

E 18. SIPOREX-VAAKAELEMENTTISEINÄN SUUNNITTELU

18.1 Rakenteellinen suunnittelu

Kuormaluokka

Siporex-vaakaseinäelementit mitoitetaan yleensä vaakasuoralle kuormalle (useimmiten tuulikuormalle) yksiaukkoisena palkkina. Valmistaja on valmiiksi mitoitannut seinäelementit vaakasuoralle kuormalle tiettyihin kuormaluokkiin. Kuormaluokan lukuarvo ilmoittaa sallitun tasaisen hyötykuorman suuruuden kN/m²:nä.

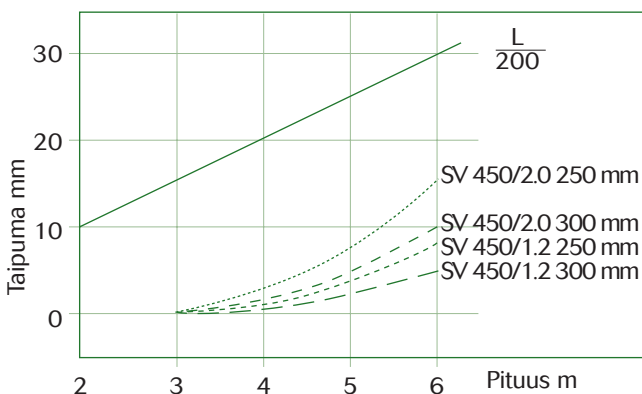
Seinäelementtejä valmistetaan seuraavia kuormaluokkia:

- 0.8 kN/m² seinäelementit, joiden paksuus on 150 mm
- 1.2 kN/m² normaalitapaus
- 2.0 kN/m² erikoistapaukset, esim. kun elementeille siirtyy muista rakenteista huomattavia lisäkuormia.

Lisäksi elementit on mitoitettu siten, että ne voidaan nostaa yhdestä nostokohdasta elementin puolivälistä myös lappeellaan.

Taipumat

Siporex-vaakaseinäelementit on mitoitettu siten, että hyötykuorman aiheuttama lyhytaikainen taipuma aina on reilusti pienempi kuin L/200.



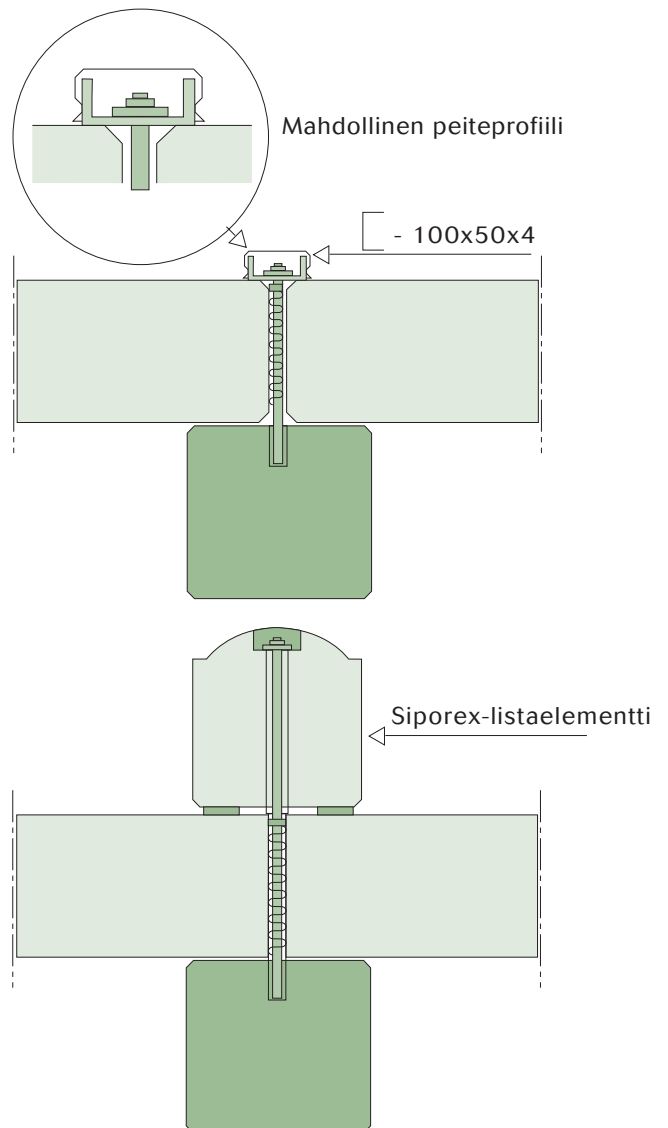
Kuva E14. SV-elementtien taipumat.

18.2 Vaakaelementtien kiinnitys

Rakennesuunnittelija valitsee rakennuskohteeseen sopivan elementtien kiinnitystavan ja laatii tarvittavat yksityiskohtapiirroukset. Kiinnikkeiden on myös annettava mahdollisuus seinien lämpö- ja kosteusliikkeille ja ne on voitava asentaa toleransseista johtuvien sijaintivaihteluiden mukaisesti.

Suunnitelmissa on muistettava myös työnaikaiset poikkeavat tuulikuormat sekä elementtien epäkeskistä pystytuennasta mahdollisesti syntyvät vaakavoimat. Erityisesti on syytä tarkistaa poikkeavia kuormituksia saavien elementtien kiinnitys. Tällaisia ovat esim. ikkunauhojen ala- ja yläpuoliset sekä ovirakenteista, mahdollisista kojeista tms. ylimääräisiä rasituksia saavat elementit ja ylimmät räystääselementtirivit.

Myöskin rakennerungon jatkuva liikkuminen esim. siltanosturin vuoksi asettaa elementtien kiinnitykselle omat vaatimuksensa. Samoin rungossa esiintyvät pak-



Kuva E15. Listakiinnityksiä.

kovoimat (jännebetonin viruma tms.) on otettava huomioon esim. nurkkien kiinnityksessä.

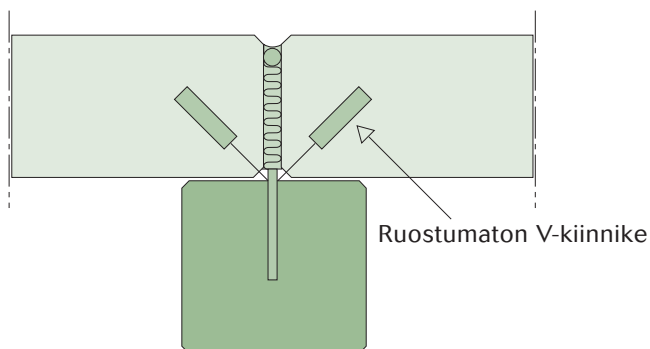
Peitelistat

Yleisin ja suositeltavin vaakaelementtien kiinnitystapa on pystysaumoja peittävä kiinnityslista, joka on pulattu kiinni pilariin. Kiinnityslista voi olla siporexia, terästä tai esim. alumiinia, kts. kuva E15.

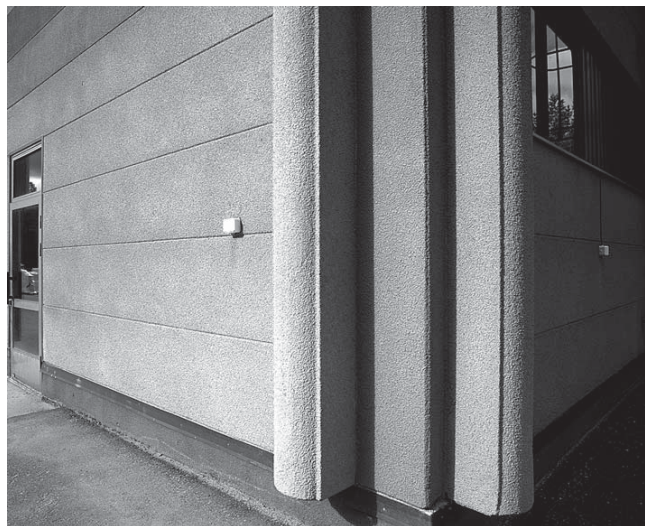
Pulttiväli ja -koko riippuvat käytettävän listan jäykkyydestä ja elementteihin vaikuttavista kuormituksista. Normaalisti kiinnikkeet sijoitetaan joka toisen vaakasauman kohdalle.

Piilokiinnitys

Jos ei haluta näkyviä kiinnityslistoja, voidaan käyttää ns. piilokiinnitystä eli elementit kiinnitetään vaakasaumoistaan ruostumattomasta teräksestä valmistetuilla naulausleikkeillä (V-kiinnikkeillä), jotka naulataan siporexiin ruostumattomilla teräsnauloilla, kts. kuva E16. Pilarissa olevana kiinnityselimenä toimii esim. betoniin valettu ruostesuojattu tai ruostumaton pyöröteräslenkki. V-kiinnikkeelle sallitaan taulukossa E1 esitetyjä veto-kuormia. Jos V-kiinnikkeen kapasiteetti ei riitä, käytetään näissä kriittisissä kohdissa esim. pulttausta.



Kuva E16. Piilokiinnitys.



Listaelementti.

Täydentävät kiinnitysosat

Lähes jokaisessa siporex-hallirakennuksessa käytetään lisärakenteita elementtien kiinnitykseen. Näitä tarvitaan mm. kun siporex-seinät nousevat päädyissä tuulipilarin yläpuolelle, katon yläpuolelle nousevissa seinän osissa, oviaukkojen tuennoissa jne. Rungon suunnitteluvaiheessa on näille teräsrakenteille varattava tartunnat pilareihin ja palkkeihin. (Kts. kappale 26.1, Detaljikuivat)

18.3 Vaakaelementtien kannatus

Ikkuna-aukkojen tms. yläpuoliset elementit voidaan tukea alapuoliseen siporex-seinään esim. ikkunapilarien avulla. Toinen vaihtoehto on niiden kannattaminen teräskonsolien avulla suoraan rungosta. Tuetun elementin pään leikkaus- ja lohkeamiskestävyys on tarkistettava, mikäli ikkunapilarin ja yläpuolisen elementin välisen tuen pituus on alle 1/5 yläpuolisen elementin pituudesta tai mikäli käytetään teräskonsolia. Erikoistimenpiteitä ei tarvita, mikäli tukireaktio ei ylitä taulukossa E2 esitetyjä arvoja.

Aukottomassa seinässä elementit makaavat suoraan toistensa päällä sokkelirakenteen kannattamina. Korkeammassa seinässä voidaan rakenteen olettaa holvau-

Taulukko E1 V-kiinnikkeelle sallitut vetokuormat

Naulauskohdan tuentatapa	Sallittu vetokuorma/ kiinnike (kN)
Naulauskohta tuettu yläpuolisilla elementeillä	2,4
Naulauskohta ilman yläpuolista tuentaa	1,3

Siporexin kuivatiheys on 500 tai 450 kg/m³.
Naulat 125 mm 4 + 4 ruostumattomia

Taulukko E2 Sallitut tukivoimat

(kuormat pääosin elementtien omasta painosta)

Elementin paksuus	Sallitut tukivoimat (kN)	
	laatu 450	laatu 500
150	12	13,5
200	16	18
250	20	22,5
300	24	27
375	30	33

Mikäli kuorma ylittää sallitun, on käytettävä erikoiselementtejä tai välikonsoleita.

tuvan ja tällöin voidaan seinän aiheuttamaa kuormitusta sokkelin keskiosalla vähentää. Kuormitusta voidaan myös ohjata esim. sokkelin ja siporex-elementtien väliin asennettavilla kovilla mineraalivillakaistoilla tai neopreenisuikaleilla.

