

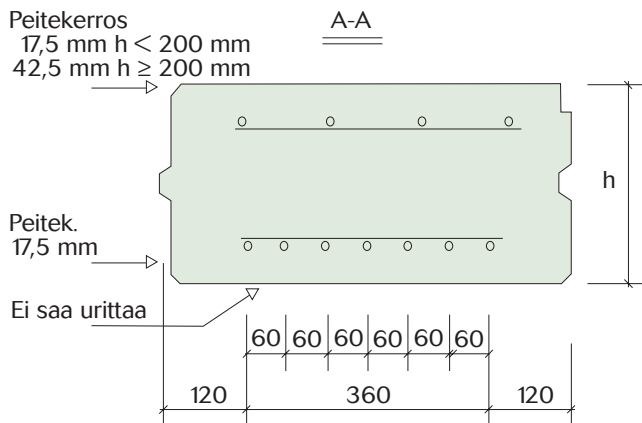
## 10.1 Rakenteellinen suunnittelu

### Kuormaluokka

Siporex-kattoelementit mitoitetaan yleensä yksiaukkoisena palkkina. Valmistaja on valmiiksi mitoittanut kattoelementit kuormaluokkiin 2.3, 3.2 tai 4.0. Kuormaluokan lukuarvo ilmoittaa elementille sen oman painon lisäksi sallittavan tasaisen ominaiskuorman suuruuden  $\text{kN/m}^2$ :nä. Tämä hyötykuorma, jolla tässä yhteydessä tarkoitetaan elementtiin kohdistuvia kuormituksia sen omaa painoa lukuun ottamatta, on mitoituksessa kokonaisuudessaan oletettu muuttuvaksi ja pitkäaikaiseksi kuormitukseksi. Lisäksi elementit on mitoitettu siten, että ne voidaan nostaa yhdestä nostokohdasta elementin puolivälistä.

Hallirakennusten kattojen elementtipaksuudet voivat olla 250, 300 tai 375 mm, riippuen valittavista lämpöteknisistä ratkaisuista sekä rakennustyyppistä (lämmi vai puolilämmin). Paksuudet 300 ja 375 mm mahdollistavat myös täydellä 60M jännevälillä ylimääräisten kuormien kannatuksen esimerkiksi aukkojen "vekslauksissa".

Pientaloissa käytetään yleensä kattoelementtejä, joiden paksuus on 250 mm ja kuormaluokka 3.2...4.0. Vaikka valmiissa pientalossa kuormat ovat useinkin pienempiä, voivat rakennusaikaiset kuormitukset joskus olla lähes tämän suuruisia. Lisäksi raskaamman kuormaluokan käyttämisellä useimmiten vältetään hankalalta vaihtelevien elementtityyppien käytöltä esim. lävistyksien kannatuksessa.



### Piste- ym. erikoiskuormat

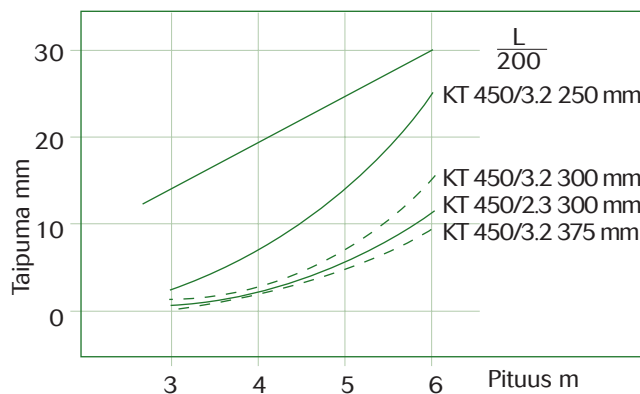
Kattoelementit on raudoitettu siten (kts. kuva D28), ettei maksimimomentin tai leikkausvoiman sijainnilla ole merkitystä. Muiden kuormitustapausten kuin tasaisen kuorman mitoitukseen riittää siis kun tarkistaa, etteivät maksimimomentit ja leikkausvoima ylitä kuormaluokan ilmoittamasta tasaisesta kuormasta laskemalla saatavia maksimiarvoja (poikkeuksena lovettavat elementit).

### Uloke

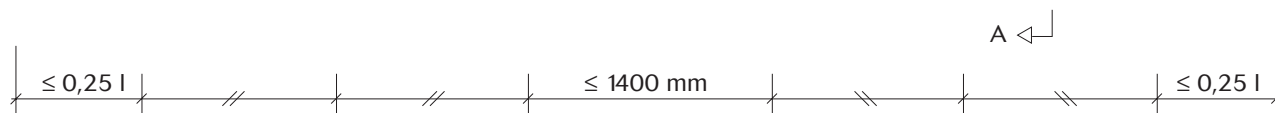
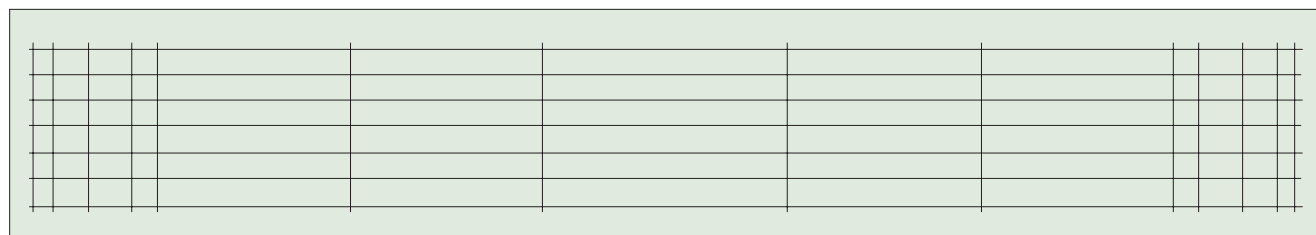
Kattoelementit kestävät pienehköjä negatiivisia momentteja. Tasaisesti kuormitettu normaalelementti voidaan ilman erillistä tarkastelua asettaa osittain ulokkeelliseksi siten, että ulokkeen vapaa pituus laskettuna tuen ulkoreunasta on maksimissaan  $2x$  elementin paksuus.

### Taipumat

Kattoelementit on mitoitettu siten, että taipuma on oman painon ja muiden ominaiskuormien aiheuttamilla pitkäaikaisilla kuormituksilla pienempi kuin  $L/200$ . Normaalityypisessä taipuma on yleensä paljon pienempi, kts. kuva D29.



Kuva D29. KT-elementtien taipumat.



Kuva D28. Tyypillinen kattoelementin raudoitus.

## Tukipintojen leveys

Kattoelementtien pienin tukipinnan pituus asennettuna on normaalisti 90 mm. Erikoistapauksissa, kun elementti on tasaisesti tuettuna koko leveydeltään ja tukipinta on sileä ja suora (esim. teräspinta), voidaan sallia 65 mm:n pituus. Tukipinnan pituutta suunniteltaessa on otettava huomioon siporex-elementtien ja kantavan rakenteen valmistuksen ja asennuksen mittapoikkeamat sekä muut vaikuttavat seikat, kuten mm. kantavan rakenteen kuormituskestävyys.

## Katkaisu

Elementtejä ei saa katkaista, koska niissä on vetorauhoituksen päihin hitsattu poikittaiset ankkuritangot. Samoin elementtien päiden viistäminen on kielletty tarkoitusta varten valmistettuja erikoislementtejä luukuunottamatta.

## Pitkittäissauman lujuus

Kattoelementtien pituussuuntaisten saumojen juotosurat ja pontit tehdään aina tehtaalla. Niiden mitat on esitetty kuvassa D31. Asennuksen yhteydessä juotosura täytetään notkealla sementtilaastilla. Saumojen toiminta varmistetaan elementtikenttään asennetuilla ren-gasteräksillä.

## Saumojen mitoituksessa tulee toteuttaa seuraavat vaatimukset:

A. Sauman pystysuuntaisen leikkausvoiman tulee täyttää seuraava ehto:

- Jos saumassa on pontti kuvan D31 mukaan, ei murtorajatilan laskentakuormista laskettu sauman leikkausvoima saa ylittää arvoa 5,7 kN/m, kun siporexin kuivatiheys on 450 kg/m<sup>3</sup>, eikä arvoa 7,5 kN/m, kun siporexin kuivatiheys on 500 kg/m<sup>3</sup>.

B. Sauman pituussuuntaisen leikkausvoiman tulee täyttää seuraava ehto:

- Jos saumassa on umpeen juotettu 15 x 40 mm juotosura, ei murtorajatilan laskentakuormista laskettu sauman pituussuuntaisen leikkausvoima saa ylittää arvoa 10 kN/m (halkeilematon sauma) tai arvoa 3,6 kN/m (halkeillut sauma).

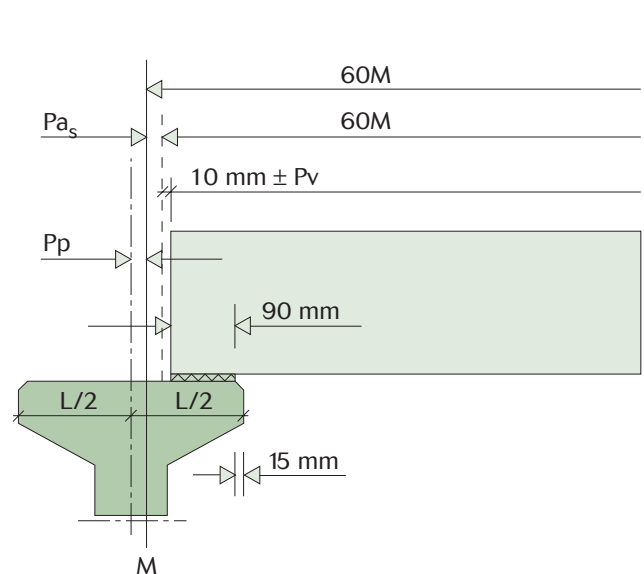
## Keskitettyjen kuormien jakaminen

Keskitetty kuorma voidaan jakaa myös kuormitetun elementin viereisille elementeille, jos elementtien pituuden suhde leveyteen on vähintään 5. Kun keskitetty kuorma jaetaan vain toisella puolen olevan viereisen elementin kanssa, tarkastetaan, että seuraavien oletamusten mukaan laskettu sauman leikkauskuorma ei ylitä edellä kohdassa A annettuja leikkauskapasiteetin arvoja. Tasaisen keskitetyn kuorman  $p$  (kN/m<sup>2</sup>) saumassa aiheuttamaksi leikkausvoimaksi otaksutaan  $Q_p = 0,9 \times p \times b$  (kN/m), missä  $b$  on elementin leveys. Piste-kuorman  $P$  (kN) aiheuttamaksi sauman tarkistusleikkausvoimaksi otaksutaan  $Q_p = 0,5 \times P/b$  (kN/m). Maksimileikkausvoima saumassa lasketaan epäedullisimmasta kuormitusyhdistelmästä. Kun keskitetty kuorma jaetaan molemmilla puolilla olevien viereisten elementtien kanssa, saadaan leikkauslujuuden määrittämiseen käyttää edellä esitettyjä sauman tarkistusleikkausvoiman arvoja kahdella jaettuna. Kun saumojen leikkauskapasiteetti ei ylity, voidaan kuormasta tulevien rasitusten olettaa jakautuvan tasan kuormitetun ja sen viereisten elementtien kesken, mikäli elementtien mitat ja kuormitusluokat ovat samoja.

