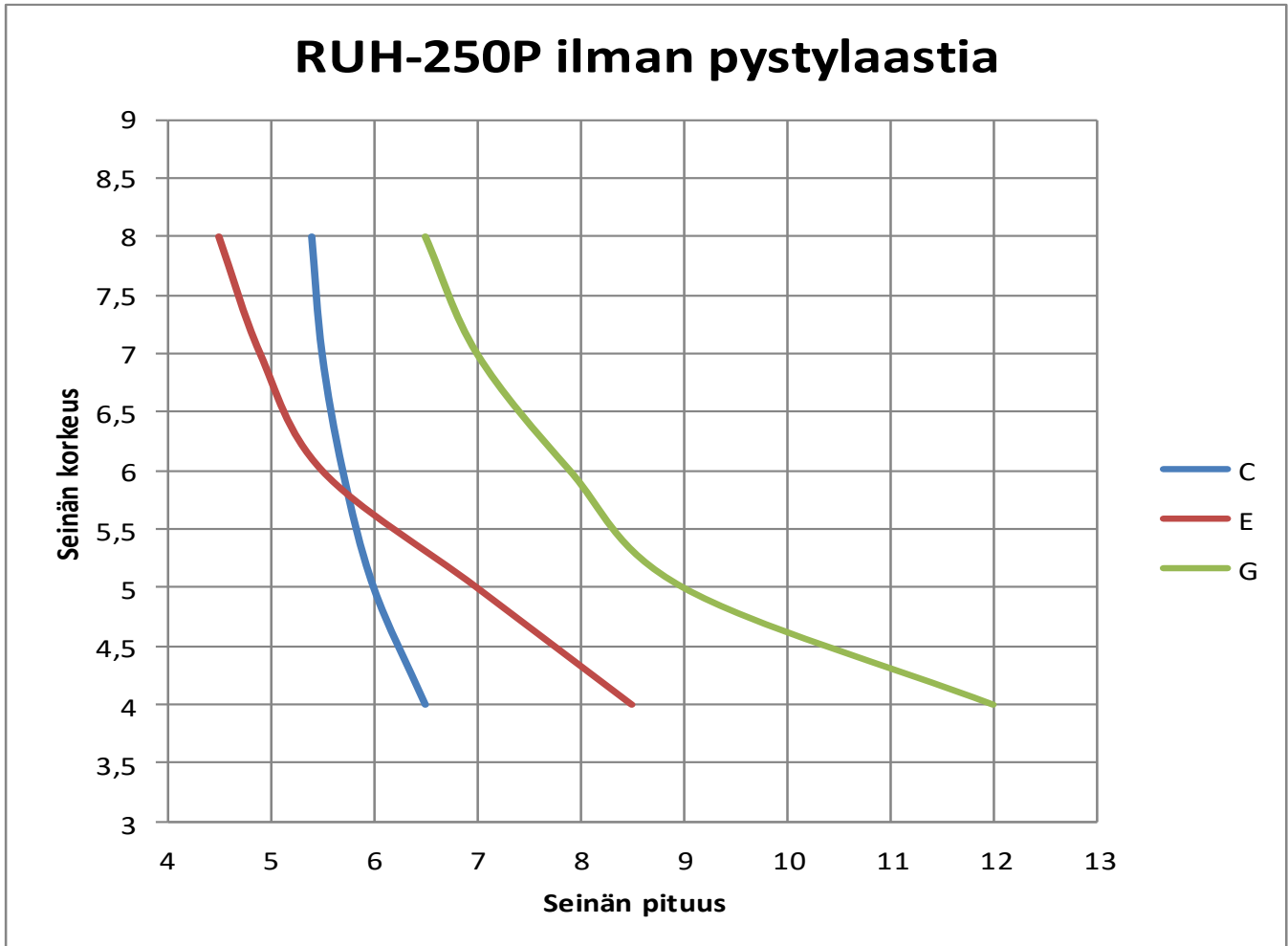
Kuva 2. Lakka ponttiharkon UH-125P seinän enimmäistukivälit tuulikuorman mitoitusarvolle 0,675 kN/m².



