



## Muurattavat harkot



**SUUNNITTELUOHJE**  
**2017**  
**Eurokoodi 6**  
**27.3.2017**

# 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](http://www.lakka.fi)

## 1. Yleistä, Lakka muurattavat harkot

Lakan Betonin muurattavat harkot valmistetaan maakostealla kevytsorabetonimassalla (tiheys 700-1000 kg/m<sup>3</sup>) tai betonimassalla (tiheys >1000 kg/m<sup>3</sup>). Harkkoja voidaan käyttää mm. perustuksissa, tukimuurissa, väliseinissä ja ulkoseinissä.

Lakka kevytsoraharkoista eristeharkko EH-300 ja betoniharkoista BH-harkot muurataan käyttämällä laastia vaaka- ja pystysaumoissa. Laastina käytetään harkkolaastia M100/500 ja laastisauman nimellispaksuus on 10 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 rakosaumalla. Kapeammat 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 Lakan Betoni Oy:n valmistamien ja laastisaumalla muurattavien harkkojen mitoitusohjeena. Lakka harkot ovat CE-merkittyjä ja suunnitteluohje perustuu eurokoodi – mitoitukseen. Tästä ohjeesta löytyy suunnittelijan käyttöön kapasiteettitaulukot tyypillisimpiin 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

## 2. Tekniset tiedot

LAKKA MUURATTAVIEN HARKKOJEN TEKNISET OMINAISUUDET							
	EH-300	UH-P/ RUH-P HARKOT	EH-250P / EKO-380P	VSH-130db / VSH-130 Roilo	VSH-150	BH-HARKOT	PK-200
<b>Puristuslujuus</b>							
Betoni (fb), MN/m <sup>2</sup>	4	3/2,7	4	16 / 12	6	6 / 4***	12
Laasti (fm), MN/m <sup>2</sup>	8	10	10	15	15	8	10
<b>Kuivatiheys</b>							
Betoni, kg/m <sup>3</sup>	750	700	750 / >1200*	>2100	>1200	>1200	>2100
<b>Kimmokerroin (pitkäaikaiskerroin) K<sub>E</sub></b>	700	700	700	650	650	650	650
<b>Ulkoseinät</b>							
Lämmönjohtavuus, rakosaumat, W/(mK)	0,21	0,21	0,21	1,42	0,41	0,41	1,42
Lämmönjohtavuus eriste, W/(mK)	0,035		0,035 / 0,030				
<b>Kevytsorabetonin ominaislujuudet</b>							
Muurin puristuslujuus fk, täysin saumoin, MN/m <sup>2</sup>	2,69	2,08 / 1,89	2,69	8,97 / 3,20**	1,68**	3,50 / 2,69***	3,42****
Taivutusvetolujuus vaakasaumojen suuntaisessa murtotasossa f <sub>tk1</sub> , MN/m <sup>2</sup>	0,39	0,26	0,26	0,10	0,23	0,39	0,10
Taivutusvetolujuus vaakasaumojen suuntaa vastaan kohtisuorassa murtotasossa f <sub>tk2</sub> , MN/m <sup>2</sup>	0,42	0,21 / 0,19	0,28	0,42	0,42	0,42	0,42
Osavarmuusluku (kategoria I, aukkor ryhmä 1 tai 2)	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Kuivumiskutistuma, mm/m	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Lämpölaajeneminen, 1/K	6x10 <sup>-6</sup>	6x10 <sup>-6</sup>	6x10 <sup>-6</sup>	10x10 <sup>-6</sup>	6x10 <sup>-6</sup>	6x10 <sup>-6</sup>	10x10 <sup>-6</sup>
Aukkor ryhmä	1	1	1	1	2	1	1
*EKO-380P palkkiharkot. **Muuraus sivukannaksista (rakosauma). ***Kevytsorabetonin sisältävät BH-harkot.							
****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 kestävyiden arvot ovat murtorajatilan mukaisia laskenta-arvoja. Taulukoissa ilmoitettuja kestävyiksi 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) kestävyudet taulukossa 6 ovat muuratulle rakenteelle, jossa vaakalaastisauma on levitetty harkon keskiosaan ( $g=146$  mm). Mitoituksessa seinän tehollisena paksuutena ja puristuspinta-alana huomioidaan pelkästään harkon keskiosan laastisauman leveys.

Kantokyky on taulukoissa annettu seinän yläpään mitoituspaikeskisyysille  $e_d$  ( $e_d=e_1$ ). Pelkästään pystykuormitetussa seinässä mitoituspaikeskisyys muodostuu pystykuorman epäkeskisyudesta ja alkuepäkeskisyudesta. Alkuepäkeskisyys  $e_{init} = h_{ef}/450$ . Mitoituspaikeskisyys tulee määrittää tapauskohtaisesti eurokoodien mukaisesti. Laskentaesimerkkejä löytyy mm. muurattujen harkkorakenteiden mitoitusohje liite 1 -ohjeista. Mitoituspaikeskisyiden merkintä tämän suunnitteluohjeen taulukoissa on  $e_d$ .

Lakka ponttiharkkoseiniin (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 mitoituspaikeskisyydellä  $e_d=0,05t$ . ( $e_d=e_1$ =pystysuoran kuorman mitoitusarvon epäkeskisyys + alkuepäkeskisyys).

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

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

<b>Lakka betoniharkkoseinien (BH ja VSH-150) puristuskestävyydet NRd (kN/m) tasaiselle kuormalle</b>									
<b>Laastisauma g</b>	100	100	100	125	125	125	64	64	64
<b>ed</b>	<b>0,05t</b>	<b>0,10t</b>	<b>0,15t</b>	<b>0,05t</b>	<b>0,10t</b>	<b>0,15t</b>	<b>0,05t</b>	<b>0,10t</b>	<b>0,15t</b>
<b>h = hef (mm)</b>	<b>BH-100</b>	<b>BH-100</b>	<b>BH-100</b>	<b>BH-125</b>	<b>BH-125</b>	<b>BH-125</b>	<b>VSH-150</b>	<b>VSH-150</b>	<b>VSH-150</b>
<b>2400</b>	73	55	38	99	79	60	88	73	58
<b>2500</b>	66	50	34	94	74	56	85	70	55
<b>2600</b>	60	46	30	89	70	52	82	67	52
<b>2700</b>	54	41	27	85	65	48	79	64	49
<b>2800</b>	-	-	-	80	61	44	76	61	47
<b>2900</b>	-	-	-	75	57	40	73	58	44
<b>3000</b>	-	-	-	70	53	37	70	55	41
<b>3100</b>	-	-	-	65	49	34	67	53	39
<b>3200</b>	-	-	-	60	46	30	64	50	36
<b>3300</b>	-	-	-	55	42	28	61	47	34
<b>3400</b>	-	-	-	-	-	-	58	45	32
<b>3500</b>	-	-	-	-	-	-	55	42	30
<b>3600</b>	-	-	-	-	-	-	52	40	27
<b>3700</b>	-	-	-	-	-	-	49	37	25
<b>3800</b>	-	-	-	-	-	-	46	35	23
<b>3900</b>	-	-	-	-	-	-	43	33	22
<b>4000</b>	-	-	-	-	-	-	40	30	20

Taulukko 4. Betoniharkkoseinien pystykuorman kestävyys ilman vaakakuormitusta, yläpään mitoitusepäkeskisytyksillä  $e_d=0,05t, 0,1t, 0,15t$ . ( $e_d=e_1$ =pystysuoran kuorman mitoitussarvon epäkeskisyys + alkuepäkeskisyys).