## Saumojen toiminnan edellytykset

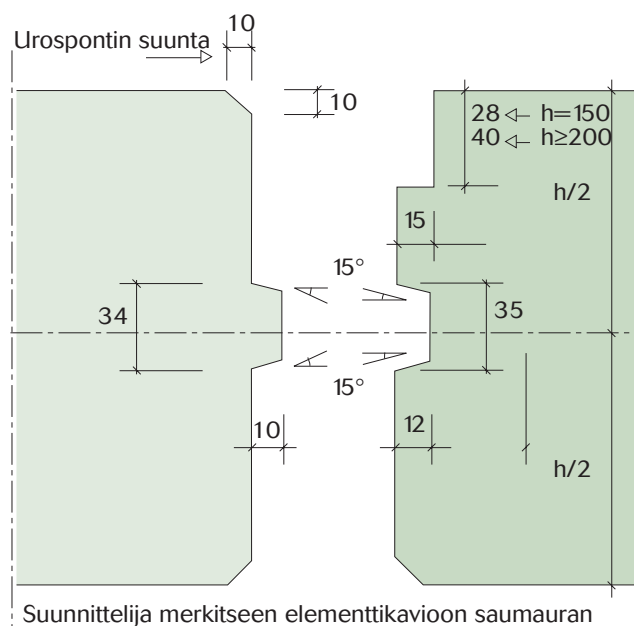
Kun pitkittäissaumojen kautta siirretään voimia, on elementtisaumojen pitävyys varmistettava esim. puskusau-

Päivitetty  
04/2004



Pp = palkin rakentamiskoikeama  
Pa<sub>s</sub> = siporex-elementin asennuspoikkeama  
Pv = valmistuspoikkeama

Kuva D30. Tukipinnan leveyden vaikuttavia tekijöitä.



Suunnittelija merkitseen elementtikavioon saumauran suunnan.

Kuva D31. Juotosuralla ja pontilla varustetun kattoelementin saumarakenne

moihin tai elementtien pintaan sijoitetuilla rengasteräk-sillä, joita tarvitaan myös vetoteräksinä, kun laataston levyvaikutusta käytetään hyväksi.

### Tilanteet, jolloin on syytä ottaa yhteyttä valmistajan suunnittelupalveluun:

- Kun elementin kuormituksesta tuleva leikkausvoima ylittää sallitusta tasaisesta kuormasta laskemalla saatavan leikkausvoiman arvon, määrittää valmistajan suunnittelupalvelu kattoelementin todellisen leikkauskapasiteetin ja varmistaa, että se on suurempi kuin erikoiskuorman aiheuttama leikkausvoima.
- Kun ulokkeen pituus on suurempi kuin 2x elementin paksuus tai kun lyhyemmänkin ulokkeen päähän vaikuttaa pistekuorma, niin käytetään kohteeseen erikseen valmistettavia uloke-elementtejä. Tällaisia elementtejä ei saa käyttää muihin tarkoituksiin päistään tuettuina ilman valmistajan antamia ohjeita.
- Kun siporex-laataston levyvaikutusta käytetään rakennusta jäykistettäessä hyväksi.
- Kun kattoelementtien tukipinnan leveys on alle 90 mm.

## 10.2 Läpivientien suunnittelu

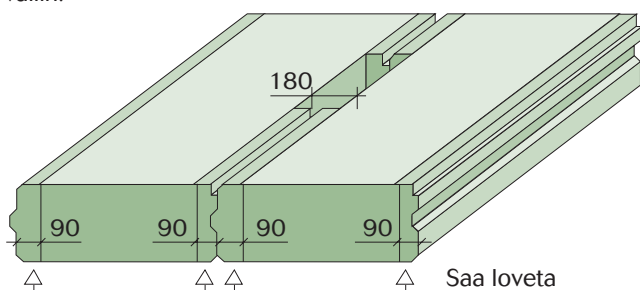
Reikien ja lovien teko kattoelementteihin on raudoituksen vuoksi rajoitettua. Eri mahdollisuudet ja rajoitukset on syytä ottaa huomioon suunnittelussa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, sillä virheellinen reikäsuunnittelu aiheuttaa huomattavia lisäkustannuksia rakennusprojektille.

Elementtilaataston rei'itykset on syytä sijoittaa elementtien reunakaistoille kappaleissa 10.3 ja 10.4 esitetyillä tavoilla. Pakottavissa tapauksissa voidaan käyttää myös keskeltä rei'itettävää XK-elementtiä.

Yksittäisiä halkaisijaltaan korkeintaan 40 mm:n reikiä voi kuitenkin tehdä myös vakioelementin pitkittäis-terästen väliin.

Tarvittaessa valmistajan suunnittelupalvelu mielellään opastaa reikäsuunnittelussa.

Yksittäisiä,  $\varnothing$  40 mm reikiä voidaan tehdä myös raudoituksen väliin.



Kuva D32. Vakioelementtien rei'itys ja loveusmahdollisuudet

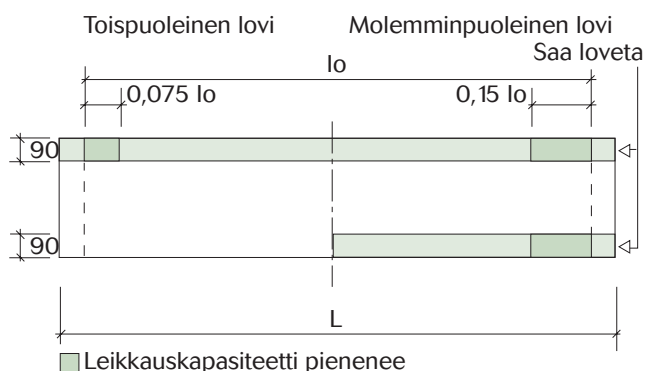
## 10.3 Urat, reiät ja lovet vakioelementeissä

Paksuutta 250 tai 300 mm olevien KT-elementtien yläpintaan voidaan useimmiten tehdä 25 mm syviä uria esim. sähköputkituksia varten. Uritetun elementin kuormaluokka pienenee astetta alemmalle tasolle, esim 3.2 kN/m<sup>2</sup>:stä kuormaluokkaan 2.3 kN/m<sup>2</sup>. Muita elementtejä saa urittaa valmistajan suunnittelijan luvalla.

Vakioelementtien rei'itys- ja loveusmahdollisuudet rakennuspaikalla on esitetty kuvassa D32.

Elementtien kantokyky asettaa määrätyissä tapauksissa lisärajoituksia reikien teolle (kts. kuva D33), koska lovetun elementin leikkauskapasiteetti pienenee loven kohdalla samassa suhteessa kuin poikkileikkauksen leveys muuttuu:

- 1) Tasaisesti kuormitettujen KT-elementtien leikkauskapasiteetti on tarkistettava, jos toispuoleinen lovi on lähempänä kuin  $0,075 \times l_0$ :n päässä tuen reunasta, tai jos molemminpuoleinen lovi on lähempänä kuin  $0,15 \times l_0$ :n päässä tuen reunasta ( $l_0$  = vapaa aukko).
- 2) Pistekuormalla kuormitetun lovetun KT-elementin leikkauskapasiteetti on aina tarkistettava.

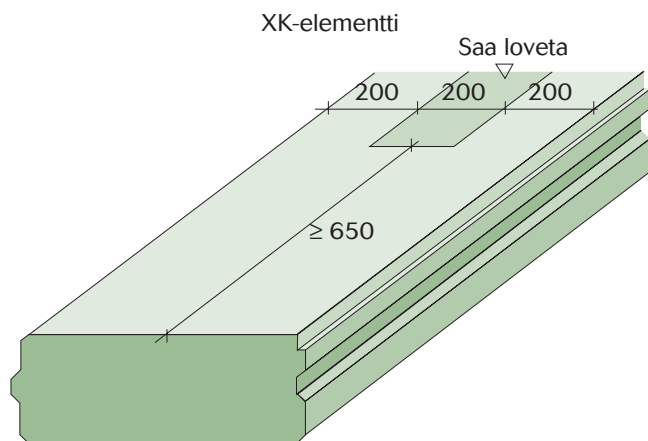


Kuva D33. Leikkauskapasiteetin tarkistustarve vakioelementeissä

## 10.4 Reiät ja lovet XK-, XS- ja X-elementeissä

Tehtaalla valmistetaan suurehkoja läpivientejä varten mm. XK- ja XS-elementtejä. Elementtien rei'itys ja loveusmahdollisuudet rakennuspaikalla on esitetty kuvassa D34.

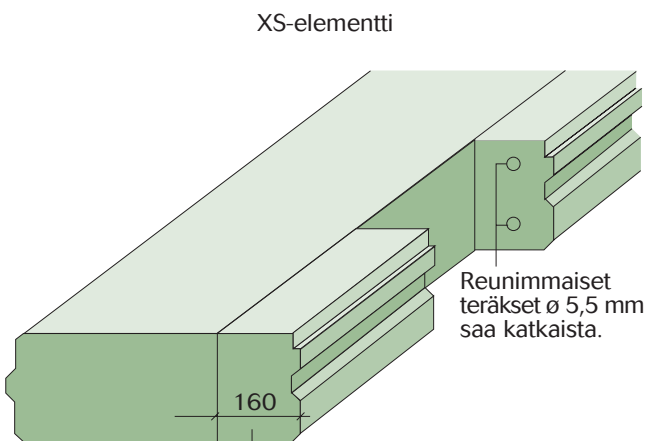
XK- ja XS-elementtien kantokyky asettaa rajoituksia reikien teolle (kts. kuva D35), koska myös niiden leikkauskapasiteetti pienenee loven kohdalla samassa suhteessa kuin poikkileikkauksen leveys muuttuu:



- 1) Tasaisesti kuormitetun XS-elementin leikkauskapasiteetti on tarkistettava, jos lovi on lähempänä kuin  $0,13 \times l_0$ :n päässä tuen reunasta. ( $l_0$  = vapaa aukko)
- 2) Pistekuormalla kuormitettujen XK- ja XS-elementtien leikkauskapasiteetti on aina tarkistettava.  
Tehtaalla työstettyjen lovien ja reikien mitta-, ja sijaintitarkkuudet on esitetty taulukossa D7.

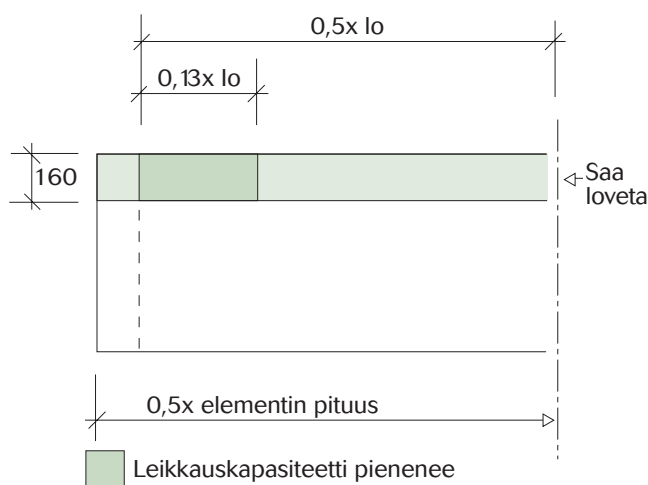
### Elementtien tiheys

Erikoiselementit XK ja XS valmistetaan aina kuivatiheydeltään  $500 \text{ kg/m}^3$  olevasta massasta.



Toispuoleinen lovi saa olla elementin jommalla kummalla reunalla.

Kuva D34. XK- ja XS-elementtien rei'itys- ja loveusmahdollisuudet.



Kuva D35. XS-elementin leikkauskapasiteetti.