Ikkunapilarit

Siporex-ikkunapilarit voidaan tehdä joko lyhyistä vaakaelementeistä tai ikkunapilari-elementeistä, jotka sijoitetaan pilarin kohdalle (kts. kuva E17). Elementtien lämpö- ja kutistumaliikkeiden takia on suositeltavaa jakaa ikkunapilari kahteen osaan pystysauman kohdalta. Jos tämä ei ole mahdollista, on ikkunapilarin sekä ylä- ja alapuolisten elementtien väliin laitettava laakerikerros. Kun pin-

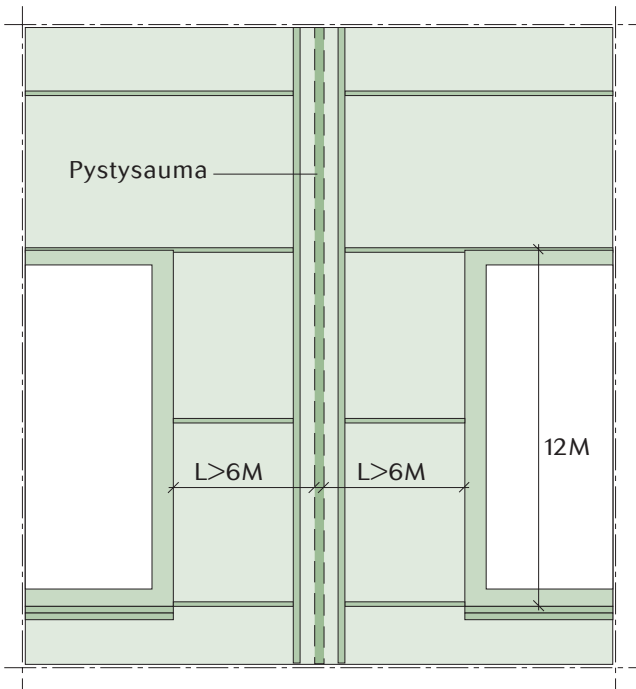
tapaine on alle $0,2 \text{ MN/m}^2$, voidaan laakerikerroksena käyttää pehmeää mineraalivillakaistaa.

Teräskonsolit

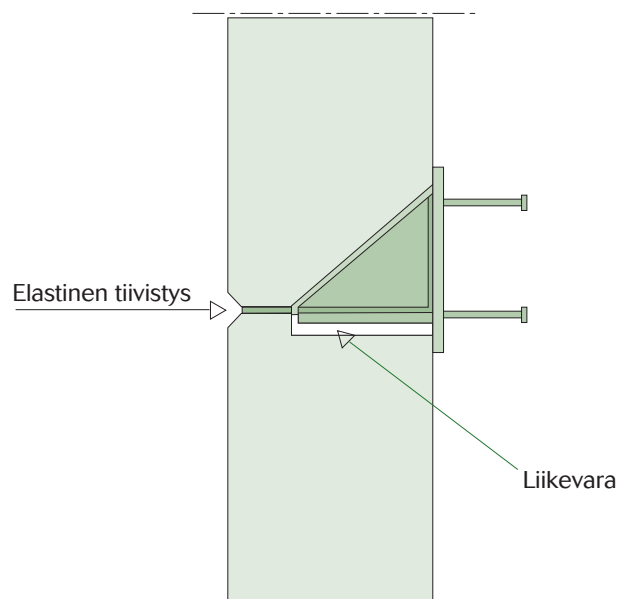
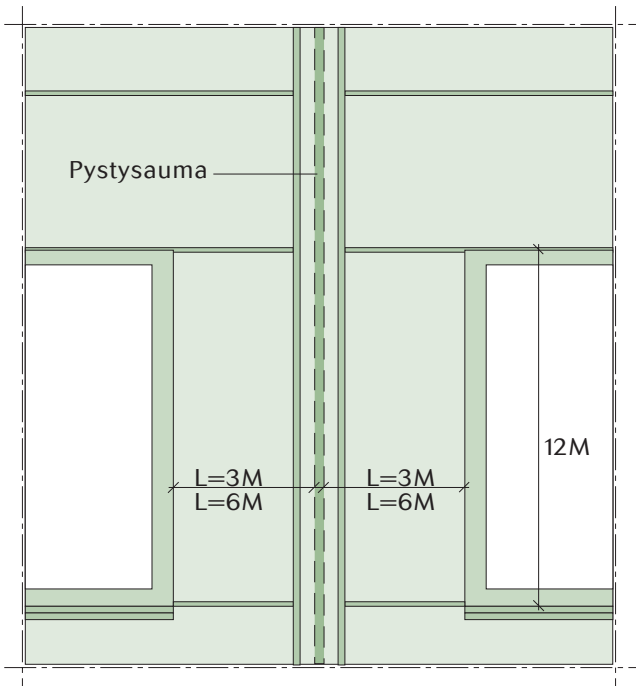
Teräskonsoleita käytetään kannattamaan yhtenäisen ikkunakaistan yläpuolelle tulevia elementtejä tai yhtenäisen seinän välikonsoleina. Välikonsoleita tarvitaan kun taulukon sallitut tukivoimat ylittyvät, tai kun halutaan mahdollisuus seinän alaosan irrottamiseen esim. koneasennuksia tai laajennusosaa varten. Samoin räjähdysalttiissa tiloissa voidaan sortumavaara vähentää välikonsoleilla. Välikonsoleille lovetaan tila alapuoliseen elementtiin siten, että myös alemman seinäosan lämpöliikkeet ovat mahdollisia.

Kannatuksen kohdalle tulevaan vaakasaumaan on tehtävä liikkeet salliva joustava tiivistys esimerkiksi elastista kittästä tai paisuvaa tiivistenauhaa käyttäen, kts. kuva E18.

a) Lyhyet vaakaelementit



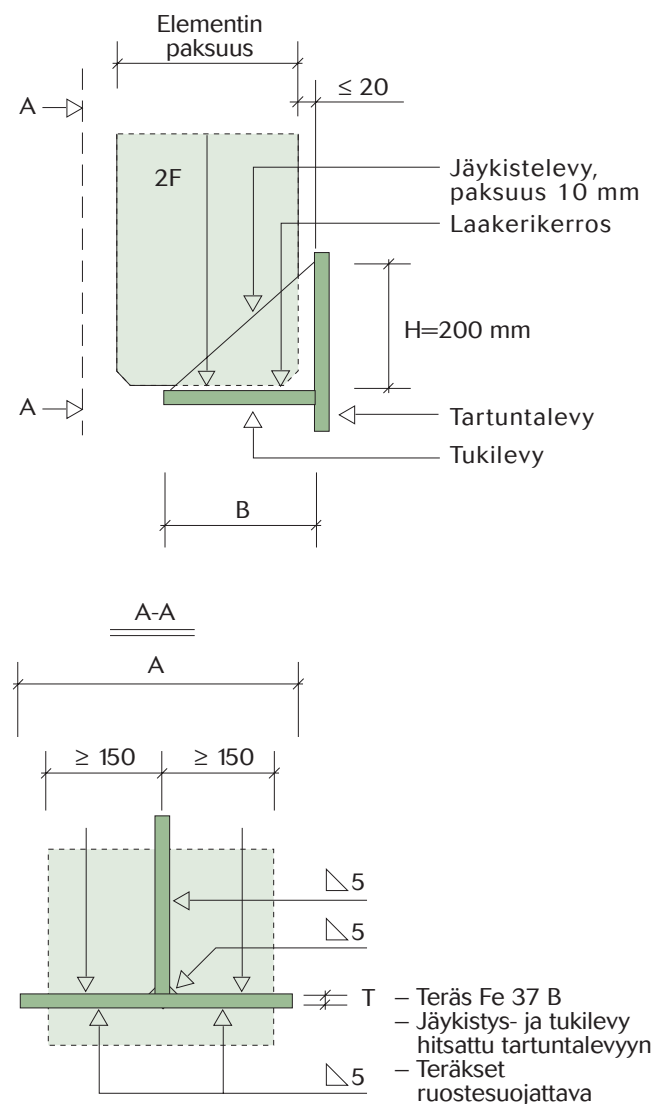
b) ER1 tai ER2 ikkunapilari-elementit



Kuva E17. Ikkunapilarit.

Kuva E18. Välikonsolei.

Taulukon E2 sallitut tukivoimat pätevät teräskonsolleita käytettäessä vain siinä tapauksessa, että laakerikerroksena käytetään 5 mm paksua neopreenilaakerikerrosta (kovuus 30-60° IHR). Taulukon E2 arvot on kerrottava 0,7:llä, jos laakerikerroksena käytetään kaksinkertaista kattohuopakasta. Teräskonsolit ja niiden tarpeelliset mitat eri paksuisille elementtiseinille on esitetty kuvassa E19.



Elementtien paksuus (mm)	Teräskonsolien mitat AxBxT (mm)
150	340x150x15
200	340x170x15
250	340x220x15
300	340x270x15
375	340x320x15

Kuva E19. Teräskonsoli.

18.4 Vaakaelementtien saumaus

Vaakasaumat

Siporex-elementtien vaakasauma tiivistetään ilma- ja vesivuotoja vastaan normaalisti kahdella umpisolutiivistenauhalla, kts. kuva E20. Valmistaja toimittaa lisätarvikkeena tarkoitukseen sopivaa nauhaa. Tiivistenaumat kiinnitetään ennen asennusta elementtien yläreunaan noin 20 mm:n etäisyydelle molemmista seinäpinoista.

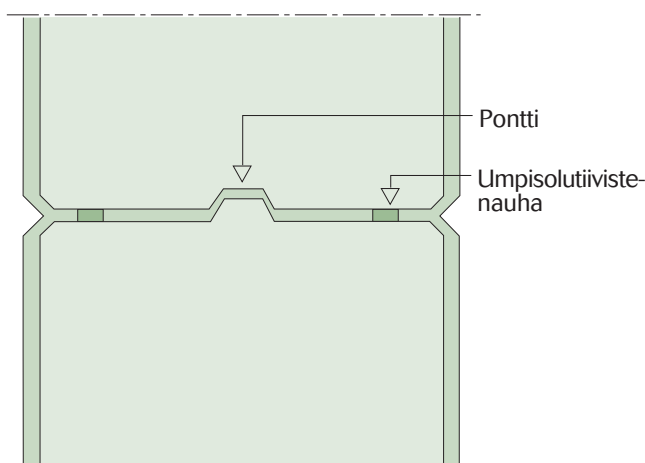
Vasta ulkopuolinen ohutpinnoitekäsittely viimeistelee sauman ulkopinnan vesitiivyyden. Saumakohtat on ennen ruiskupinnoitusta käsiteltävä saman pinnoitusaineen hienojakoisella tyyppillä erikseen sivellintyönä.

Siporex-vaakaseinäelementin ja sokkelielementin väliseen saumaan asennetaan kosteuskatkoksi bitumihuopakermi koko sokkelin leveydelle ja tarvittaessa tasaukseksi 30 mm paksu pehmeä mineraalivillalakaista. Ulkopuolelta sauma tiivistetään elastisella kittillä.

Pystysaumot

Pystysaumoissa tapahtuu jonkin verran elementtien kuivumisesta ja lämpötilan vaihtelusta johtuvia liikkeitä. Jos pystysaumoja peittää kiinnityslista, tiivistetään asennuksen jälkeen elementtien väliset pystysaumot mineraalivillatilkinnällä tai polyuretaanisaumavaahdolla. Tällöin on kiinnitettävä erityistä huomiota riittävän tiivyyden saavuttamiseen peitelistan kätkiessä sauman näkymättömiin. Siporex-listaelementtien ja seinäpinnan liittymiskohtaan tehdään yleensä elastinen saumaus.

Jos on käytetty piilokiinnitystä, tiivistetään pystysauma kuten edellä on esitetty, mutta tämän jälkeen sauman ulkoreunaan laitetaan taustatäyte ja elastinen kittaus. Laastisaumausta ei saa käyttää. Ohutpinnoite ei saa peittää kittisaumaa.

