

# D 7. SIPOREX-HARKKOSEINIEN SUUNNITTELU

## 7.1 Yleistä

Tässä luvussa esitetyt suunnitteluohjeet soveltuvat kantavien ja ei-kantavien siporex-harkkoseinien mitoittamiseen silloin, kun harkkoseinät mitoitetaan ns. raudoitamattomina. Seinärakenteisiin tarvitaan kyllä kutistumaraudoitus (kts. kappale 11.1), mutta sitä ei oteta mitoituksessa huomioon. Mitoitus perustuu RakMK B5 "Kevytbetonirakenteet" -ohjeeseen sekä yhdistetyn puristus- ja taivutustarkastelun osalta mitoitusmenetelmään, josta on saatu VTT:n lausunto. (VTT:n Tutkimusselostus BET 41332). Ohjeita on täydennetty TTKK:ssa 1998-1999 suoritetun diplomityön yhteydessä tehtyjen kuormituskokeiden perusteella.

Suunnitteluohjetta voidaan käyttää myös useampi-kerroksisten rakennusten harkkoseinien mitoittami-

seen, kunhan rakennuksen kerrokset ylintä kerrosta lukuun ottamatta on jäykistetty pääasiassa jäykistävillä seinillä, jotka siirtävät vaakakuorman jäykistettävältä seinältä suoraan alapuolisille rakenteille.

## 7.2 Harkkoseinien mitoituslujuudet

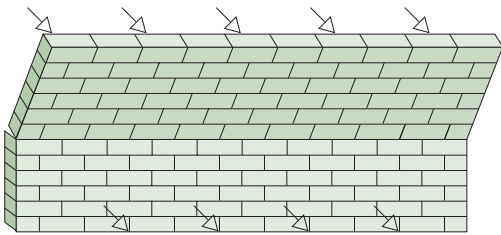
Siporex-harkkoseinien lujuusominaisuudet on annettu Suomen Rakentamismääräyskokoelman ohjeessa "Kevytbetoniharkkorakenteet, RakMK B5". Ohjeen mukaiset ominaislujuudet on esitetty taulukossa D1. Siporex-harkkoseinien laskentalujuudet saadaan jakamalla ominaislujuudet materiaaliosavarmuuskertoimella. Murtorajatilassa materiaaliosavarmuuskerroin on 2,0 ja käyttörajatilassa se on 1,0. Laskentalujuudet on esitetty taulukossa D2.

### Taulukko D1

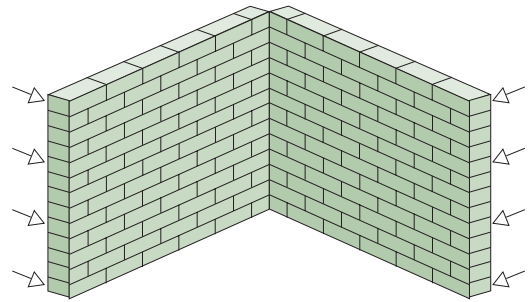
#### Siporex-harkkoseinien lujuuden ominaisarvot

Kuivatiheys	Puristuslujuus	Taivutusvetolujuus		Leikkauslujuus	Kimmomoduuli 4)
		Kohtisuoraan harkon lapetta vastaan 1)	Kohtisuoraan harkon päätä vastaan 2) 3)		
$\rho$	$f_{ck} = 0,7 \times K_n$	$f_{ctk}$	$f_{ctk} = 0,1 \times K_n$	$f_{vk} = 0,06 \times K_n$	$E_c = 750 \times K_n$
kg/m <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
400	1,19	0,26	0,17	0,10	1275
450	1,61	0,26	0,23	0,14	1725
500	2,10	0,26	0,30	0,18	2250

1)



2)



3) Pätee, kun symmetrisesti sijoitettavan raudoituksen poikkipinta-ala on yhteensä vähintään 0,3 ‰.

4) Pitkäaikaiselle kuormalle mitoittaessa  $E_c$  jaetaan 2,0:lla.

### Taulukko D2

#### Siporex-harkkoseinien laskentalujuudet murtorajatilassa

Kuivatiheys	Puristuslujuus	Taivutusvetolujuus		Leikkauslujuus
		Kohtisuoraan harkon lapetta vastaan 1)	Kohtisuoraan harkon päätä vastaan 2) 3)	
$\rho$	$f_{cd}$	$f_{ctd}$	$f_{ctd}$	$f_{vd}$
kg/m <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
400	0,595	0,13	0,085	0,051
450	0,805	0,13	0,115	0,069
500	1,05	0,13	0,15	0,09

1), 2) ja 3) Kts taulukon D1 alaviitteet

Päivitetty  
04/2004

### 7.3 Mitoitustavat

Harkkoseinä voidaan mitoittaa pysty- ja vaakakuormille kahdella vaihtoehdoisella tavalla (kts. kuva D8).

- A. Normaalivoimalle ja poikittaiselle kuormalle mitoittaminen suoritetaan erikseen.
- B. Suoritetaan normaalivoiman ja poikittaisen kuorman yhdistetty mitoitustarkastelu.

#### A. Erillinen tarkastelu

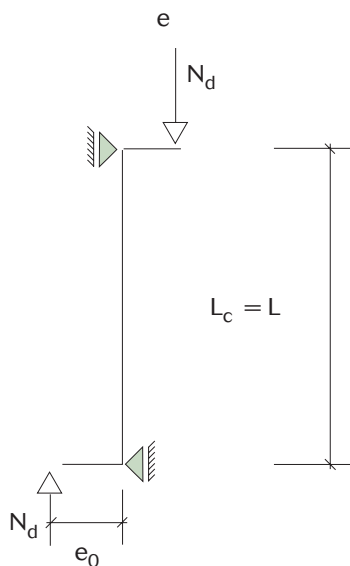
Normaalivoimalle ja poikittaiselle kuormalle mitoittaminen on mahdollista suorittaa erikseen silloin, kun poikittainen kuorma koostuu tuuli- ja kaidekuormista.

Tämä on mahdollista siitä syystä, että tuuli- ja kaidekuormien aiheuttamat taipumat ovat niin pienet, ettei niiden vaikutusta tarvitse ottaa huomioon. Lisäksi tuulen paine aiheuttaa taipuman, joka yleensä pienentää normaalivoiman aiheuttamaa taipumaa.

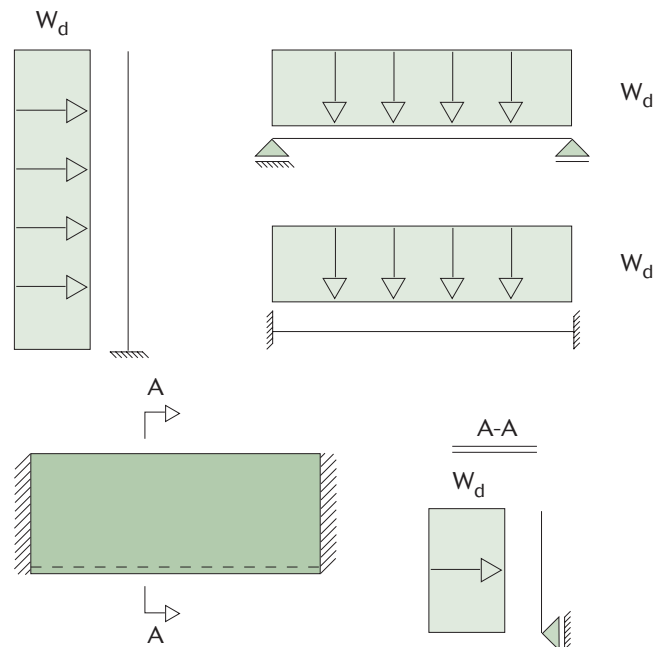
- a) Normaalivoimalle mitoitettaessa oletetaan seinän toimivan pystysuunnassa sauvarakenteena, joka on tuettu lattiaan ja yläpuoliseen laatastoon. Seinä oletetaan yläpäästään nivelelliseksi ja alapäästään osittain kiinnitetyksi. Nurjahduspituutena  $L_c$  käytetään seinän vapaata korkeutta  $L$ .
- b) Poikittaiselle kuormalle mitoitettaessa oletetaan seinän toimivan jollakin seuraavista tavoista:

#### A. Erillinen tarkastelu

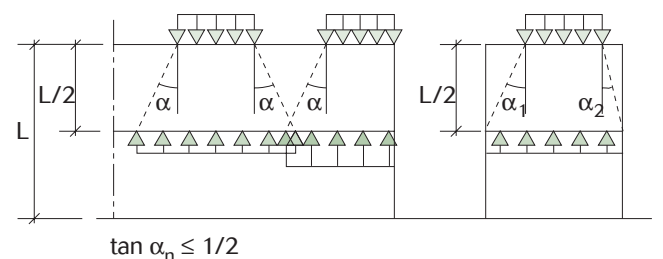
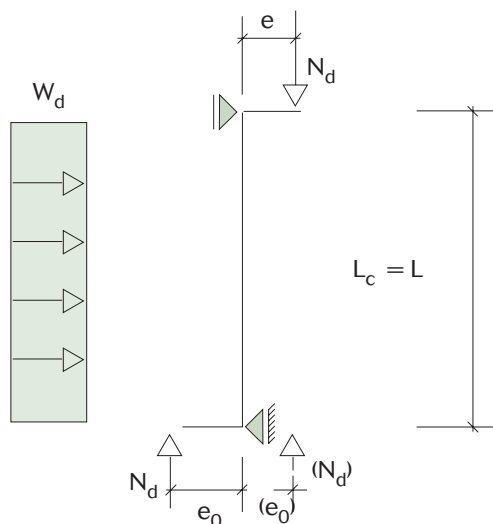
##### a) Pystykuorma



##### b) Vaakakuorma



##### B. Yhdistetty pysty- ja vaakakuormatarkastelu



Kuva D8. Harkkoseinien mitoitustavat.

Kuva D9. Pystykuorman jakautuminen seinässä.

- alapäästään kiinnitettyä ulokkeena (alapään kiinnitys varmistettava)
- vaakasuunnassa palkkina, joka on tuettu jäykistäviin väliseiniin
- ortotrooppisena laattana, joka on tuettu jäykistäviin väliseiniin, lattiaan sekä mahdollisesti yläpuoliseen laatastoon.

## B. Yhdistetty pysty- ja vaakakuormatarkastelu

Yhdistetylle normaalivoimalle ja poikittaiselle kuormalle mitoitettaessa oletetaan harkkoseinän toimivan pysty-suunnassa sauvarakenteena, joka on tuettu lattiaan ja yläpuoliseen laatastoon. Seinä oletetaan yläpäästään nivelelliseksi ja alapäästään osittain kiinnitetyksi. Nurjahduspituutena  $L_c$  käytetään seinän vapaata korkeutta  $L$ .

### Mitoitustavan valinta

Mitoitustavan valinta riippuu pääasiassa siitä, miten vaakakuormien oletetaan siirtyvän jäykistäville rakenteille harkkoseinää mitoitettaessa, eli rakennuksen jäykistystavasta (Kts. myös lukua 12).

Pientaloissa, joissa jäykistäviä seiniä on lähellä, tapahtuu rakennuksen jäykistys pääasiassa niiden avulla, jolloin voidaan käyttää mitoitustapaa A. Sen sijaan harkkohalleissa tapahtuu rakennuksen jäykistys usein kattolaatastoon avulla, jolloin mitoitustapa B käytetään.

Jos kuormia joudutaan siirtämään laatastoon avulla, merkitsee se tiettyjä lisätoimenpiteitä, kun vaakakuormat siirretään laatastolta jäykistäville rakenteille vaaraterästen ja kitkan avulla. Siksi on järkevää kokeilla jatkossa kappaleessa 7.6 esitetyt mitoitustarkasteluja seuraavassa järjestyksessä:

1. Normaalivoimalle mitoitustapa suoritetaan taulukon D3 ja poikittaiselle kuormalle mitoitustapa kuvan D11 taulukoiden a ja b avulla -> jäykistystarkastelu tehdään kappaleen 18.1 mukaan.
2. Normaalivoimalle mitoitustapa suoritetaan taulukon D3 ja mitoitustapa poikittaiselle kuormalle kuvan D11 taulukoiden c ja d avulla. -> myös yläpuolista laatastoa tarvitaan jäykistävänä rakenteena, joten jäykistystarkastelu tehdään kappaleiden 12.2 ja 12.3 mukaisesti.
3. Normaalivoimille ja poikittaiskuormille mitoitustapa suoritetaan kuvan D12 avulla -> jäykistystarkastelu tapahtuu kappaleen 12.3 mukaisesti.

## 7.4 Yleisiä suunnitteluperiaatteita

Harkkorakenteet suunnitellaan noudattamalla kuormituksia koskevien määräysten yleisiä suunnitteluperiaatteita ja rajatilamenetelmää.

Laskelmissa mittoina käytetään nimellismittoja. Poikkileikkauksen heikennykset kuten urat, reiät ja loveukset otetaan laskelmissa huomioon.

Rakenteiden jännemitoiksi otaksutaan tukien keskiöiden etäisyydet sekä seinien ja pilareiden korkeudeksi niiden vapaa korkeus. Jännemitoiksi ei kuitenkaan tarvitse otaksua suurempaa arvoa kuin tukien vapaa väli kerrottuna 1,05:llä.

Pystykuormien otaksutaan jakautuvan seinissä ja pilareissa kuvan D9 mukaisesti. Vaakarakenteiden tuilla sekä seinien ja pilarien alapäässä kuormien otaksutaan jakautuvan tasan koko tukipinnalle.

## 7.5 Materiaaliominaisuudet

Kappaleessa 2.5 on esitetty siporex-materiaalin lujuusominaisuuksia sekä tämän luvun kappaleessa 7.2 siporexista koostuvan harkkoseinän lujuusominaisuudet. Kappaleessa 2.8 esitetään lisäksi muita mitoituksessa huomioon otettavia materiaaliominaisuuksia, kuten muodonmuutokset kosteuden ja lämpötilan vaikutuksesta sekä viruman suuruus.

Lyhytaikaisille kuormille, kuten tuuli- ja kaidekuormille mitoitettaessa voidaan käyttää seuraavia kitkakertoimia:

- a) Karkaistu kevytbetoni/mineraalivilla  
kitkakerroin  $\mu = 0,15$
- b) Karkaistu kevytbetoni/bitumihuopakaista  
kitkakerroin  $\mu = 0,4$ , kun  $\delta_{\perp} \leq 0,2 \text{ N/mm}^2$   
 $\mu = 0,45 - 0,25 \times \delta_{\perp}$ , kun  $\delta_{\perp} > 0,2 \text{ N/mm}^2$ , missä  $\delta_{\perp} =$  kohtisuora puristusjännitys (laatu  $\text{N/mm}^2$ ).