<b>Lakka VSH-130 seinien puristuskestävyydet NRd (kN/m) tasaiselle kuormalle</b>						
<b>Epäkeskisyyss ed</b>	0,05t	0,1t	0,15t	0,05t	0,1t	0,15t
<b>Harkko</b>	<b>VSH</b>	<b>VSH</b>	<b>VSH</b>	<b>VSH</b>	<b>VSH</b>	<b>VSH</b>
<b>h = hef (mm)</b>	<b>130db</b>	<b>130db</b>	<b>130db</b>	<b>130 Roilo</b>	<b>130 Roilo</b>	<b>130 Roilo</b>
<b>2400</b>	198	159	122	128	103	79
<b>2500</b>	189	151	114	122	97	74
<b>2600</b>	180	142	107	116	92	69
<b>2700</b>	171	134	99	111	87	64
<b>2800</b>	163	126	92	105	81	59
<b>2900</b>	154	118	85	100	76	55
<b>3000</b>	145	111	78	94	71	51
<b>3100</b>	136	103	72	88	67	46
<b>3200</b>	127	96	66	82	62	42
<b>3300</b>	118	89	60	76	58	39
<b>3400</b>	109	83	55	70	53	35
<b>3500</b>	101	76	50	65	49	32

Taulukko 5. Väliseinääharkkoseinän VSH-130 pystykuorman kestävyys ilman vaakakuormitusta, yläpään mitoitus-epäkeskisyyksillä  $e_d=0,05t$ ,  $0,1t$ ,  $0,15t$ . ( $e_d=e_1$ =pystysuoran kuorman mitoitusarvon epäkeskisyyss + alkuepäkeskisyyss). Taulukon kestävyudet ovat rakosaumamuuratuille rakenteille, joissa laasti harkon sivukannasten koko leveydellä. Käytettäessä harkkoja sekaisin rakenteessa, tehdään mitoitus roiloharkon kestävyyksien mukaan.

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

Taulukko 6. Ponttikiviseinän PK-200 pystykuorman kestävyys ilman vaakakuormitusta, yläpään mitoitus-epäkeskisyyksillä  $e_d=0,05t$ ,  $0,1t$ ,  $0,15t$ . ( $e_d=e_1$ =pystysuoran kuorman mitoitusarvon epäkeskisyyss + alkuepäkeskisyyss).

### 3.3 Eristeharkkoseinien mitoitus pystykuormille

Eristeharkkoseinässä kumpikin harkkokuori mitoitetaan erikseen. Muuraus tehdään täysin pysty- ja vaaka-laastisaumoin pontittomissa eristeharkoissa (EH-300). Laastina käytetään M100/500 harkkolaastia ja laastisauman paksuus on n. 10 mm. 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 harkko-kerros seinässä tehdään palkkiharkolla, joka muodostaa suunnitelmien mukaisen raudoituksen ja betonivalun kanssa yhtenäisen rengaspalkin seinän yläpään.

Jos kuorien välistä yhteistoimintaa jäykistyksessä käytetään hyväksi laskennan tehollisessa paksuudessa, on muuraussiteitä käytettävä seinässä vähintään 4 kpl/m<sup>2</sup>. Muuraussiteitä suositellaan käytettäväksi kaikissa yli 2700 mm korkeissa seinissä (4 kpl/seinä-m<sup>2</sup>), aukkopielissä 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 leveys). 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 vaaka-voimia, momenttia eikä rakenteen omaa painoa, jotka suunnittelijan tulee huomioida todellisen mitoituslanteen 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 pystykuormitetussa seinässä mitoitusepäkeskisyys muodostuu pystykuorman epäkeskisyydestä ja alkuepäkeskisyydestä. Alkuepäkeskisyys  $e_{mit} = h_{ef}/450$ . Mitoitusepäkeskisyyden merkintä tämän suunnitteluohjeen taulukoissa on  $e_d$ .

Lakka eristeharkkoseinien puristuskestävyydet NRd (kN/m) tasaiselle kuormalle ilman muuraussiteitä					
ed = 0.05*t	EH	ed = 0.10*t	EH	ed = 0.15*t	EH
h = hef (mm)	300	h = hef (mm)	300	h = hef (mm)	300
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-300 pystykuorman kestävyys ilman vaakakuormitusta, yläpään mitoitusepäkeskisyyksillä  $e_d=0,05t, 0,1t, 0,15t$ , kun seinässä ei käytetä muuraussiteitä. ( $e_d=e_1$ =pystysuoran kuorman mitoitusarvon epäkeskisyys + alkuepäkeskisyys).

Lakka harkkoseinien puristuskestävyydet NRd (kN/m) tasaiselle kuormalle muuraussiteillä 4 kpl/m <sup>2</sup>					
ed = 0.05*t	EH	ed = 0.10*t	EH	ed = 0.15*t	EH
h = hef (mm)	300	h = hef (mm)	300	h = hef (mm)	300
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-300 pystykuorman kestävyys ilman vaakakuormitusta, yläpään mitoitusepäkeskisyyksillä  $e_d=0,05t, 0,1t, 0,15t$ , kun muuraussiteitä käytetään 4 kpl/seinä-m<sup>2</sup>. ( $e_d=e_1$ =pystysuoran kuorman mitoitusarvon epäkeskisyys + alkuepäkeskisyys).



Lakka eristeharkkoseinien puristuskestävyydet NRd (kN/m) tasaiselle kuormalle ilman muuraussiteitä								
ed = 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  $e_d=0,05t, 0,1t, 0,15t$ , kun seinässä ei käytetä muuraussiteitä. ( $e_d=e_1$ =pystysuoran kuorman mitoitussarvon epäkeskisyys + alkuepäkeskisyys).

Lakka harkkoseinien puristuskestävyydet NRd (kN/m) tasaiselle kuormalle muuraussiteillä 4 kpl/m <sup>2</sup>								
ed = 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  $e_d=0,05t, 0,1t, 0,15t$ , kun muuraussiteitä käytetään 4 kpl/seinä-m<sup>2</sup>. ( $e_d=e_1$ =pystysuoran kuorman mitoitussarvon epäkeskisyys + alkuepäkeskisyys).