### Taulukko D7

Tehtaalla työstettyjen lovien ja reikien mitta- ja sijaintitarkkuudet

Lovien ja reikien koko	Tarkkuus
< 400 mm	± 15 mm
> 400 mm	± 20 mm
Sijainti	
pituussuunta	± 20 mm
leveyssuunta	± 20 mm

### Taulukko D8

Ripustusteräksille sallittavat maksimikuormat

Ripustus-terästyyppi	Aukon leveys (mm)	Elementin kuivatiheys (kg/m <sup>3</sup> )	Sallittu kuorma <sup>1)</sup> kN
RH <sup>2)</sup>	600	400	2,9
		450	2,9
		500	2,9
RU <sup>2)</sup>	600	400	7,2
		450	8,4
		500	9,6
RL <sup>2)</sup>	1200	400	10,8
		450	12,0
		500	12,0

<sup>1)</sup> yhden ripustusteräskappaleen

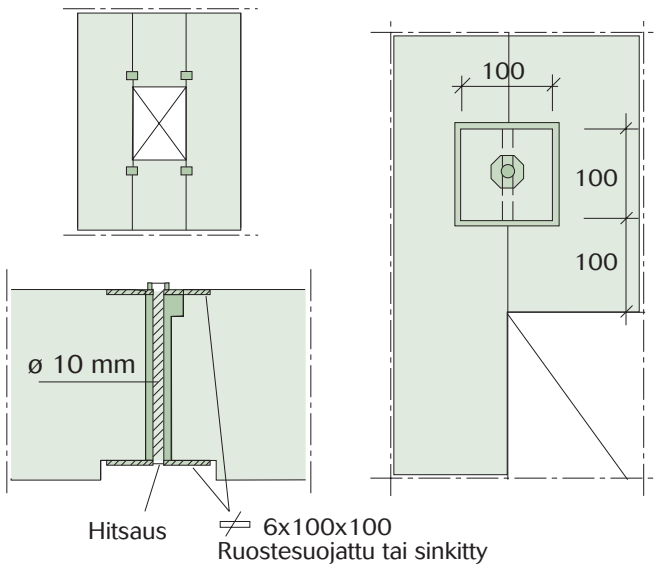
<sup>2)</sup> tilattavissa tehtaalla

## 10.5 Suuret kattoaukot

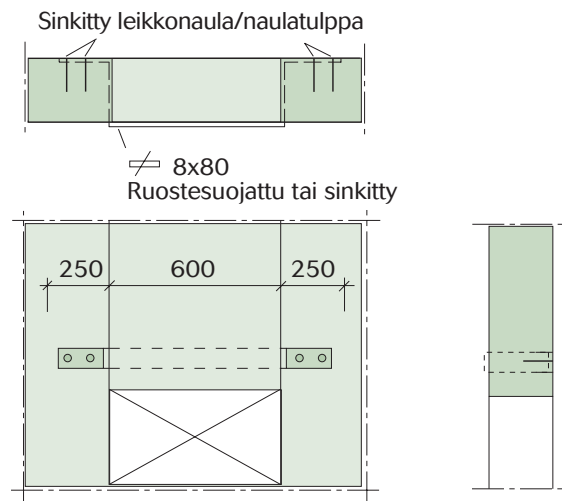
Ala-, väli-, ja yläpohjarakenteisiin voidaan tehdä suurehkoja aukkoja (1-2 elementin levyisiä) käyttämällä lyhyitä elementtejä, jotka ripustetaan viereisten elementtien varaan. Aukkojen pielitelementtejä mitoitettaessa on otettava huomioon se, että niitä kuormittavat

myös ripustettavat elementit. Ripustusterästyyppejä 250 ja 300 mm paksuihin laatastoihin on esitetty kuvassa D36. Tyyppejä RH ja RU käytetään yhden elementin levyisten aukkojen ripustusteräksinä ja tyyppejä RL ja U kahden elementin levyisten aukkojen ripustusteräksinä. Ripustusteräksille sallittavat maksimikuormat on esitetty taulukossa D8.

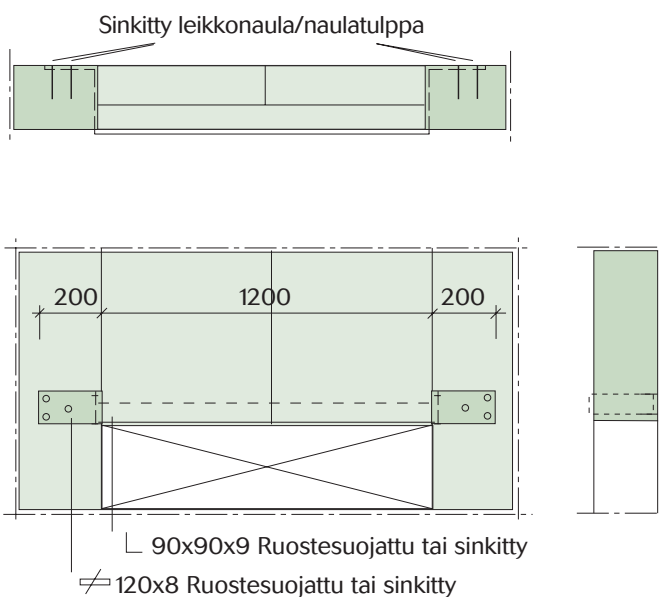
Tyyppi RH



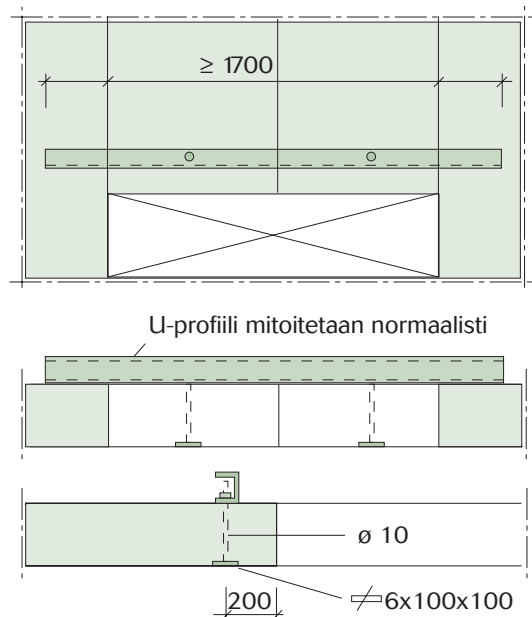
Tyyppi RU



Tyyppi RL



Tyyppi U



Kuva D36. Ripustusterästyyppejä.

Päivitetty  
04/2004

## 10.6 Saumaraudoitus

Saumaraudoitusta käytetään siirtämään puskuosaan kohdistuvat vaakasuorat vetovoimat kentästä toiseen. Samoin se toimii katastrofiraudoituksena esim. jatkuvan sortuman estämiseksi.

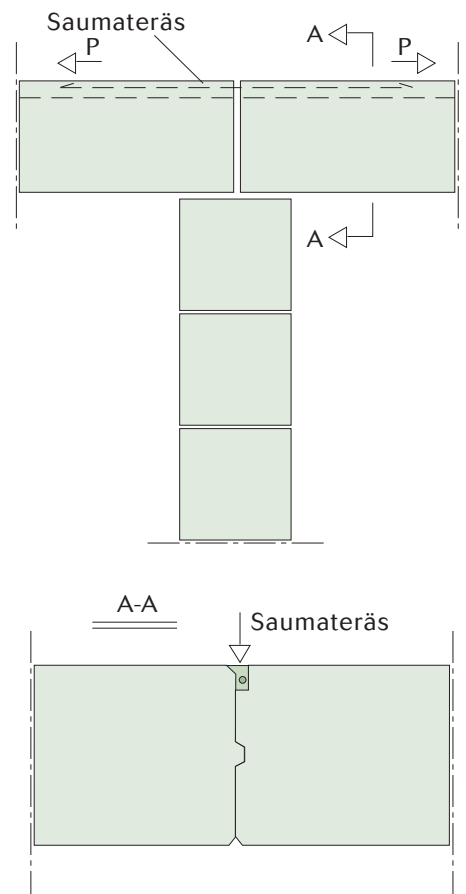
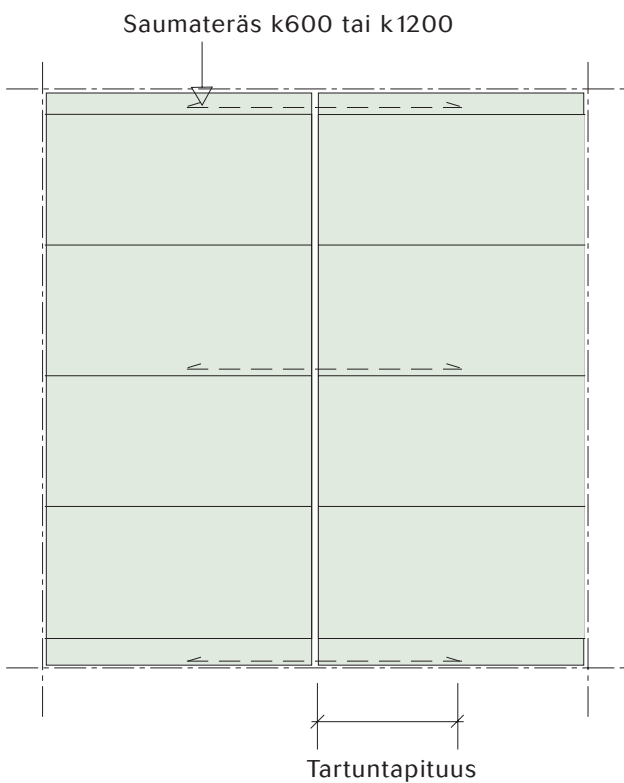
Kuvassa D37 on esitetty saumaraudoituksen periaate. Yhdelle saumateräkselle voidaan sallia taulukossa D9 esitettyjä kuormia. Erikoistapauksissa voidaan teräs sijoittaa myös elementtien yläpintaan jyrskittyyn uraan.

## 10.7 Rengasteräket

Siporex-laatastossa käytetään aina rengasteräksiä. Niiden käytöstä on kerrottu luvussa 12.

## 10.8 Sovituslevydet

Ihannetapauksissa koko laatasto voidaan toteuttaa 600 mm:n levyisiä vakioelementtejä käyttäen. Suositeltava soviteleveys on 300 mm, mutta tarvittaessa valmistetaan 300-600 mm levyisiä sovite-elementtejä 10 mm:n



Kuva D37. Laataston saumateräket.

### Taulukko D9 Saumateräket

Saumateräs	Tartuntapituus (mm)	Sallittu vetokuorma (kN)
T6 tai K6	600	5,0
T8 tai K8	1000	8,0

T = A500H, K = B500K

tasavälein. Alle 300 mm leveitä elementtejä ei valmisteta. Tällaisen sovitemitan tarve voidaan hoitaa kahden sovitus-elementin avulla.

Sovitus-elementtien määrä kannattaa pyrkiä minimoimaan, koska niistä aiheutuu lisäkustannuksia.

Reikien ja loveusten tekoa kapeisiin elementteihin ei suositella. Tämä on otettava huomioon reikien ja sovitus-elementtien sijoituksessa.

## 10.9 Pientaloholvien ja vastaavien rakenteiden erityiskysymyksiä

### Taipumat, käyttömukavuus

Ala- ja välipohjissa kannattaa käyttää normaalisti 250 mm paksuja siporex-elementtejä, jotta vältettäisiin laataston epämiellyttävä värähtely.

### Väliseinäkuormat

Laataston päälle tulevia väliseiniä suunniteltaessa on varmistettava, että seinän kuorma voidaan jakaa useammalle elementille. Raskaat väliseinät saattavat tuottaa mitoitusongelmia, mikäli ne sijoitetaan laataston elementtien suuntaisesti.