## 7.6 Rakenteiden mitoitustapa murtorajatilassa

### Puristuskestävyys

Siporex-harkkoseinän ja -pilarin puristuskapasiteetti  $N_u$  pelkälle normaalivoimalle mitoitettaessa lasketaan kaavasta (Rak. MK B5, 3.6.1):

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

missä

$$e_d = 0,05 \times h + e_o$$

$e_o =$  normaalivoiman alkuperäinen epäkeskisyyden (normaalivoiman oletetaan yleensä sijaitsevan tukipinnan puolella välissä)

$h =$  seinän paksuus

$L_c =$  nurjahduspituus (vapaa korkeus)

$A_c =$  harkkoseinän nettopoikkileikkausala

$f_{cd} =$  harkkoseinän puristuslujuuden laskenta-arvo, kts. taulukko D2.

Taulukkoon D3 on valmiiksi laskettu eri paksuisten siporex-harkkoseinien puristuskapasiteetteja keskeisellä kuormalla ja yhdellä epäkeskisyyden arvolla, missä kuorman puoleisesta pinnasta lähtien puolella seinän paksuudesta on tasainen kuormitus.

### Taivutuskestävyys

Siporex-harkkoseinän taivutuskapasiteetti  $M_u$  lasketaan olettamalla rakenne raudoittamattomaksi, jolloin taivutuskestävyyttä saadaan käyttää hyväksi vain mitoitettaessa sellaisille lyhytaikaisille kuormille kuin tuuli- ja kaidekuormat. Taivutuskapasiteetti lasketaan kaavasta (Rak. MK B5, 3.6.2):

$$M_u = f_{ctd} W_c$$

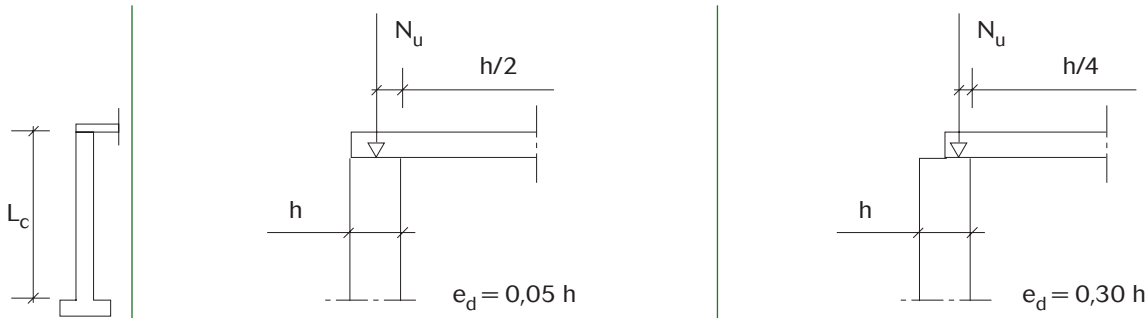
missä

$W_c =$  poikkileikkauksen kimmoinen taivutusvastus

$f_{ctd} =$  harkkoseinän taivutusvetolujuuden laskenta-arvo, kts taulukko D2.

### Taulukko D3

#### Siporex-harkkoseinien puristuskapasiteetteja $N_u$ (kN/m) seinän yläreunassa



$L_c$ (m)	Seinän paksuus h(mm)/siporex-laatu ( $e_d = 0,05 h$ )							Seinän paksuus h(mm)/siporex-laatu ( $e_d = 0,30 h$ )						
	150/500	150/1150	200/500	250/450	300/450	375/400	375/500	150/500	150/1150	200/500	250/450	300/450	375/400	375/500
2,4	113	115	165	166	204	193	340	50	51	73	74	91	86	151
2,6	109	111	161	163	202	192	338	48	49	72	73	90	85	150
2,8	105	107	158	161	200	190	335	47	48	70	72	89	85	149
3,0	101	103	154	158	198	189	333	45	46	69	70	88	84	148
3,2	97	100	150	156	195	187	330	43	44	67	69	87	83	147
3,4	94	96	147	153	193	186	327	42	43	65	68	86	82	145
3,6	90	92	143	150	190	184	324	40	41	63	67	84	82	144
3,8		90	139	147	187	182	321		40	62	65	83	81	143
4,0			135	144	185	180	318			60	64	82	80	141
4,2			131	141	182	178	315			58	63	81	79	140
4,4			127	138	179	177	311			57	61	79	78	138
4,6			124	135	176	175	308			55	60	78	78	137
4,8			120	132	173	173	304			53	59	77	77	135
5,0			116	129	170	171	300			52	58	76	76	133
5,2				126	167	168	297				56	74	75	132
5,4				124	164	166	293				55	73	74	130
5,6				121	161	164	289				54	72	73	128
5,8				118	158	162	286				52	70	72	127
6,0				115	155	160	282				51	69	71	125
6,2				112	152	158	278				50	68	70	123
6,4					149	156	274					66	69	122
6,6					146	153	270					65	> 68	120
6,8					144	151	266					64	67	118
7,0					141	149	262					63	66	116

1) Tiiliverhottu 150 mm paksu harkkoseinä, kun käytetään harkkositeitä 4 kpl/m<sup>2</sup>.

### Taulukko D4

375 mm:n seinän puristuskapasiteetteja  $N_u$  (kN/m) seinän yläreunassa, kun reunasta lähtevän kuormituksen leveys on 140 mm (= 3M-moduulin mukaisen rakennuksen siporex-holvin tukipinta), epäkeskisyyss 117,5 mm keskilinjasta.

Seinän korkeus (m)	2,6	2,8	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,4	6,8	7,2
Harkot 400 kg/m <sup>3</sup>	58	57	57	55	54	52	50	48	47	45	44
Harkot 450 kg/m <sup>3</sup>	79	78	77	75	73	71	68	65	63	62	60
Harkot 500 kg/m <sup>3</sup>	102	101	101	98	95	92	89	85	83	81	78

Kolmelta tai neljältä sivulta tuettujen siporex-harkkoseinien mitoitus tuulikuormalle voidaan suorittaa kuvan D11 mitoituskäyrästä käyttäen. Käyrästä voidaan esittää siporex-harkkoseinien enimmäismitat tuulikuormille 0,5 kN/m<sup>2</sup> ja 0,75 kN/m<sup>2</sup>.

### Leikkauskestävyys

Siporex-harkkoseinän leikkauksen kapasiteetti  $V_u$  vaakasuorien suunnissa, kun saumaa vastaan kohtisuoraa raudoitusta ei käytetä, lasketaan kaavasta (Rak. MK B5, 3.6.3):

$$V_u = A_{cc} f_{vd} + 0,3 N_d \leq 1,5 A_{cc} f_{ctd}$$

missä

$A_{cc}$  = poikkileikkauksen pinta-ala josta on vähennetty vedetty osuus

$N_d$  = leikkaustasoa vastaan kohtisuorassa suunnassa vaikuttavan normaalivoiman laskenta-arvo

$f_{vd}$  = harkkoseinän leikkauksen laskenta-arvo, kts taulukko D2

$f_{ctd}$  = harkkoseinän taivutusvetolujuuden laskenta-arvo, kts taulukko D2.

Leikkaus voi muodostua mitoittavaksi yleensä vain jäykistävässä seinässä.

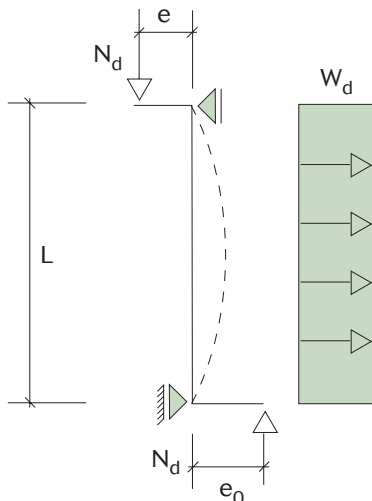
### Yhdistetty puristus- ja taivutuskestävyys

Yhdistetylle normaalivoimalle ja poikittaiselle kuormalle mitoittaminen voidaan suorittaa kuvassa D12 esitettyjen kapasiteettikäyrien avulla siinä tapauksessa, että poikittaiset kuormat koostuvat pelkästään sellaisista lyhytaikaisista kuormista kuin tuuli- ja kaidekuormat.

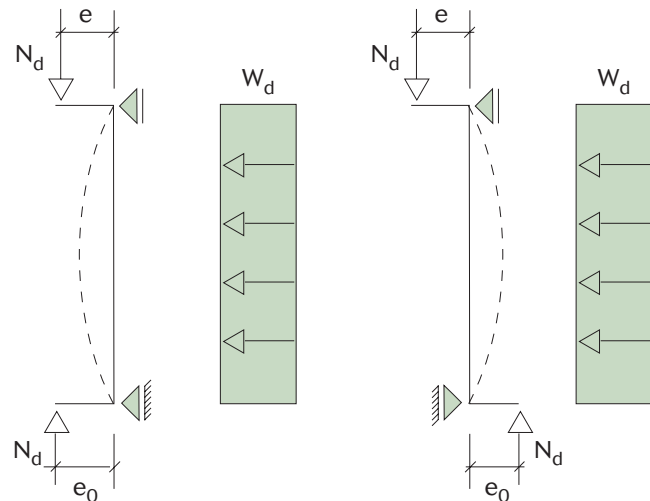
Kapasiteettikäyrät on piirretty eri seinän hoikkusuunnille ( $L/h$ ) ja ne ilmoittavat harkkoseinän muunnetun normaalivoima- ja momenttikapasiteetin murtorajatilassa. Ko. tapaukseen soveltuvaa käyrää valittaessa on tarkistettava, että harkkoseinää kuormittavan normaalivoiman alkuperäinen epäkeskisyyden ( $e$ ) vastaa käyrästä otettua kuormitustapaus, kts. kuva D10.

Jos normaalivoiman alkuperäinen epäkeskisyyden ( $e$ ) on kuvassa D12 käytettyjen epäkeskisyyksien ( $e=0$  ja  $e=0,20 \times h$ ) välissä, voidaan kapasiteettikäyrän sijainti arvioida tai voidaan käyttää varmalla puolella olevaa  $e = 0,2 \times h$  kapasiteettikäyrää.

Kuormitustapaus 1



Kuormitustapaus 2



Kuva D10. Kuormitustapaukset.

### Taulukko D5

Kantavalle siporex-harkkoseinälle, jota kuormittaa 1,6 x 0,5 kN/m<sup>2</sup> vaakasuora tuulikuorma, sallittava korkeus, johon asti seinä voidaan mitoittaa pelkästään normaalivoimalle.

Harkon tiheys	Harkon paksuus	Harkkoseinän vapaa korkeus *
500 kg/m <sup>3</sup>	150 mm **	≤ 2,6 m
500 kg/m <sup>3</sup>	200 mm	≤ 3,0 m
450 kg/m <sup>3</sup>	250 mm	≤ 3,8 m
450 kg/m <sup>3</sup>	300 mm	≤ 4,8 m
400 kg/m <sup>3</sup>	375 mm	≤ 6,0 m

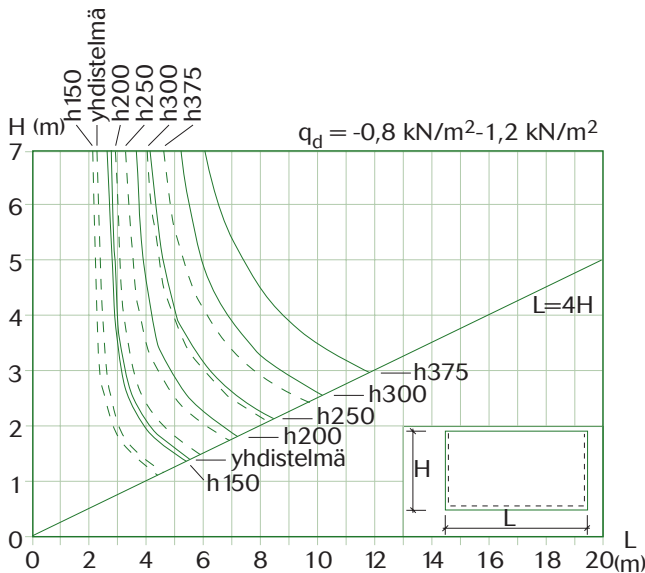
\* noin-arvo, tarkemmilla laskelmilla (esim. kuvan D12 käyrästä käyttäen), pilasterien tai poikittaisten väliseinien avulla päästään vielä korkeammalle

\*\* tiiliverhous tai sandwich-harkko

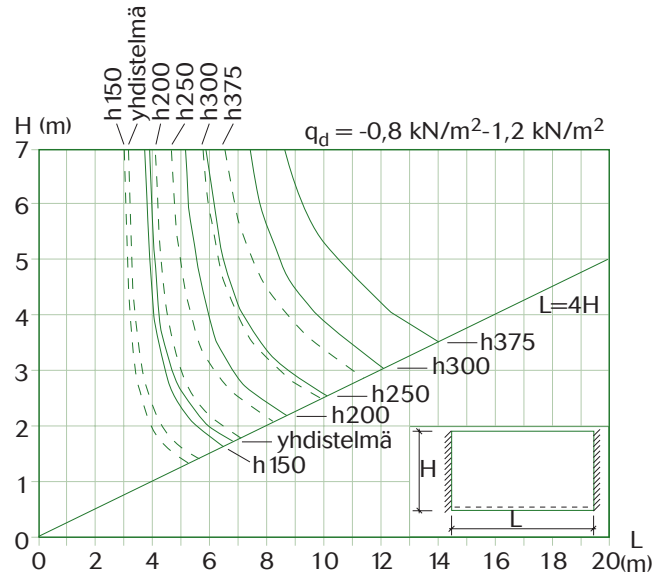
Mitoitus tapahtuu määrittämällä normaalivoiman laskenta-arvo  $N_d$  ja poikittaiskuormasta tulevan taivutusmomentin laskenta-arvo  $M_{1d}$  olettamalla seinän ala- ja yläpää nivelellisiksi. Lasketaan niitä vastaavat kertoimet  $k_s$  ja  $m_s$ , kts. kuva D12. Merkitään  $k_s$ :ää ja  $m_s$ :ää vastaava yhteisvaikutuspiste valittuun käyrästöön kuvassa D12 ja tarkistetaan, että piste on valitun kapasiteettikäyrän sisäpuolella.