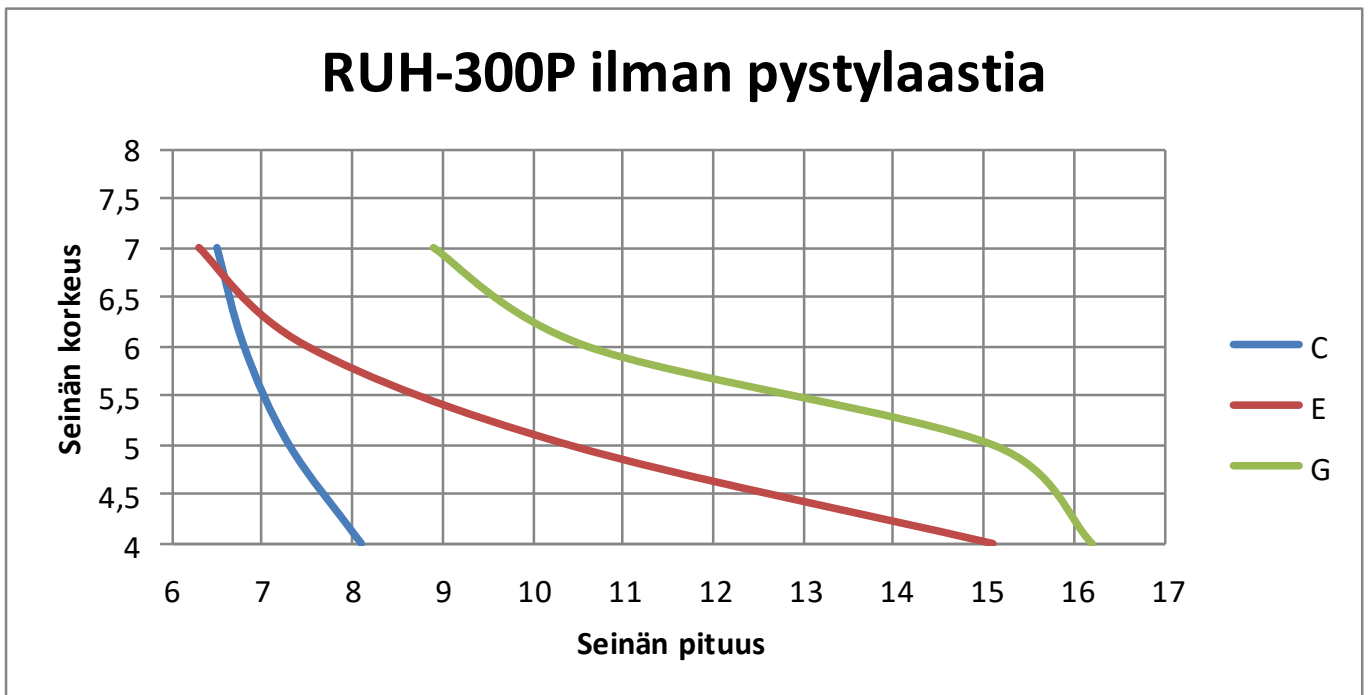
Kuva 3. Lakka ponttiharkon RUH-150P seinän enimmäistukivälit tuulikuorman mitoitusarvolle 0,675 kN/m².



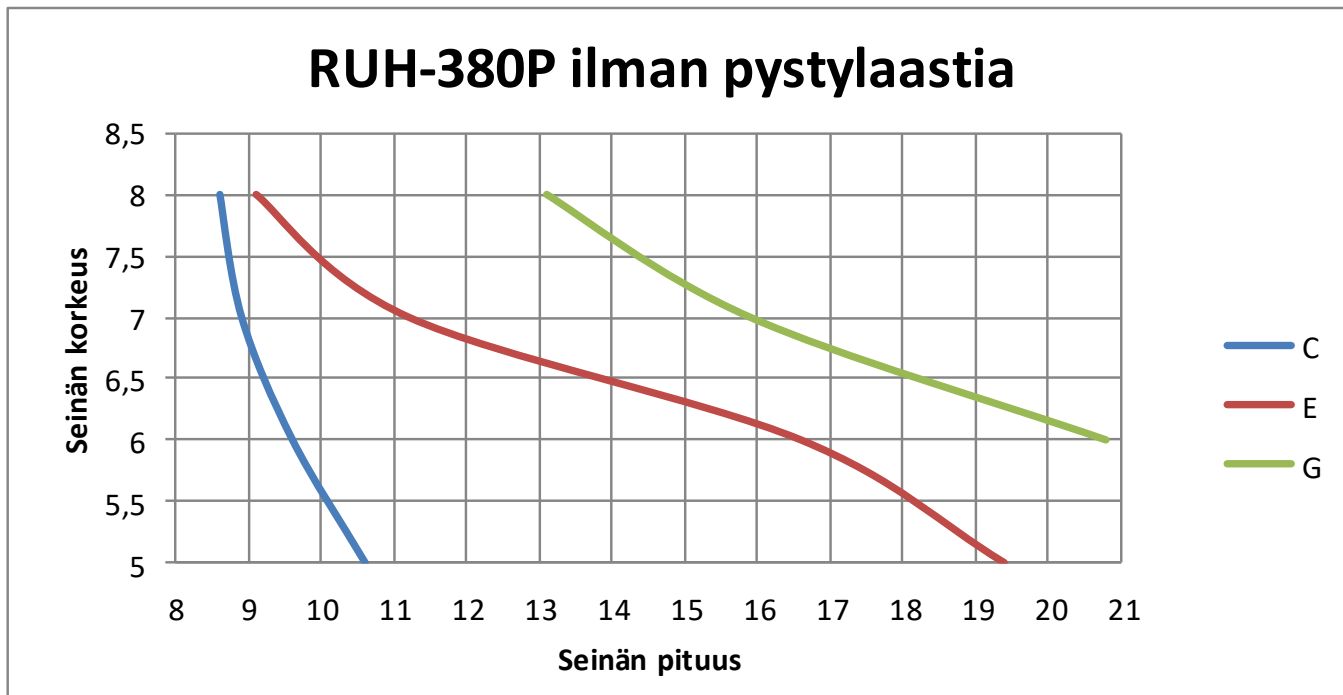
Kuva 4. Lakka ponttiharkon RUH-200P seinän enimmäistukivälit tuulikuorman mitoitusarvolle 0,675 kN/m².