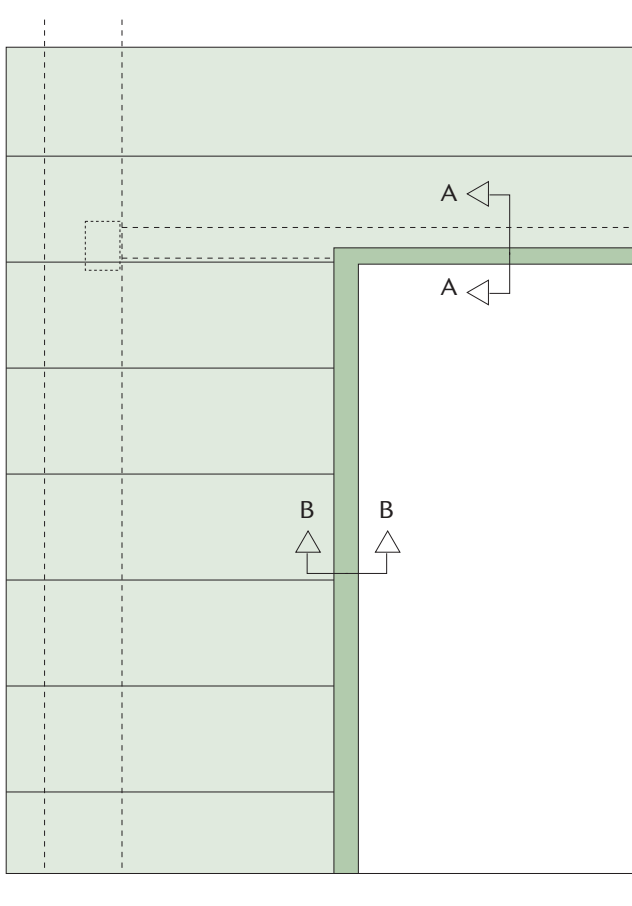
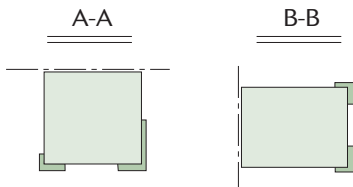


Kuva E20. Vaakasauma.

18.5 Ovi- ja ikkuna-aukot

Ovi- ja ikkuna-aukkojen aikaansaamiseksi joudutaan usein käyttämään pilariväliä lyhyempiä elementtejä. Yhden tai kahden elementin korkuisten aukkojen pielementit liimataan esim. harkkoliimalla siporex-toimittajan ohjeiden mukaisesti. Korkeammat aukot vaarnataan viereisiin täyspitkiin elementteihin tai kiinnitetään erilliseen teräsrakenteeseen. Vaarnaukseen tarvittavat reiät tehdään $\varnothing 60$ poralla työmaalla tai ne tehdään valmiiksi tehtaalla.

Suurten ajo- ja lastausovien pielirakenteina käytetään esim. kuvassa esitettyä teräsheystä, joka kiinnitetään alapäästään sokkeliin ja yläpäästään siirtopalkin välityksellä pilareihin.

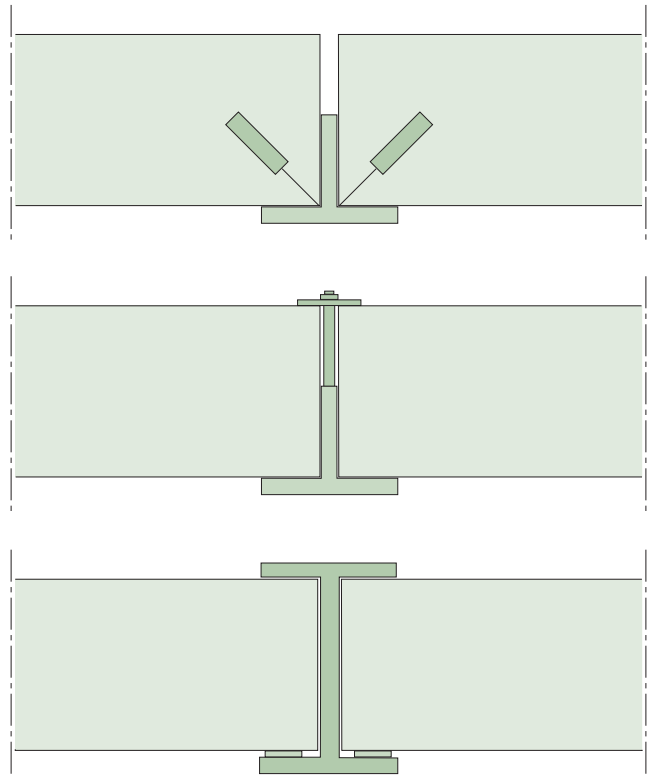


Kuva E21. Suuren seinäaukon tuenta.

18.6 Väliseinät vaakaelementeissä

Tässä luvussa aiemmin esitettyjä lähinnä ulkoseiniin liitettäviä tietoja voidaan soveltuvin osin käyttää myös siporex-vaakaelementtäväliseinän rakenteita suunniteltaessa.

Jo 150 mm paksu elementti luokitellaan ei-kantavana EI240-paloluokkaan, ja tämä elementtityyppi onkin yleisin väliseinämateriaali. Äänen- tai lämmöneristysseikat saattavat vaatia myös 200 tai 250 mm paksun seinän käyttöä. Tilankäytön parantamiseksi sijoitetaan väliseinän runkorakenteet usein seinän sisälle. Rungon kiinnittyessä yläpuolisiin rakenteisiin on muistettava tarvittava liikevara, joka on otettava huomioon myös seinän yläosan tiivistyksessä.



Kuva E22. Väliseinän runkorakenteita.

Päivitetty
04/2004

19.1 Ei-kantavat pystyelementtiseinät

19.1.1 Rakenteellinen suunnittelu

Kuormaluokka

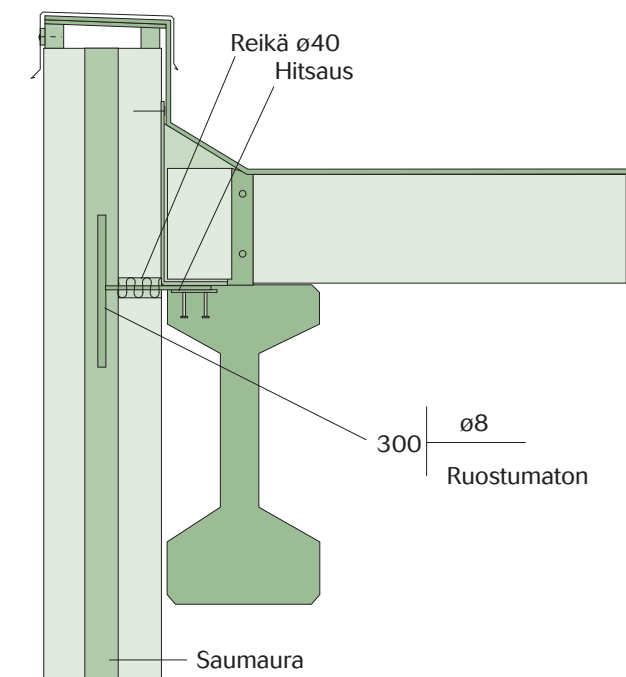
Siporex-pystyseinäelementit mitoitetaan yleensä vaakasuoralle kuormalle, useimmiten tuulikuormalle, yksiaukkoisena palkkina. Valmistaja on valmiiksi mitoitannut seinäelementit vaakasuoralle kuormalle tiettyihin kuormaluokkiin. Kuormaluokan lukuarvo ilmoittaa sallitun tasaisen käyttötilan hyötykuorman suuruuden kN/m²:nä. Seinäelementtejä valmistetaan seuraavia kuormaluokkia:

- 0.8 kN/m² seinäelementit, joiden paksuus ≤ 150 mm
- 1.2 kN/m² normaalitapaus
- 2.0 kN/m² erikoistapaukset, esim. kun elementeille siirtyy muista rakenteista huomattavia lisäkuormia.

Lisäksi elementit on mitoitettu siten, että ne voidaan nostaa yhdestä nostokohdasta elementin puolivälistä tai nostokoukun reiästä.

Taipumat

Siporex-pystyseinäelementteihin kohdistuvan hyötykuorman aiheuttama lyhytaikainen taipuma on aina huomattavasti pienempi kuin L/200.



Kuva E23. Pystyseinäelementtien kiinnitys.

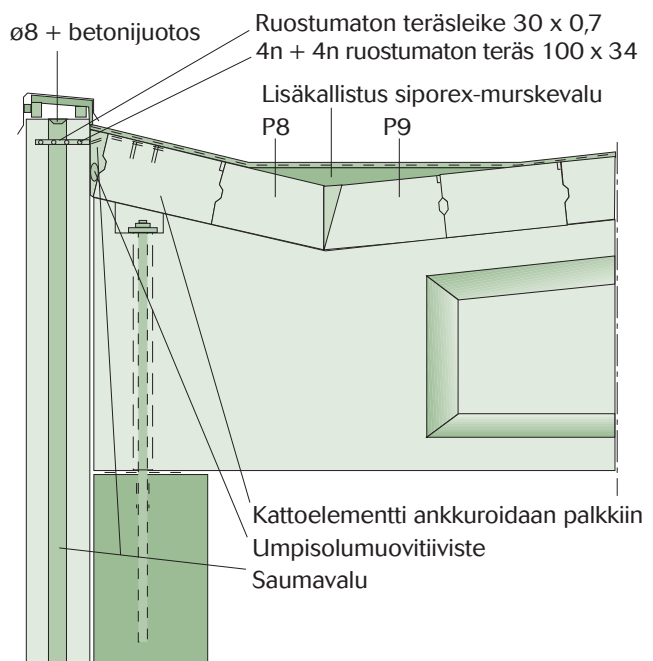
19.1.2 Ei-kantavien pystyelementtien kiinnitys

Ei-kantavien pystyseinäelementtien yläpää kiinnitetään joko pystysaumojen juotosuraan sijoitettavilla teräksillä (kts. kuva E23) tai naulattavilla kiinnikkeillä (kts. kuva E24). Seinien yläpään juotosuraan sijoitetaan läpimenevä vähintään 8 mm:n kutistumateräs, joka ympäröidään sementtilaastilla.

Kiinnikkeen on mahdollistettava rakenteiden keskinäiset liikkeet pystysuunnassa. Seinän alaosan tuenta on yleensä kitkan varassa. Elementtien ja sokkelin väliin asennetaan eristehuopakaista. Siporexin ja eristehuovan välisenä kitkakertoimena voidaan käyttää arvoa $\mu = 0,40$, kun puristusjännitys on alle 0,2 N/mm². Tarvittaessa voi alaosan tuentaa lisätä pystysaumoihin tulevilla vaarnoilla. Elementit voidaan myös alapäästään sitoa toisiinsa juotosuraan sijoitettavan teräksen avulla.

19.1.3 Väliseinät pystyelementeistä

Hallirakennusten ei-kantavina väliseinäinä käytetään useimmiten 150 mm:n paksuisia elementtejä, joiden pituus maksimissaan on kuusi metriä ja paloluokka kantamattomana EI 240.



Kuva E24. Pystyseinäelementtien kiinnitys.

Seinän yläpää tuetaan vaihtoehtoisesti yläpohjan tai palkin alapintaan tai palkin kylkeen. Kun seinä on poikittaissuunnassa palkistoon nähden eikä elementtipituus riitä holvin alapintaan asti, voidaan seinää tukea esim. kannattajien alapinnan tasoon kiinnitettyyn U-profiiliin, johon myös suunnitellaan tarvittava liikevara. U-profiilin yläpuolinen kannattajien välinen osuus voidaan tehdä siporexista tai levyrakenteisena. Tarvittaessa voi seinän alaosa korottaa harkkorakenteilla tai vaakaelementeillä.

19.2 Kantavat pystyelementtiseinät

19.2.1 Rakenteellinen suunnittelu

Mitoitus yhdistetylle puristukselle ja taivutukselle

Mitoitus pelkälle puristukselle sekä yhdistetylle puristukselle ja taivutukselle tapahtuu "Kantavien siporex-seinäelementtien mitoituskäyrästöjen" avulla. Käyrästötä laadittaessa raudoitusta ei ole mitoituksessa otettu huomioon.

VTT on antanut käyrästöstä lausunnon (tutkimuslöstus BET 44340).