Vaarallisimman vaikutuksen selvittämiseksi riittää, että tutkitaan seuraavat kuormitusyhdistelmät:

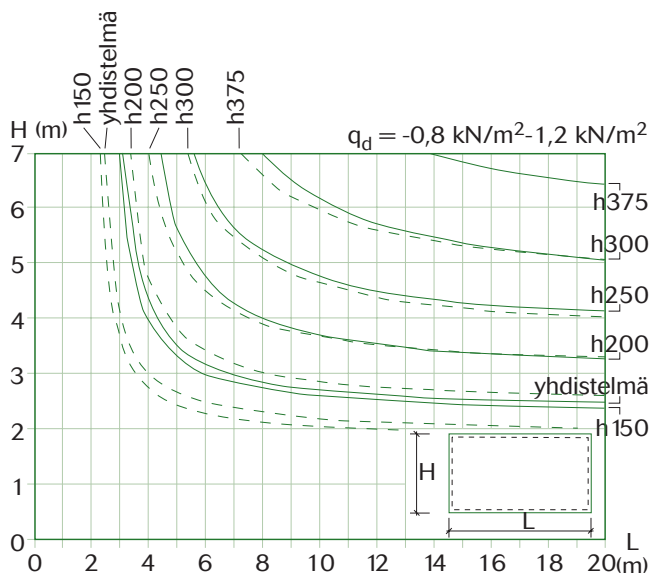
- 1) Suurin  $N_d$  (sama tarkastelu kuin pelkälle normaalivoimalle). Poikittaiskuorman taivutusmomentin suuruudella ei käytännössä ole vaikutusta normaalivoimakapasiteetin ylärajaan.
- 2) Suurin  $M_{1d}$  ja sitä vastaava pienin  $N_d$  (varmalla puolella ollaan, kun suoritetaan pelkkä taivutuskapasiteettitarkastelu)



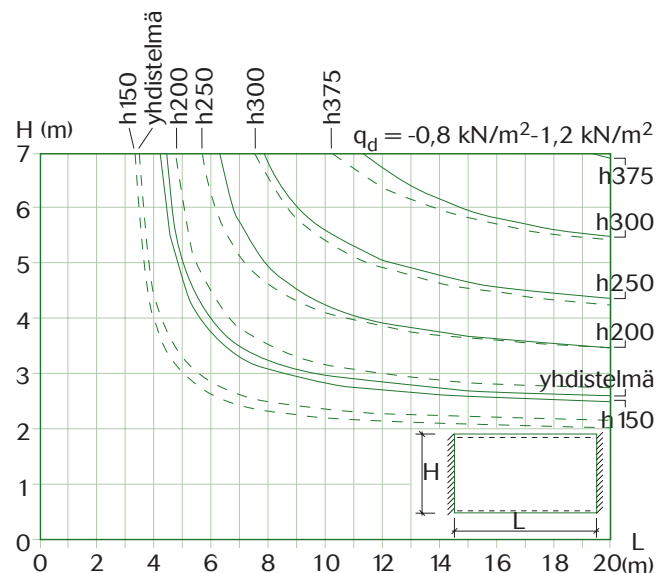
a) Alareunasta ja sivuilta vapaasti tuetun seinän enimmäismitat tuulikuormille  $1,6 \times 0,5 \text{ kN/m}^2$  ja  $1,6 \times 0,75 \text{ kN/m}^2$ , kun karkaistun kevytbetoniharkkoseinän paksuus  $h$  (mm)/siporex-laatu on 150/500, 200/500, 250/450, 300/450 tai 375/400. Lisäksi mukana yhdistelmä-harkkoseinä, kun harkkositeitä on  $4 \text{ kpl/m}^2$ .



b) Alareunasta tuetun ja sivuiltaan jatkuvan seinän enimmäismitat tuulikuormille  $1,6 \times 0,5 \text{ kN/m}^2$  ja  $1,6 \times 0,75 \text{ kN/m}^2$ , kun karkaistun kevytbetoniharkkoseinän paksuus  $h$  (mm)/siporex-laatu on 150/500, 200/500, 250/450, 300/450 tai 375/400. Lisäksi mukana yhdistelmä-harkkoseinä, kun harkkositeitä on  $4 \text{ kpl/m}^2$ .



c) Ylä- ja alareunasta ja sivuilta vapaasti tuetun seinän enimmäismitat tuulikuormille  $1,6 \times 0,5 \text{ kN/m}^2$  ja  $1,6 \times 0,75 \text{ kN/m}^2$ , kun karkaistun kevytbetoniharkkoseinän paksuus  $h$  (mm)/siporex-laatu on 150/500, 200/500, 250/450, 300/450 tai 375/400. Lisäksi mukana yhdistelmä-harkkoseinä, kun harkkositeitä on  $4 \text{ kpl/m}^2$ .



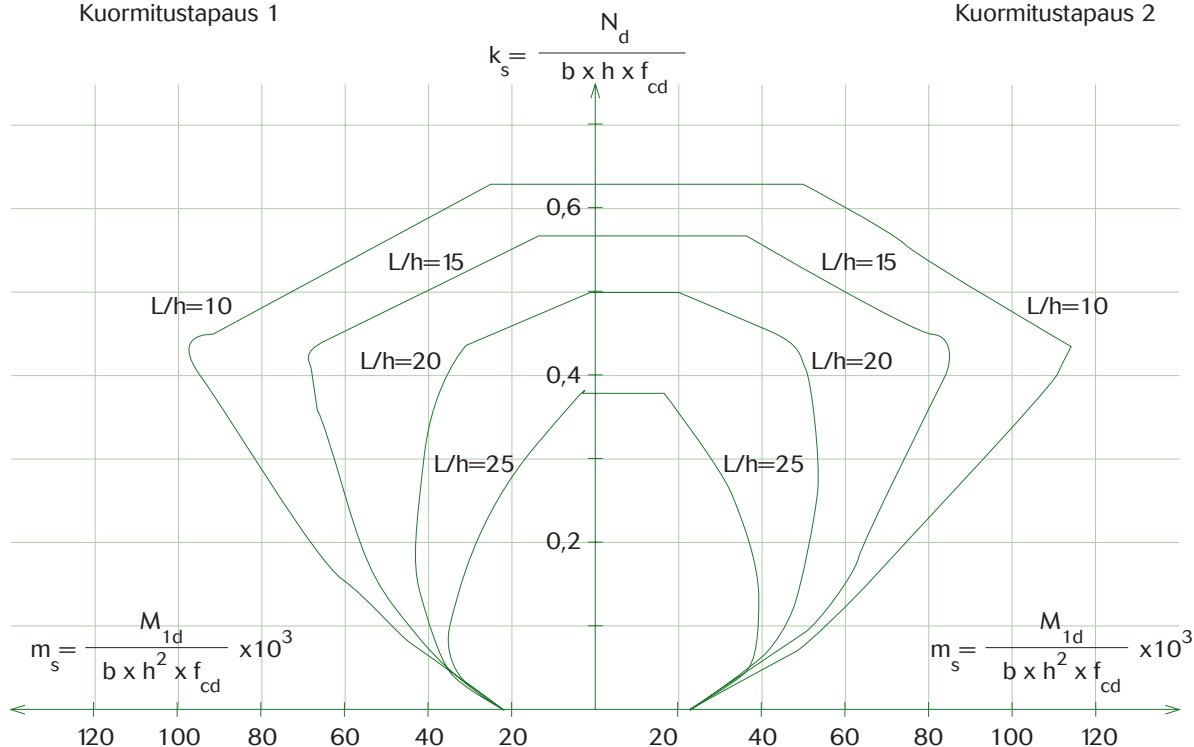
d) Ylä- ja alareunasta tuetun ja sivuiltaan jatkuvan seinän enimmäismitat tuulikuormille  $1,6 \times 0,5 \text{ kN/m}^2$  ja  $1,6 \times 0,75 \text{ kN/m}^2$ , kun karkaistun kevytbetoniharkkoseinän paksuus  $h$  (mm)/siporex-laatu on 150/500, 200/500, 250/450, 300/450 tai 375/400. Lisäksi mukana yhdistelmä-harkkoseinä, kun harkkositeitä on  $4 \text{ kpl/m}^2$ .

Kuva D11. (käyrästöt a-d) Siporex-harkkoseinien enimmäismitat tuulikuormalle. Tiiliverhotulle 150 mm paksulle harkkoseinälle, jossa on tiilisiteitä  $4 \text{ kpl/m}^2$ , käytetään taulukoissa olevaa sandwich-harkkoseinän käyrää. Seinät voidaan olettaa sivuiltaan jatkuviksi, kun symmetrisesti sijoitettavan vaakaraudoituksen poikkipinta-ala on yhteensä vähintään  $0,3 \text{ ‰}$  seinän poikkipinta-alasta.

Normaalivoiman alkuperäinen epäkeskisyyss  $e=0$

Kuormitustapaus 1

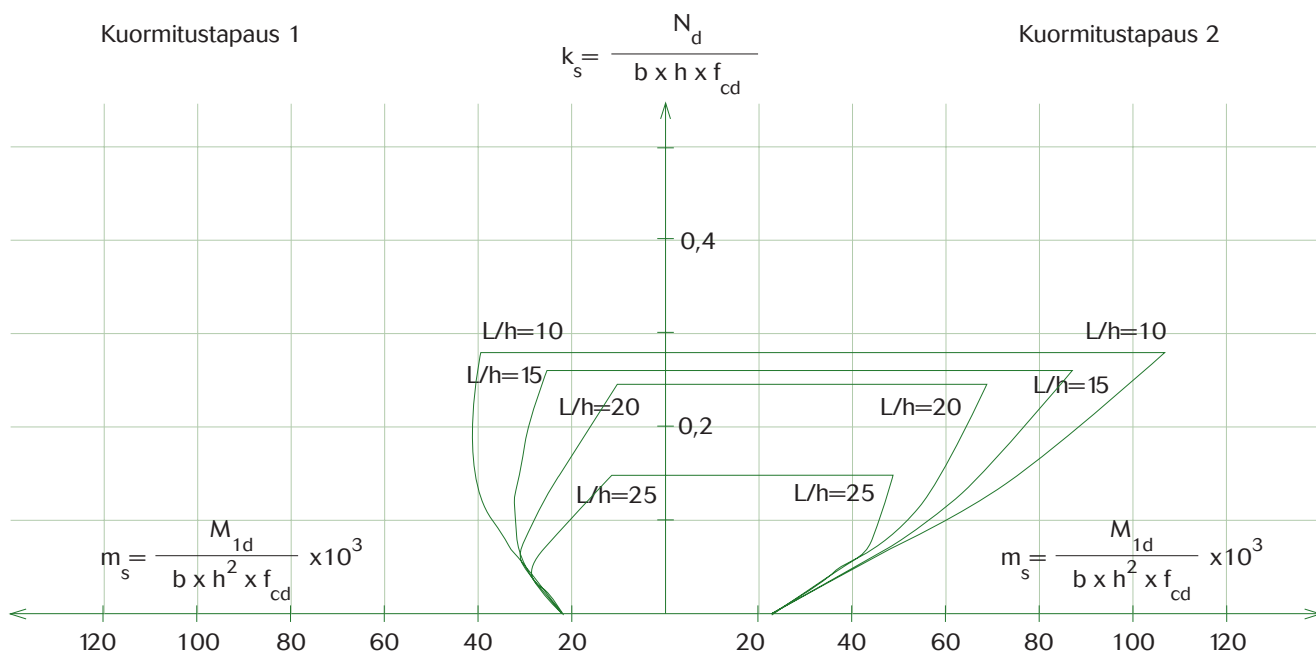
Kuormitustapaus 2



Normaalivoiman alkuperäinen epäkeskisyyss  $e=0,20 \times h$

Kuormitustapaus 1

Kuormitustapaus 2



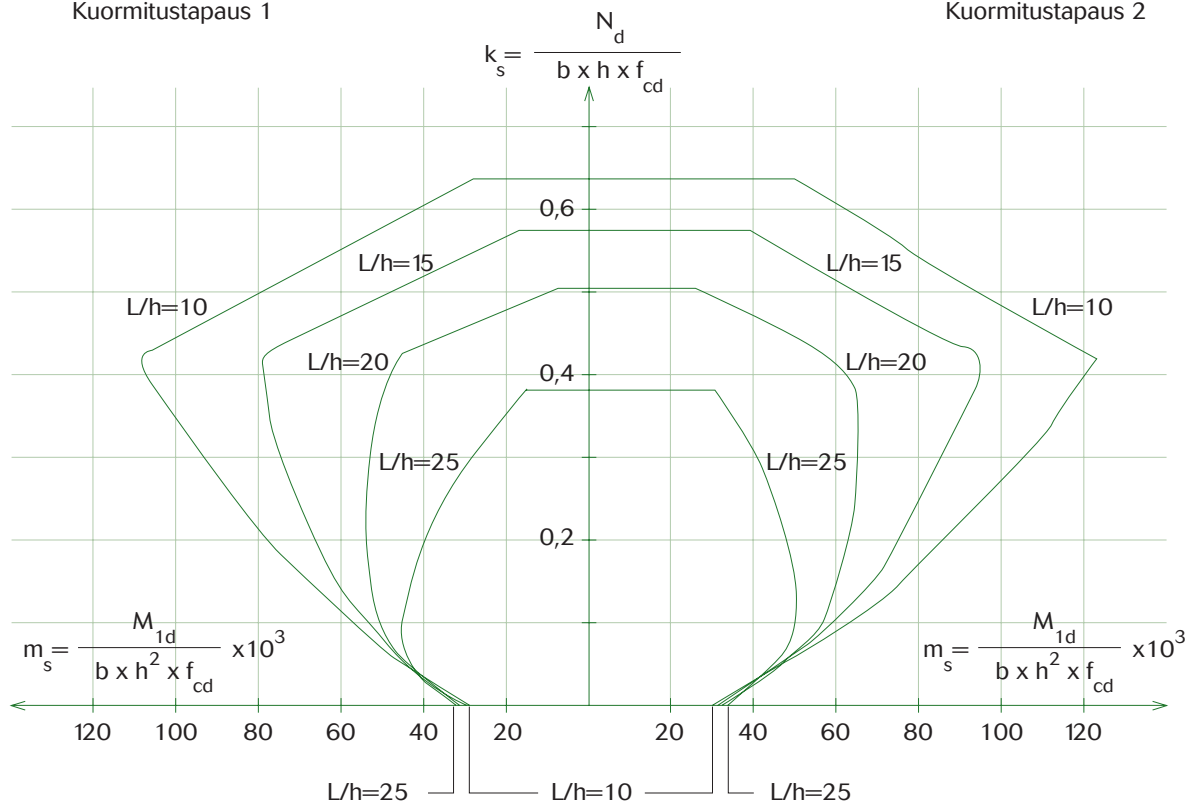
a) Siporex-harkkoseinän (harkkojen kuivatiheys  $\leq 500 \text{ kg/m}^3$  ja paksuus  $\geq 150 \text{ mm}$ ) yhdistetyn puristuksen ja taivutuksen kapasiteettikäyrät.