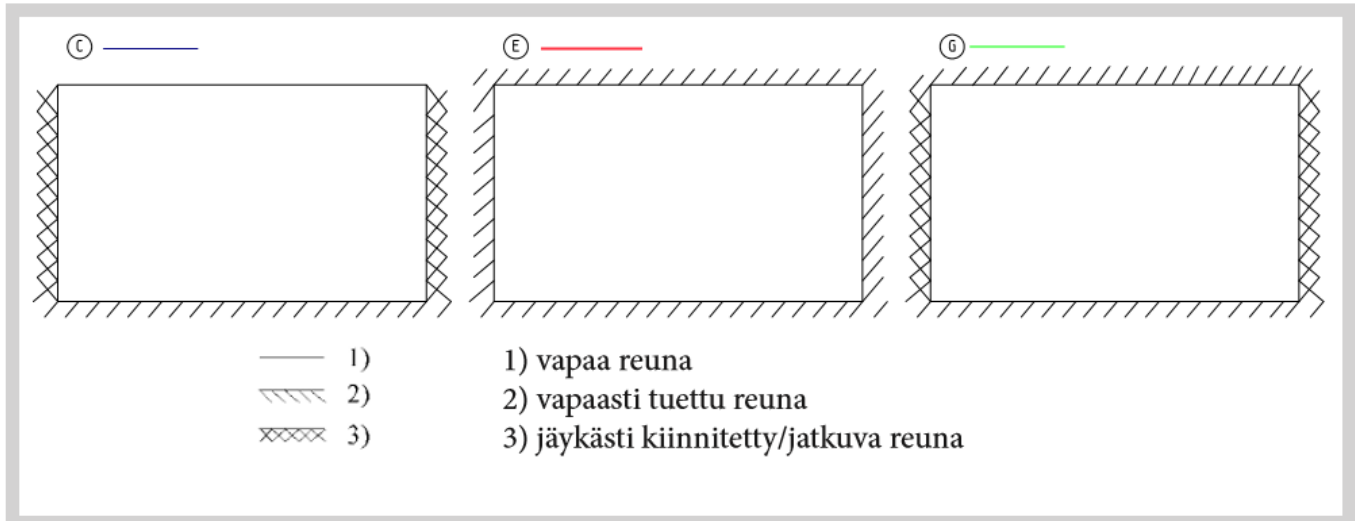


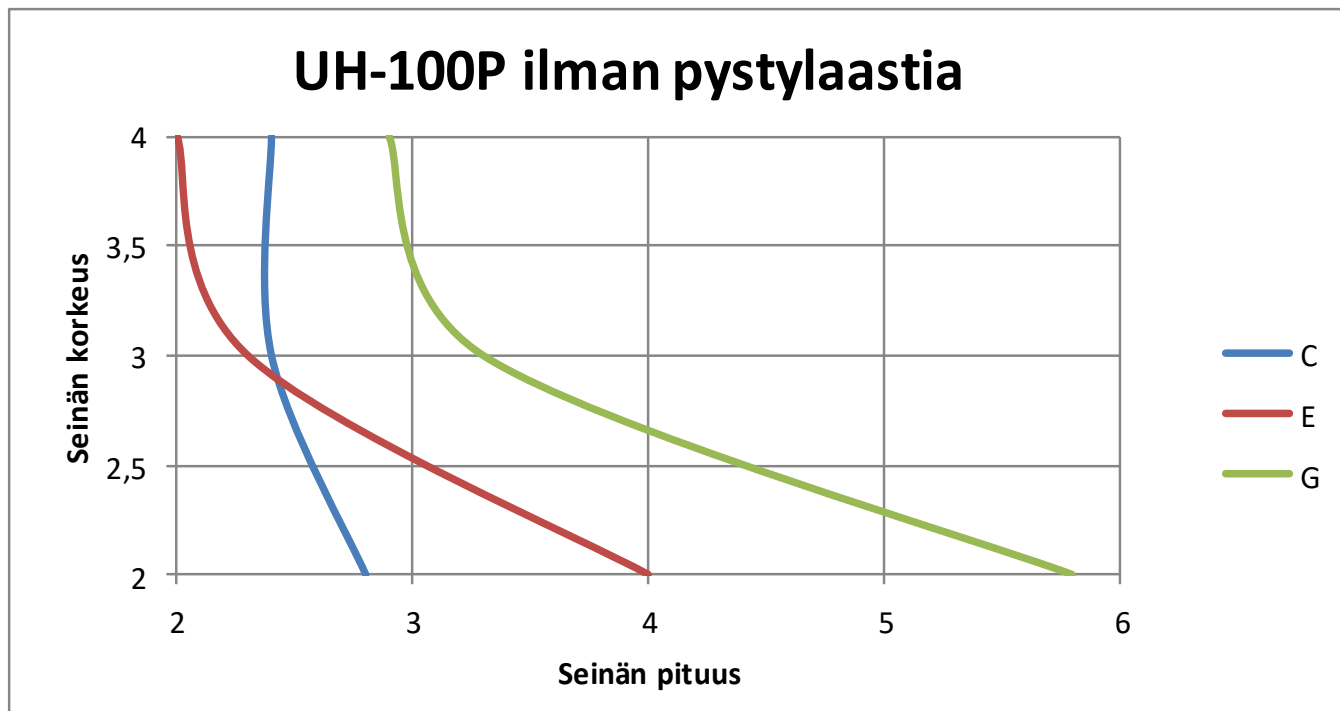
### 3.4 Ulkoseinien mitoitus tuulikuormille

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

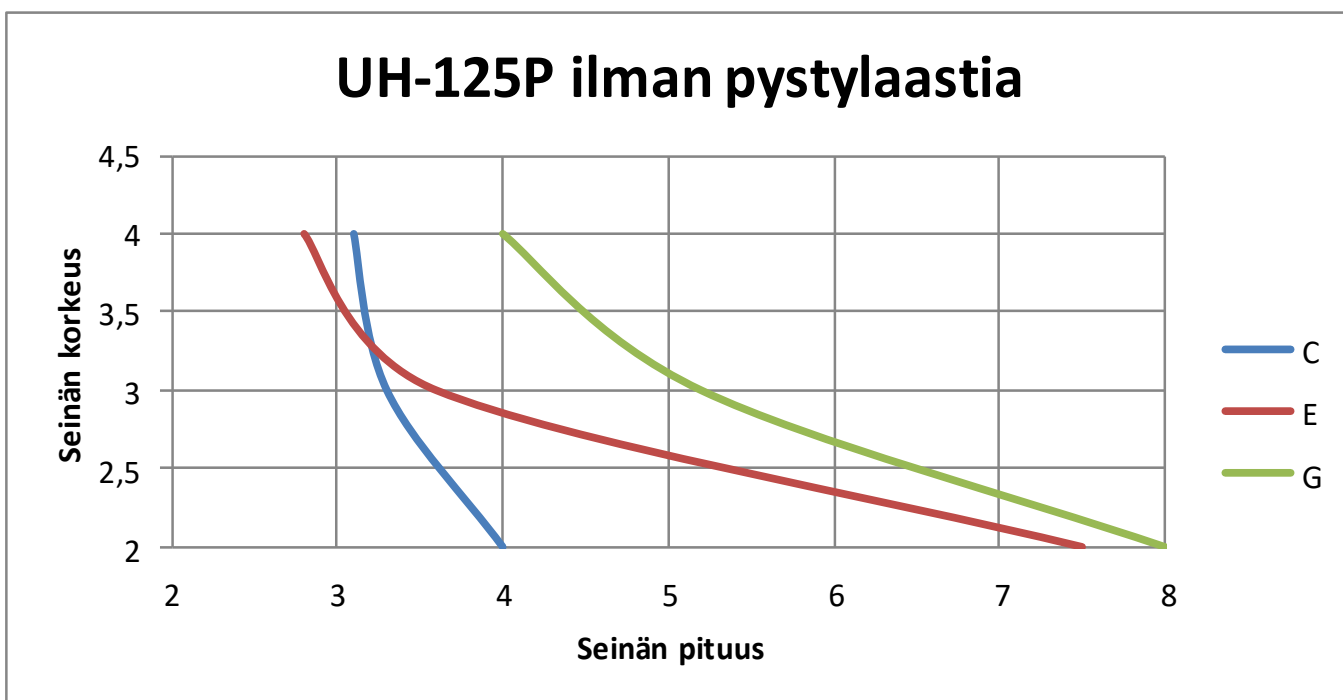
Kutistumaraudoitettujen Lakka harkkoseinien enimmäistukivälit eri tuentatavoilla on esitetty kuvissa 1-8 kun seinää rasittaa pelkästään tuulikuorman mitoitusarvo 0,675 kN/m<sup>2</sup>.