Mitoitus leikkaukselle

Siporex-seinäelementtien leikkauskapasiteetti (V_u) murtorajatilassa saadaan seuraavalla kaavalla:

$$V_u = 0,24 \times b \times d \times f_{ctd}$$

missä

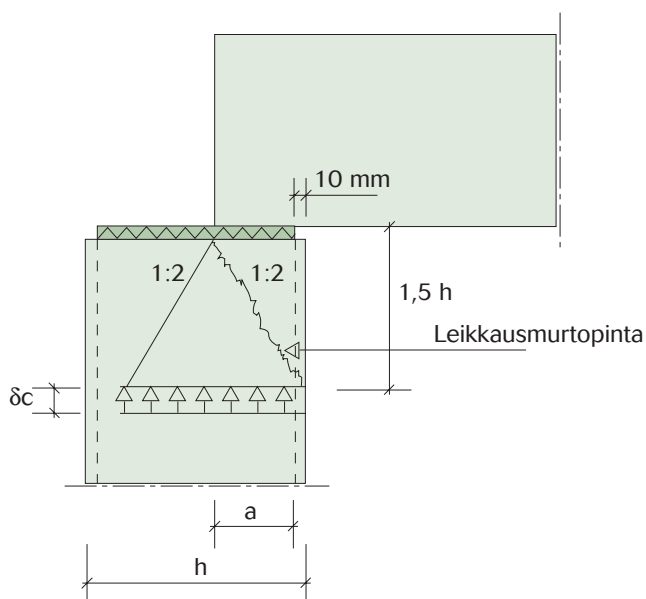
b = poikkileikkauksen leveys

d = poikkileikkauksen tehollinen korkeus ($d = 0,5-0,9 \times$ poikkileikkauksen korkeus)

f_{ctd} = kts. taulukko A4 kappaleessa 2.5.

Paikallisen puristuskapasiteetin tarkistus

Kun puristava voima kuormittaa vain osaa rakenteen pinnasta, eivät puristusjännitykset saa ylittää puristuslujuuden laskenta-arvoa f_{cd} (kts. taulukko A5 kappaleessa 2.5).



Kuva E25. Leikkausmurto.

Kun kuormituspinta on alle puolet rakenteen pinnasta, on lisäksi tarkistettava, että leikkausmurtoa ei synny.

Leikkausmurtopinta on vaarallisimmasta kohdasta laattaelementin reunasta kaltevuudessa 1:2 kulkeva taso, kts. kuva E25.

Murtopinnan leikkausjännityksen tulee täyttää seuraava ehto:

$$\tau_{ct} \leq \frac{f_{ctd}}{1,75}$$

Mikäli laattaelementti kuormittaa seinää pistemäisesti – esimerkiksi laattaelementin päissä olevat "kynnet" tai vastaavat – oletetaan leikkausmurtopinnan olevan puolikartiopinnan, joka on kaltevuudessa 1:2. Tällöin murtopinnan leikkausjännityksen tulee täyttää seuraava ehto:

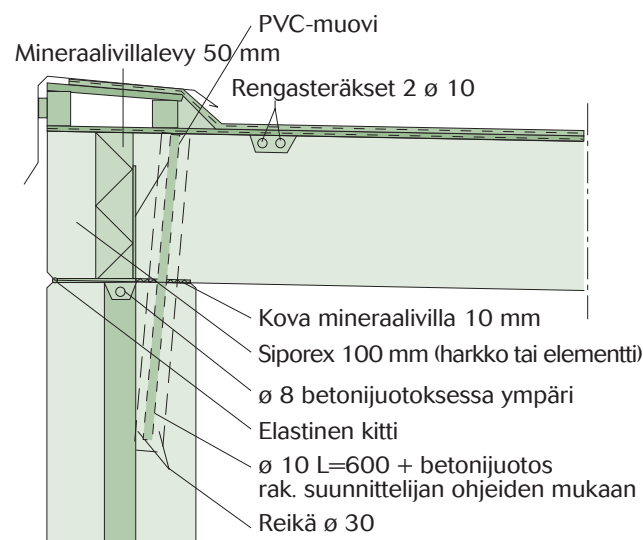
$$\tau_{ct} \leq \frac{f_{ctd}}{1,1}$$

Taivutusvetolujuuden laskenta-arvo f_{ctd} voidaan valita taulukosta A4, kun teräkset kulkevat leikkausmurtopinnan poikki, eli kun elementissä on kaksipuolinen raudoitus (kts. kohta 3.5.5.). Muulloin f_{ctd} valitaan taulukosta A5.

– Edellä esitettyä leikkausmurtopintatarkastelua suoritettaessa ei suoraan yläpuolella olevan seinän kuormituksia tarvitse ottaa huomioon, koska yläpuolinen kuorma estää laatan taipumista tuella. Jos laatasto muodostuu esim. betonielementeistä, ota paikallista puristuskapasiteettia tarkastaessasi yhteyttä valmistajan suunnittelupalveluun.

Taipumat ja halkeamat

Käytännössä taipuma- ja halkeamatarkastelut eivät muodostu kantavan pystyseinäelementin ollessa kyseessä mitoittaviksi.



Kuva E26. Kantavan pystyelementtiseinän ja yläpohjan liitos.

Rakenteelliset ohjeet

Edellä esitettyjä suunnitteluperiaatteita käytettäessä on seuraavien ehtojen oltava voimassa:

- elementin paksuus $h \geq 100$ mm
- elementin hoikkuus $L_c / h \leq 30$.

Yksittäisen seinäelementin leveyden b on oltava vähintään seuraava:

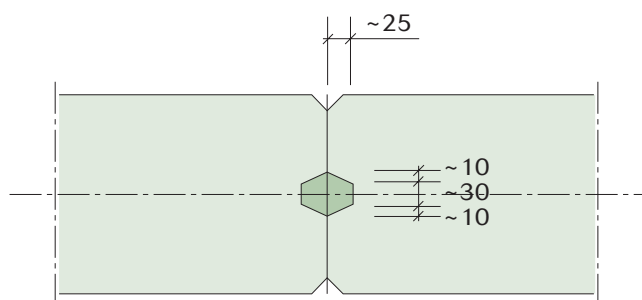
Elementin paksuus h	100	150	200	250	300	mm
Elementin leveys b	600	500	400	350	300	mm

- Useista elementeistä koostuvissa seinissä, joissa elementit on juotettu kappaleen 19.3 mukaisesti yhdessä toimiviksi, pienin sallittu sovituskappaleen leveys on 200 mm. Mikäli useista elementeistä koostuvissa seinissä käytetään sovituskappaleita, joiden leveys on pienempi kuin yksittäisille elementeille sallittu leveys, on näiden sovituskappaleiden paikka määrättävä erikseen piirustuksissa.

19.2.2 Kantavien pystyelementtien kiinnitys

Kantavien pystyseinäelementtien yläpää liitetään juotetuun vaarnateräksin siporex-yläpohjaan. Elementtien yläpäähän juotosuraan sijoitetaan läpimenevä vähintään 8 mm:n kutistumateräs, joka ympäröidään sementtilla. Jos elementtien yläpäiden välillä on porrastusta, on porrastukset tasoitettava ja saumaan asennettava jännityksiä tasaava välikerros, esim. 10 mm kovaa mineraalivillaa. Tyypillinen liitos on kuvassa E26.

Seinän alaosan tuenta on yleensä kitkan varassa. Tarvittaessa sitä voidaan varmistaa vaarnateräksillä juotosurassa tai naulattavilla kiinnikkeillä. Elementtien ja sokkelin väliin asennetaan kosteuskatkoksi bitumihuopa-



Kuva E27. Pystyelementtiseinän saumaura.

kermi ja jännityksiä tasaava välikerros, esim. 10 mm paksu kaistale kovaa mineraalivillaa. Siporexin ja mineraalivillan välisenä kitkakertoimena voidaan käyttää arvoa $\mu = 0,15$.

19.3 Pystyelementtien pystysaumot

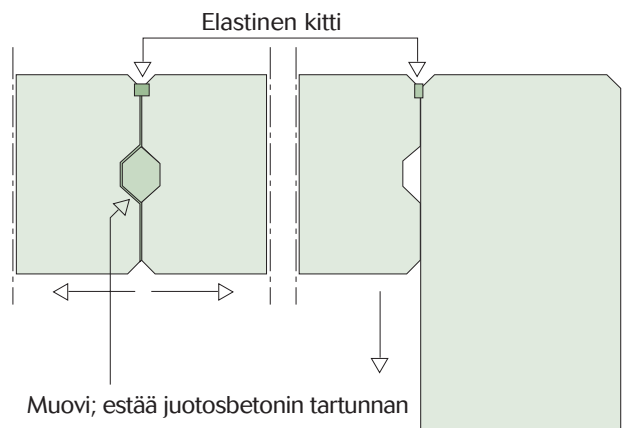
Normaalista elementteihin tehdään tehtaalla kuvan E27 mukaiset juotosurat. Ulkonurkkiin tulevat elementit kannattaa kuitenkin tilata vain yhdellä uralla varustettuna – paikattu ura saattaa tulla myöhemmin näkyviin. Poikkeaviin liitoskohtiin tarvittavat saumaurat tehdään työmaalla. (kts. luku 24, Uramerkinnät)

Asennuksen yhteydessä juotosurat täytetään notkella sementtillaastilla, esim. S-06. Pystysaumoissa käytetään pystyteräksiä rakennesuunnitelmissa esitetyllä tavalla.

Normaali juotosura voidaan täyttää myös polyuretaanivaahdolla siten, että sauman alaosaan porataan reikä painepullon letkulle. Tällainen sauma voidaan myöhemmin sahata auki ja seinä purkaa esim. koneasennuksia varten tai elementit voidaan siirtää uuteen seinään.

19.4 Saumojen liikevarat

Saumavalu sitoo pystyelementtiseinän jäykäksi yhtenäiseksi levyksi. Suuret seinäpinnat on syytä lämpö- ja kutistumajännitysten vähentämiseksi jakaa kuivasaumalla pienempiin osa-alueisiin. Kuivasaumot voivat noudattaa esim. rungon pilarijakoa tai sokkielelementtien saumajakoa. Nurkissa saattavat jännepalkin virumasta johtuvat liikkeet vaatia liitosta, joka sallii pitkän sivun elementin liikkumisen päätyseinään nähden, kts. kuva E28.



Kuva E28. Pystyelementtiseinän liikevarakohdat.

19.5 Kantavien siporex-seinä-elementtien mitoituskäyrästä

(Raudoitusta ei ole otettu mitoituksessa huomioon)

Käyrästöjen laskentaperusteet

Kapasiteetikäyrät on piirretty tietokoneohjelman avulla sekä vetoa kestävämmälle että vetoa kestäväälle poikkileikkaukselle. Kun elementin kriittinen poikkileikkaus on seinän yläpäässä, on mitoitus aina suoritettu käyttäen vetoa kestävämpää poikkileikkausta. Lisäepäkeskisyydelle e_2 on määritetty tarkka arvo.

Laskelmat on suoritettu olettamalla elementit päistään nivelellisiksi. Kuormitustapaukset on esitetty kuvassa E29.

Käyrästöjen käyttöohjeet

Kapasiteetikäyrät ilmoittavat elementtiseinän normaalivoima- ja momenttikapasiteetin metriä kohden murtorajatilassa, kun seinää kuormittaa normaalivoiman ja poikittaisen kuorman yhdistelmä.

Ko. tapaukseen sopivaa käyrästä valittaessa on tarkistettava, että tarkasteltavan elementin kuivatiheys (r), paksuus (h) ja elementtiä kuormittavan normaalivoiman alkuperäinen eräkesisyys (e) vastaavat käyrästö arvoja. Lisäksi on tarkistettava, että elementin kuormitustilanne vastaa käyrästö kuormitustapausta.

Käyrästöihin on piirretty kapasiteetikäyrät olettamalla poikkileikkaus vetoa kestävämmäksi (yhtenäinen viiva) sekä olettamalla poikkileikkaus vetoa kestäväksi (katkoviiva). Molempia käyriä on piirretty erikorkuisille seinille, koska hoikkuus vaikuttaa kapasiteettiin. Tarkasteltavan elementin korkeuden on oltava pienempi tai yhtä suuri kuin valittujen kapasiteetikäyrien seinän korkeus (L).