Kuva D12. Siporex-harkkoseinien yhdistetyn puristuksen ja taivutuksen kapasiteettikäyrät, a-c.

Normaalivoiman alkuperäinen epäkeskisyyden  $e=0$

Kuormitustapaus 1

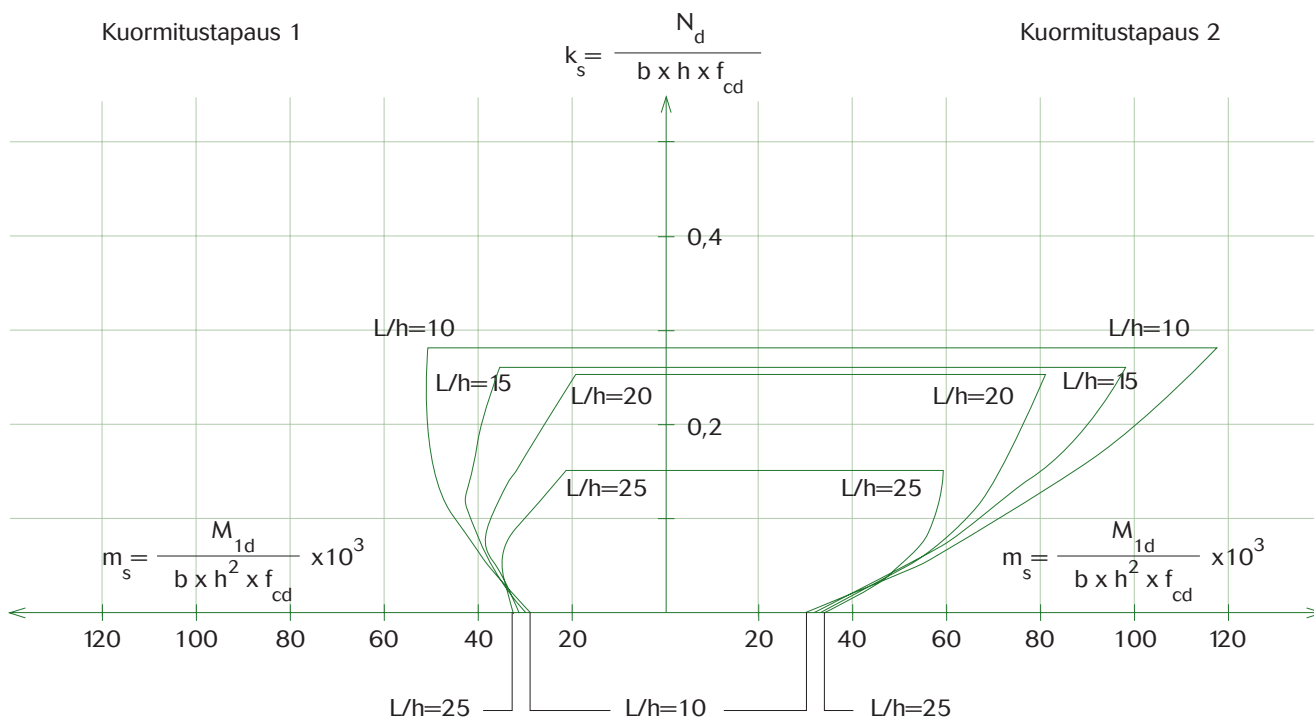
Kuormitustapaus 2



Normaalivoiman alkuperäinen epäkeskisyyden  $e=0,20 \times h$

Kuormitustapaus 1

Kuormitustapaus 2



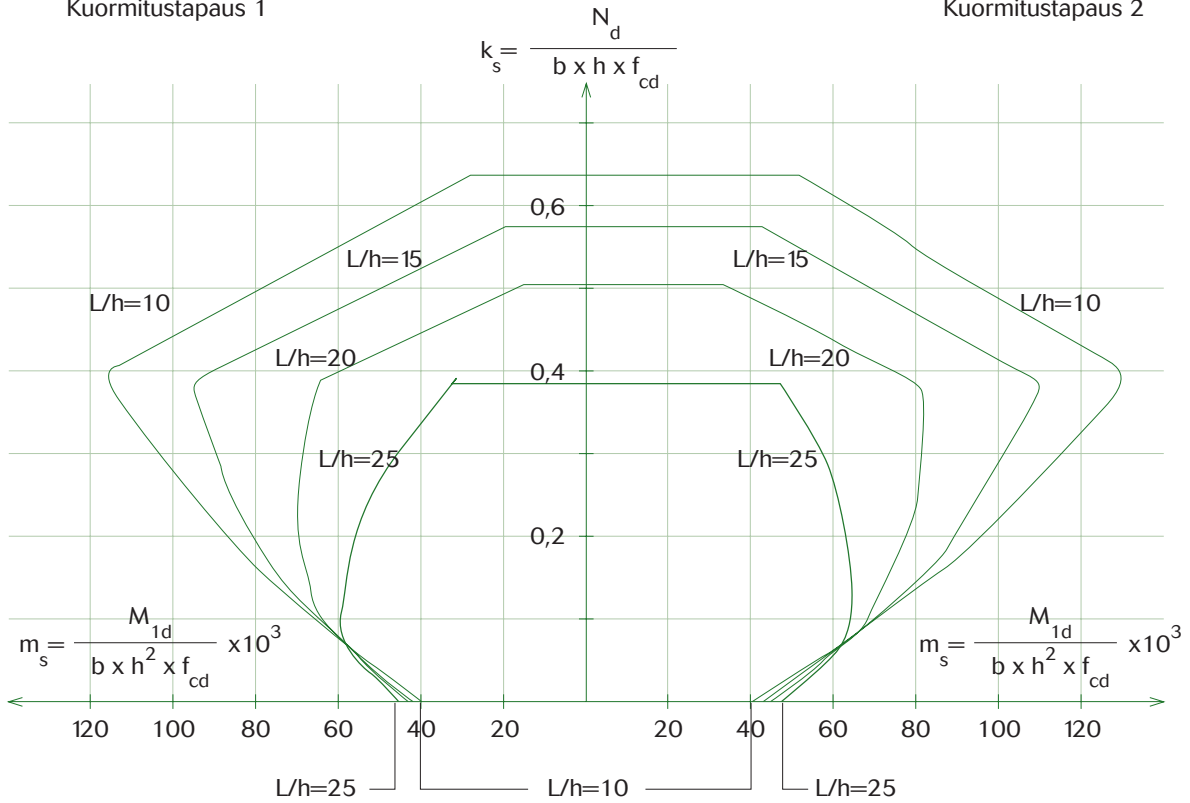
b) Siporex-harkkoseinän (harkkojen kuivatiheys  $\leq 450 \text{ kg/m}^3$  ja paksuus  $\geq 250 \text{ mm}$ ) yhdistetyn puristuksen ja taivutuksen kapasiteettikäyrät.



Normaalivoiman alkuperäinen epäkeskisyyss  $e=0$

Kuormitustapaus 1

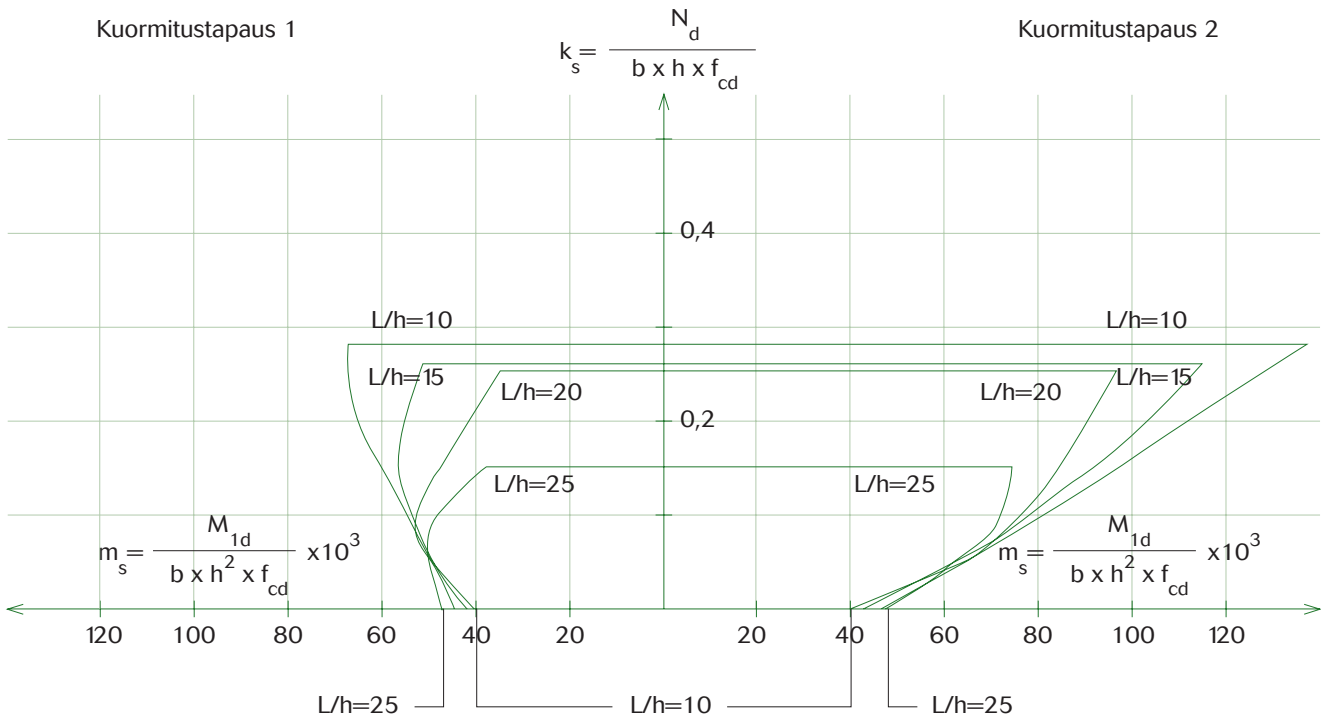
Kuormitustapaus 2



Normaalivoiman alkuperäinen epäkeskisyyss  $e=0,20 \times h$

Kuormitustapaus 1

Kuormitustapaus 2



c) Siporex-harkkoseinän (harkkojen kuivatiheys  $\leq 400 \text{ kg/m}^3$  ja paksuus  $\geq 375 \text{ mm}$ ) yhdistetyn puristuksen ja taivutuksen kapasiteettikäyrät.

Kuvissa D10 ja D12 on käytetty seuraavia merkintöjä:

- $N_d$  = normaalivoiman laskenta-arvo  
 $M_{1d}$  = poikittaiskuorman taivutusmomentin laskenta-arvo, seinän ylä- ja alapäässä nivel  
 $e$  = normaalivoiman alkuperäinen epäkeskisyys  
 $e_o$  = harkkoseinän alapään osittaisen kiinnityksen huomioonottava epäkeskisyys  
 $b$  = harkkoseinän leveys  
 $h$  = harkkoseinän paksuus  
 $L$  = harkkoseinän vapaa korkeus  
 $f_{cd}$  = harkkoseinän puristuslujuuden laskenta-arvo, kts. taul. D2.

Jos yhtenäinen siporex-harkkoseinä, joka on tuettu lattiaan sekä yläpuoliseen laatastoon ja jota kuormittaa  $0,5 \text{ kN/m}^2$  vaakasuora tuulikuorma, täyttää taulukossa D4 harkkoseinän vapaalle korkeudelle asetetun vaatimuksen, ei kuvan D12 kapasiteetikäyrästä tarvitse käyttää. Sen sijaan on tarpeellista suorittaa mitoitus vain pelkälle normaalivoimalle.

### Paikallinen puristuskapasiteetti

Kun puristava voima kuormittaa vain osaa harkkoseinän pinnasta, voidaan rakenteen pinnassa puristuslujuuden laskenta-arvona käyttää korotettua arvoa, jos on olemassa edellytykset puristusrasituksen jakaantumiselle alkuperäistä pintaa suuremmalle pinnalle kuvan D9 mukaisesti (Rak. MK B5). Paikallinen puristuskestävyys  $N_u$  lasketaan kaavasta (Rak. MK B5, 3.6.6):

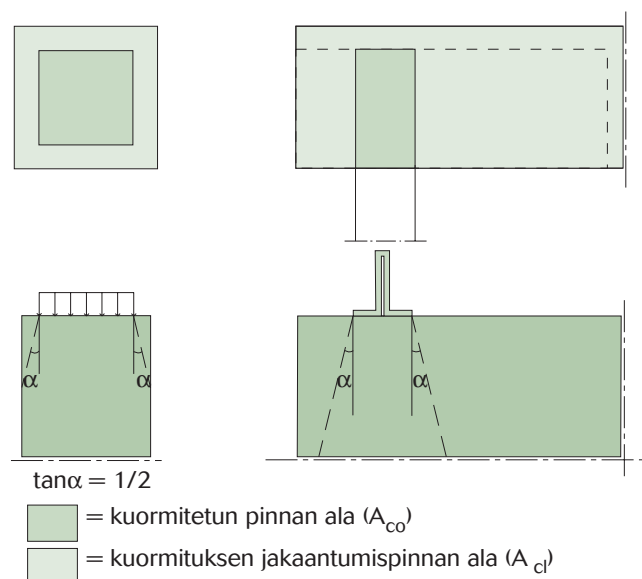
$$N_u = A_{co} f_{cd} \times \sqrt[3]{A_{c1}/A_{co}} \leq 1,5 \times A_{co} f_{cd}$$

missä

- $A_{co}$  = kuormitetun pinnan ala  
 $A_{c1}$  = kuormituksen jakaantumispinnan ala  
 $f_{cd}$  = harkkoseinän puristuslujuuden laskenta-arvo, kts taulukko D2.