### Saumaraukoitus huoneistojen välillä

Rivi- ja paritalo-huoneistojen välisten siporex-kaksoiseinien kohdalla tavanomaista holveja toisiinsa yhdistävää saumaraukoitusta ei voi käyttää, koska se heikentää huoneistojen välistä ääneneristävyyttä merkittävästi. Tällöin elementtikenttien välisten vaakakuormien siirto voidaan hoitaa esim. siporex-laatasta irti olevan puurakenteen avulla. (Kts. luku 29)

## Väli- ja alapohjien pintarakenteet

Huoneissa, joihin tulee lautaparketti, kokomatto, muovimatto tai vastaava, voidaan 10-15 mm:n lattiatasote-kerrosta siporex-laataston päällä pitää lujuusmielessä riittävänä. Jos pintamateriaalina on mosaiikkiparketti, on syytä käyttää 40 mm:n verkotettua betonikerrosta, joka erotetaan sopivalla kosteuskatkolla siporex-elementeistä, jotta parketin liimauspohja kuivuisi tehokkaammin. Mikäli käytetään pohjan hitaammin kuivumisen sallivia lattiamateriaaleja, voidaan valukerros tehdä ilman kosteuskatkoa. Tällöin rakenne toimii yhdessä tehokkaasti ja vähentää lattian taipumia ja värähtelyjä. Lattialämmitystä käytettäessä erotetaan lämmityskaapelit tai -putket sisältävä pintalaatta siporex-laatasta keskinäisen liikkeen sallivalla sopivalla laakerikerroksella. Huom! Välipohjan rakenteita harkittaessa kannattaa ottaa huomioon myös huoneiston sisäiset ääneneristysnäkökohdat, kts. kohta 29.3.5.

## 10.10 Ripustuksia kannattavien elementtien maksimikapasiteetit

Varsinkin lyhyillä jänneväleillä voidaan esim. aukkokuormia kannattavat reunaelementit raudoittaa myös järeämmin kuin mitä suurin normaali kantavuusluokka 4.0 kN/m<sup>2</sup> edellyttää. Täten saavutettavat maksimikantavuudet on esitetty taulukossa D10. Elementit valmistetaan aina tilauksen mukaan, joten niiden toimitusaika on yleensä pitempi kuin varastotuotteiden.



Siporex-välipohjan asennus.

## Taulukko D10

### Siporex-kattoelementtien suurimmat kuormitusmahdollisuudet erikoisraudoitettuna.

Kuormaluokat kN/m<sup>2</sup>.

Kuivatiheys	Paksuus	Pituus mm	3300	3600	3900	4200	4500	4800	5100	5400	5700	6000
500	200	Kuormal.	6,0	5,6	5,0	4,6	4,3	4,0	3,2	2,8	2,5	2,3
500	250	Kuormal.	6,0	6,0	6,0	6,0	5,6	5,2	4,8	4,5	4,2	4,0
500	300	Kuormal.	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	5,5	5,1	4,8

## II.1 Harkkoseinien raudoitus, pakko-voimat ja perustusten painuminen

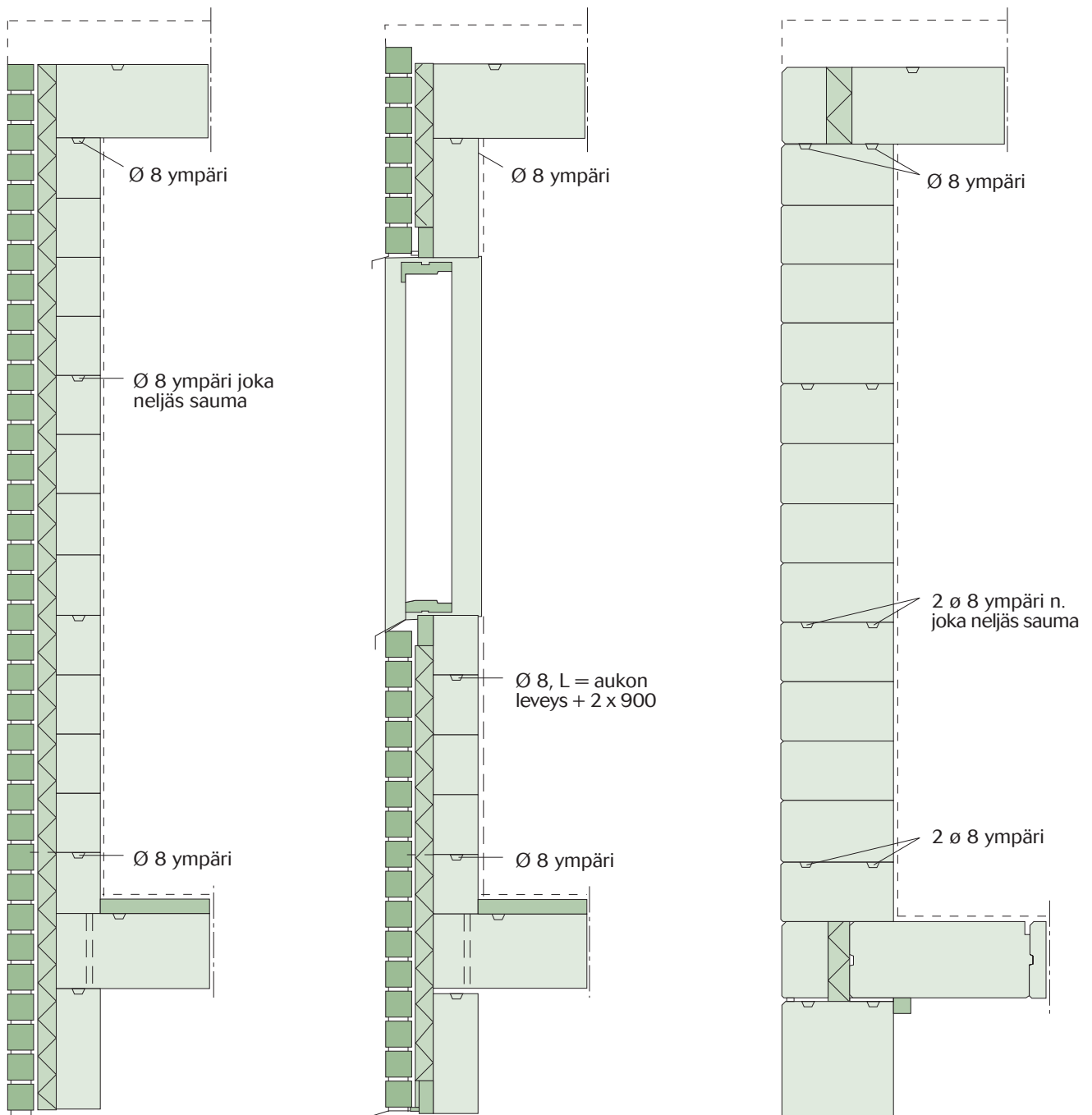
Suomen Rakentamismääräyskokoelman B5-julkaisu edellyttää, että harkkoseiniin asennetaan vähintään 0,3 ‰ seinän pystyleikkauksen pinta-alasta oleva symmetrinen raudoitus, jotta annettuja liimatun harkkoseinän lujuuksia voidaan käyttää mitoittaessa seinää vaaka-suunnassa tuulivoiman aiheuttamia rasituksia vastaan myös laastittomien pystysaumojen yhteydessä.

Koska harkkoseinä kestää varsin vähän vetojännityksiä, voisivat lämpö- ja kosteusliikkeet sekä esimer-

kiksi perustusten painuminen tai sokkelipalkkien viruma aiheuttaa harkkoseiniin halkeamia. Edellä mainittu raudoitus toimii tehokkaasti myös näitä rasituksia vastaan. Kun kaikkiin seiniin sijoitetaan nämä ns. kutistumateräkset, ja seinä jaetaan riittävän pieniin kenttiin liikuntasaumoilla, voidaan haitalliset halkeamat oikealla suunnittelulla välttää.

### Kutistumaraudoitus

Siporex-harkkoseiniin asennetaan ympäri menevät teräkset, ns. kutistumaraudoitus. Kutistumaraudoitukseksi käytetään normaalisti 8 mm:n harjaterästankoja. Raudoitusta varten tehdään harkkoihin urat, joihin si-



Kuva D38. Kutistumateräkset poikkileikkauksessa.



joitettavat terästangot ympäröidään notkealla sementtilaastilla. Teräksen etäisyyden harkon ulkopinnasta tulee olla noin 60 mm.

Rauditus sijoitetaan normaalisti joka neljenteen vaakasaamaan. Tällöin rakentamismääräyskokoelman pinta-alavaatimus täyttyy, kun 250 mm:n ja paksummissa harkoissa käytetään kaksoisraudoitusta ja 200 mm:n ja ohuemmissa seinissä yhtä 8 mm:n terästä. Erityisen tärkeää on, että harkkoseinän ala- ja yläosassa on jatkuva rauditus, jolla seinä sidotaan yhtenäiseksi kenäksi. Kutistumaterästen sijainti eri harkkoseinätyyppien poikkileikkauksissa on esitetty kuvassa D28. Lisäksi ikkunoiden alapuolelle on aina laitettava teräkset, jotka sijoitetaan aukon alapuoliseen saumaan ja ulottuvat vähintään 900 mm ikkunan pielen ohi, kts. kuva D39.

## 11.2 Liikuntasaumamat

Kun siporex-harkkoseinässä käytetään edellä esitetyn periaatteen mukaista kutistumaraudoitusta, tarvitaan seinän katkaisevia liikuntasauvoja, kun suoran ja yhtenäisen seinän pituus ylittää 12 metriä.

Liikuntasaumamat voidaan tehdä esimerkiksi kuvassa D40 esitetyllä tavalla.

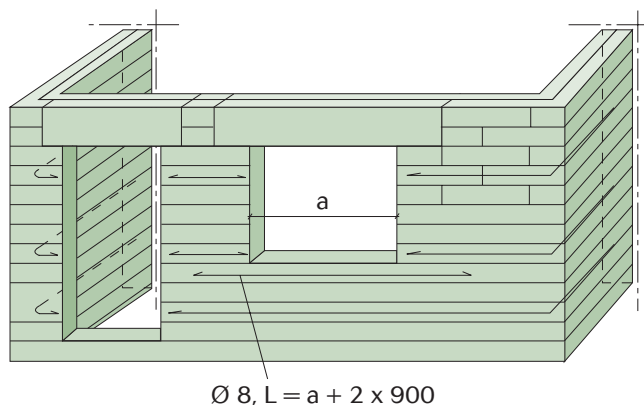
Lisäksi mm. seuraavissa tapauksissa on syytä varautua seinärakenteiden keskinäisiin liikepyrkimyksiin ja jännityksiin:

- kun lämpimän tilan ulkoseinänä toimiva harkkoseinä liittyy kylmään seinään
- kun harkkoseinän paksuus muuttuu
- kun seinämateriaali vaihtuu.

Tällöin rakenteesta riippuen liitoskohtaan voidaan tehdä liikuntasauva tai oletettu halkeamalinja voidaan peittää listalla tai joustavalla materiaalilla, esim. sisätiloissa akryylikitillä. Liikkeet voidaan myös estää normaalia tiheämmällä kutistumisraudoituksella tai esim. rappaukseen sijoitetulla verkolla.

### Liikuntasauaman tiivistäminen

Ulkoseinän liikuntasaumamat tiivistetään ulkopinnaltaan esimerkiksi elastisella kitillä tai paisuvalla, esipuristettulla tiivistenauhalla. Saumaväli täytetään mineraalivillalla ja rakenne tiivistetään myös sisäpuolelta siten, että saumaan ei synny esim. pystysuuntaisia ilmapuotoja.



Kuva D39. Harkkoseinän kutistumateräkset.

Saumakittin on oltava mahdollisimman pehmeää ja vähäisellä voimalla muotoaan muuttavaa, jotta siporexin vetolujuus ei ylitä (shore 15-20). Samasta syystä tartuntapinta siporexiin on saatava riittävän suureksi, Kts. kuva D41.

Pinnoite ei saa ulottua kittauksen päälle, koska sauma tällöin menettää joustavuutensa.