Mitointu tapahtuu määrittämällä normaalivoiman laskenta-arvo N_d ja poikittaiskuorman laskenta-arvo M_{1d} (laskenta-arvot on kerrottu kuormitusosavarmuuskerroimilla). Käyrästöä etsitään N_d :tä ja M_{1d} :tä vastaava yhteisvaikutuspiste ja tarkistetaan, että piste on valitun kapasiteetikäyrän sisäpuolella.

Normaalivoiman ja poikittaissuuntaisen voiman kuormittaessa elementtiä on vaarallisimman vaikutuksen selvittämiseksi tutkittava kuormitustapaukset:

1) suurin N_d ja sitä vastaava pienin M_{1d}

2) suurin N_d ja sitä vastaava suurin M_{1d}

3) suurin M_{1d} ja sitä vastaava pienin N_d

4) suurin M_{1d} ja sitä vastaava suurin N_d

On syytä huomata, että kuormitustapaukset 2 ja 4 eivät välttämättä kuvaa samaa yhteisvaikutuspistettä, sillä Suomen Rakentamismääräyskokoelman määräyksissä B1 "Rakenteiden varmuus ja kuormitukset" on todettu, että jos rakenteeseen kohdistuu yhtä aikaa lumi- ja tuulikuorma, saa toisen niistä kertoa 0,5:llä.

Ensin tarkistetaan, että pelkästään pitkäaikaisten kuormien aiheuttamat yhteisvaikutuspisteet ovat vetoa kestävämmän pl:n kapasiteetikäyrän (yhtenäinen viiva) sisäpuolella. Sen jälkeen määritellään kaikkien kuormien aiheuttamat yhteisvaikutuspisteet. Jos ne kaikki tai osa niistä on vetoa kestävämmän pl:n kapasiteetikäyrän (yhtenäinen viiva) ulkopuolella, on lisäksi tarkistettava, että kaikkien kuormien aiheuttamat yhteisvaikutuspisteet ovat vetoa kestävämmän pl:n kapasiteetikäyrän sisäpuolella.

19.5.1 Käyrästöjen käyttöesimerkkejä

Esim. 1 Kantava väliseinä (kts. kuva E30)

– Pitkäaikaiset kuormat

$$N_{dmaxI} / b = [1,2 (1,25 + 0,8) + 0,5] \times 1,6 \times 1,8 \times 3 = 11,7 \text{ kN/m.}$$

” puolet lumikuormasta on pitkäaikaista (RIL 144, s. 15).

Yhteisvaikutuspiste on yhtenäisen viivan sisäpuolella. OK.

– Kaikki kuormat

$$N_{dmaxII} / b = [1,2 \times (1,25 + 0,8) + 1,6 \times 1,8] \times 3 = 16 \text{ kN/m.}$$

Yhteisvaikutuspiste on yhtenäisen viivan sisäpuolella. OK.

Esim. 2 Kantava ulkoseinä (pientalo, kts. kuva E31)

Tuulenpaine mitoitettava, valitaan käyrästö 4.

– Pitkäaikaiset kuormat

$$N_{dmax} / b = [1,2 \times (1,25 + 0,5) + 0,5] \times 1,6 \times 1,8 \times 3 \times 2,4 : 0,6 = 42,5 \text{ kN/m.}$$

$$M_{1dI} / b = 0.$$

” puolet lumikuormasta on pitkäaikaista (RIL 144, s. 15).

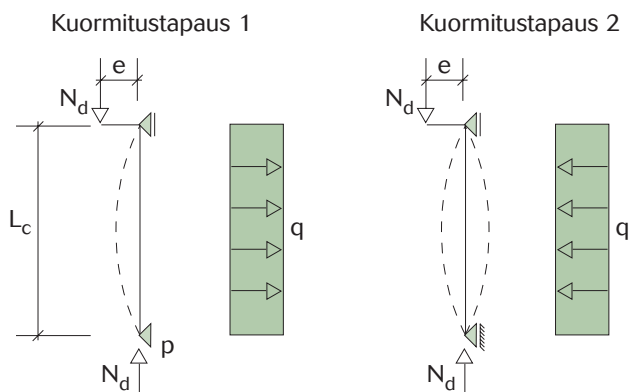
Yhteisvaikutuspiste on yhtenäisen viivan sisäpuolella. OK.

– Kaikki kuormat

$$N_{dmaxII} / b = N_{dmaxIII} / b = [1,2 \times (1,25 + 0,5) + 1,6 \times 1,8] \times 3 \times 2,4 : 0,6 = 59,8 \text{ kN/m.}$$

$$M_{1dII} / b = 0.$$

$$M_{1dIII} / b = 0,5 + 1,6 \times 0,5 \times 3,02 : 8 \times 0,6 \times 0,6 = 0,45 \text{ kNm/m.}$$



Kuva E29. Kuormitustapaukset.

Tuulikuorma voidaan laskea vain 0,6 m leveältä kaisalta, kun rakennesuunnittelija osoittaa, että ikkunoiden karmit ym. kykenevät siirtämään ikkunoihin kohdistuvan tuulikuorman suoraan ylä- ja alapuolisille rakenteille.

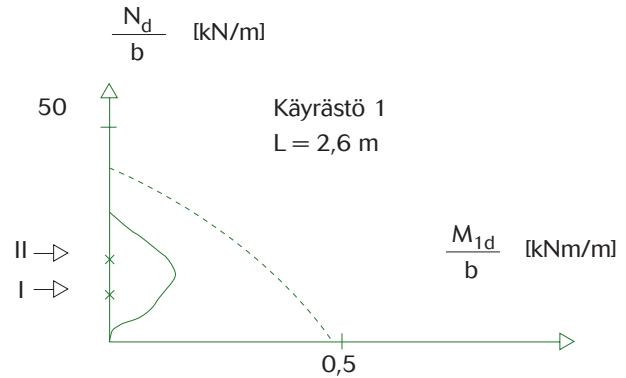
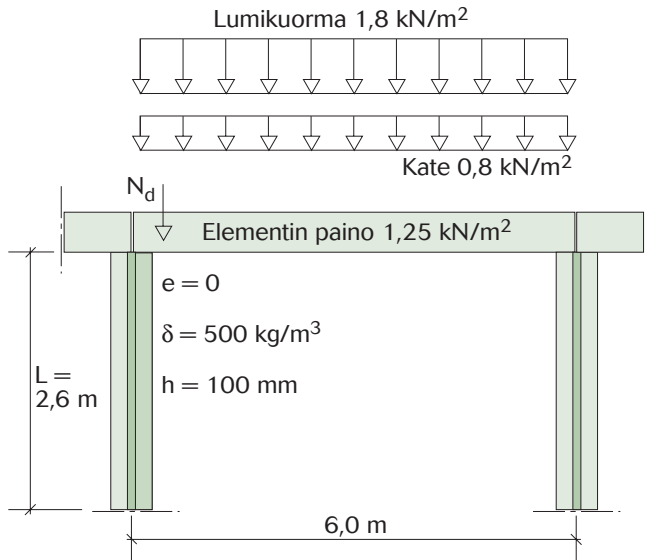
$$M_{1dmaxIV}/b = M_{1dmaxV}/b = 1,6 \times 0,5 \times 3,0^2 : 8 \times 0,6 : 0,6 = 0,9 \text{ kNm/m.}$$

$$N_{div}/b = [0,9 \times (1,25 + 0,5)] \times 3 \times 2,4 : 0,6 = 18,9 \text{ kN/m.}$$

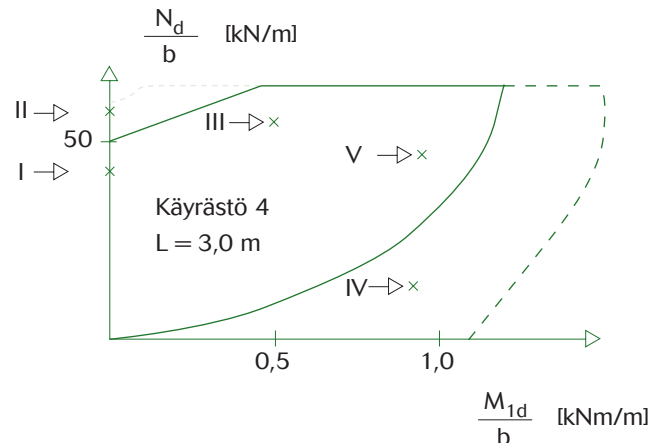
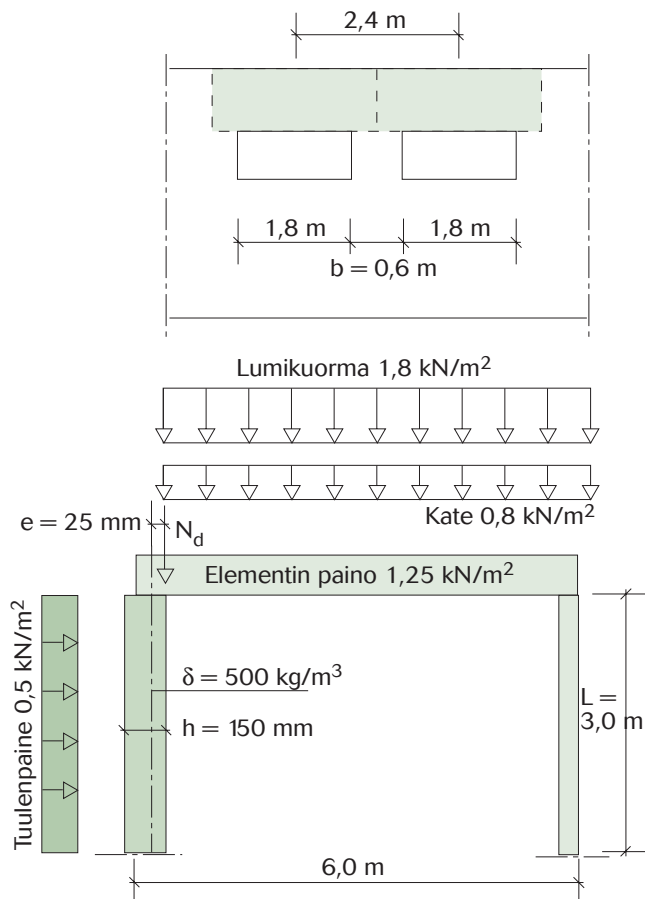
$$N_{div}/b = [1,2 \times (1,25 + 0,5) + 0,5^+ \times 1,6 \times 1,8] \times 3 \times 2,4 : 0,6 = 42,5 \text{ kN/m.}$$

Yhteisvaikutuspisteet ovat katkoviivan sisäpuolella. OK.

*Rakenteeseen kohdistuu yhtä aikaa lumi- ja tuulikuorma (Suomen rakentamismääräyskokoelma B1, s. 2).