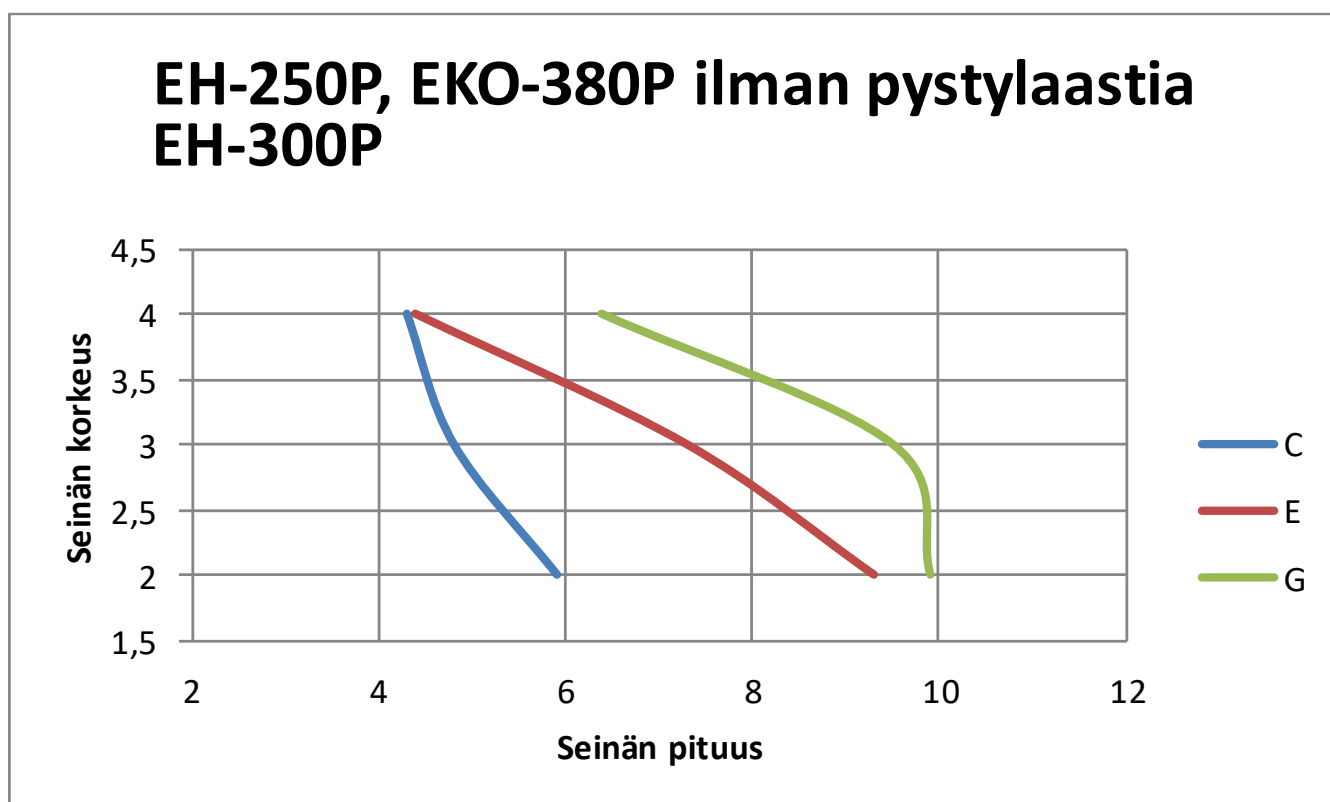
Kuva 5. Lakka ponttiharkon RUH-250P seinän enimmäistukivälit tuulikuorman mitoitusarvolle 0,675 kN/m².