Korotettua arvoa voidaan käyttää kuvassa D13 esitetyissä tapauksissa.

Huom! Aukkopalkkien tukipinnoilla ei saa käyttää korotettua puristuslujuuden laskenta-arvoa.



Kuva D13. Tapaukset, jolloin korotettua puristuslujuuden laskenta-arvoa voi käyttää.

## 7.7 Rakenteelliset ohjeet

### Kantavan harkkoseinän rajamitat

Edellä esitetyt suunnitteluperiaatteita käytettäessä:

- Seinän paksuuden tulee olla  $h \geq 150 \text{ mm}$
- Seinän hoikkuuden tulee olla  $L/h \leq 25$
- Pilarin leveyden  $b$  tulee olla vähintään:

pilarin paksuus $h$	150	200	250	$\geq 300 \text{ mm}$
pilarin leveys $b$	600	500	400	300 mm

### Harkkokoko

Ikkunan pieliissä tai pistemäisen kuorman alla on käytettävä vähintään puolikasta harkkoa eli harkkoa, jonka pituus on  $\geq 300 \text{ mm}$ .

## 7.8 Holveista seinälle tuleva paikallinen puristusjännitys

Harkkoseinän kannattamista väli- ja yläpohjista sille tulevat tukipintakuormat aikaansaavat seinälle paikallisen puristusjännityksen, jonka vaikutus on erikseen tutkittava kuormista seinälle tulevan kokonaisrasituksen lisäksi. Suurimpia tukipintakuormia aiheuttavat yleensä massiiviset paikallavalulaatat ja vastaavat raskaat rakenteet, esim. kuorilaattaholvit. Siporex-elementtiholvien oma paino on niin vähäinen, että normaalin  $140 \text{ mm:n}$  tukipinnan (liittymismitta  $150 \text{ mm} - 10 \text{ mm}$ ) yhteydessä ei tätä puristusjännitystä tarvitse erikseen tutkia. Betonirakenteisen holvin pienin sallittu tukipintamitta  $375 \text{ mm:n}$  kantavalla harkkoseinällä on  $125 \text{ mm}$  seinän pinnasta lähtien. Harkkoseinän reunan paikallinen puristuskestävyys voidaan esittää kaavalla:

$$N_u = A_{co} \times f_{cd}$$

missä

- $f_{cd}$  = harkkoseinän puristuslujuuden laskenta-arvo (taulukko D2)

- $A_{co}$  = kuormitetun pinnan ala.

Kuormitus voi olla samanaikaisesti harkkoseinän molemmissa reunoissa.

**Seinän kokonaiskapasiteetti holvista ja mahdollisista muista rakenteista tulevien kuormitusten suhteen on muistettava aina tutkia; useimmiten määrääväksi muodostuu kuorman epäkeskisyyden rajoittama normaalivoimakapasiteetti.**

Mikäli muu mitoitus ei muodostu määrääväksi, voidaan  $375 \text{ mm}$  paksulle tiheydeltään  $400 \text{ kg/m}^3$  harkkoseinälle käyttää  $125 \text{ mm:n}$  tukipinnan yhteydessä korkeintaan seuraavia paikallisia mitoituskapasiteetteja (=murtokuorman laskenta-arvoja):

- $75 \text{ kN/m}$ , kun harkot liimataan rakosaumoin
- $90 \text{ kN/m}$ , kun harkot liimataan täyssaumoin.

Mikäli on oletettavissa, että harkkoseinään tukeutuva rakenneosaa pääsee kiertymään tuella ja aiheuttaa seinän reunaan lohkeamisvaaran, on harkon reunaan jätettävä kuormittamaton  $n. 50 \text{ mm:n}$  kaista. Tämä toteutetaan esim. paikalla valetun laatan yhteydessä asentamalla seinän reunaan kokoonpuristuva umpisoluvaahdotomuovikaista.

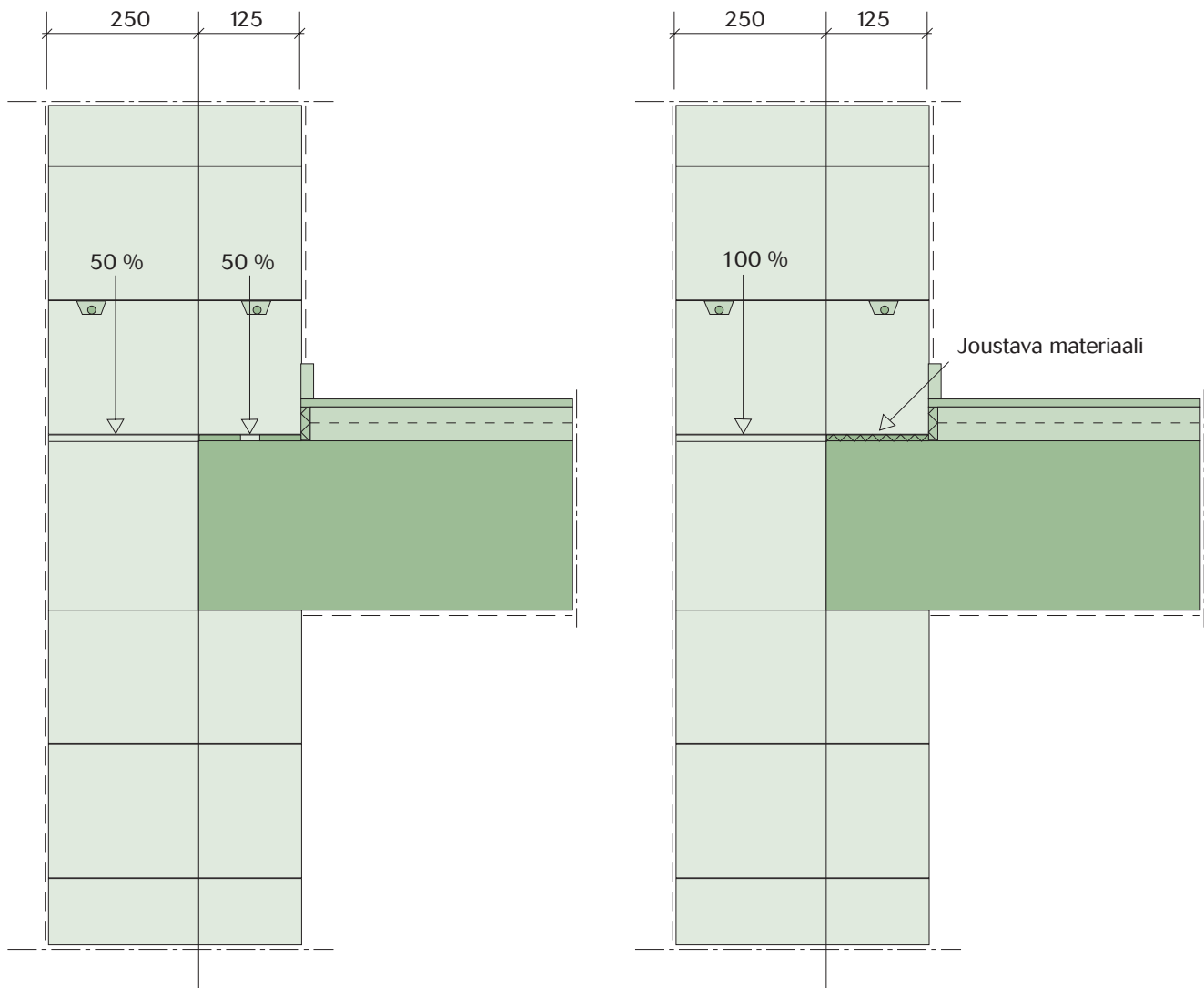
## 7.9 Kuorman jakautuminen ulkoseinän ja välipohjan liitospöhdassa

Normaalivoimista tulevan epäkeskisyyden määrittämiseksi useampi kerroksisissa rakennuksissa on tiedettävä, miten yläpuoliset kuormat siirtyvät alaspäin ulkoseinän ja välipohjan liitospöhdassa. 375 mm:n harkkoseiniä mitoitettaessa voidaan tehtyjen tutkimusten perusteella käyttää seuraavia oletuksia:

- Siporex-harkkoseinän ja holvin liitoksessa yläpuolinen kuormitus siirtyy alapuoliseen rakenteeseen normaalisti sekä holvin reunan että viereisen siporex-harkon kautta, kun liitoksissa ei käytetä kuorman siirtymistä ohjaavia joustorakenteita.

### Betoniholveille pätee:

- Kun tukipinnan leveys on 125 mm, siirtyy yläpuolisesta kuormasta puolet betoniholvin reunan kautta ja puolet holvin viereisen siporex-harkon välityksellä. Tukipinnan kasvaessa holvin kautta kulkeva osuus lisääntyy, ja vastaavasti tukipinnan pienentyessä osuus vähenee. 75 mm:n laatan reunan (= ~ääneneristysten vaatima upotus kerrostalojen seinissä) kautta kulkee n. 40 % yläpuolisesta kuormasta.
- Siporex-holvielementtien yhteydessä yläpuolisen kuormituksen voidaan katsoa siirtyvän tasaisesti tuella olevan holvielementin pään ja viereisen harkon kautta niiden pinta-alojen suhteessa.  
Tarvittaessa voidaan kuorman siirtymistä ohjata (ja epäkeskisyyttä vähentää) esim. seinän sisään tulevan holvinreunan yläpintaan sijoitetun riittävästi kokoonpuristuvan bitumikermin tai umpisoluvaahtomuovilevyn avulla.



Kuva D14. Kuorman jakautuminen holviliitoksessa.

# D 8. AUKKOJEN YLITYKSET SIPOREX-HARKKOSEINISSÄ

## 8.1 Yleistä

Siporex-harkkoseinissä käytetään yleensä siporex-palkkeja aukkojen ylityksiin (kts. kappale 3.4.), mutta tietyissä tapauksissa joudutaan käyttämään teräspalkkeja. Tämän tekstin kohtien 8.2-8.4 tiedot koskevat normaaleja PB-merkittyjä suoria palkkeja.

## 8.2 Siporex-palkkien suunnittelu

### Kuormaluokka

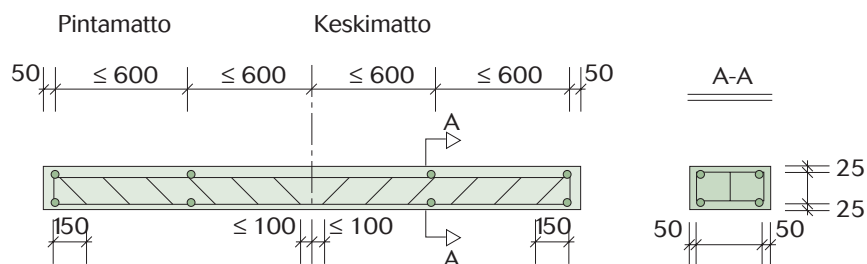
Siporex-palkit mitoitetaan yksiaukkoisena palkkina. Valmistaja on valmiiksi mitoittanut raudoitettut palkit tiettyihin kuormaluokkiin. Pääasiassa käytetään kuormaluokkia 15 ja 25, mutta tarvittaessa käytetään myös kuormaluokkia 12 tai 40. Kuormaluokan lukuarvo ilmoittaa sallittavan tasaisen ominaiskuorman (tasainen

viivakuorma) suuruuden kN/m:nä. Tämä kuorma, jolla tarkoitetaan palkkiin kohdistuvia kuormituksia sen omaa painoa lukuun ottamatta, on mitoituksessa kokonaisuudessaan oletettu muuttuvaksi ja pitkäaikaiseksi kuormitukseksi. Kevytpalkkien vastaavin periaattein laskettu kuormaluokka on yleensä 5 (= 5 kN/m).

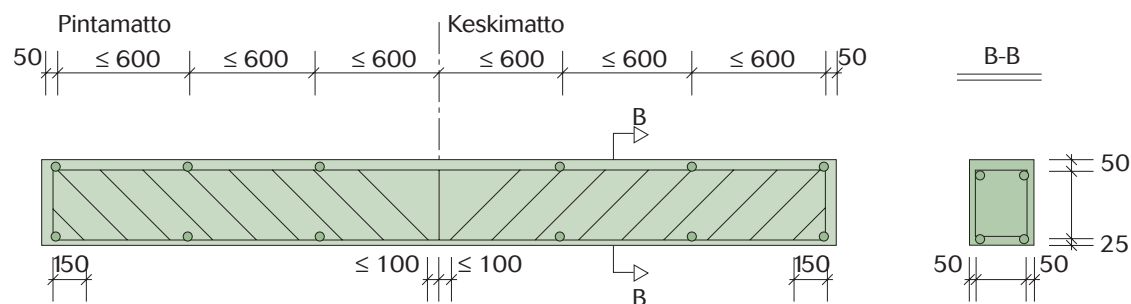
### Palkkien raudoitus

Siporex-palkkien raudoitus koostuu pitkittäisteräksistä, jotka on hitsattu yhteen koteloksi yleensä 45°:een kulmassa olevia leikkausteräksiä käyttäen. Leikkausteräkset ovat kuitenkin kohtisuorassa pääteräsiin nähden 600 mm korkeissa palkeissa sekä 400 mm korkeissa ja 375 mm leveissä kevytpalkeissa. Raudoitus on aina käsitelty sementtipohjaisella korroosionestomassalla. Eri korkuisten siporex-palkkien raudoituksen periaate on esitetty kuvassa D15.

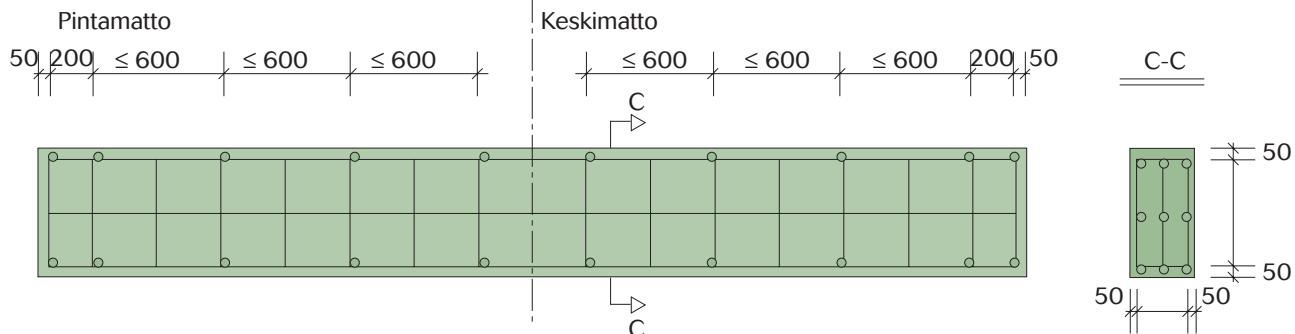
#### a) 200 mm korkea siporex-palkki



#### b) 400 mm korkea siporex-palkki



#### c) 600 mm korkea siporex-palkki



Kuva D15. Siporex-palkkien raudoituksen periaate.