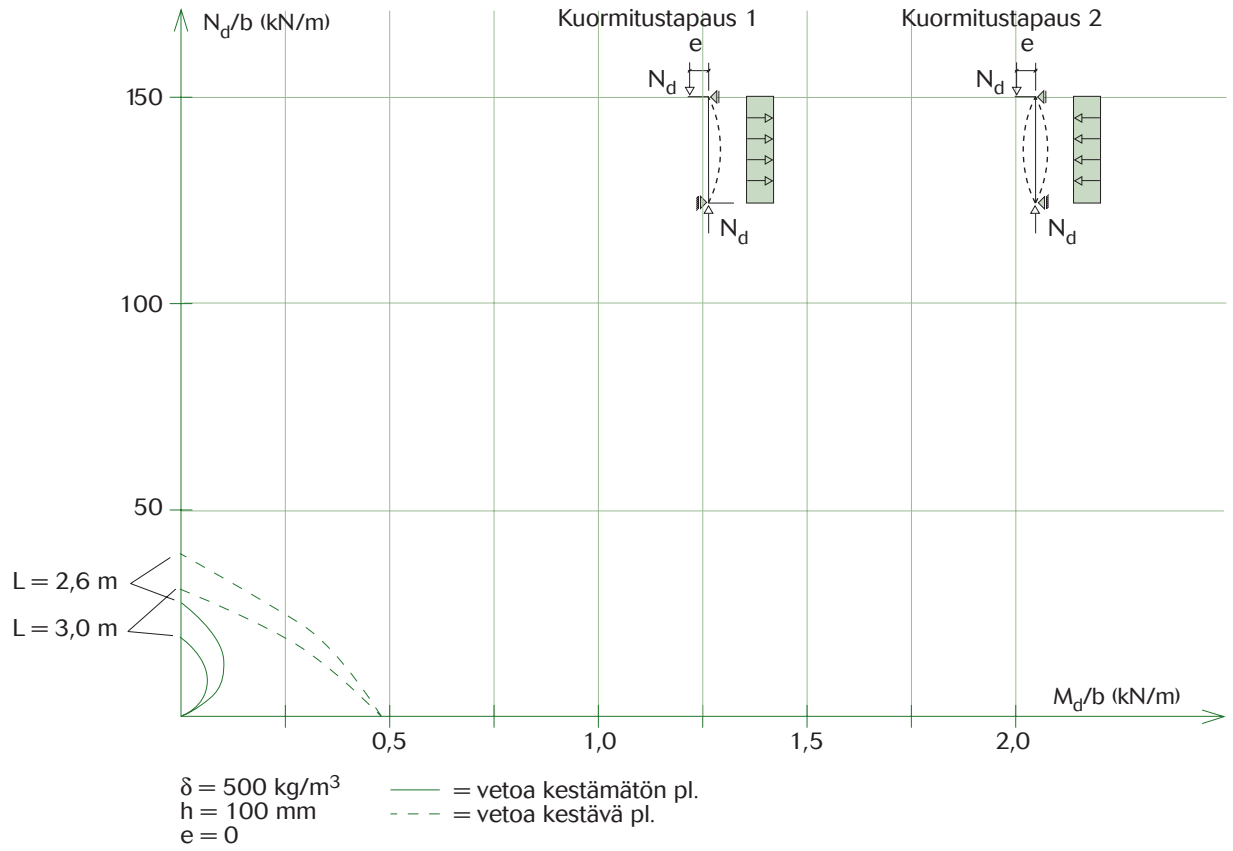
Kuva E30. Esimerkki 1. Kantavan väliseinän mitoitus-esimerkki.



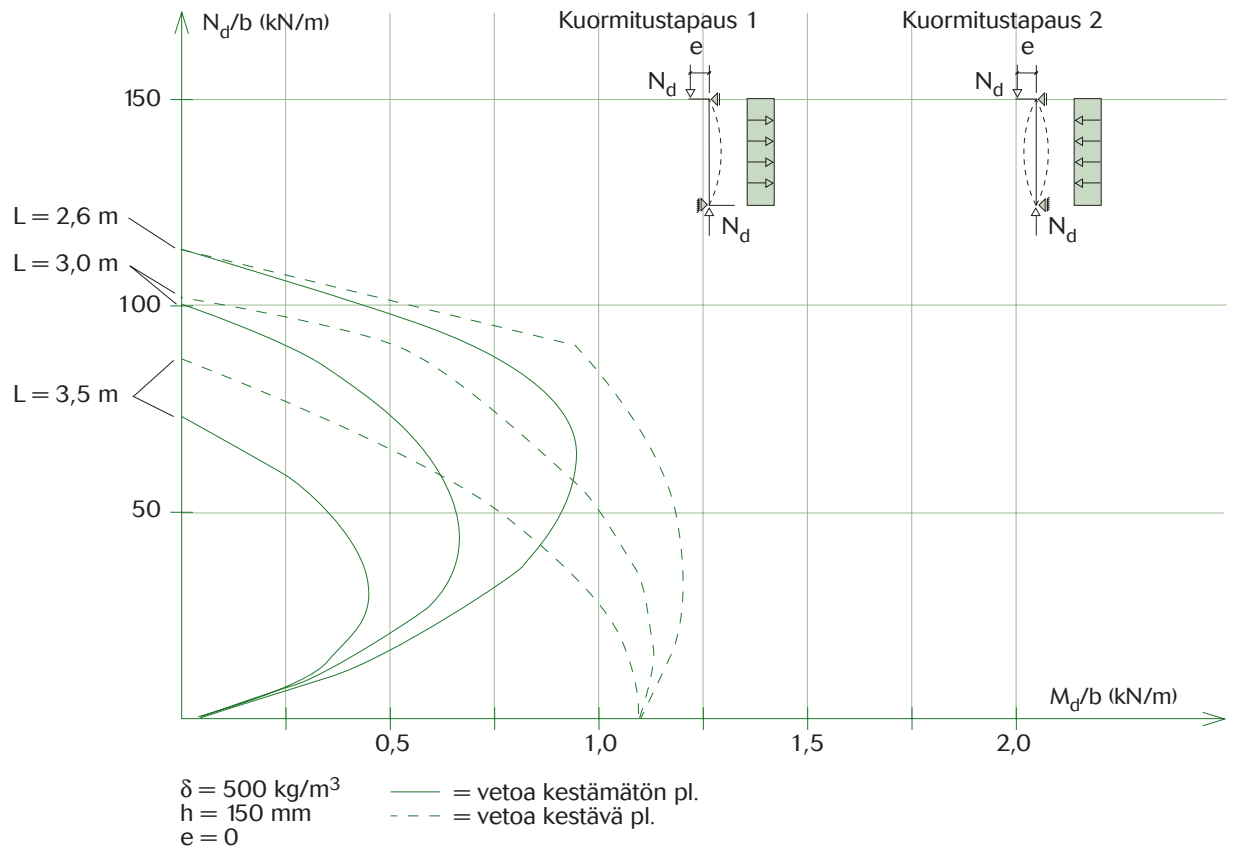
Kuva E31. Esimerkki 2. Pientaloseinän mitoitus-esimerkki.