Seinän tuentatavat:

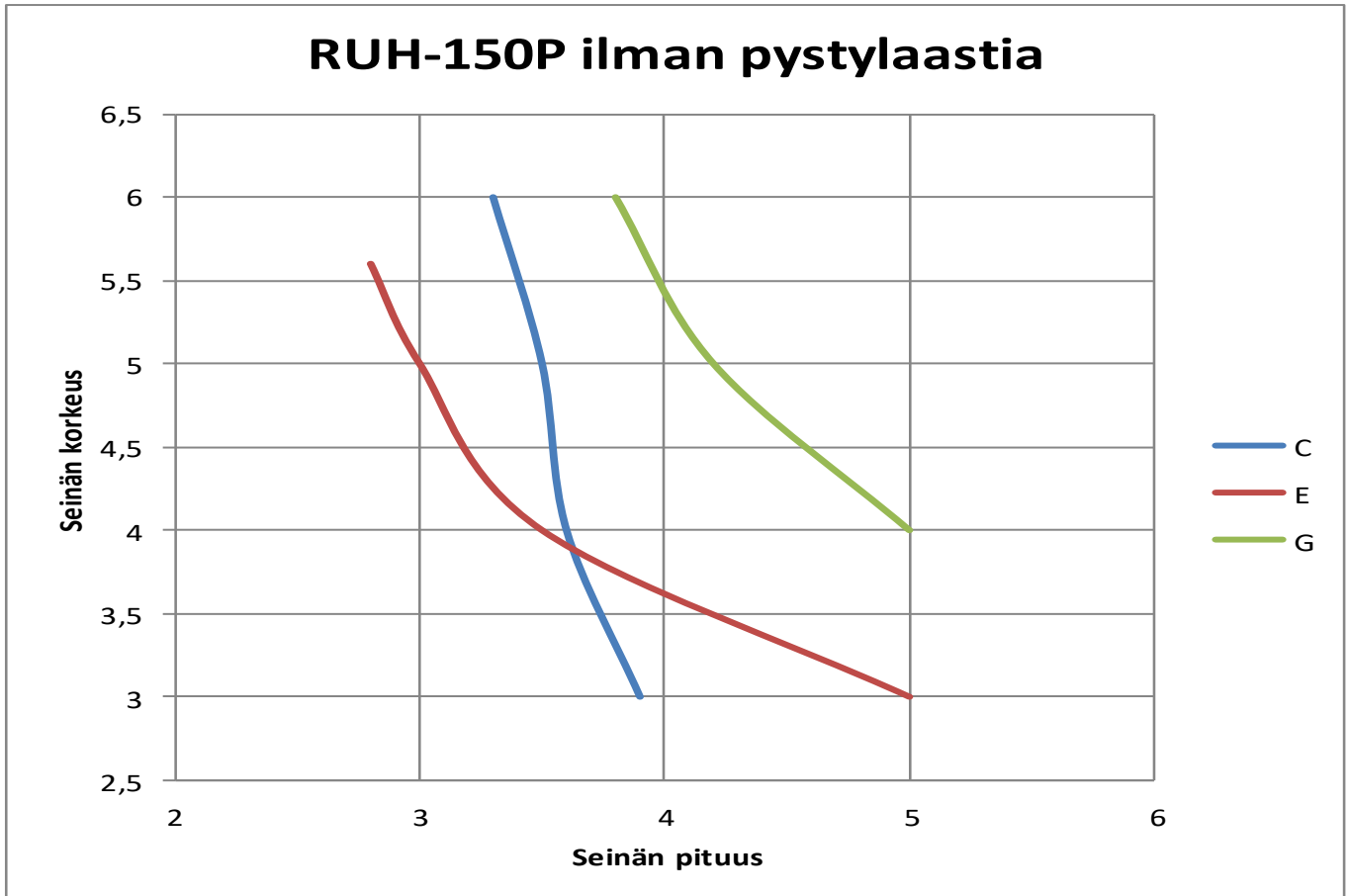




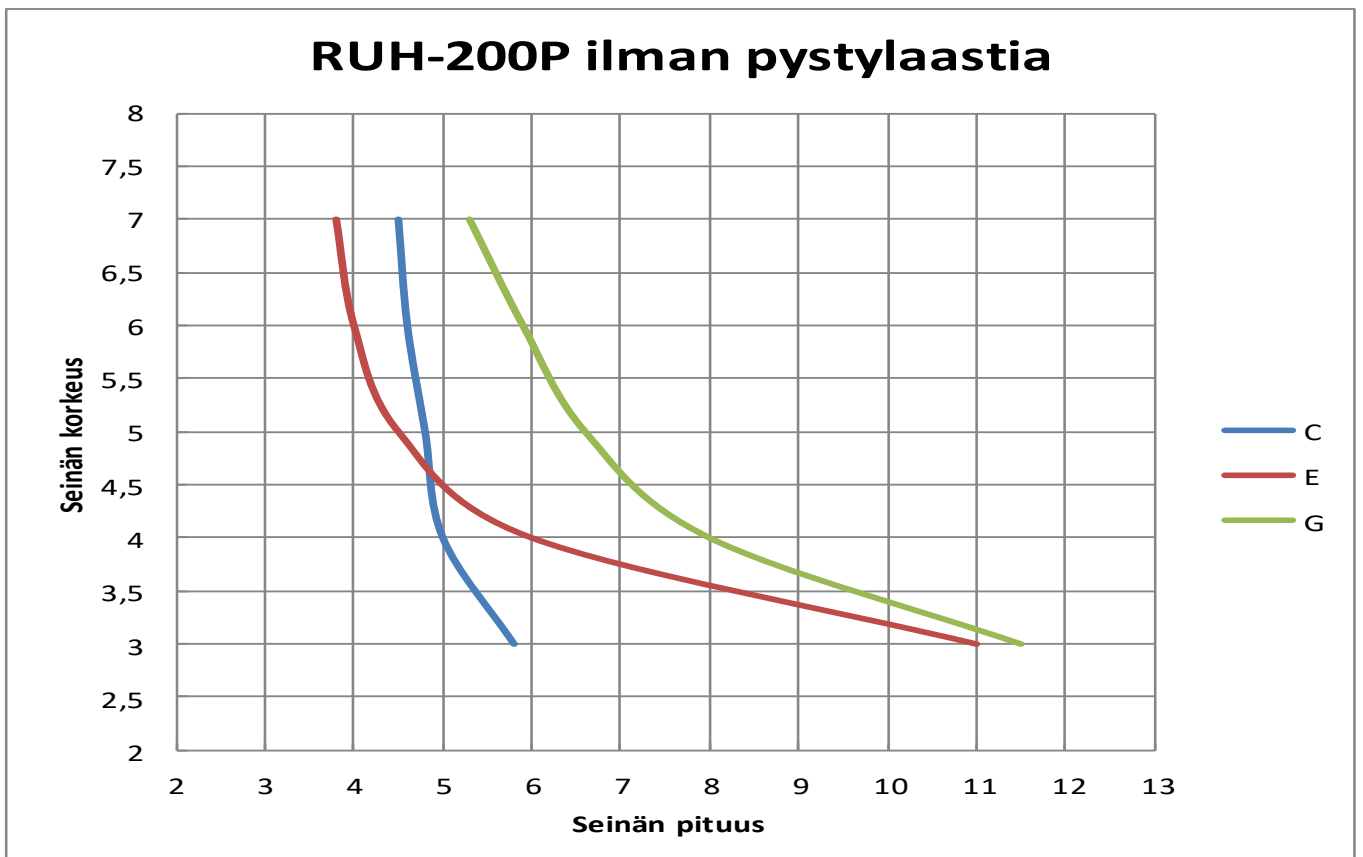
Kuva 1. Lakka ponttiharkon UH-100P seinän enimmäistukivälit tuulikuorman mitoitusarvolle 