## Piste- ym. erikoiskuormat

Siporex-palkit on raudoitettu siten, ettei maksimimomentin sijainnilla ole merkitystä. Täten riittää, kun tarkistaa, ettei keskitetystä ym. kuormasta syntyvä maksimimomentti ylitä kuormaluokan ilmoittamasta tasaisesta kuormasta laskennalla saatavia arvoja.

Kun kyseessä on 200 mm tai 400 mm korkea palkki ja suuri keskitetty kuorma sijaitsee palkin korkeutta lähempänä palkin keskipistettä tai aina, kun kyseessä on 600 mm korkea palkki, voidaan menetellä seuraavalla tavalla: Tarkistetaan, ettei keskitetystä ym. kuormasta syntyvä leikkausvoima ylitä kuormaluokan ilmoittamasta tasaisesta kuormasta saatavaa leikkauskapasiteetin arvoa, kun se lasketaan palkin tehollisen korkeuden päässä tuelta (tasattu arvo). Siporex-palkin, jonka korkeus on 200 mm tai 400 mm, momentti- ja leikkauskapasiteettipinnat on esitetty kuvassa D16. Jos kuorma sijaitsee ohjetta kauempana palkin keskipisteestä, ota yhteyttä valmistajan suunnittelupalveluun. Kevytpalkeille tulevan kuormituksen edellytetään jakautuvan tasaisesti koko palkin pituudelle.

## Vääntö

Siporex-palkkiin kohdistuvien pystykuormitusten painopisteen tulee ilman erillistä selvitystä sijaita enintään palkin leveyden kolmanneksen päässä palkin keskilinjalta.

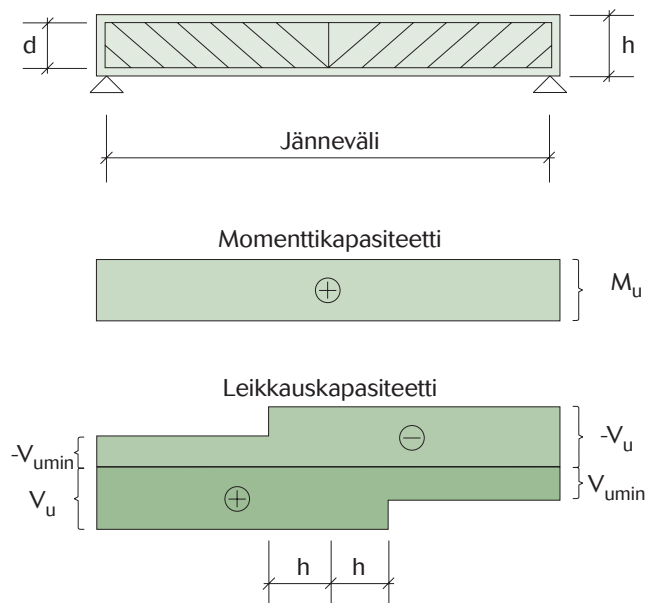
## Taipuma

Siporex-palkit on mitoitettu siten, että palkin taipuma on oman painon ja muiden ominaiskuormien aiheuttamilla pitkäaikaisilla kuormituksilla pienempi kuin  $L/300$ . Yleensä taipuma on tätäkin arvoa pienempi.

## Käytetyt merkinnät:

$M_u$  = momenttikapasiteetti, esim. kuormaluokan ilmoittamasta tasaisesta kuormasta laskettu maksimimomentti

$V_u$  = leikkauskapasiteetti, esim. kuormaluokan ilmoittamasta tasaisesta kuormasta laskettu leikkausvoiman tasattu arvo



Kuva D16. Siporex-palkkien momentti- ja leikkauskapasiteettipinnat (korkeudet 200 tai 400 mm)

$$V_{u\min} = 0,26 \times b \times d \times f_{ctd}$$

$b$  = palkin leveys

$d$  = palkin tehollinen korkeus

$f_{ctd}$  = raudoitettun siporex-rakenteen taivutusvetolujuuden laskenta-arvo, kts. taulukko A4. (Tässä palkkien  $500 \text{ kg/m}^3$ -massalle  $0,43 \text{ N/mm}^2$ ).

## 8.3 Tukipintojen pituus

Tukipintojen on oltava tasaisia ja niiden on muodostuttava vähintään puolikkaista harkoista.

Siporex-palkkien suositeltava tukipinnan pituus harkkoseinässä on 300 mm. Kun kyseessä on pitkä jänneväli ja raskaat kuormat, joudutaan tietyissä tapauksissa käyttämään vielä suurempaa tukipinnan pituutta, jottei paikallinen puristuskapasiteetti ylittyisi alapuolissa harkkoseinässä. Huom! Tukipinnan kapasiteettia tutkittaessa ei saa käyttää korotettua puristuslujuuden laskenta-arvoa, kts. kappale 7.6.

Pienin sallittu tukipinnan pituus 200 mm tai 400 mm korkeille siporex-palkeille on 200 mm ja 600 mm korkealle siporex-palkille 250 mm. Tukipintojen leveyden on oltava vähintään 85 % palkin leveydestä. Palkit on asennettava keskeisesti tuen leveyteen nähden. Mahdollisista poikkeavista rakenteista on syytä neuvotella palkkien toimittajan kanssa.

## Tukipinnan harkot

Tukipinnan muodostavan harkon on, mikäli mahdollista, oltava täysharkko. Tukipintaharkko ja vähintään sen alapuolinen harkkokerros on liimattava alustaansa umpisaumoin, rakosaumaa ei saa käyttää.

Umpisaumaosuuden on oltava vähintään kahden tukipituuden mittainen.

## 8.4 Poikkileikkauksen heikennykset

Kaikki poikkileikkauksen heikennykset pieniä yksittäisiä reikiä ( $\varnothing \leq 30 \text{ mm}$ ) ja vähäisiä uria (max. syv. 20 mm) lukuun ottamatta ovat kiellettyjä.

Palkkien katkaiseminen on kielletty eikä palkkien raudoitusta ja sen ympärillä olevaa korroosionestokerrosta saa vahingoittaa.

## 8.5 Teräspalkkien suunnittelu

Aukkojen ylityksiin voidaan käyttää myös teräspalkkeja esimerkiksi silloin, kun matalan siporex-palkin maksimipituus ei riitä. Muodoltaan tarkoitukseen sopivat hyvin erikylkiset L-profiilit, joita käyttäen palkki yleensä voidaan sovittaa sisältymään siporex-holvin rakennekorkeuteen.

### Palkkien suunnittelu

Teräspalkit mitoitetaan RakMK B7 (1996) ohjeita noudattaen. Yleensä mitoittavaksi tekijäksi muodostuvat taivutusjännitykset tai taipuma.

Suunnittelussa on lisäksi erityisesti muistettava, että tukipinnan leikkausmurron välttämiseksi on teräspalkki suunniteltava riittävän jäykäksi. Tästä johtuen teräspalkkien suunnittelussa tulee ottaa huomioon "Siporex-harkkoseinän tukeutuvien teräspalkkien suunnitteluohjeen" ja "Siporex-harkkoseinän tukeutuvien teräspalkkien valintataulukon" ohjeet. Valintataulukon palkkien taipuma ei ylitä arvoa  $L/400$ , ja arvon  $EI/I_0^2$  on oltava  $\geq 200$  kN, joka varmistaa palkin riittävän jäykkyyden. Tässä:

$E$  = palkin kimmokerroin

$I$  = palkin jäyhyysmomentti

$I_0$  = palkin vapaa aukko.

### Tukipinnat

Teräspalkkien leveys saattaa esimerkiksi ulkoseinillä olla huomattavasti seinien paksuutta pienempi. Tämän vuoksi on varmistettava, että tukipaine teräsprofiilien

alla ei kohoa liian suureksi. Paikallisen puristuskapasiteetin riittävyyden varmistamiseksi on seuraavan ehdon oltava voimassa:

$$\delta \leq k \times f_{cd}$$

missä

$\delta$  = kuormitetun tukipinnan maksimi puristusjännitys murtotilassa

$f_{cd}$  = siporex-harkkoseinän puristuslujuuden laskenta-arvo

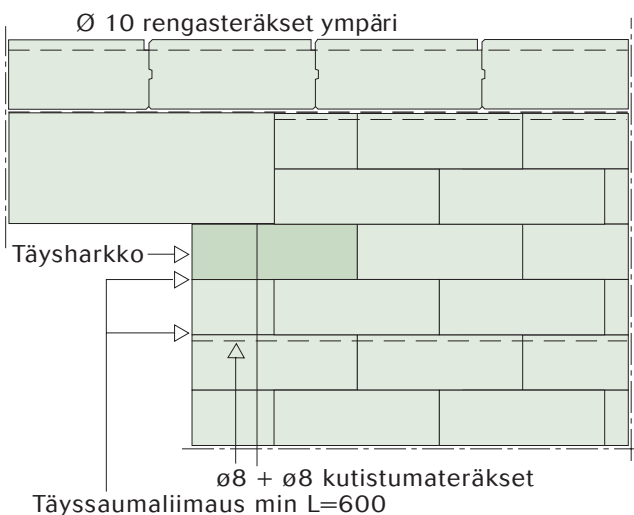
$k = 1$ , jos tuen pituus laskelmissa on 150-200 mm

$k = 0,8$ , jos tuen pituus laskelmissa on suurempi kuin 200 mm ja  $EI/I_0^2 = 200$  kN

$k = 1$ , jos tuen pituus laskelmissa on suurempi kuin 200 mm ja  $EI / I_0^2 \geq 300$  kN. Väliarvot interpoloidaan suoraviivaisesti.

300 mm pitkän tukipinnan käyttäminen on suositeltavaa myös teräspalkkien yhteydessä, mikäli se vain on mahdollista. Pitkä tukipinta antaa lisävarmuutta tuelle syntyvän tukimomentin ansiosta. Palkin suuntaisen tukipinnan pituuden on normaalisti oltava vähintään 200 mm. Vähintään 150 mm pitkää tukipintaa voidaan kuitenkin käyttää silloin, kun teräspalkki tukeutuu kantavaan seinään poikittain seinän suuntaan nähden. Annetut mitat edellyttävät, että seinän kuormitukselle asetettuja kriteerejä ei ylitetä. Tukipainetta voi tarvittaessa jakaa laajemmalle alueelle esim. teräslevyn avulla.

Katso myös kappaletta 7.6, Paikallinen puristuskapasiteetti.



Kuva D17. Siporex-palkin suositeltava tuenta harkkoseinässä.



Siporex-aukonylityspalkki.

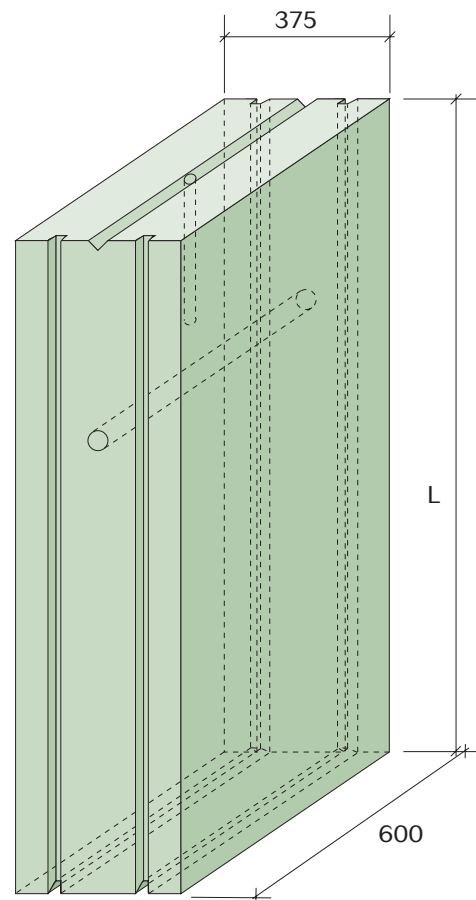
# D 9. SIPOREX-MAANPAINESAINÄT

## 9.1 Maanpainesinä pystyelementeistä

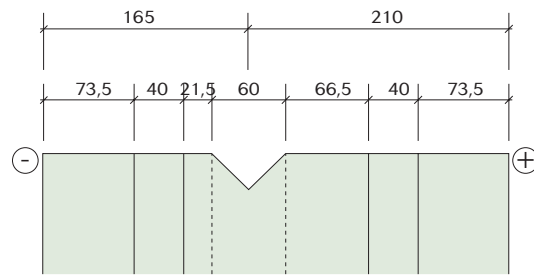
Kellarin siporex-rakenteinen maanpainesinä tehdään normaalisti 375 mm paksuista kerroksenkorkeuksista pystyelementeistä. Elementtien normaali pituus on 3000 mm ja leveys 600 mm. Nämä perusmitat soveltuvat useimpiin rakennerratkaisuihin, joskin erikoistapauksissa voidaan valmistaa myös muita pituuksia. Mitoituksessa käytetään yleensä normaalia 600 mm:n elementtileveyttä, poikkeavat sovitukset sijoitetaan rakennuksen nurkkiin, kts. kohta 9.9. Koska elementin jänneväli pystysuunnassa jää pieneksi, se voidaan helposti mitoittaa kestämään normaalin maanpaine kuorman antamat rasitukset. Elementit tuetaan alapäästään anturaan tai kellarin lattialaattaan ja yläpäästään kellarin ja 1. kerroksen väliseen holviin. Holvin avulla kuormat siirretään esim. voiman suuntaisille ulko- ja väliseinille. Normaalisti rakennesuunnittelija mitoittaa rakennekokonaisuuden ja tarkastaa, että vakioelementtejä voidaan kapasiteettinsa puolesta käyttää. Elementtien kapasiteetti ja niille oletetut kuormat on esitetty kohdassa 9.2.