Kuva 6. Lakka ponttiharkon RUH-300P seinän enimmäistukivälit tuulikuorman mitoitusarvolle 0,675 kN/m².



Kuva 7. Lakka ponttiharkon RUH-380P seinän enimmäistukivälit tuulikuorman mitoitusarvolle 0,675 kN/m².



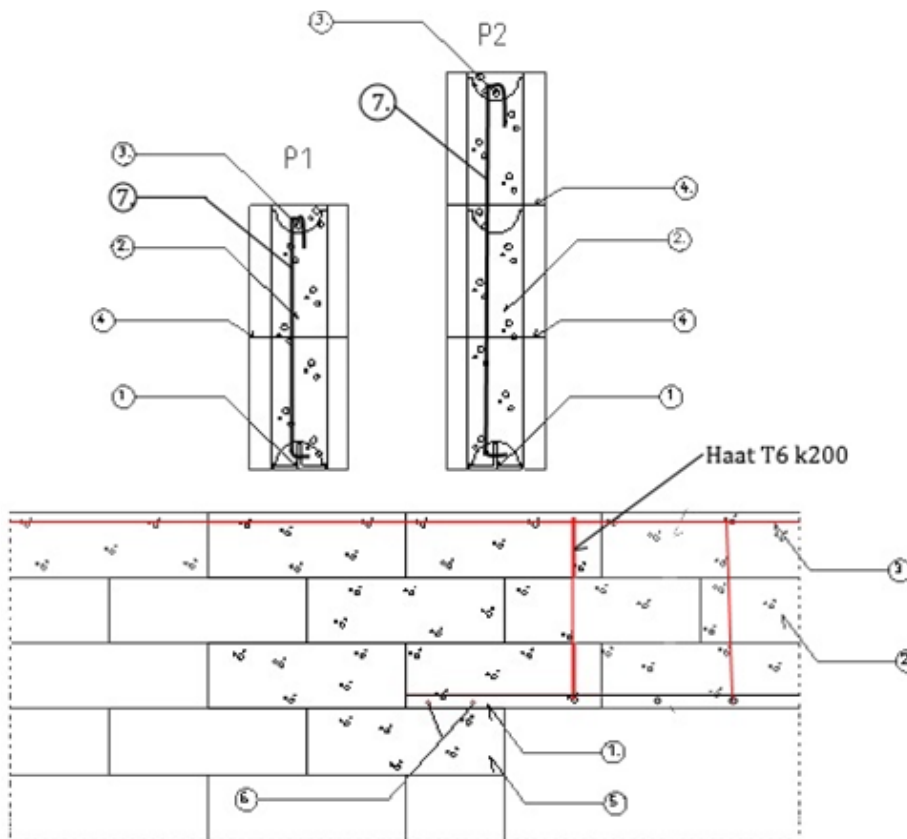
Kuva 8. Lakka eristeponttiharkkojen EH-250P, EH-300P ja EKO-380P seinän enimmäistukivälit tuulikuorman mitoitusarvolle 0,675 kN/m².

3.5 Muurattujen aukkopalkkien mitoitus tasaiselle kuormalle

Muuratuissa Lakka harkkorakenteissa voidaan aukkoilytykset tehdä käyttäen muottiharkkoja, teräspalkkeja tai työmaalla muottiin valettavia betonipalkkeja. Yleisin tapa tehdä aukkoilytykset työmaalla on käyttää palkkien alapinnan teräksenä t-teräsprofiileja, joita voi tilata tehtaalta harkkotoimituksen yhteyteen. Kapeampien Lakka väliseinäharkkojen VSH-100 aukkoilytysten kapasiteettitaulukot ja toteutustapa on esitetty Lakka väliseinäharkkojen suunnittelu- ja työohjeessa.