19.5.2 Mitoituskäyrät I 6 kpl

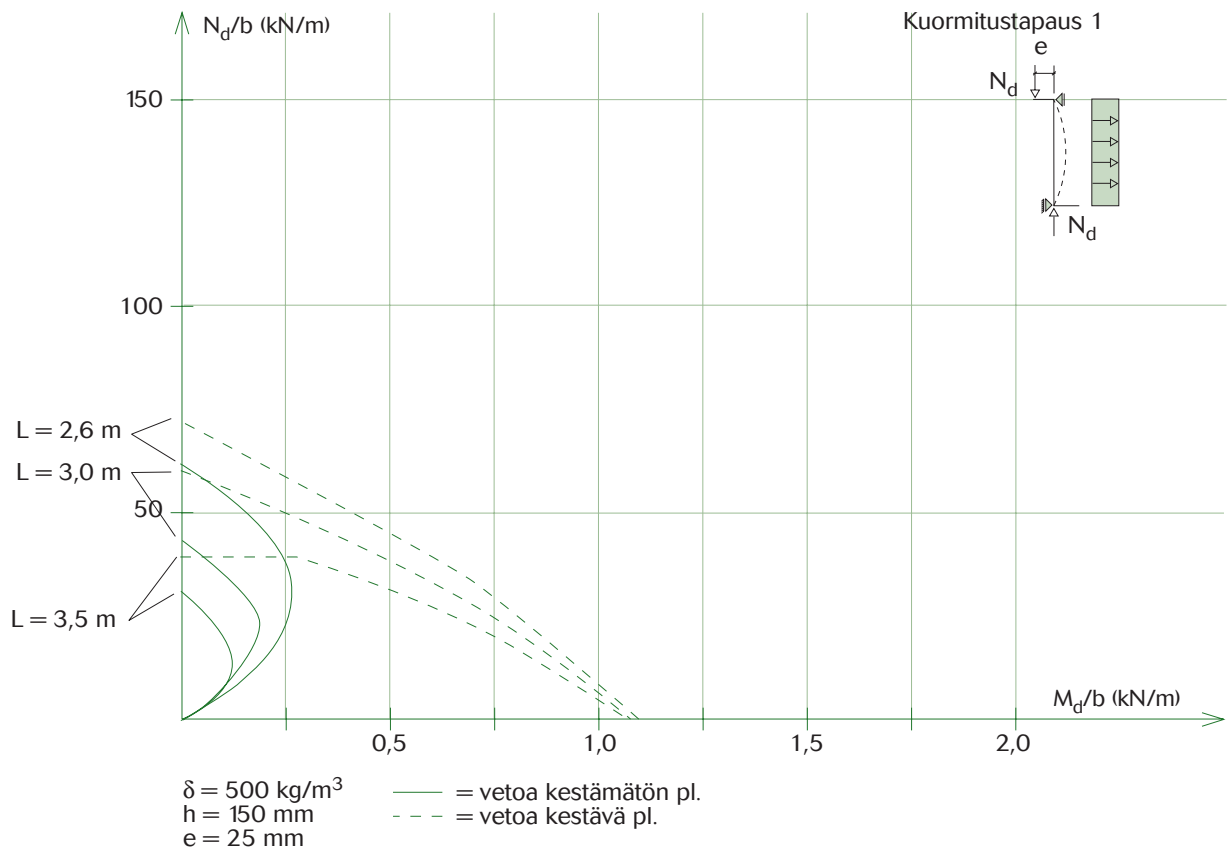
Käyrästö nro 1, elementtiseinä



Käyrästö nro 2, elementtiseinä

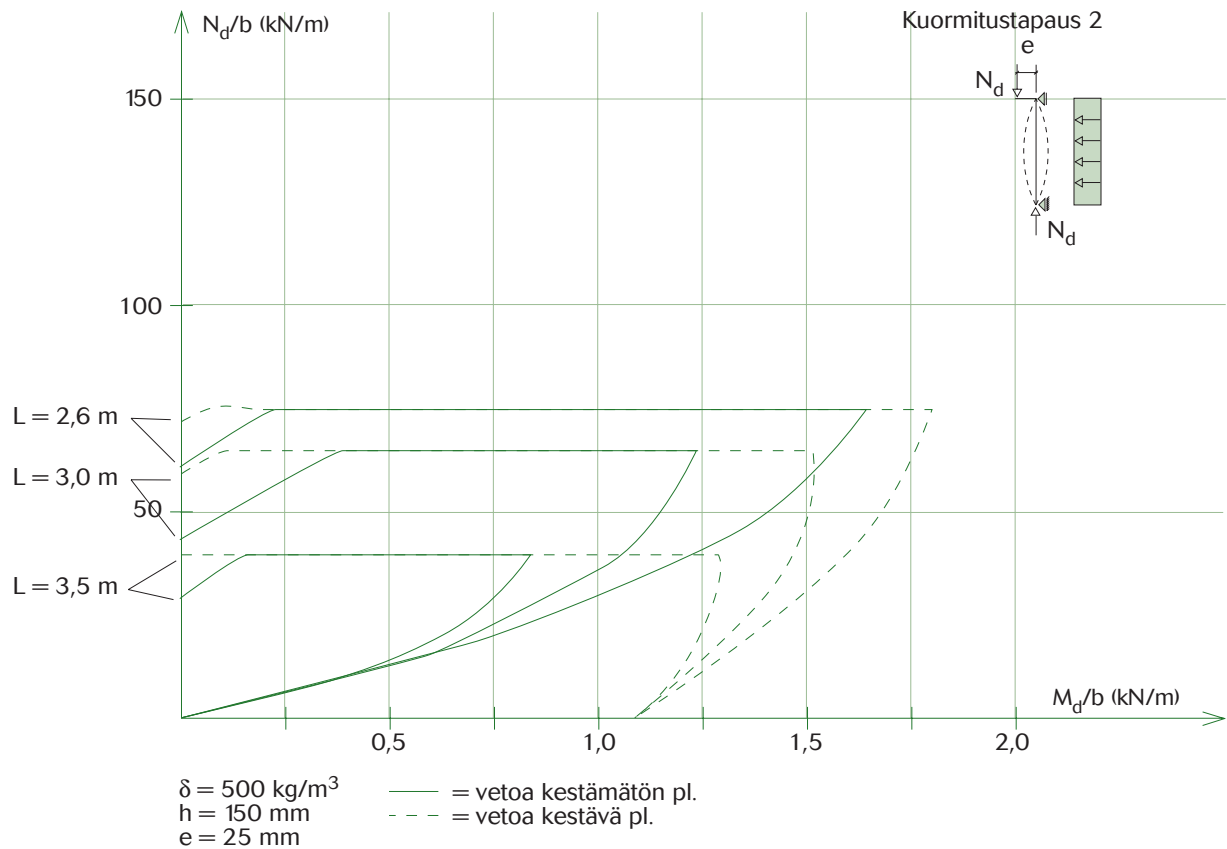


Käyrästä nro 3, elementtiseinä

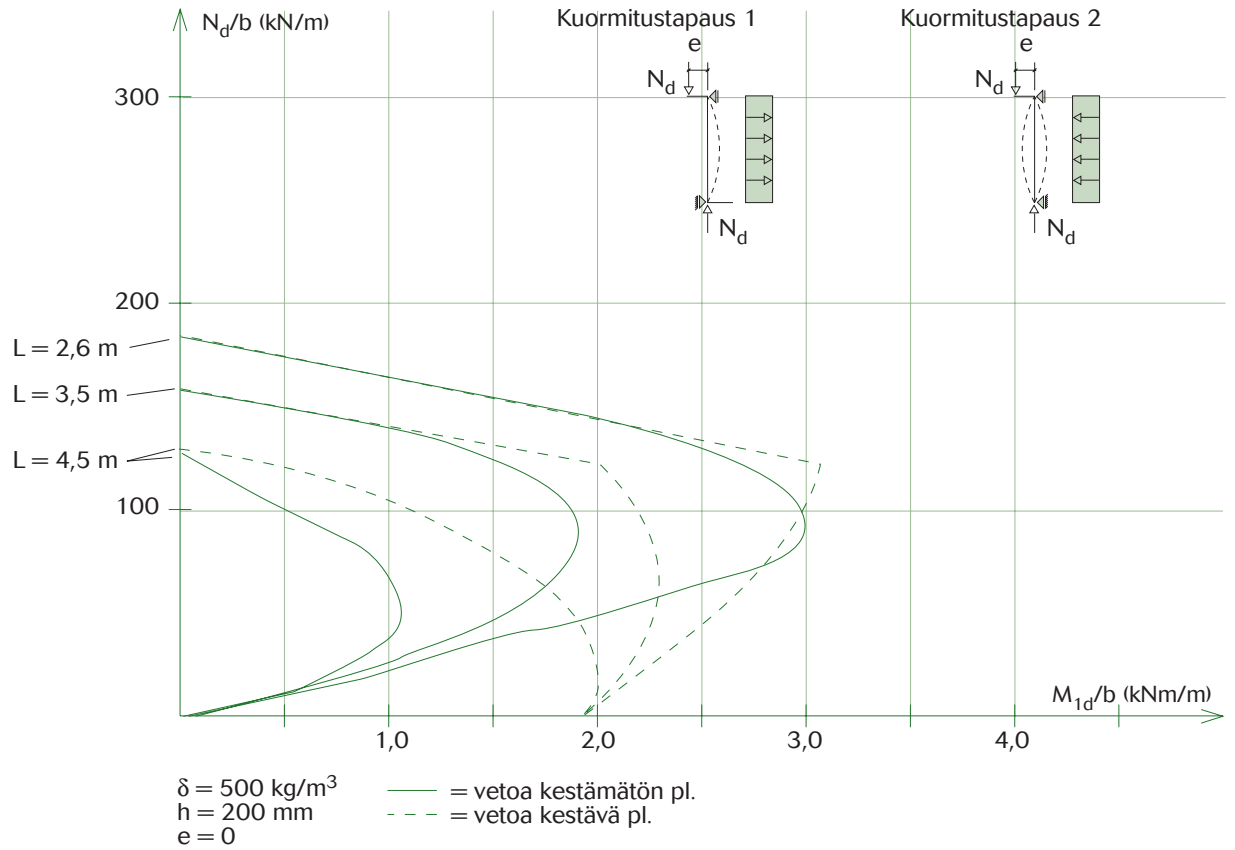


Päivitys
04/2004

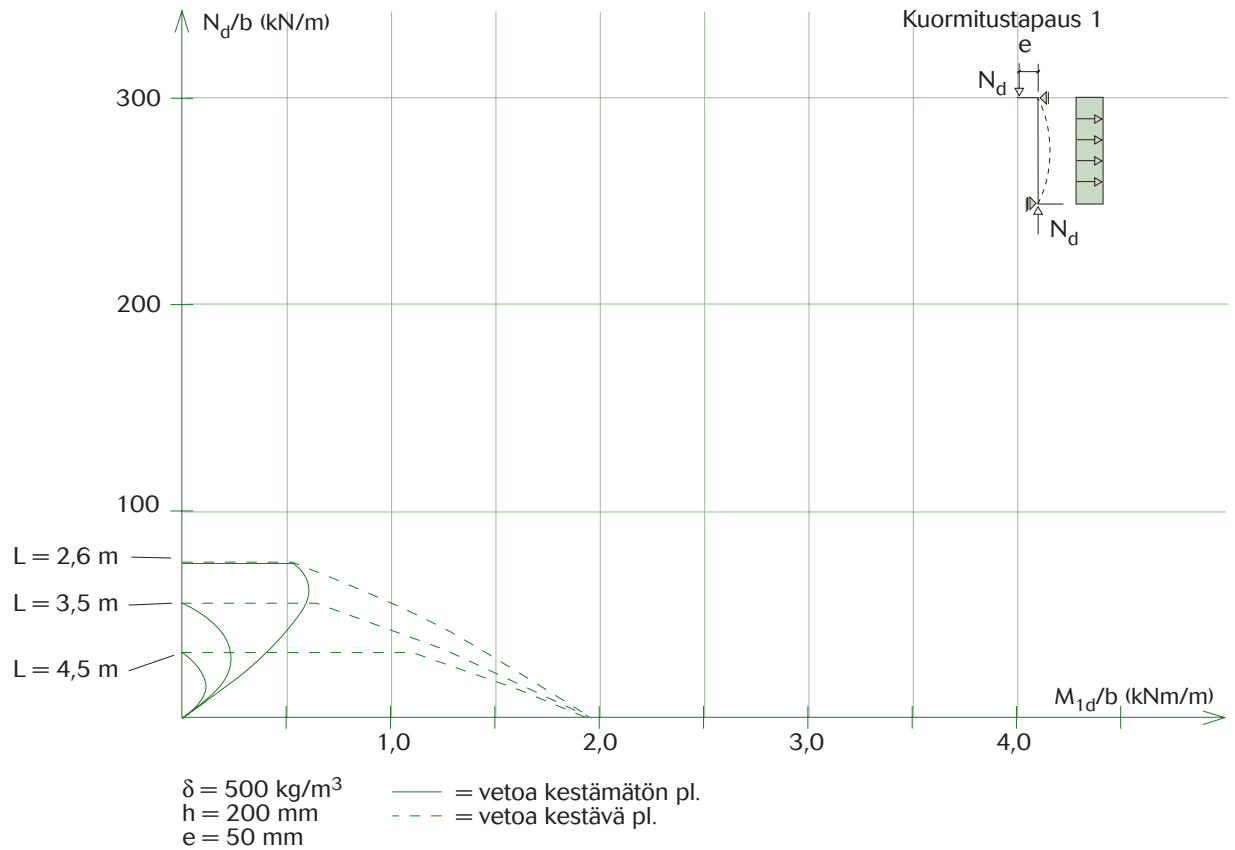
Käyrästä nro 4, elementtiseinä



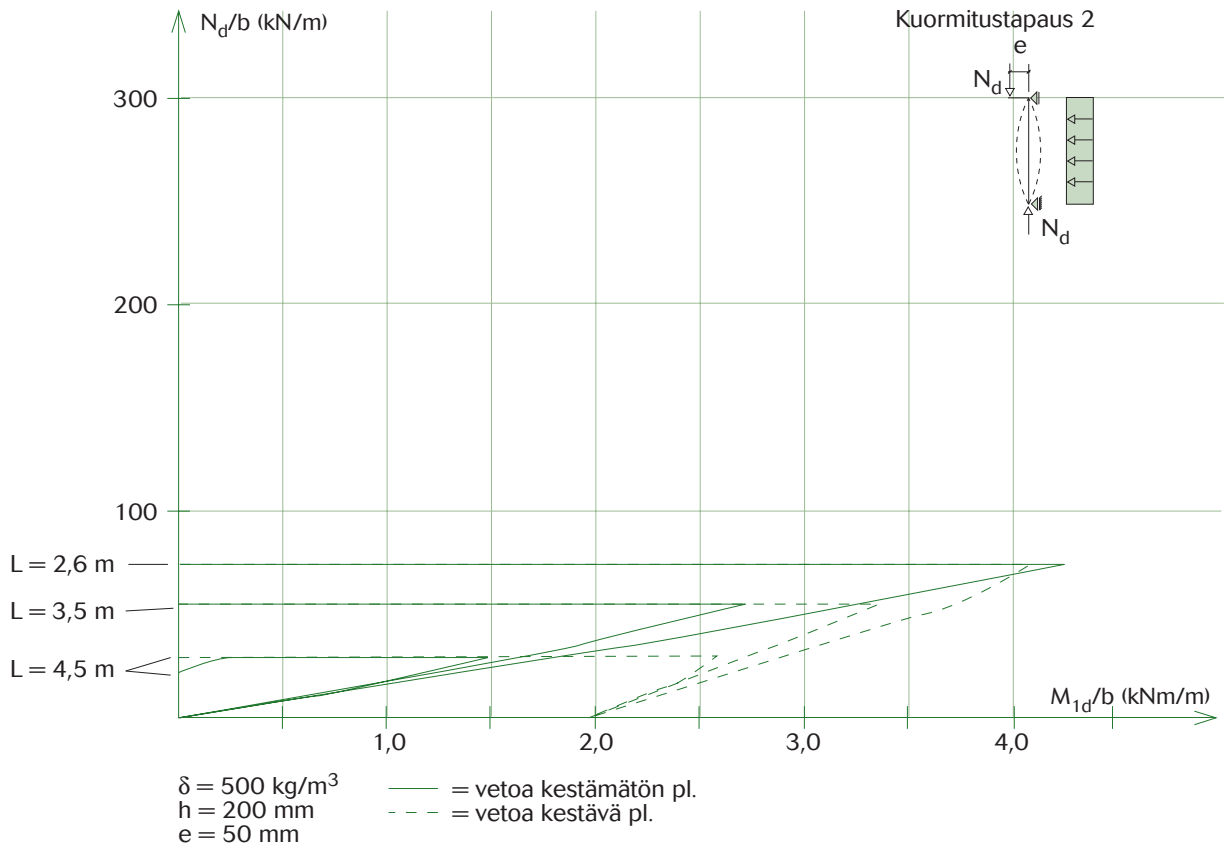