## 9.2 Maanpaineolettamukset ja elementtien mitoitus

Seinän vierustäyttö tehdään karkealla soralla. Tällöin voidaan maanpaineen mitoituksessa käyttää kitkamaalle oletettuja arvoja. Vierustäyttöä ei saa tiivistää koneellisin menetelmin. Vakiomittaiset maanpaine-elementit on mitoitettu käyttäen aktiivisen maanpaineen arvoja kymmenellä prosentilla korotettuna. Maan pintakuormana on käytetty arvoa 4 kN/m<sup>2</sup>. Kuormitukset voidaan laskea esim. Rakentamismääräyskokoelman julkaisun B5 kuvan 3.1 mukaisesti tai RIL 95 Pohjarakennus -julkaisun ohjeiden mukaan. Elementtien toimivaksi mitaksi on



Kuva D18. Profiloitu maanpaine-elementti.



Kuva D19. Uritusten mittoja.

### Taulukko D6

3000 mm korkeasta maanpaine-elementtiseinästä rakenteille tulevat vaakasuorat tukivoimat ja seinän momenttirasitus. Kuormitusolettamus: Kitkamaa, aktiivinen maanpaine + 10 %, maan pintakuorma 4 kN/m<sup>2</sup>. Mukana varmuuskertoimet: maa 1,2, pintakuorma 1,6.

Täyttökorkeus metriä	Alatuenta		Ylätuenta		Momentti/elem. kNm
	kN/m	kN/elem	kN/m	kN/elem	
3,00	22,3	14,6	12,6	8,2	8,7
2,80	20,4	13,3	10,4	6,7	7,8
2,60	18,4	12,0	8,5	5,5	6,8
2,40	16,5	10,7	6,9	4,4	5,9
2,20	14,5	9,5	5,8	3,5	5,0
2,00	12,7	8,2	4,2	2,7	4,1
1,80	10,8	7,0	3,2	2,0	3,3
1,60	9,1	5,9	2,3	1,5	2,6



oletettu niiden täysi korkeus 3000 mm ja täytön korkeudeksi samoin 3000 mm. Rakennesuunnittelija tarkastaa, että lujuusarvot ovat riittävät hänen suunnittelemaansa kohteeseen. Mahdolliset näitä mitoitusoletuksia suuremmat kuormat on suunnittelijan ehdottomasti ilmoitettava valmistajalle ja varmistettava, että elementit voidaan valmistaa. (Huom! Esimerkiksi kuorma koheesiomaasta olisi noin kolminkertainen.)

Vakiomittaiset 3000 mm:n elementit on edellä mainittuja kuormia käyttäen mitoitettu seuraavin oletamuksin:

- Murtomomentti 10,0 kNm koko elementin pituudella.
- Alapään vaakasuora tukivoima (= leikkausvoima, murtokuorma) 15,0 kN/elementti.
- Yläpään vaakasuora tukivoima (=  $\varnothing$  20 mm:n ankkuritapin tukivoima, murtokuorma) 9kN.

### 9.3 Elementtien alapään tuenta

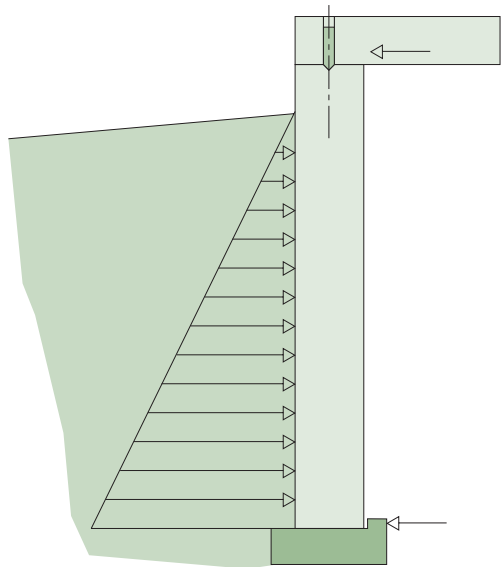
Kolmiokuormaksi oletetusta maanpaineesta johtuen seinän alapäästä perustuksille tuleva mitoittava vaakakuorma on huomattava, täyttökorkeudesta riippuen noin

7...15 kN/elementti. Elementtiseinän alapää tuetaan anturan reunaan, johon on valun yhteydessä tai jälkivaluna tehty korotus, tai yhtenäiseen pohjalaattaan tehtyyn n. 50 mm:n pykälään. Antura mitoitetaan tarvittavalle vaakavoimalle. Anturajärjestelmään voidaan tarvittaessa valaa jänneväliä lyhentäviä tukianturoita. Usein voidaan vaakavoima tukea myös lattialaatan reunaan.

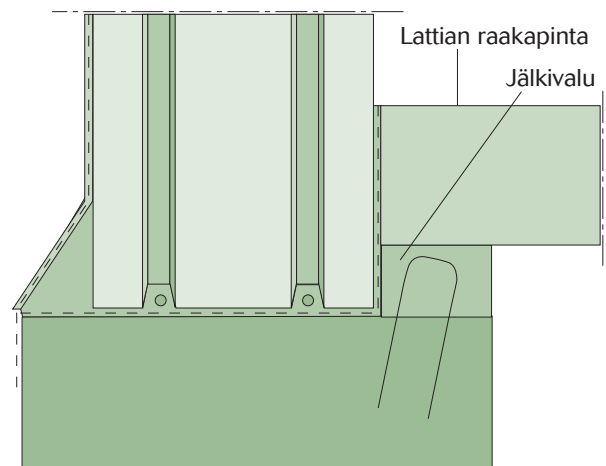
### 9.4 Elementtien yläpään tuenta

Kolmion muotoisesta maanpaineekuormasta johtuen seinän yläpään tuentatarve on alapään tuentaa huomattavasti vähäisempi, yleensä täyttökorkeudesta riippuen 2...8 kN/elementti.

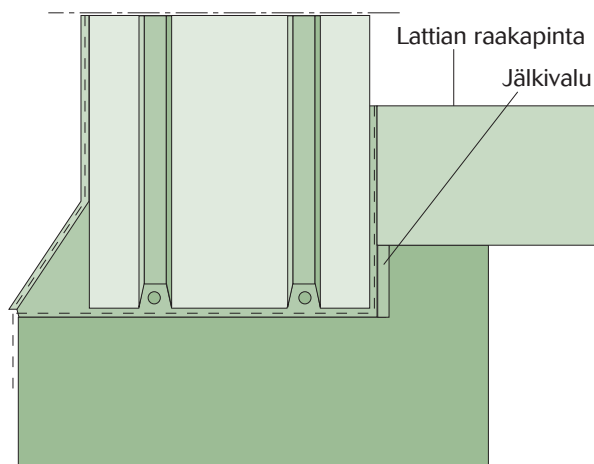
Yläpään tuenta siporex-holviin hoidetaan normaalisti elementin yläpään valetun  $\varnothing$  20 mm:n terästapin ja reunapalkin avulla, kts. oheisia periaatekuvia. Eriyisesti on huolehdittava siitä, että terästappi osuu valureikänsä keskeisesti ja sen kiinnitysvalu on riittävästi tiivistettyä. Reunapalkki toimii myös holvia ympäröivänä rengasraudoituksena.



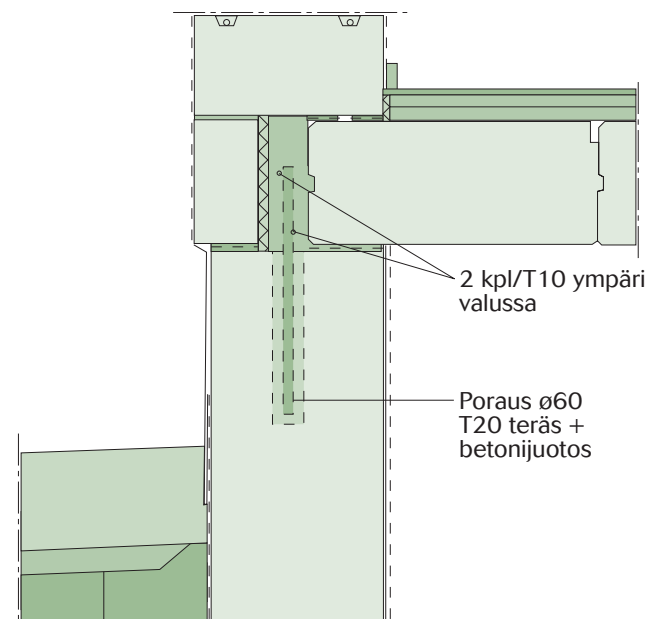
Kuva D20. Yleispoikkileikkaus maanpaineesta.



Kuva D22. Alapään tuenta.



Kuva D21. Alapään tuenta.



Kuva D23. Yläpään tuenta.

Päivitetty  
04/2004



## 9.5 Siporex-laatastoon ja ankkuroiviin seiniin kohdistuvat seinän yläpään vaakavoimat

Kun kyseessä on rinneratkaisu ja maanpaine kohdistuu rakennukseen toispuolisesti, holvin ja siihen liittyvien seinien rakenteet on mitoitettava niin, että ne pysyvät siirtämään kuormat rakennuksen perustuksille. Tarvittaessa käytetään seinät holviin yhdistäviä vaarauksia, kts. kappale 12.3. Jos täyttökorkeus ympäri rakennuksen on likimain tasainen ja rakennuksen muoto on symmetrinen, ei holvilta alapuolisiin rakenteisiin siirry suuria vaakavoimia, vastakkaisten puolien vaakavoimat kumoavat toisensa.

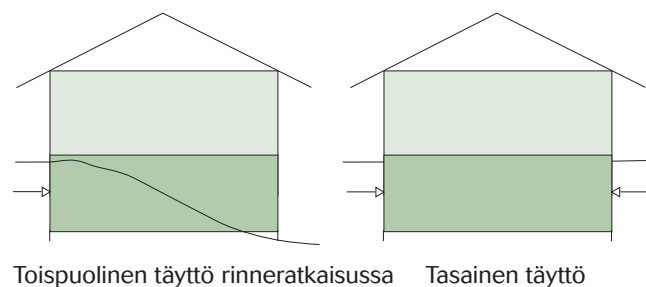
## 9.6 Seinän aukkojen ja holvin epäjatkuvuuskohtien tuenta

Ikkuna-aukkojen kohdalla seinäelementit tuetaan viereisiin, tarvittaessa vahvemmin raudoitettuihin elementteihin, kts. kuva D25. Suositeltava seinien ikkuna-aukon maksimileveys on kaksi elementtileveyttä eli 1200 mm. Ikkunan alapuolisten elementtien yläpää voidaan tällöin yleensä tukea elementtien päähän tehtyihin uriin valetuilla harjateräksillä, kts. kuva D26. Yli kahden elementin levyisissä aukoissa aukon alapuoliset elementit tuetaan yleensä aukon sisäreunaan asennetulla teräsprofiililla. Tuesta lisäkuormitusta saavien sivuelementtien kapasiteetti on tarkistettava.

Maksimissaan 900 mm leveä aukko voidaan yleensä tehdä ilman erillistä ikkunan alareunan tuentaa käyttämällä ikkunan alla 600 mm ja 300 mm leveitä elementtejä. Ikkunan alapuoli voidaan tehdä myös harkoista tai suurharkoista. Ikkuna-aukon yläpuoliset rakenteet voidaan tarvittaessa kannattaa esim. L-teräspalkilla, jolloin aukon viereisten maanpaine-elementtien tuentasysteemi on normaali. Mikäli aukon yhteydessä käytetään siporex-palkkeja, jotka ulottuvat aukon vierelementtien päälle, on vaakavoimien tuenta erikseen selvitettävä.

## 9.7 Porrasaukon kohta

Mikäli kellarin ja ensimmäisen kerroksen yhdistävä porrasaukko on ulkoseinän vieressä, on maanpaine-elementtien yläpään tuenta holvin puuttuessa hoidettava esim. seinän ja kellarielementtien väliseen saumaan sijoitettavalla vaakasuuntaisella L-teräsprofiililla, joka siir-

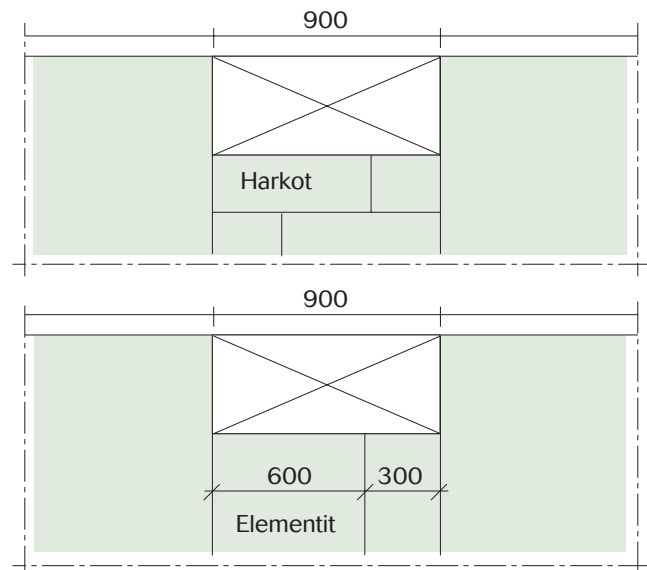


Kuva D24. Holvin kuormitus suunnat.

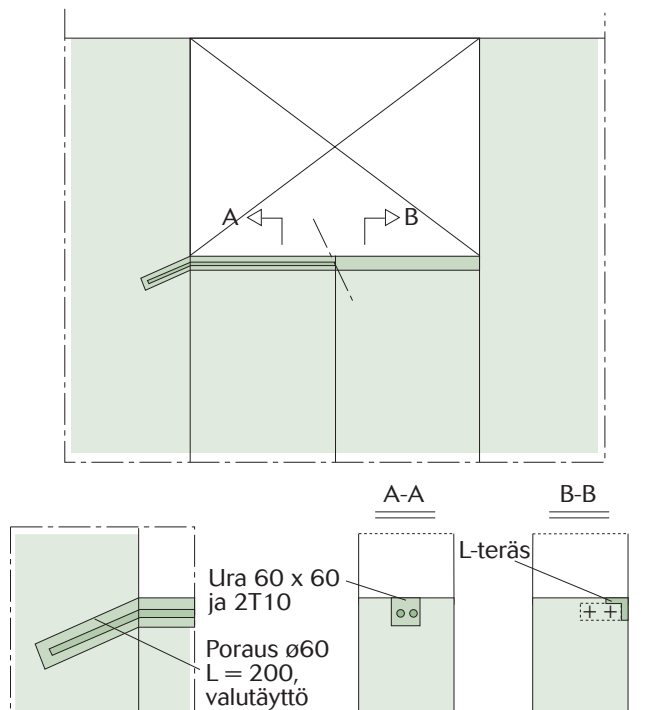
tää voimat aukon viereiselle holvialueelle tai suoraan kuormaa vastaan kohtisuorille porrasaukon sivuseinille.