Liittopalkkiratkaisuissa palkkiharkot asennetaan sinkittyjen t-teräsprofiilien päälle. EKO-380P aukkoilytyksissä käytetään EKO-380P palkkiharkkoja ja EH-300P harkkojärjestelmässä käytetään palkkiharkkoina EMH-300 harkkoja. Harkkojen välisissä vaakasaumoissa voidaan käyttää n. 2 mm:n ohutsaumalaastisaumaa. Palkkien minimiraudoitus tehdään kuvien 9 ja 10 mukaisesti. Muurauksen jälkeen palkkiharkot valetaan betonimassalla, jonka lujuus on vähintään C25/30 (K30-2). Lakan valmisbetoneista voidaan käyttää esim. S30 sementtilaastia tai Juotosbetonia K40. Kantava aukkopalkki muodostuu alapinnan teräsprofiilin, raudoituksen, laastin ja betonin muodostamasta harkkopalkista. Liittopalkkien kapasiteetit tasaiselle kuormalle on esitetty taulukoissa 11-12. Mitoituksessa on sovellettu muurattujen harkkorakenteiden ja teräsrakenteiden eurokoodimitoitusta. Taulukon arvot ovat voimassa, kun palkit tehdään työmaalla kuvien 9 ja 10 mukaisesti.

VSH-150 aukkopalkkien toteutus

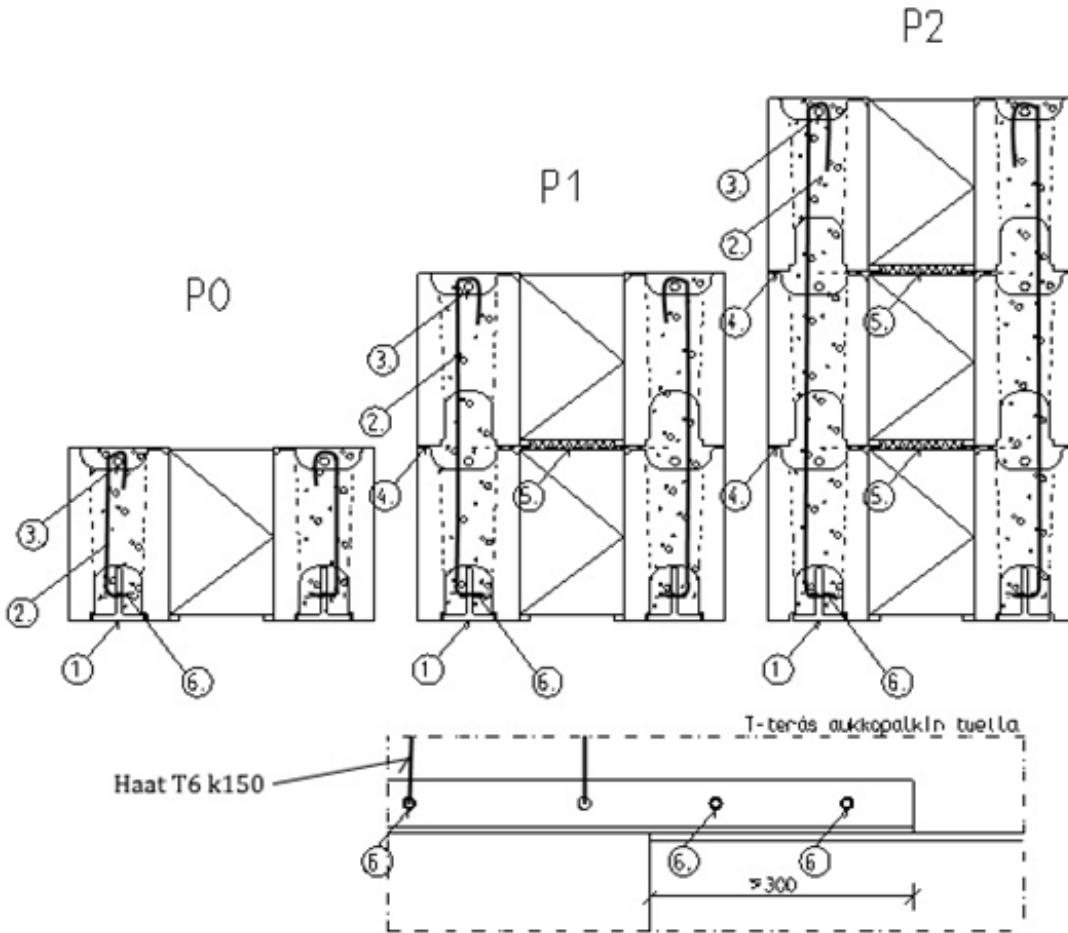


Kuva 9. Aukkoilytyspalkin VSH-150 toteutus

Kuvan 9 selite:

1. T-teräs 80x40 asennetaan tuella ohutsaumalaastiin ja tuodaan tuelle vähintään 300 mm.
2. Harkon ontelot valetaan betonilla esim. Lakka sementtilaasti S30 tai juotosbetoni K40. (Betonivalu tehdään myös rakennuksen ympäri koko ylimmän harkkokerroksen osalla).
3. Yläpinnan harjateräs vähintään T10. Harjateräs tuodaan tuelle vähintään 600 mm. Palkin välisaumojen raudoitus suunnitelmien mukaan.
4. Muuraus harkon pysty- ja sivukannaksista Lakka ohutsaumalaastilla
5. Palkin tuella harkon ontelot valetaan betonimassalla esim. S30 tai JB K40 VSH-150 rakenteessa.
6. Palkin tuella asennetaan terästapit 2 kpl T12 L=50 mm t-teräksen pystylaipan rei'itykseen
7. Aukon kohdalla asennetaan hakateräkset T6 k200 t-teräksen pystylaipan joka toiseen reikään.

EKO-380P ja EH-300P palkkiharkkojen (EMH-300) aukkopalkkien toteutus (Liittopalkki)



Kuva 10. Aukkoilytyspalkin EKO-380P ja EH-300P (EMH-300) toteutus palkkiharkkoilla.

Kuvan 10 selite:

1. T-teräs 60x60 asennetaan tuella laastisaumaan ja tuodaan tuelle vähintään 300 mm.
2. Harkon ontelot valetaan betonilla esim. Lakka sementtilaasti S30 tai juotosbetoni K40.
3. Yläpinnan harjateräs vähintään T10. Harjateräs tuodaan tuelle vähintään 600 mm. Palkin välisaumojen rauditus suunnitelmien mukaan.
4. Muuraus harkon sivukannaksista Lakka ohutsaumalaastilla. (Ei tarvetta EMH-300 harkoilla)
5. Palkkiharkon vaakasaumoissa muurausside RST 4 mm k600.
6. Palkin tuella asennetaan terästäpit 2 kpl T12 L=50 mm ja aukkoilytyksen kohdalla asennetaan hakateräkset T6 k150 t-teräksen pystylaipan jokaiseen reikään.

VSH-150 aukkopalkkien mitoitusaulukko

| Tasaisen kuorman kestävyden mitoitusarvot | | | |
|---|---------------|---------------|--|
| | P1 | P2 | |
| MRd | 15,6 kNm | 25,1 kNm | |
| VRd | 28,2 kN | 28,2 kN | |
| Aukko | P_{Rd} kN/m | P_{Rd} kN/m | |
| L (m) | P1 | P2 | |
| 0,9 | 47 | 47 | |
| 1,2 | 37 | 37 | |
| 1,5 | 31 | 31 | |
| 1,8 | 26 | 26 | |
| 2,1 | 20 | 23 | |
| 2,4 | 16 | 20 | |
| 2,7 | - | 16 | |
| Tuki | 300 mm | 300 mm | |

VSH-150 palkit:

P1 = 2 palkkiharkkokerrosta

P2 = 3 palkkiharkkokerrosta

(Kuva 9, s. 14)

Taulukko 11. VSH-150 aukkopalkkien tasaisen kuorman mitoitusarvot.

EKO-380P ja EH-300P (EMH-300) aukkopalkkien mitoitusaulukko

| Tasaisen kuorman kestävyden mitoitusarvot | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|
| | P0 | P1 | P2 |
| MRd (kNm) | 3.3 | 16.1 | 38.4 |
| VRd (kN) | 14.5 | 31.8 | 45.3 |
| Aukko | P_{Rd} kN/m | P_{Rd} kN/m | P_{Rd} kN/m |
| L (m) | P0 | P1 | P2 |
| 0.9 | 23 | 52 | - |
| 1.2 | - | 42 | 50 |
| 1.5 | - | 35 | 39 |
| 1.8 | - | 29 | 35 |
| 2.1 | - | 22 | 30 |
| 2.4 | - | 17 | 25 |
| 2.7 | - | - | 23 |
| 3.0 | - | - | 20 |
| TUKI | 300 mm | 300 mm | 300 mm |

EKO-380 ja EMH-300 (EH-300P palkit):

P0 = 1 palkkiharkkokerros

P1 = 2 palkkiharkkokerrosta

P2 = 3 palkkiharkkokerrosta

(Kuva 10, s. 15)

Taulukko 12. EKO-380 ja EMH-300 (EH-300P palkit) aukkopalkkien tasaisen kuorman mitoitusarvot yhdelle harkkopuoliskolle.