0,675 kN/m<sup>2</sup>.



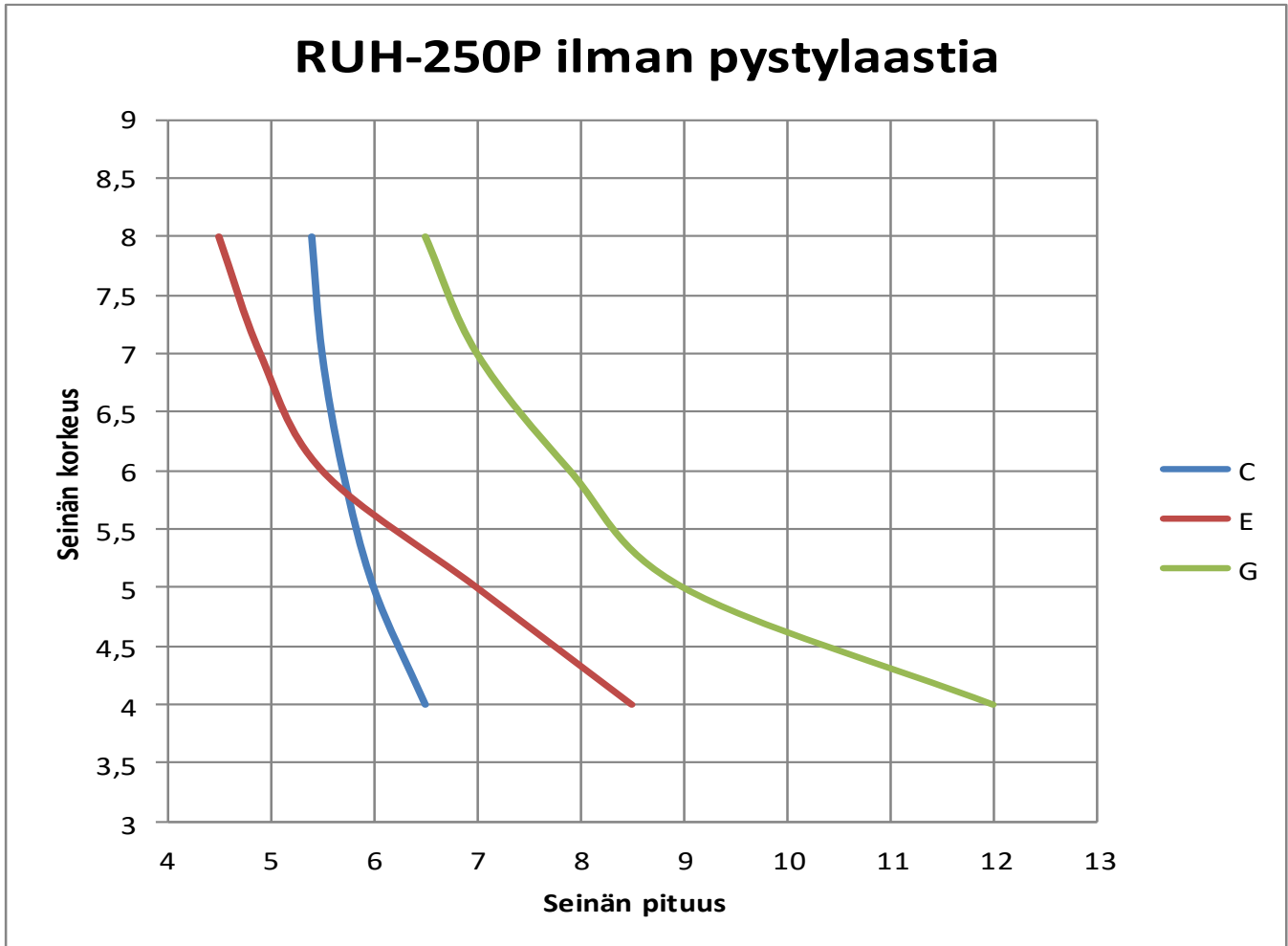
Kuva 2. Lakka ponttiharkon UH-125P seinän enimmäistukivälit tuulikuorman mitoitusarvolle 0,675 kN/m<sup>2</sup>.