## 9.8 Kellariseinän ja ulkoseinän liitos porrasaukossa

Kun ylemmän kerroksen siporex-harkkoseinä ja kellarin elementtiseinä ovat saman paksuisia (375 mm), niin sokkelirajan hammastuksen toteuttamiseksi tehty kellariseinän sisäänpain veto näkyy porraskuilussa hammastuksena sokkeli- ja seinäosien rajalinjassa myös seinän sisäpinnassa. Jos esimerkiksi porrashuoneen ikkunan alareuna sovitetaan tähän linjaan, voidaan hammastus useimmiten tehokkaasti kätkeä. Seinäpinnassa hammastuksen reuna varustetaan kulmavahvikkeella tai peitelistalla.

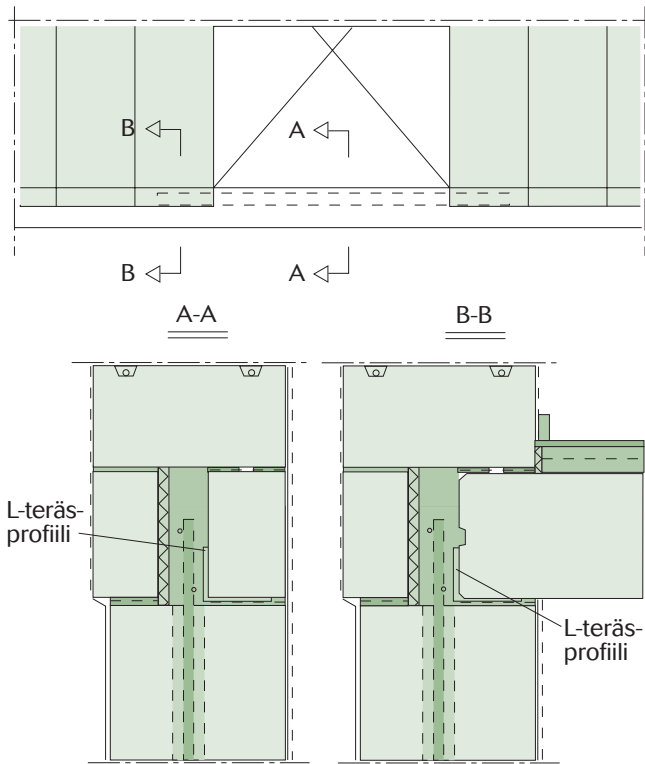


Kuva D25. 900 leveä ikkuna-aukko, kaksi vaihtoehtoa.

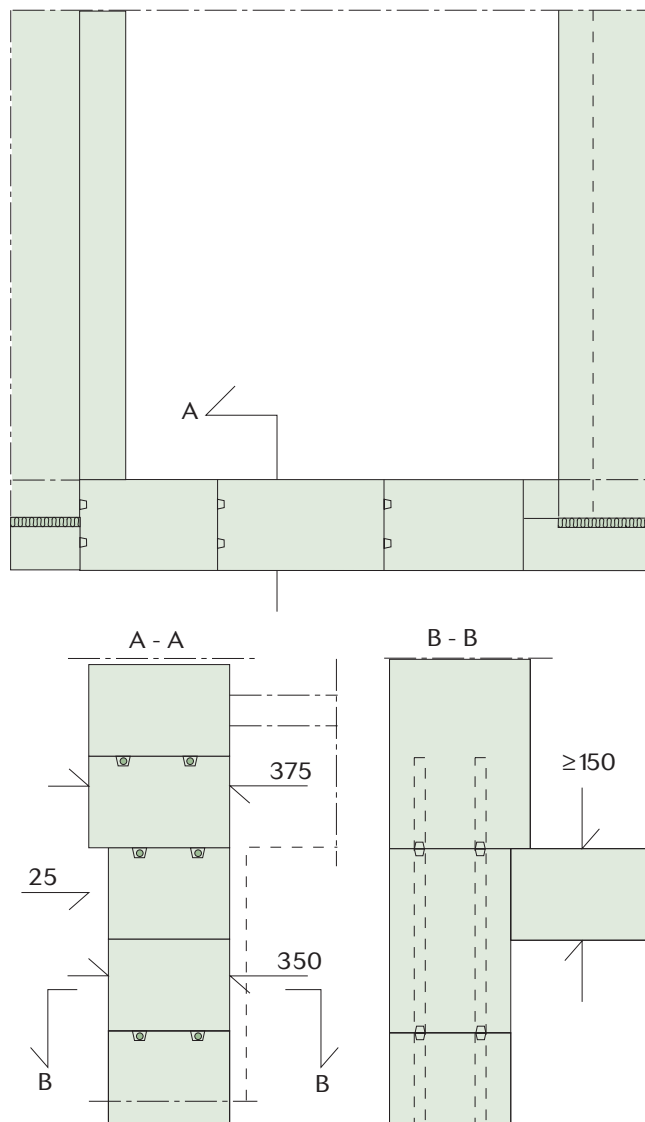


Kuva D26. 1200 leveän ikkuna-aukon tuenta.

Päivitetty 04/2004



Kuva D27. Kellarinseinän tuenta holvin porraskoukon kohdalla.



Kuva D28. Porraskuilun harkkoseinä.

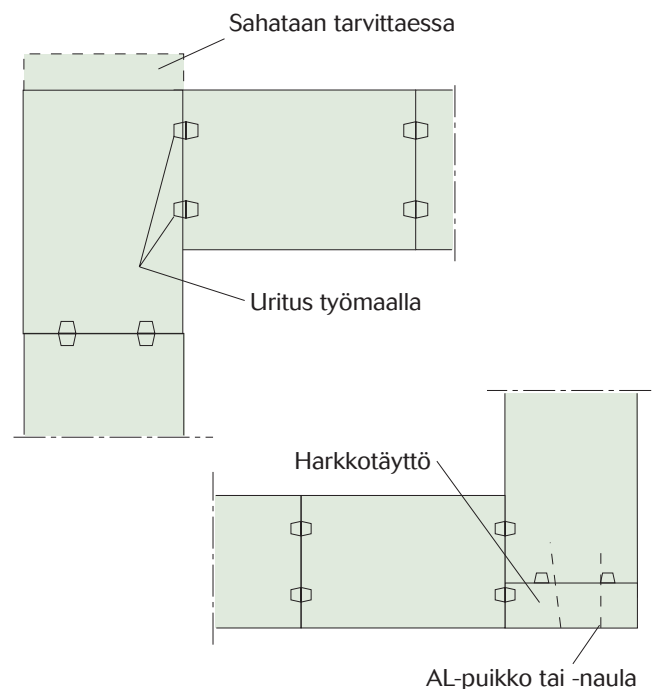
Porraskoukon takaseinä voidaan joissakin tapauksissa tehdä myös harkkoista tai suurharkkoista, jos harkkoseinän päät voidaan tukea porraskoukon viereisiin sisäseiniin. Seinän sisäpinta saadaan samaan tasoon porraskoukossa näkyvän ylemmän kerroksen seinäpinnan kanssa leikkaamalla harkko 350 mm leveäksi. Harkkoseinä kiinnitetään viereisiin maanpaine-elementteihin kuvan D27 mukaisesti. Harkko-osuus voidaan joskus mitoittaa kaarena, mikäli sen molemmin puolin on työntävän voiman vastaanottava riittävästi kuormitettu pitkä elementtiseinä. Kun lisävoima harkkoseinästä voidaan ohjata suoraan porraskoukon viereisille sisäseinille, voidaan myös porraskoukon molemmin puolin käyttää normaaleja maanpaine-elementtejä, jotka tällöin vain ottavat kaarena toimivan harkko-osuuden antaman ulkoseinän suuntaisen suoran puristuksen.

Ratkaisun käyttökelpoisuus on aina arvioitava rakenteiden mukaan.

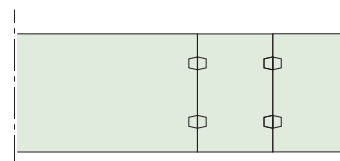
Myös 350 mm paksuja elementtejä voidaan tarvittaessa käyttää. Tällöin yläosan vaakakuormat siirretään normaaliin tapaan aukon viereiselle elementtiholville L-profiililla.

## 9.9 Nurkkaelementit

Nurkkaelementeissä on saumojen valu-urat vain toisessa kyljessä, toinen kylki on sileä. Elementin alapäässä on läpimenevät kutistumisterästen urat, risteävältä seinältä tulevat terästen urat leikataan työmaalla. Sa-



Kuva D29. Nurkkaelementtejä.



Kuva D30. Sovituselementti. Korvataan, mikäli mahdollista, nurkkaelementeillä.

moin yläpään tehdään tarvittava rengaspalkkivalun uritus työmaalla. Elementin molemmissa päissä teräksien peitekerros on 50 mm, jolloin työstö rakennuspaikalla onnistuu helposti. Täten yksi elementtityyppi voidaan asentaa kumman ”kätiseen” nurkkaan hyvänsä. Nurkkaelementti liitetään risteävään elementtiseinään tekemällä työmaalla sen kylkeen risteävän seinän elementin sivujen uritusta vastaavat valu-urat. Kun nurkan mittajako ei mene tasan, leikataan nurkkalinjan ylittävä osuus elementistä esimerkiksi sahaamalla. Teräkset katkaistaan esim. kulmahiomakoneella. Kun nurkkaan jää ”lovi” ja elementin leveys ei siis riitä, käytetään normaalelementtiä ja vaje täytetään harkkomuurauksella, kts. kuvaa D28. Ulkonurkan nurkkaelementtiä ei tueta yläpuoliseen holviin valuvaarnauksella; riittää kun se tukeutuu lähes koko mitaltaan risteävän seinän päähän. Sisänurkan elementti varustetaan tarvittaessa vaarnatapin valureiällä, mikäli elementtiin kohdistuu maanpainetta.

## 9.10 Seinien vedeneristys

Seinän ulkopinnan vedeneristykseen soveltuu esimerkiksi paineentasausraollinen eristyslevy (Pato- tai Platon-levy tai vast.). Seinän alapää suojataan myös lattian alapuolisilta osiltaan kauttaaltaan kosteudelta. Vedeneristys kiertää seinän pohjan kautta myös seinän sisäpuolelle lattiapinnan alapuoliseen osaan. Eristys on maanpinnan rajassa nostettava riittävän korkealle, jotta estetään sulamisvesien tunkeutuminen elementtiseinään.

## 9.11 Seinien lämmöneristysominaisuudet

Rakentamismääräyskokoelman C4-julkaisun mukaan maata vasten olevan seinärakenteen U-arvoa laskettaessa voidaan ottaa huomioon myös maan lämmönvastus C4:n kohdan 5.4 mukaisesti. C4:n taulukko 1 ilmoittaa myös erilaiset  $\lambda$  -arvot maahan ja ilmaan rajoittuville maanpaine-elementin osille. Kun ulkopuolisena vedeneristeenä käytetään ilmaraon muodostavaa levyä, esim. Pato- tai Platon-levy, ja ympäröivän maan lämmönvastus lasketaan vähintään 1 m:n paksuisen soratäytön mukaan, saadaan 375 mm paksun tiheydeltään 500 kg/m<sup>3</sup> olevan elementtiseinän U-arvoiksi seuraavat lukemat:

Ulkoilmaan rajoittuva seinän osa	U = 0,35
Seinä metrin syvyyteen maanpinnasta alaspäin	U = 0,31
Yli metrin syvyydellä maanpinnasta oleva seinä	U = 0,23

Mahdollinen seinien lisäeristäminen voidaan haluttaessa suorittaa esim. vedeneristeen ulkopuolelle maanpinnan alapuolelle asennetun polystyreenilevyn avulla.

## 9.12 Seinien pintakäsittely

Seinien molemminpuolisia diffuusiotiiviitä pintakäsittelyjä on vältettävä. Levyrakenteinen vedeneriste ulkopuolella antaa vapaammat mahdollisuudet sisäpuolisen pintakäsittelyn valintaan.

## 9.13 Peruskuopan täyttö

Peruskuopan täyttö voidaan suorittaa vasta, kun kaikki maanpainevoimaa vastaanottavat rakenteet ovat paikoillaan. Täyttötyössä on vältettävä maan voimakasta tiivistämistä seinän läheisyydessä. Raskaita koneita tai ajoneuvoja ei saa päästää liian lähelle maanpaineeseinää. Täyttö suoritetaan normaalisti karkealla soralla. Mikäli seinän läheisyyteen on valmiin rakenteen yhteydessä tulossa esim. raskaita ajoneuvokuormia, on asia otettava huomioon seinää mitoitettaessa.

Talvikautena on varottava avoimen perustuslinjan kautta tapahtuvaa routivan maan jäätymistä.

## 9.14 Seinän asentaminen

Asennuksen helpottamiseksi käytetään useimmiten ohjurilautoja, jotka kiinnitetään anturan ulkoreunaan.

Tasatun anturapinnan päälle levitetään taipuisa vedeneristehuopa.

Elementit nostetaan paikoilleen niiden kyljessä olevaan reikään työnnetyn nostotyökalun avulla. Tämän nostokoukun voi vuokrata lkaalisten tehtaalta. Elementit sidotaan yläpäästään tilapäisesti toisiinsa ja seinä tuetaan paikoilleen esim. normaaleilla elementtien vinoituilla, jotka saa poistaa vasta kun rakenne on saavuttanut riittävän lujuuden ja riittävät jäykistävät rakenteet on asennettu. Oikea korkeusasema säädetään seinän reunalinjoille levitetyillä jäykillä sementtilaastikaistoilla. Tarvittaessa voidaan käyttää puukiiloja tai vastaavia sovitteita, jotka laastin riittävästi kovettuttua poistetaan. Elementtien alapään urien kohdalle sovitetaan pitkitäiset tukiteräksiset. Kun elementtien väliset kylkien valuurat täytetään, täytyy myös alapuoli painevaluna tehokkaasti. Täyttö edellyttää, että reunakaistat ovat riittävästi kovettuneet.



Päiviteity  
04/2004