Taulukoiden 11 ja 12 kuormituskestävyyksissä ei ole huomioitu tuen paikallista puristuskestävyyttä eikä aukon alapuolisen seinän kuormituskestävyyttä, jotka tulee tarkistaa tapauskohtaisesti riippuen seinän mitoista. Lisäksi tulee kuormien laskennassa huomioida palkin oma paino vallitsevan kuormitusyhdistelmän mukaisesti.

3.6 Muurattujen seinien mitoitus maanpaineelle

Muuratuissa maanpaineeseinissä vaakaraudoitus siirtää maanpaineesta aiheutuvat vaakakuormat poikittaisille tukiseinille. Maanpaineeseinään liittyvinä tukina toimivat ulko- ja väliseinät mitoitetaan jäykistävinä seininä. Maanpaineeseinien muuraus tehdään täydellä pysty- ja vaakalaastisaumalla.

Taulukossa 13 on esitetty maanpaineeseinien enimmäistukivälit eri täyttökorkeuksilla ja vaakaraudoituksilla. Laskennassa on käytetty pintakuormana arvoa 2,5 kN/m² ja täyttökerroksen osalta tiivistetyn kitkamaan maanpaine arvoja. Täyttömaan tiivistys on oletettu tehtäväksi 0,2 m kerroksissa käyttäen 100 kg:n painosta tärylevyä (4 tiivistyskertaa / täyttökerros). Mikäli täytön tiivistämisessä käytetään suurempaa tärylevyä tulee rakenteille aiheutuva maanpaine määrittää erikseen. Taulukossa ei ole huomioitu maanpaineeseinän yläpuolisilta rakenteilta mahdollisesti tulevia kuormituksia.

| MAANPAINESEINIEN JÄNNEVÄLIT ERI TÄYTTÖKORKEUKSILLA | | | | | | |
|--|---------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| | Suurin sallittu jänneväli | | | | | |
| | RUH-250P | RUH-250P | RUH-300P | RUH-300P | RUH-380P | RUH-380P |
| Vaakaraudoitus | 2T8 k200 | 2T8 k200 | 2T8 k200 | 2T8 k200 | 2T10 k200 | 2T10 k200 |
| TÄYTTÖK. | 1-aukk. | 2-aukk. | 1-aukk. | 2-aukk. | 1-aukk. | 2-aukk. |
| m | m | m | m | m | m | m |
| 1,6 | 2,5 | 2,2 | 3,2 | 2,8 | 4,4 | 3,9 |
| 2,0 | 2,5 | 2,2 | 3,2 | 2,8 | 4,4 | 3,9 |
| 2,4 | 2,5 | 2,2 | 3,2 | 2,8 | 4,4 | 3,9 |

Taulukko 13. Maanpaineeseinien (RUH-P) enimmäistukivälit eri täyttökorkeuksilla ja raudoituksilla. Muuraus täydellä vaaka- ja pystylaastisaumalla

3.7 Palonkesto

Lakka harkot ovat palamattomia A1-luokan kiviainespohjaisia rakennustarvikkeita. Muurattavista Lakka harkoista tehtävien seinien palonkestoajat on annettu alla olevassa taulukossa. Taulukon arvot perustuvat standardin SFS-EN 1996-1-2 taulukkomitoitukseen palotilanteessa ja ovat voimassa kun seinät on pinnoitettu ja korkeuden suhde seinän leveyteen on pienempi kuin 40.

| Lakka harkkojen palonkestoajat, molemmin puolin pinnoitetut seinät | | | | | | |
|---|-------------------|---|-----------|------------|-------------|--------------|
| Harkko | Aukkoryhmä | Kuivatiheys kg/m³ | EI | REI | EI-M | REI-M |
| VSH-68 | 1 | 1200 | 30 | - | - | - |
| VSH-88 | 1 | 1200 | 60 | - | - | - |
| VSH-150 | 2 | 1200 | 120 | 90 | - | - |
| PK-200 | 1 | 2100 | 240 | 120 | 60 | 60 |
| UH-100P | 1 | 700/1200 | 120 | 60 | - | - |
| UH-125P | 1 | 700/1200 | 180 | 90 | - | - |
| RUH-150P | 1 | 700 | 240 | 120 | - | - |
| RUH-200P | 1 | 700 | 240 | 240 | - | - |
| RUH-250P | 1 | 700 | 240 | 240 | 60 | 60 |
| RUH-300P | 1 | 700 | 240 | 240 | 120 | 120 |
| RUH-380P | 1 | 700 | 240 | 240 | 180 | 180 |
| EH-250P | 1 | 750 | 120 | 60 | - | - |
| EH-300P | 1 | 750 | 120 | 60 | - | - |
| EKO-380P | 1 | 750 | 120 | 60 | - | - |

Taulukko 14. Muurattavien Lakka harkkoseinien palonkestoajat.