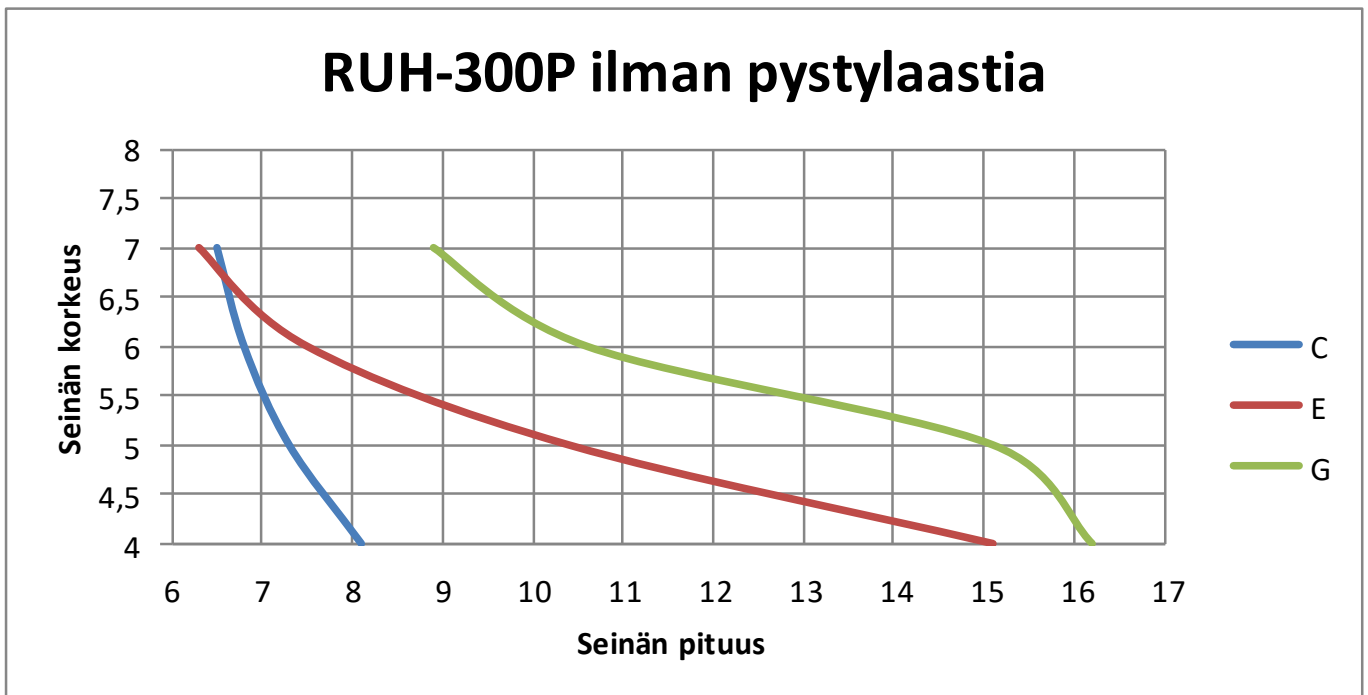
Kuva 3. Lakka ponttiharkon RUH-150P seinän enimmäistukivälit tuulikuorman mitoitusarvolle 0,675 kN/m<sup>2</sup>.



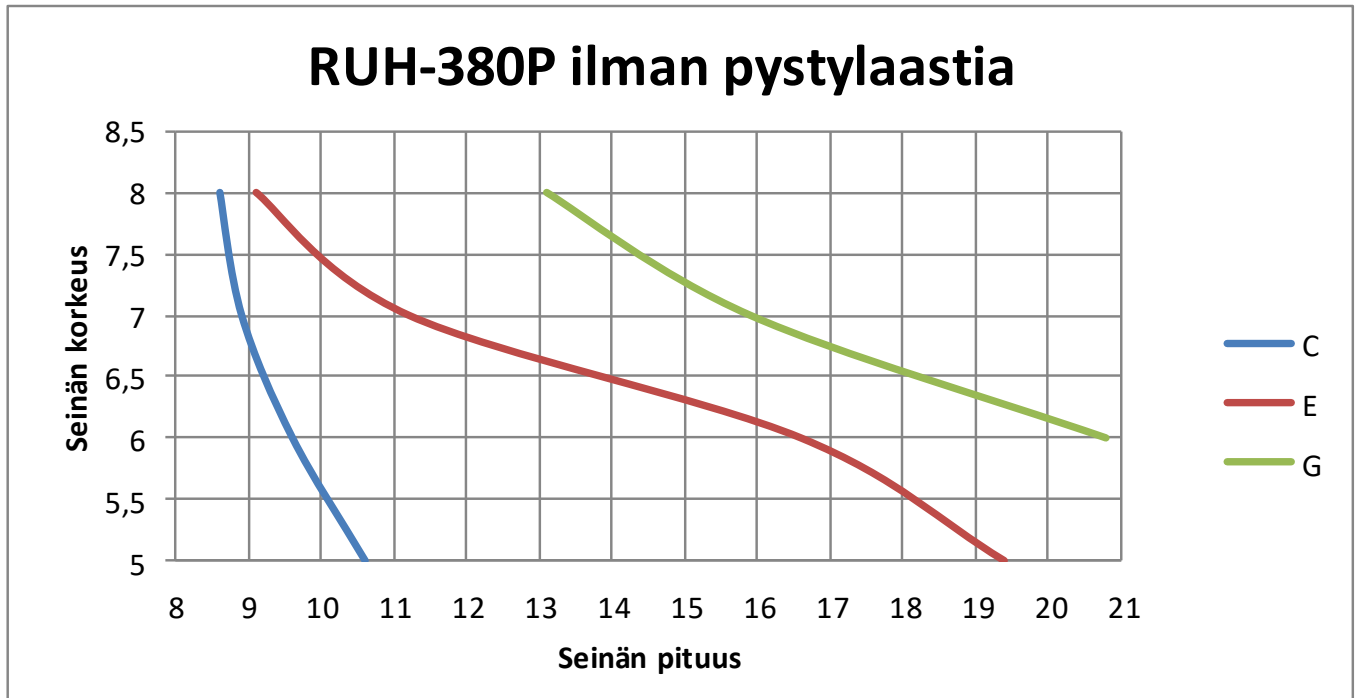
Kuva 4. Lakka ponttiharkon RUH-200P seinän enimmäistukivälit tuulikuorman mitoitusarvolle 0,675 kN/m<sup>2</sup>.