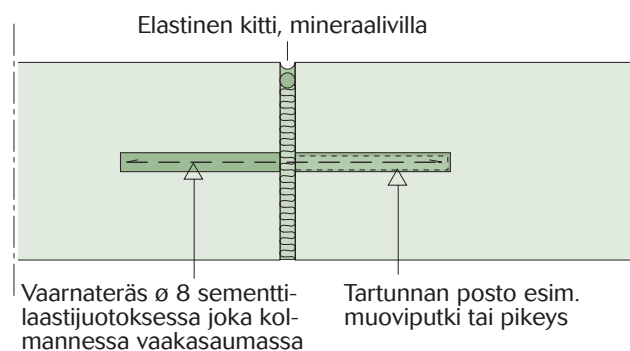
## 11.3 Ryömintätila

Käytettäessä siporex-elementtejä alapohjissa on rakennuksessa oltava tuuletettu noin 0,8-1,0 m korkea ryömintätila. Perusmuurin muuraamisen jälkeen tehdään salaojat ja asennetaan vesi-, viemäri- ja lämpöjohdot ryömintätilaan.

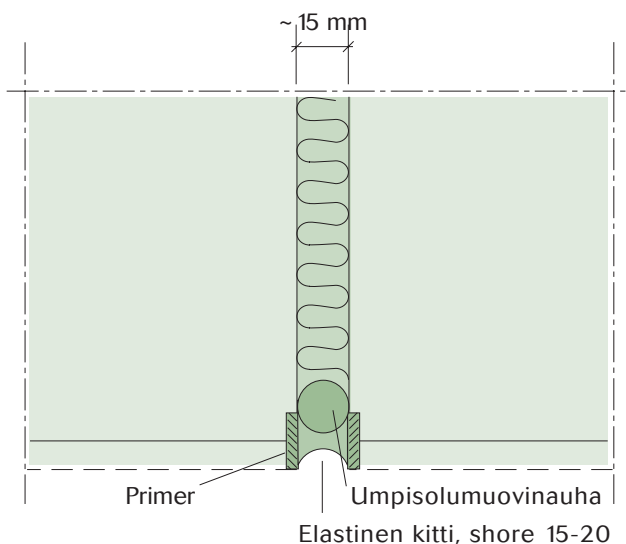
Myöhempää huolto- ja korjaustarvetta varten tehdään alapohjaan tai sokkeliin ryömintätilaan johtava noin 0,6 x 0,6 m:n kokoinen luukulla varustettu aukko. Samoin väliseinien alapuolisiin sokkeleihin on järjestettävä kulkemisen mahdollistavat aukot.

Ryömintätilasta poistetaan kaikki orgaaninen aines, kuten esim. humus ja muottilaudoitukset ym. rakennusjätteet. Maan pintaan levitetään karkea kapillaarisen nousun katkaiseva sorakerros ja sen pinta peitetään muovilla, jolla rajoitetaan maasta haihtumaan pyrkivän kosteuden pääsyä ryömintätilaan. Maanpinta ta-

### Läpimenevä liikuntasauva



Kuva D40. Liikuntasauva siporex-harkkoseinässä.



Kuva D41. Elastinen kitti liikuntasaumassa.

sataan ja muotoillaan viettämään lievästi kohti salaojia, ettei muovin päälle jää vesipusseja. Siporex- elementtien tukipinnalle asennetaan bitumihuopakaista kosteuskatkoksi. Elementtien alapintoihin ei tehdä mitään pintakäsittelyjä.

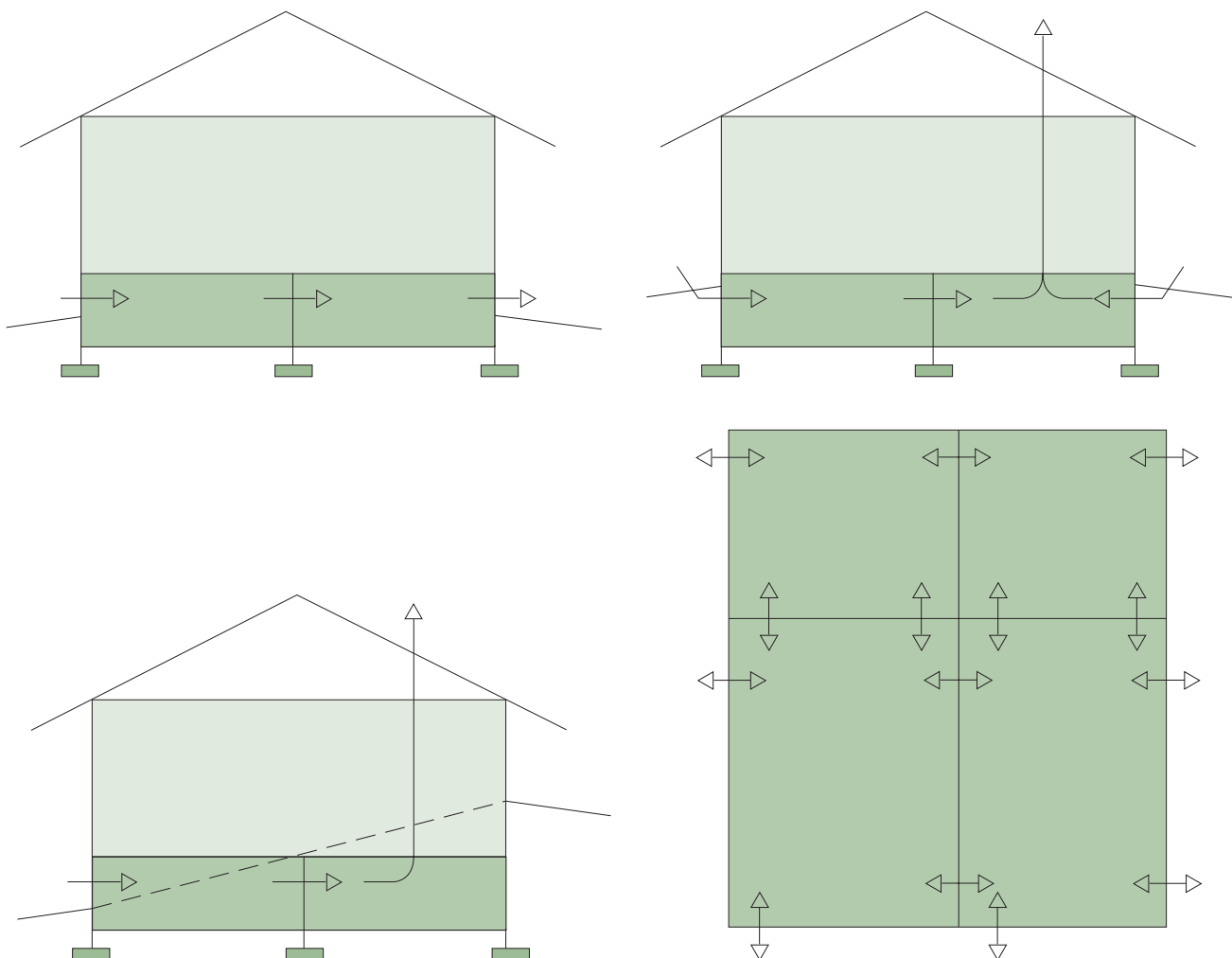
Sokkelin seinämien hyvä lämmöneristys nostaa yleensä ryömintätilan lämpötilaa, jolloin tuuletuksen teho kasvaa. Mikäli myös maapohja lämmöneristetään esim. kevytsorakerroksella se edelleen kohottaa lämpötilaa ryömintätalassa.

Ryömintätilan tulee olla tuuletettava siporexin ja muiden rakenteiden valmistuskosteuden poistamiseksi. Pientalo tuuletetaan sokkelissa olevien aukkojen kautta, joiden todellisen pinta-alan on Rakentamismääräyskokoelman C2:n mukaan oltava noin 4 ‰ lattia-alasta. Lopullinen aukkojen pinta-ala harkitaan paikan suojaisuuden ja tuuliolosuhteiden ym. mukaan. Tällöin tuuletusaukkojen suojana olevien säleikköjen toimivaa aukkokokoa pienentävä vaikutus on otettava huomioon. (Säleikköjen aiheuttamia pienennyskertoimia r: Puristettu pelti 0,2-0,3, valurauta 0,5-0,6, muovi- tai messinkiverkko 0,9. Todellinen ala = r x nimellisala) Ryömintätalassa väliseinien alapuolella olevissa sokkeleissa ja tilaa jakavissa palkeissa on tuuletusaukkojen koon oltava vähintään kaksinkertainen samalla virtausreitillä oleviin ulkoseinän aukkoihin verrattuna. Tuuletusperiaate on esitetty kuvassa D42.

Tuuletusaukot sijoitetaan eri puolille perusmuuria siten, että ilman virtaus ryömintätilan läpi muodostuu mahdollisimman tasaiseksi. Tuuletusaukkojen tulee sijaita siten, että aukkojen alareuna on vähintään noin 20 cm rakennuksen ulkopuolisen maanpinnan yläpuolella, sillä ajan mittaan maanpinta rakennuksen ympärillä saattaa kohota. Seinän vierustan kasvillisuutta tulisi hoitaa siten, että se ei peitä tuuletusaukkoja.

Aukot tehdään yleensä kaikki samalle tasolle. Tuuletusaukot tulee sijoittaa lähelle rakennuksen nurkkia (alle metrin etäisyydelle nurkasta), mutta ei kuitenkaan saman nurkan molemmille puolille. Aukkojen vähimmäiskoon on oltava 150 cm<sup>2</sup> ja enimmäisvälin 6 metriä. Umpinaisia ilmapusseja ja sokkeloita, joihin tuuletus ei pääse, ei saa jättää. Tuuletus on tehokkainta silloin, kun ulkoilman lämpötila on alhainen. Tuuletusaukkoja ei siis saa sulkea talveksi!

Kun kyseessä on rinneratkaisu tai ryömintätila muutten sijaitsee maanpinnan alapuolella, hoidetaan tuuletusilman kierto parhaiten siten, että sen poisto tapahtuu katolle johdetun poistoputken kautta. Kylmillä osuuksilla poistoputki lämmöneristetään. Erikoistapauksissa voidaan myös käyttää koneellista ilmanpoistoa. Tuuletuksen määrää voidaan tällöin helposti säädellä ja se ei ole riippuvainen esim. tuuliolosuhteista. (Viranomaismääräyksiä ryömintätalasta; kts. Rak. MK C2)



Kuva D42. Ryömintätilan tuuletusperiaate.