3.8 Ääneneristävyys

Yksinkertaisen harkkoseinän ääneneristävyys on yleensä sitä parempi, mitä tiheämmällä betonimassalla harkko valmistetaan. Rakenteiden ääneneristävyys vaikuttavat mm. tila, rakenteiden liittymät, läpiviennit, toteutus sekä rakenteissa käytettävät siteet. Nämä ääneneristävyys vaikuttavat seikat tulee huomioida suunnittelussa tapauskohtaisesti.

Taulukossa 15 on pinnoitettujen Lakka harkkorakenteiden ääneneristävyys. Taulukon arvot ovat ehjän harkkoseinän ääneneristävyys ilman muuraussiteitä kun muuraus on tehty harkkotyyppin työohjeiden mukaisesti.

Lakka harkkorakenteiden ääneneristävyys

Väliseinät

| Rakenne* | Rw | Rw+C | Rw+C _e |
|---|-----|------|-------------------|
| VSH-68 | 43 | 42 | 40 |
| VSH-88/600 | 39 | 38 | 37 |
| VSH-100 | 45 | 44 | 41 |
| VSH-150 | 49 | 48 | 45 |
| MH-150 valettuna | 56 | 54 | 49 |
| PK-200*** | 58 | 56 | 53 |
| PK-200**** | 56 | 55 | 52 |
| MH-200 valettuna | 61 | 60 | 55 |
| MH-150 valettuna + min.villa 50 mm + MH-150 valettuna | ≥59 | ≥59 | ≥59 |

Ulkoseinät

| Rakenne** | Rw | Rw+C | Rw+C _e |
|---|----|------|-------------------|
| EKO-380P grafit | 44 | 43 | 39 |
| EMH-350PRO grafit valettuna | 52 | 50 | 46 |
| EMH-400PRO grafit valettuna | 52 | 50 | 46 |
| MH-150 valettuna+EPS platina 250 mm+rappaus 10 mm | 51 | 45 | 39 |

*seinissä tasoite molemmin puolin 5 mm

**sisäpuolella tasoite 5 mm, ulkopuolella rappaus 10 mm

*** molemmissa pinnoissa tasoite 10 mm

****molemmissa pinnoissa tasoite 5 mm

Yllä olevat ääneneristävyiden arvot ovat ehjän harkkoseinän ääneneristävyiksi ilman muuraussiteitä kun muuraus on tehty harkkotyyppin työohjeiden mukaisesti.

Rakenteiden ääneneristävyteen vaikuttavat mm. tila, rakenteiden liittymät, läpiviennit, toteutus sekä rakenteissa käytettävät siteet. Nämä ääneneristävyteen vaikuttavat seikat tulee huomioida suunnittelussa tapauskohtaisesti.

Taulukko 15. Lakka harkkoseinien ääneneristävyysarvoja.

4. Raudoitus

Raudoitteiden asennuksessa tulee huomioida riittävä suojalaastietäisyys ympäristöluokan rasitusten mukaisesti. Raudoitus tulee asentaa muurauslaastin sisään niin, että laasti ympäröi kauttaaltaan terästä. Lakka harjoista muuratun seinän vaakasaumoissa käytetään aina vähintään kutistumaraudoitusta (harjateräs=T). Lakka muurattujen harkkorakenteiden vähimmäisraudoitus:

Harkkolevydet 75-125 mm, 1 T8 k800
 Harkkolevydet 150-380 mm, 2 T8 k800
 Eristeharkot 250-380 mm, 2 T8 k600

Raudoituksien jatkokset tehdään limijatkoksella, jonka pituus on vähintään 700 mm kun käytetään 8 mm:n harjaterästä.

Raudoitus tulee asentaa aina myös aukkojen ala- ja yläpuolisiin saumoihin sekä seinän alimpaan ja ylimpään saumaan. Käytettävän raudoituksen määrittelee aina tapauskohtaisesti kohteen rakennesuunnittelija ja ne esitetään rakennesuunnitelmissa.

5. Lisätietoja

Lakka rakennekirjasto ja suunnitteluohjeet sekä lisätietoja harkkorakentamisesta löydät osoitteesta www.lakka.fi/ohjeet.

Harkkorakenteiden suunnittelusta ja rakentamisesta Lakan tuotteilla saa lisätietoja myös betonituotteiden teknisestä neuvonnasta p. 0207 481 286