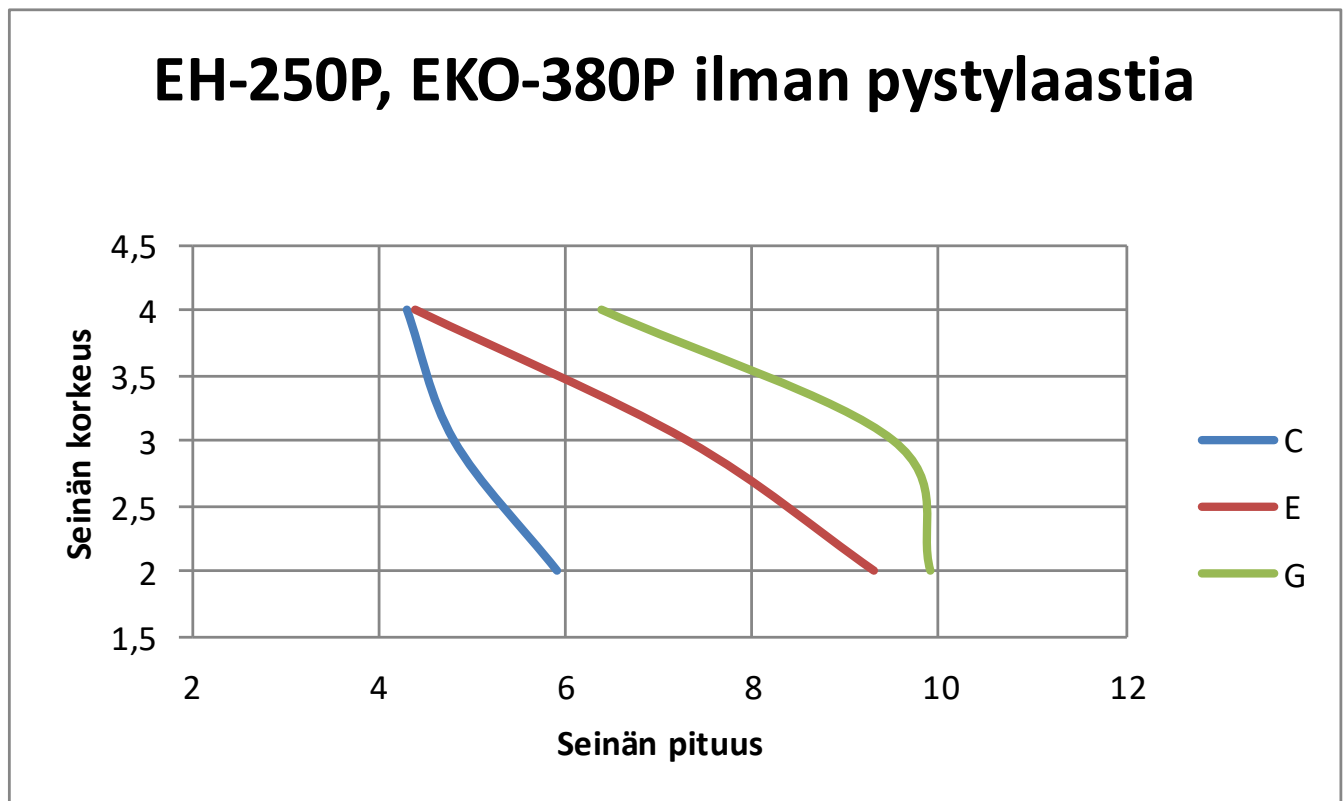
Kuva 5. Lakka ponttiharkon RUH-250P seinän enimmäistukivälit tuulikuorman mitoitusarvolle 0,675 kN/m<sup>2</sup>.



Kuva 6. Lakka ponttiharkon RUH-300P seinän enimmäistukivälit tuulikuorman mitoitusarvolle 0,675 kN/m<sup>2</sup>.



Kuva 7. Lakka ponttiharkon RUH-380P seinän enimmäistukivälit tuulikuorman mitoitusarvolle 0,675 kN/m<sup>2</sup>.



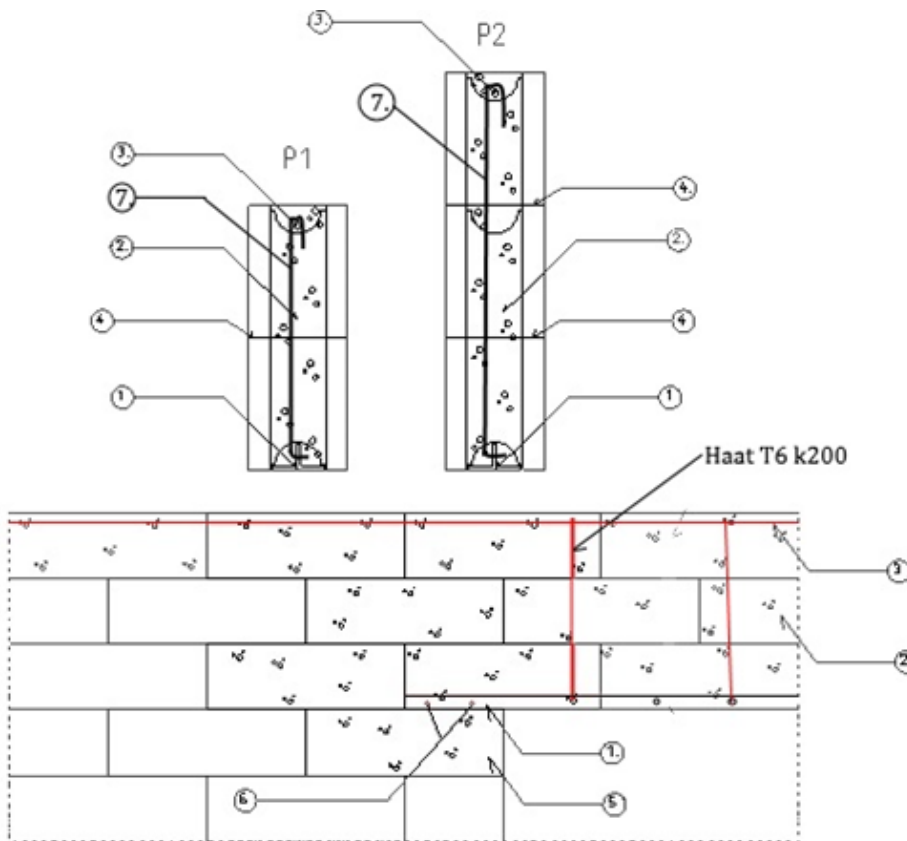
Kuva 8. Lakka eristeponttiharkkojen EH-250P ja EKO-380P seinän enimmäistukivälit tuulikuorman mitoitusarvolle 0,675 kN/m<sup>2</sup>.

### 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.

Liittopalkkiratkaisuissa palkkiharkot asennetaan sinkittyjen t-teräsprofiilien päälle. Harkkojen välisissä vaakasaumoissa käytetään 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 ja VSH-130 aukkopalkkien toteutus