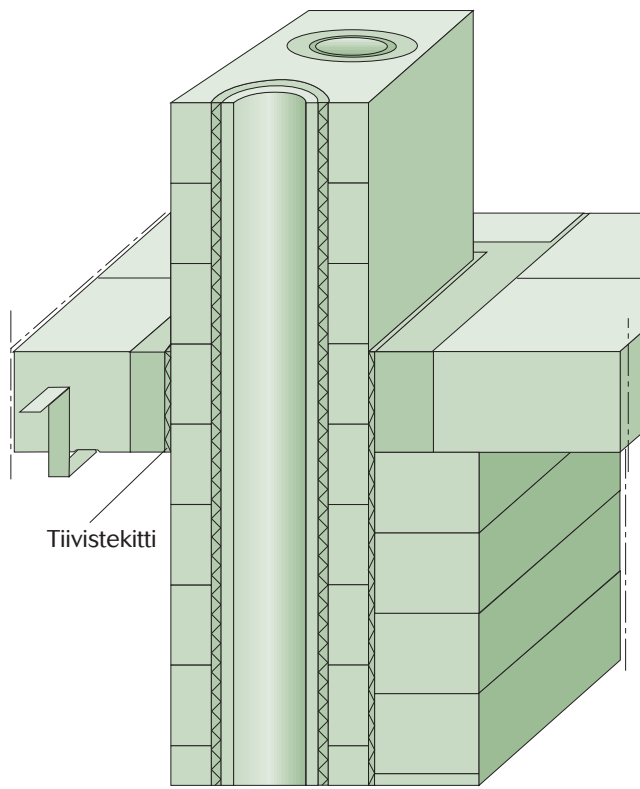
Päivitetty  
04/2004

## 11.4 Tulisijat ja savuhormit

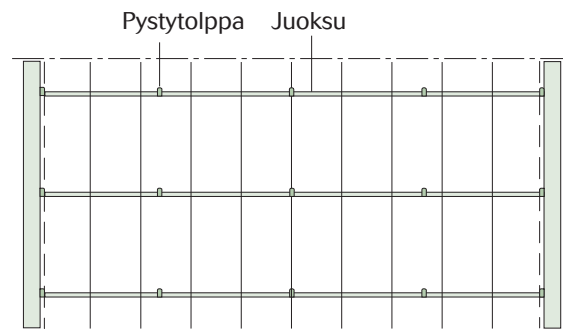
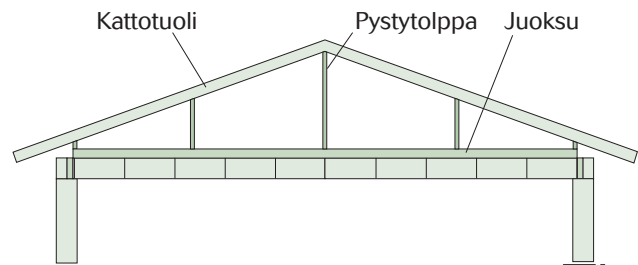
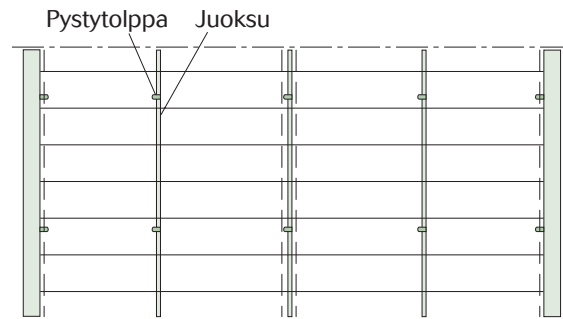
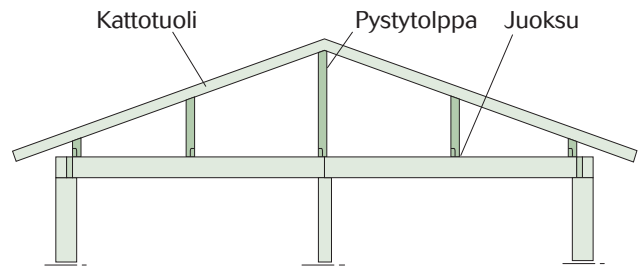
Tulisijoissa ja savuhormeissa tapahtuu voimakkaita lämpöliikkeitä, joten ne on selvästi erotettava muista rakenteista myös siporex-taloissa. Savuhormin on päästävä liikkumaan erityisesti pituussuunnassa eli sen on oltava irti väli- ja yläpohjarakenteista (kts. kuva D43). Liitoksen ilmatiiviyys on varmistettava esim. kuvan D44 mukaisesti. Ylimäärä holviin jätetystä hormiaukosta täytetään esim. kevytsoravalulla tai siporex-harkoilla.

## 11.5 Kattotuolien suunnittelu

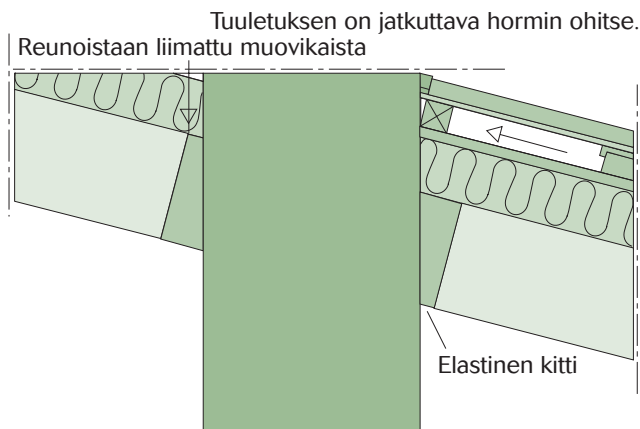
Vaakasuuron siporex-yläpohjan päälle tehdään puinen vesikattorakenne kiinnittämällä siporex-kattoelementteihin niiden poikkisuunnassa juoksu, jotka jakavat



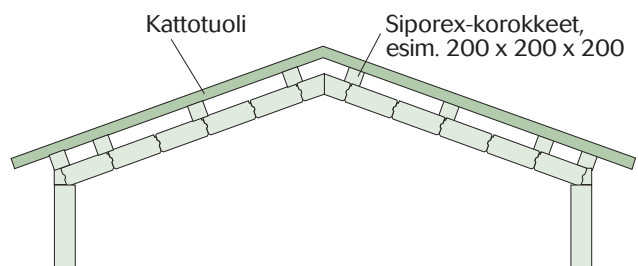
Kuva D43. Savuhormi irrotetaan muista rakenteista esim. ohuella mineraalivillalla.



Kuva D45. Kattotuolit vaakasuuralla siporex-holvilla.



Kuva D44. Kaltevan katon hormilävistys.



Kuva D46. Kaltevan/siporex-yläpohjan kattotuolit

pystykuormat tasaisesti elementeille. Kattotuolit asennetaan tolppien avulla joko juoksujen suuntaisesti tai kohtisuoraan juoksuja vastaan, kuten kuvassa D44 on esitetty.

Kaltevan siporex-yläpohjan päälle asennetaan kattokoolaus yleensä siporex-korokepalojen varaan kuvan D46 mukaisesti, jolloin mineraalivillaeristeen ja vesikatteen väliin syntyy riittävä tuuletusrako.

Kattotuolien alajuoksut tai kattokoolaukset sidotaan siporex-elementteihin räystäältä ja tarpeen mukaan myös keskialueelta. Siteinä käytetään ruostesuojattua materiaalia, esim. reikänauhaa tai ruostumattomasta teräksestä valmistettuja peltileikkeitä.

Kattotuolien side kiinnitetään elementtiasennuksen yhteydessä pitkittäissaumaan tai juotetaan yläpintaan porattuun 150 mm:n  $\varnothing$  30 reikään. Ulosvetomurtokuorma on 1 kN/side.

## 11.6 Kiinnitykset

### Karmien kiinnitys

Ovi- ja ikkunakarmien kiinnitykseen käytetään yleensä pitkiä paisuntatulppia tai karkaistua kevytbetonia varren erikseen kehitettyjä harvakierteisä ruuveja. Yhdistelmäseinässä kiinnitetään mineraalivillakerroksen kohdalle tuleva karmi esim. kulmalevyjen, apukarmin tai erillisten siporex-palojen avulla seinään.

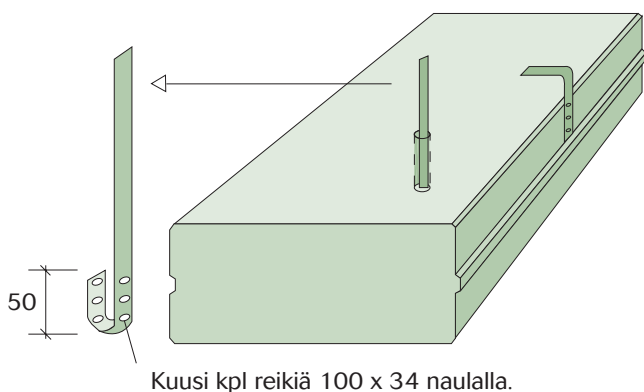
### Ulkoeristyksen kiinnityssiteet yhdistelmäseinässä

Yhdistelmäseinissä yleensä käytettävä tiiliverhous sidotaan sisäpuoliseen siporex-harkkoseinään siihen lyötävillä ruostumattomilla siporex-tiilisiiteillä. Siteitä käytetään 4 kpl/m<sup>2</sup>.

Kiinnitykset yleensä; kts. luku 34.

## 11.7 Ikkunoiden välipilarit

Ikkunoiden välipilarit ja vastaavat hoikat seinän osat voidaan useimmiten mitoittaa harkkorakenteisina kestämään esiintyvät pystykuormat ja tuulivoimat. Joissakin tapauksissa saattavat kuitenkin esimerkiksi rakenteiden kutistumajännitykset tai lämpövaihtelut aikaansaada yllättäviä pilareihin kohdistuvia rasituksia. Suurempaa vääntö- ja leikkauslujuutta ajatellen voidaan pilarit valmistaa myös raudoitettuina elementteinä. Täl-



Kuva D47. Kattotuolien kiinnityisleikkeitä.

löin ne voidaan mitoittaa harkkorakenteena tai käyttäen luvussa 19 annettuja elementtiseinän mitoitusohjeita.

## 11.8 Kalusteiden sijoitus

Kaapistojen ja ulkoseinän väliin jätetään muutaman sentin tuuletettu ilmarako, samoin väliseinille lähelle ulkoseinää sijoitettujen kalusteiden ja ulkoseinän väliin jätetään muutaman senttimetrin tuuletettu väli.

## 11.9 Erialaisten rakenteiden liittymäkohdat

### Kosteuskatko

Kosteuskatkoa tarvitaan silloin, kun on olemassa vaara, että siporexiin voi siirtyä kosteutta muista kapillaarisesti vettä kuljettavista materiaaleista tai kun on peittämissä, että siporexin rakennusajan kosteus vaurioitaisi muita rakenteita.

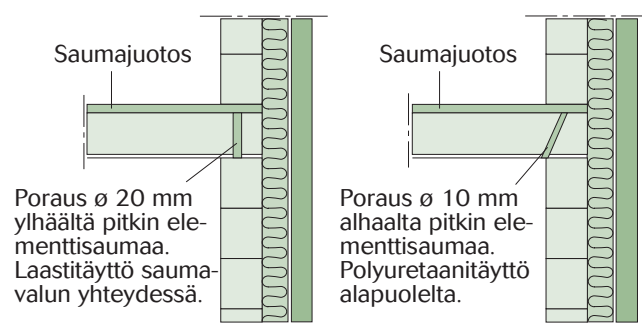
Kosteuskatkona käytetään yleensä bitumihuopakermiä tai esim. polyeteenimuovia tai kosteussulkusivelyjä.

Tyypillinen kosteuskatkon käyttökohta on siporexin ja sokkelin välinen liitos, jossa on käytettävä bitumihuopakermiä. Kuivat laajat puurakenteet, kuten esimerkiksi lautaparkettilattiat, siporex-portaiden pintaan tulevat puiset askelastot ja tiiviit paneloinnit on syytä eristää siporexista poistuvasta rakennusajan kosteudesta, mikäli siporex ei jo ole kokonaan kuivunut tasapainotilaansa. Siporexin kuivumismahdollisuus on tällöinkin aina muistettava säilyttää, esim. yläpinnastaan suljetun välipohjalaataston on voitava kuivua alapintansa kautta.

Hitaasti kuivuvan siporexin (esim. kylmä rakenne tai kosteat olosuhteet) ja puun tai teräksen liittymään suositellaan myös kosteuskatkoa.

## 11.10 Tiiviys

Siporexista tehdyt katto- ja seinäpinnat saadaan rakenteen yksinkertaisuuden ansiosta vaivattomasti tiiviiksi. Jotta tiiviys toteutuisi kaikkialla kannattaa suunnittelijan kiinnittää erityistä huomiota mm. seuraavien kohtien rakenteisiin:



Kuva D48. Ilmavuodon katkaisu.