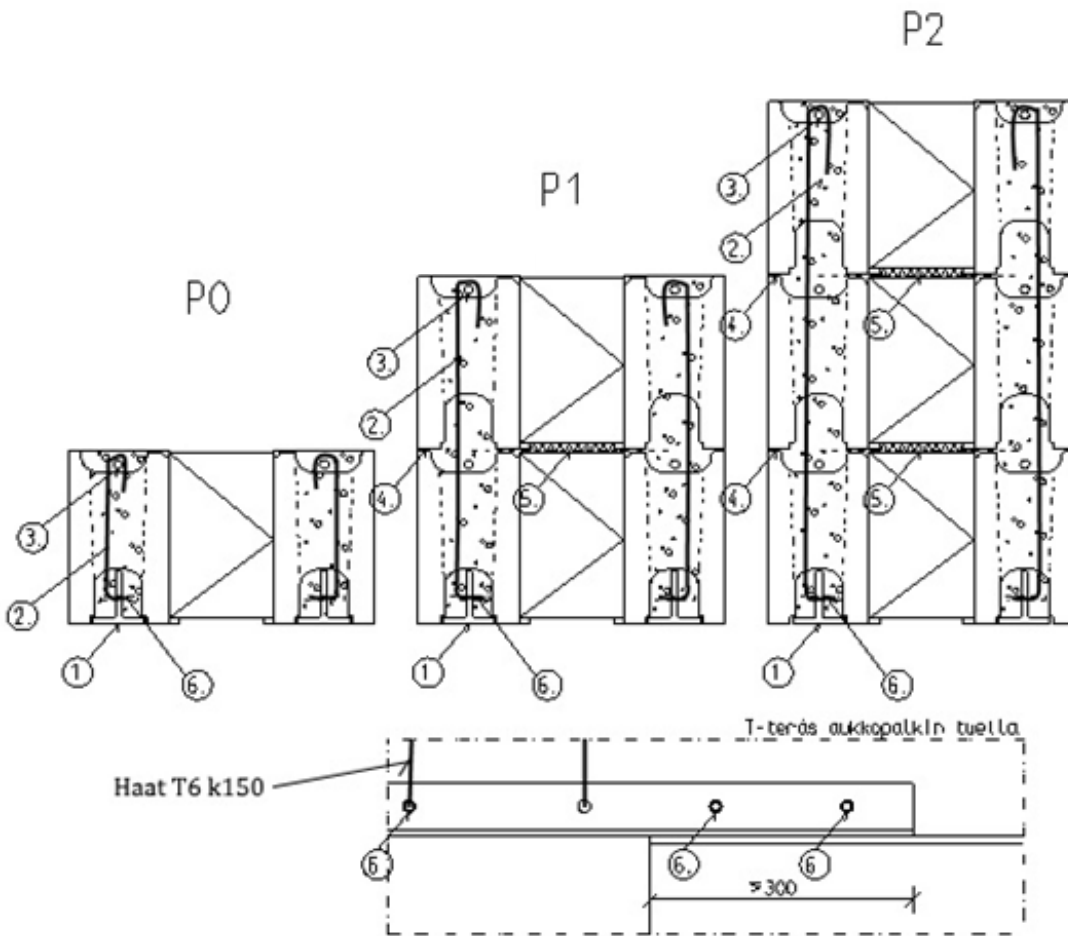


Kuva 9. Aukkoilytyspalkin VSH-150 ja VSH-130 toteutus

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. VSH-130 aukkopalkin alla käytetään umpiharkkoja.
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-380 aukkopalkkien toteutus (Liittopalkki)



Kuva 10. Aukkoilytyspalkin EKO-380 toteutus palkkiharkoilla.

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.
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 ja VSH-130 aukkopalkkien mitoitustaulukko

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

VSH-150 ja VSH-130 palkit:  
P1 = 2 palkkiharkkokerrosta  
P2 = 3 palkkiharkkokerrosta  
(Kuva 9, s. 14)

Taulukko 11. VSH-150 ja VSH-130 aukkopalkkien tasaisen kuorman mitoitusarvot.

### EKO-380 aukkopalkkien mitoitustaulukko

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

EKO-380 palkit:  
P0 = 1 palkkiharkkokerros  
P1 = 2 palkkiharkkokerrosta  
P2 = 3 palkkiharkkokerrosta  
(Kuva 10, s. 15)

Taulukko 12. EKO-380 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 vaakaraidoitus 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 vaakaraidoituksilla. Laskennassa on käytetty pintakuormana arvoa 2,5 kN/m<sup>2</sup> 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.

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

Taulukko 13. Maanpaineeseinien (RUH-P) enimmäistukivälit eri täyttökorkeuksilla ja raidoituksilla. 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.

<b>Lakka harkkojen palonkestoajat, molemmin puolin pinnoitetut seinät</b>							
<b>Harkko</b>	<b>Aukkoryhmä</b>	<b>Kuivatiheys</b>		<b>EI</b>	<b>REI</b>	<b>EI-M</b>	<b>REI-M</b>
		<b>kg/m<sup>3</sup></b>					
<b>VSH-68</b>	<b>1</b>	<b>1200</b>		30	-	-	-
<b>VSH-88</b>	<b>1</b>	<b>1200</b>		60	-	-	-
<b>VSH-130</b>	<b>1</b>	<b>2100</b>		120	60	-	
<b>VSH-150</b>	<b>2</b>	<b>1200</b>		120	90	-	-
<b>PK-200</b>	<b>1</b>	<b>2100</b>		240	120	60	60
<b>UH-100P/BH-100</b>	<b>1</b>	<b>700/1200</b>		120	60	-	-
<b>UH-125P/BH-125</b>	<b>1</b>	<b>700/1200</b>		180	90	-	-
<b>RUH-150P</b>	<b>1</b>	<b>700</b>		240	120	-	-
<b>RUH-200P</b>	<b>1</b>	<b>700</b>		240	240	-	-
<b>RUH-250P</b>	<b>1</b>	<b>700</b>		240	240	60	60
<b>RUH-300P</b>	<b>1</b>	<b>700</b>		240	240	120	120
<b>RUH-380P</b>	<b>1</b>	<b>700</b>		240	240	180	180
<b>EH-250P</b>	<b>1</b>	<b>750</b>		120	60	-	-
<b>EH-300</b>	<b>1</b>	<b>750</b>		120	60	-	-
<b>EKO-380P</b>	<b>1</b>	<b>750</b>		120	60	-	-

Taulukko 14. Muurattavien Lakka harkkoseinien palonkestoajat.

### 3.8 Ääneneristävyys

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

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

<b>Lakka harkkorakenteiden ääneneristävyydet</b>			
<b>Väliseinät</b>			
Rakenne*	R <sub>w</sub>	R <sub>w</sub> +C	R <sub>w</sub> +C <sub>tr</sub>
VSH-68	43	42	40
VSH-88/300	44	43	41
BH-100	45	44	42
BH-125	47	47	44
VSH-130db (Roiloharkko)	52 (50)	51 (49)	48 (46)
VSH-150	49	48	45
MH-150 valettuna	56	54	49
PK-200***	58	56	53
MH-200 valettuna	61	60	55
VSH-88/300+min.villa 50 mm+VSH-88/300	78	76	71
BH-100+min.villa 50 mm+BH-100	77	74	70
MH-150 valettuna+min.villa 50 mm+MH-150 valettuna	87	80	73
<b>Ulkoseinät</b>			
Rakenne**	R <sub>w</sub>	R <sub>w</sub> +C	R <sub>w</sub> +C <sub>tr</sub>
EKO-380P	44	43	39
Rakenne**			
EMH-400 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			

Taulukko 15. Muurattavien Lakka harkkoseinien ääneneristävyyssarvoja.

#### 4. Rauditus

Raudoitteiden asennuksessa tulee huomioida riittävä suojalaastietäisyys ympäristöluokan rasi-  
tusten mukaisesti. Rauditus tulee asentaa muurauslaastin sisään niin, että laasti ympäröi kauttaaltaan terästä. Lakka har-  
koista muuratun seinän vaakasaumoissa käytetään aina vähintään kutistumaraudoitusta (harjateräs=T). Lak-  
ka 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.

Rauditus 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](http://www.lakka.fi/ohjeet).

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