Ala-, väli- ja yläpohjassa käytettävien kattoelementtien välisen pitkittäissauman yläreunan 50 mm korkean saumauran juottaminen tiiviiksi notkealla sementtilaastilla ei kuitenkaan estä saumauran alapuolella elementtien kylkien välissä tapahtuvaa vaakasuoraa ilmavirtausta. Ulkoseinillä tätä tietä saattaisi vuotaa huomattavia määriä ilmaa ja sisäkosteutta ulkopinnan kylmiin rakenteisiin. Esimerkiksi kuvassa D48 esitettyssä tapauksessa on sisältä lisäeristystilaan syntyvä ilmavuoto katkaistava. Tämä tapahtuu poraamalla sauman kohdalle noin  $\varnothing$  20 mm:n reikä ja täyttämällä se saumavälun yhteydessä notkealla sementtilaastilla. Tiivistyksen voi tehdä myös myöhemmin alapuolisen noin  $\varnothing$  10 mm:n porauksen ja polyuretaanivaahdotöytön avulla.

## 11.11 Radon ja siporex-rakennukset

Alueilla, missä maaperästä erottuu säteilyaltistusta aiheuttavaa radon-kaasua, on rakenteet tiivistettävä estämään kaasun tunkeutuminen sisätiloihin. Samoin rakennuksen perustuksiin on järjestettävä tuuletus kaasun poistamiseksi. Tyypillisiä radonin tuottajia ovat mm. soraharjut ja alueet, missä kallioperä on lähellä maan pintaa. Yleensä kunnan rakennusviranomaiset ilmoittavat, milloin radontiiviyttä vaaditaan.

Siporex on niin ilma- ja kaasutiivistä, että radon ei missään yhteydessä merkittävästi tunkeudu suoraan siporex-harkkojen tai -elementtien lävitse. Eri rakenteiden liitoskohdat saattavat päästää kaasua lävitseen, ja esim. onteloita sisältävissä seinissä kaasu saattaa liikua yllättäviäkin reittejä.

### Kaasutiivis vyöhyke

Siporex-rakennuksissa, kuten muissakin pientaloissa, on suositeltavaa rakentaa alapohjan yhteyteen vyöhyke, jossa kaasun nousu katkaistaan ja jonka rakenteiden toimivuutta ja tiiviyttä on helppo valvoa rakennustyön aikana. Ehjänä pysyvä raudoitettu betonilaatta on tiivis, ja tarvittaessa sen alapuolelle voidaan esim. asentaa rakennusmuovi, jonka keskinäiset saumat tiivistetään huolellisesti. Tämä laatan ja tarvittaessa muovin muodostama vyöhyke on myös ulotettava ehjänä yli holvin ja ulkoseinärakenteen liitoksen seinän sisäl-

le aina sen ulkopintaan asti. Suositeltavinta on liittää valuuun ja muoviin joustava kermi, joka ulkoseinän kohdalla samalla toimii kosteuskatkona. Holvi-seinäliitoksen rakenne on suunniteltava siten, että esim. maanvaraisen lattian painuminen ei vahingoita tiiviyttä. Useimpien siporex-seinärakenteiden sokkelin ja siporex-seinän välinen kosteuskatkokermi on helppo ulottaa sisätilaan siten, että se voidaan liittää lattiarakenteeseen. Kun seinäharkkojen asennus edistyy, kannattaa kermi taivuttaa ylös ja kiinnittää väliaikaisesti ulkoseinän sisäpintaan odottamaan holvin tiivistärakenteita. Myös väliseinien kohdalle on asennettava kermi, joka sitten voidaan liittää holvin rakenteisiin.

Kaikki holvin tiivistetason läpiviennit on huolellisesti tiivistettävä esim. pehmeällä elastisella kitillä.

### 11.11.1 Radonin tuuletus

#### Ryömintätalalliset alapohjat

Alapohjan ryömintätalallisten normaalit tuuletusratkaisut poistavat myös radonia varsin tehokkaasti. Katolle ulotuva poistohormi tai koneellinen tuuletus varmistavat tehokkaan ilmanvaihdon paremmin kuin pelkät sokkelin tuuliolosuhteista riippuvaiset aukotukset.

Ns. lämpöpohja, jossa rakennuksen sisätilojen poistoilma kierrätetään ryömintätalallisten kautta, toimii myös hyvin. Mikäli järjestelmä, kuten yleensä, aikaansaa ylipaineen ryömintätalalliseen, se ehkäisee kaasun nousua maapohjasta.

Kaasun nousua hidastaa tehokkaasti myös ryömintätalallisten pohjaan levitetty muovi tai esim. vaahtopolyeteeniä tehty pohjan lämmöneriste.

#### Maanvaraiset alapohjat

Maanvaraisten alapohjien tuuletus hoidetaan yleensä riittävä paksuun läpäisevään kerrokseen (esim. sepe-liä) asennetuilla kaasua keräävillä salaojaputkilla, jotka on yhdistetty katolle johtavaan poistohormiin. Alapohjaan on myös tehtävä edellä esitetty poikki koko rakenteen ulottuva tiivistys.

Kellareissa on huolehdittava myös siitä, että radonin tunkeutuminen seinän kautta sisätilaan ja seinää pitkin yläpuolisiin rakenteisiin estetään.

# D 12. RAKENNUKSEN JÄYKISTYS VAAKAKUORMILLE

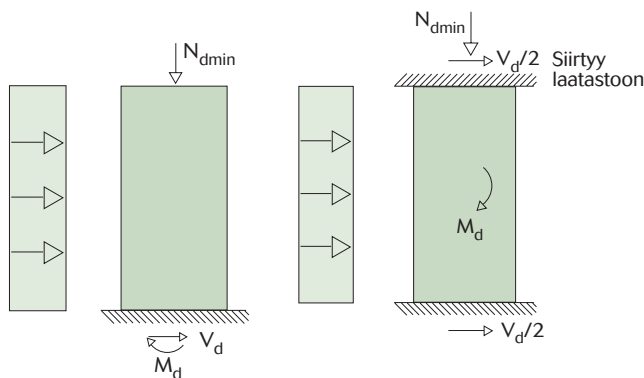
## 12.1 Yleistä

Vaakakuorman kuormittaessa seinärakennetta on varmistettava, että kuormitetun seinän ja jäykistävien rakenteiden väliset liitokset kestävät niihin kohdistuvat rasitukset ja että jäykistävät rakenteet kykenevät siirtämään vaakakuorman perustuksille. Vaakakuorma on jaettava jäykistävälle rakenteille samalla tavalla kuin sen oletettiin jakautuvan jäykistettävää seinää mitoittaessa, kts. luku 7.

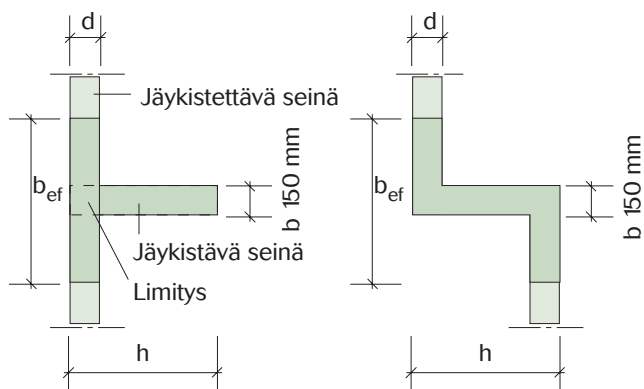
## 12.2 Jäykistys seinien avulla

Kun vaakakuorma siirretään jäykistävälle harkkoseinälle, on tarkistettava, että seinä pystyy vastaanottamaan siihen kohdistuvat rasitukset. Seinä mitoitetaan tällöin ulokkeena tai palkkina, jolloin myös yläpuoliselle laatastolle siirtyä kuormia.

Mitoituksessa tarkistetaan, etteivät laskennallinen taivutusvetojännitys ja leikkausjännitys ylitä laskentalujuuksia. Jäykistävän seinän yläpäässä ja joskus myös alapäässä siirretään leikkausrasitukset kitkan avulla. Jos kitka ei riitä, ankkuroidaan loput leikkausvoimasta esimerkiksi vaarnatapeilla. Harjateräksen  $\varnothing 10$ , joka on juotettu laastilla 30 mm:n reikään, leikkauskapasiteetti seinän suunnassa on murtorajatilassa 9,0 kN, kun teräs ulottuu vähintään 400 mm harkkoseinään.



Kuva D49. Jäykistävän seinän toiminta.



Yhdessä toimiva alue

Kuva D50. Jäykistävän harkkoseinän poikkileikkausala.

Jos jäykistävä seinä on limitetty jäykistettävän seinän kanssa, voidaan osa jäykistettävästä seinästä ottaa huomioon jäykistävää seinää mitoittaessa.

Laipan teholliseksi leveydeksi  $b_{ef}$  valitaan pienempi seuraavista arvioista:

$$b_{ef} = b + 6d \text{ tai}$$

$$b_{ef} = b + 1,2 \text{ m.}$$

Jos jäykistävänä seinänä on pystyelementtiseinä, tapahtuu mitoitus ohjeen "Siporex-pientalojen stabiliteettitutkimus" mukaisesti.

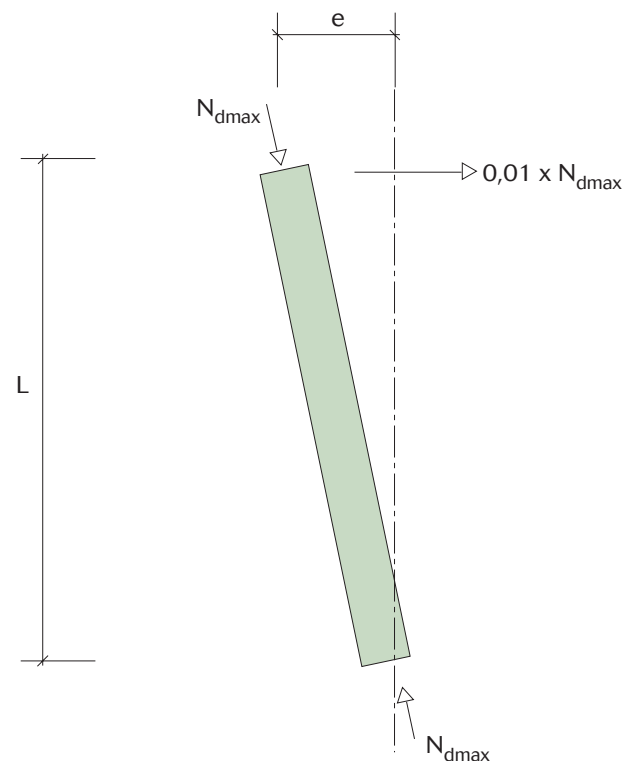
## 12.3 Harkkorakennuksen jäykistys laataston avulla

Kun vaakakuormaa (jäykistettävältä seinältä suoraan ja/ tai jäykistävältä seinältä) siirretään laataston avulla esimerkiksi poikittaisille päätyseinille, on tarkastettava, että laataston ja seinien väliset liitokset kestävät niihin kohdistuvat rasitukset ja että laatasto toimii yhtenäisenä levynä.

Kun harkkoseinä toimii poikittaiselle kuormalle mitoitettaessa yläpäästään tuettuna, aiheutuu seinän mahdollisesta kaltevuudesta lisää vaakakuormaa yläpuoliselle laatastolle.

Seinän kaltevuudesta johtuvan vaakakuorman suuruutena käytetään arvoa  $0,01 \times$  suurin  $N_d$ .

Harkkohalleissa tulee seinän ja kattorakenteen välisten liitosten raudoituksen kapasiteetin vaaka-suunnassa pituusyksikköä kohti olla kuitenkin vähintään  $0,2 \times N_k$ , missä  $N_k$  = ominaiskuormista laskettu tukireaktio. Ehdon on oltava voimassa vain, kun katon avulla siirretään vaakakuormia jäykistävälle rakenteille.



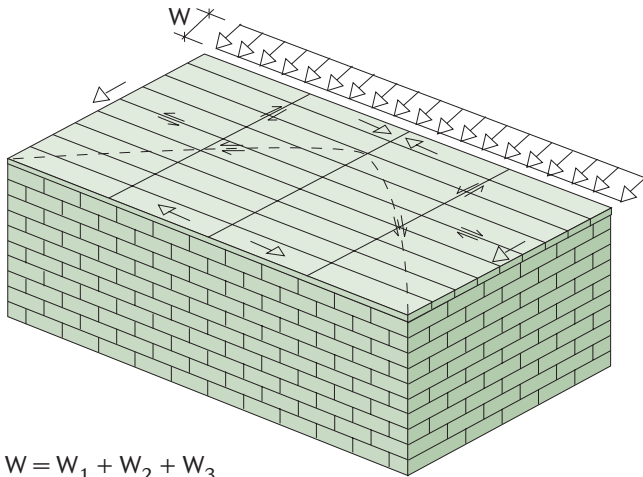
Kuva D51. Seinän kaltevuudesta johtuva vaakakuorma.

## Levyvaikutus

Siporex-laataston levyvaikutus saadaan aikaan rengasteräksillä, elementtien välisten pitkittäis- ja päittäissaumojen saumavalulla sekä tarvittaessa ankkuroinnilla alapuolisiin rakenteisiin.

Vaakakuormasta (esim. tuulikuorma  $+ 0,01 \times N_{dmax}$ ) syntyy siporex-laatastoon taivutus- ja leikkausjännityksiä.

Laatastoa käsitellään esimerkiksi korkeana palkkina (kts. esim. Rakentajan Kalenteri, Seinämäisen palkin mitoitus), johon syntyvät vetovoimat otetaan elementtien yläpintaan tehtyihin uriin asennetuilla rengasteräksillä. Lisäksi on tarkistettava, että vaakasuuntaiset leikkausjännitykset eivät ylitä laataston elementtien välisten saumojen pitkittäis-suuntaista leikkauskapasiteettia (kts. kappale 10.1).



$$W = W_1 + W_2 + W_3$$

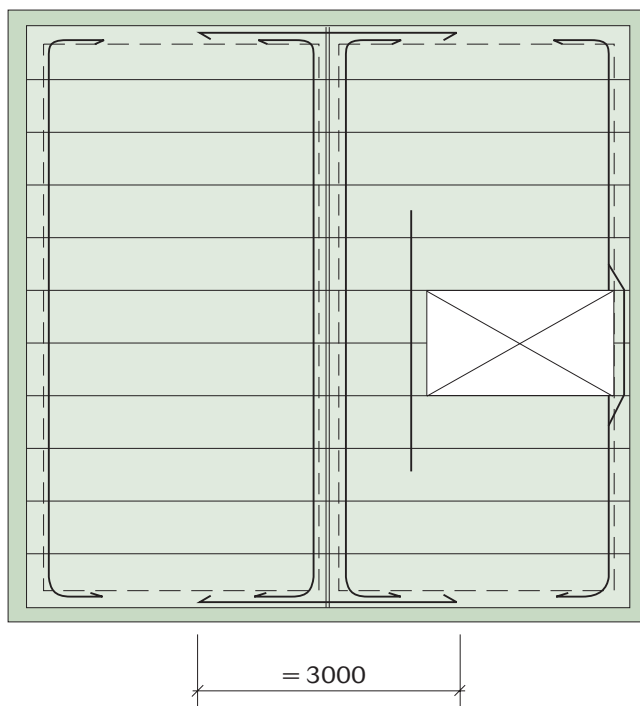
$W_1$  = Tuulen paine

$W_2$  = tuulen imu

$W_3$  = pilarin tai seinän kaltevuuden aiheutama lisävaakakuorma

Kuva D52. Periaatekuva katon jännityksistä, kun vaakavoima kohdistuu pitkään julkisivuun ja hallin päädyissä on ristikkojäykistys.

— = rengasterästen sijoitus



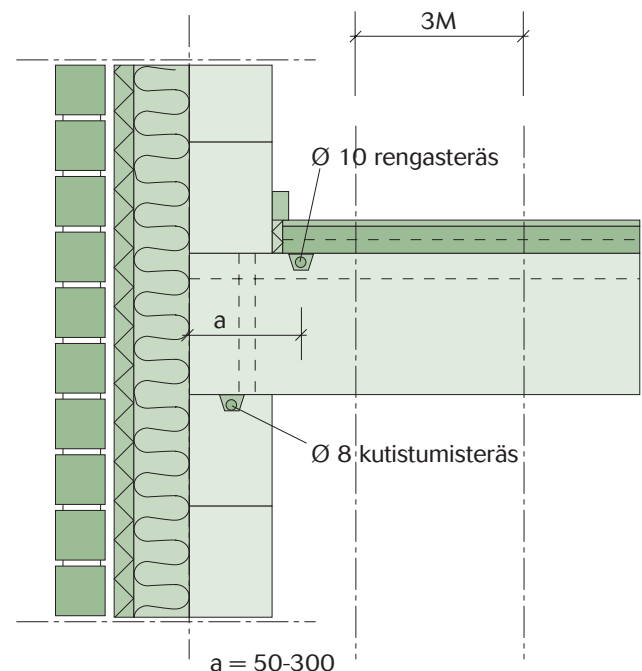
Jos yläpohja muodostuu esimerkiksi puisista katto-ristikoista, jäykistetään katto vaakakuormia vastaan tuuliristikolla tai käytetään hyväksi vinolaudoitusta tai katoverhouksen levyvaikutusta.

## Rengasteräket

Siporex-laatastossa käytetään rengasteräksiä kahdesta syystä. Ensinnäkin niitä käytetään vastaanottamaan vaakakuormasta syntyvät vetovoimat. Toisaalta niillä varmistetaan se, että vierekkäin olevat siporex-elementit pysyvät tiukasti kiinni toisissaan ja näin vältetään hiushalkeamien syntyminen elementtisaumoihin.

Kun elementtien pituus on  $> 5,1$  m, voidaan saumojen keskinäistä lujuutta varmistaa lisäämällä kentän kolmannespistelinjoihin kutistumisteräksiksi 8-10 mm harjateräket yläpohjiin ja sellaisiin välipohjiin, missä suoraan elementtien yläpinnassa ei ole pintavalua.

Periaatekuva rengasterästen sijoittamisesta on esitetty kuvassa D52. Rengasteräs asennetaan elementtien yläpintaan tehtyihin uriin ja sen halkaisijan on oltava vähintään 10 mm.



Kuva D53. Rengasterästen sijoittaminen siporex-laatastoon.

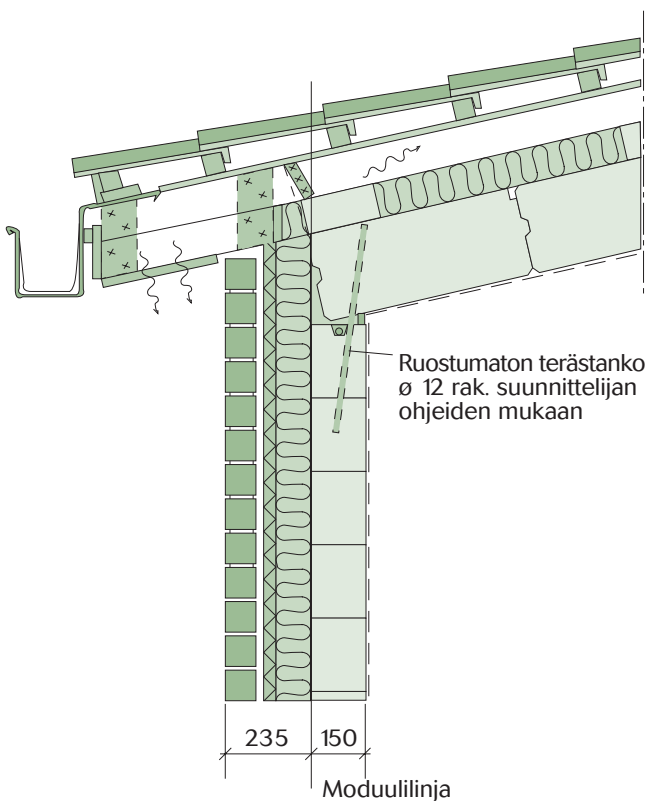
## Ankkurointi

Vaakakuormat siirretään laataston ja seinien välillä kitkan ja vaarnaterästen avulla. Vaarnateräksiä käytetään yleensä vain silloin, kun kitka ei riitä. Kitkan ja vaarnaterästen leikkauskapasiteetit saa laskea yhteen.

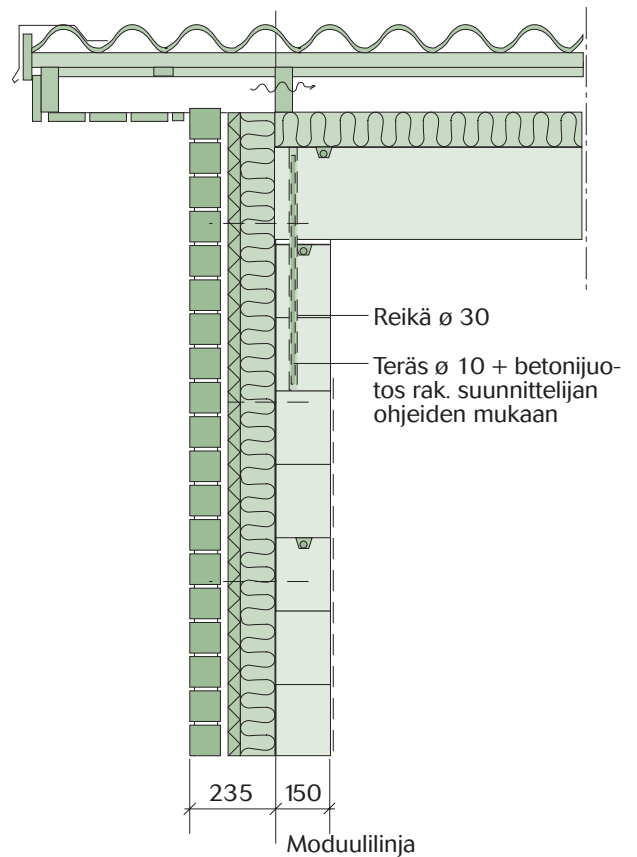
Laataston ja ei-kantavan siporex-seinän välisessä liitoksessa käytetään vaarnateräksenä ruostumatonta  $\varnothing$  12 mm terästankoa (kts. kuva D53), joka lyödään paikoilleen. Ko. terästangon leikkauskapasiteetti murto-rajatilassa on 1,4 kN seinää vastaan kohtisuorassa suunnassa ja seinän suunnassa 3,0 kN, kun teräs ulottuu vähintään 250 mm siporex-seinään.

Laataston ja kantavan siporex-seinän välisessä liitoksessa käytetään vaarnateräksenä harjaterästä  $\varnothing$  10, joka on juotettu laastilla 30 mm:n reikään (kts. kuva D54). Ko. vaarnauksen leikkauskapasiteetti murto-rajatilassa on 2,5 kN seinää vastaan kohtisuorassa suunnassa ja seinän suunnassa 9,0 kN, kun teräs ulottuu vähintään 400 mm siporex-seinään.

Vinoissa siporex-kattorakenteissa on vaarnaterästen käyttö tarpeen myös estämään elementtien liukuminen ja ankkuroimaan elementit tuulen imua vastaan. Kattoelementtien liukuminen on heti asennuksen alkuvaiheessa ehdottomasti estettävä vaarnaamalla jo lappeen alimmat elementit ruostumattomin terästangoihin päistään kiinni kantavaan seinään.



Kuva D54. Lyötävä vaarnateräs.



Kuva D55. Valettava vaarnateräs.