Käyrästä nro 5, elementtiseinä



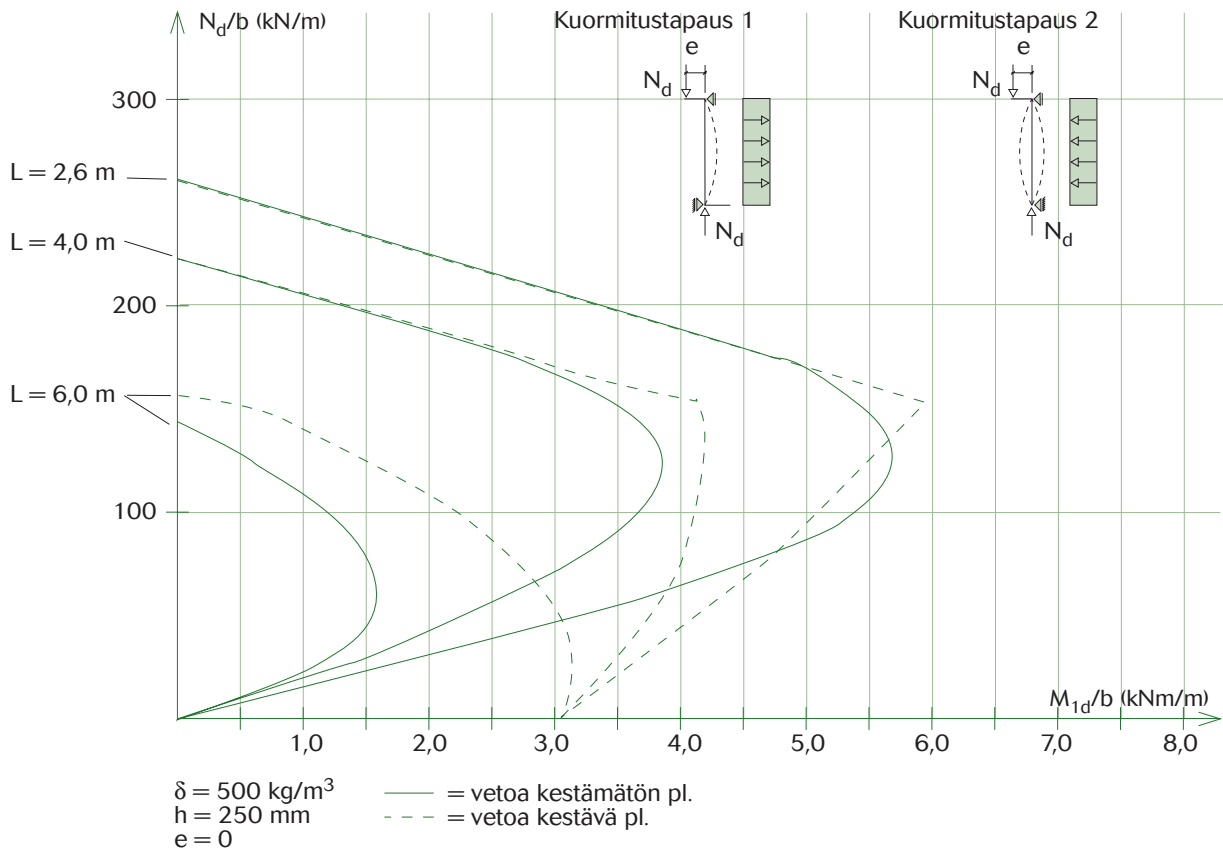
Käyrästä nro 6, elementtiseinä



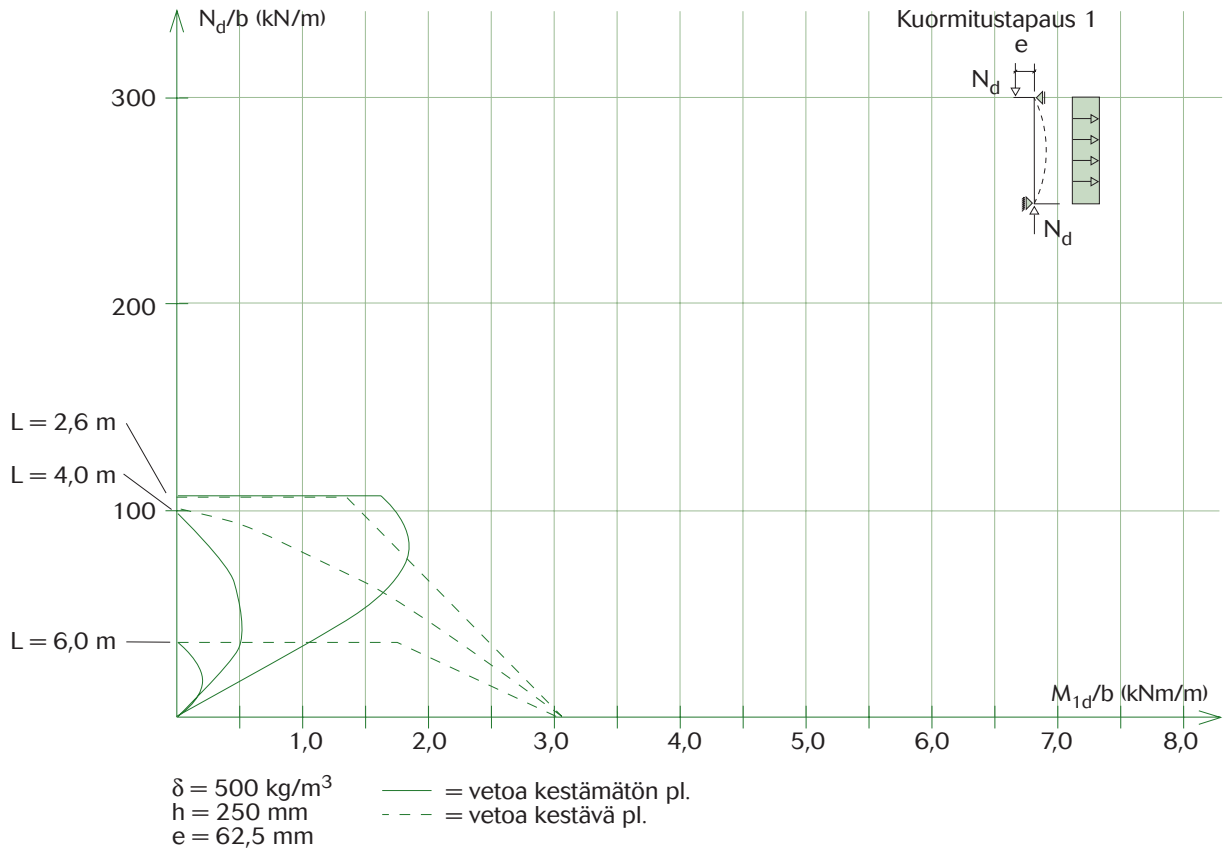
Käyrästä nro 7, elementtiseinä



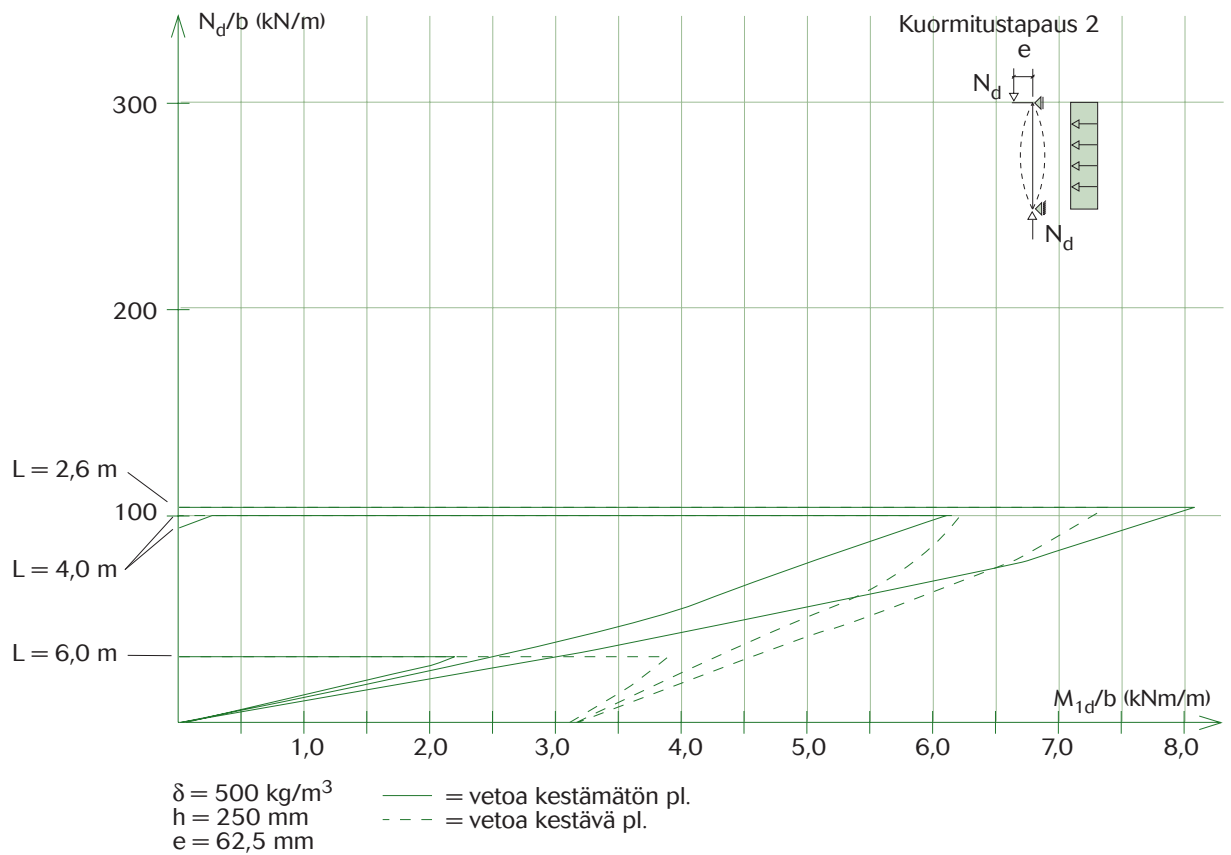
Käyrästä nro 8, elementtiseinä



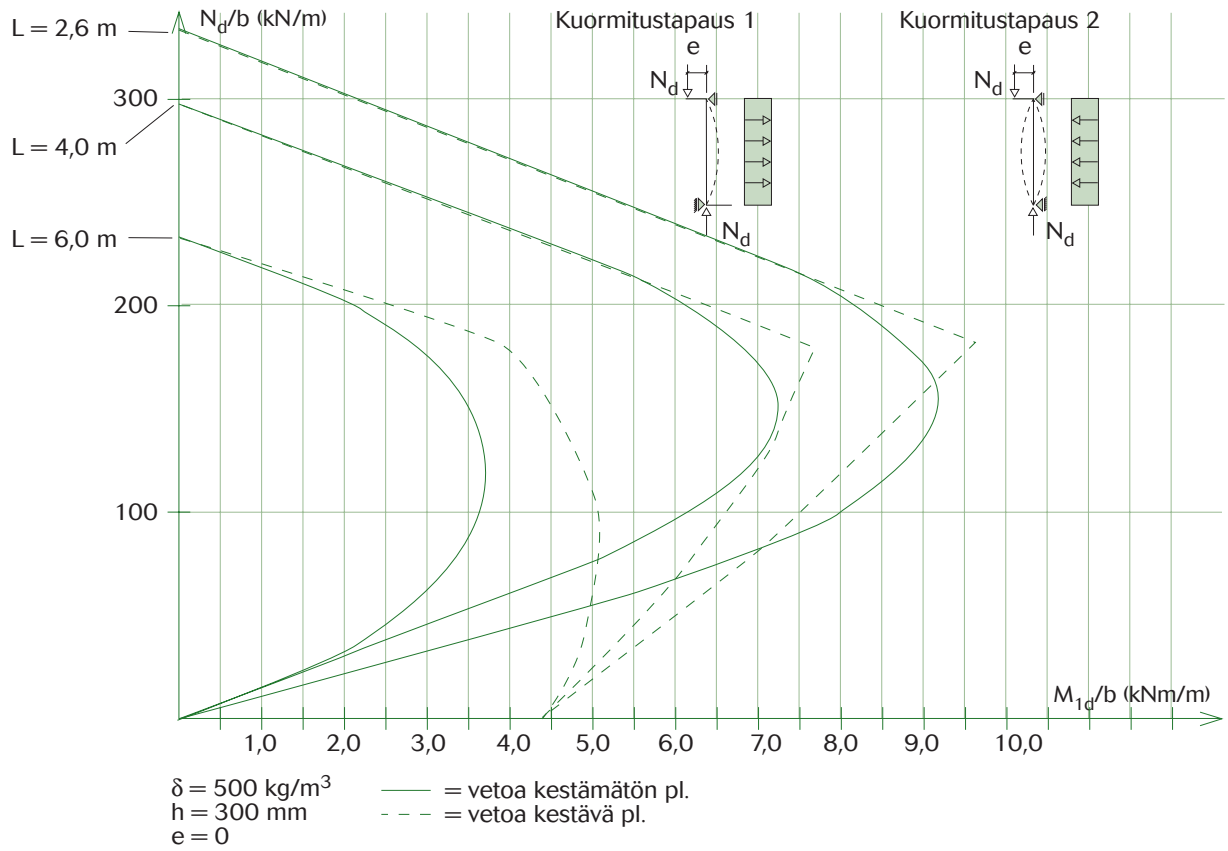
Käyrästä nro 9, elementtiseinä



Käyrästä nro 10, elementtiseinä

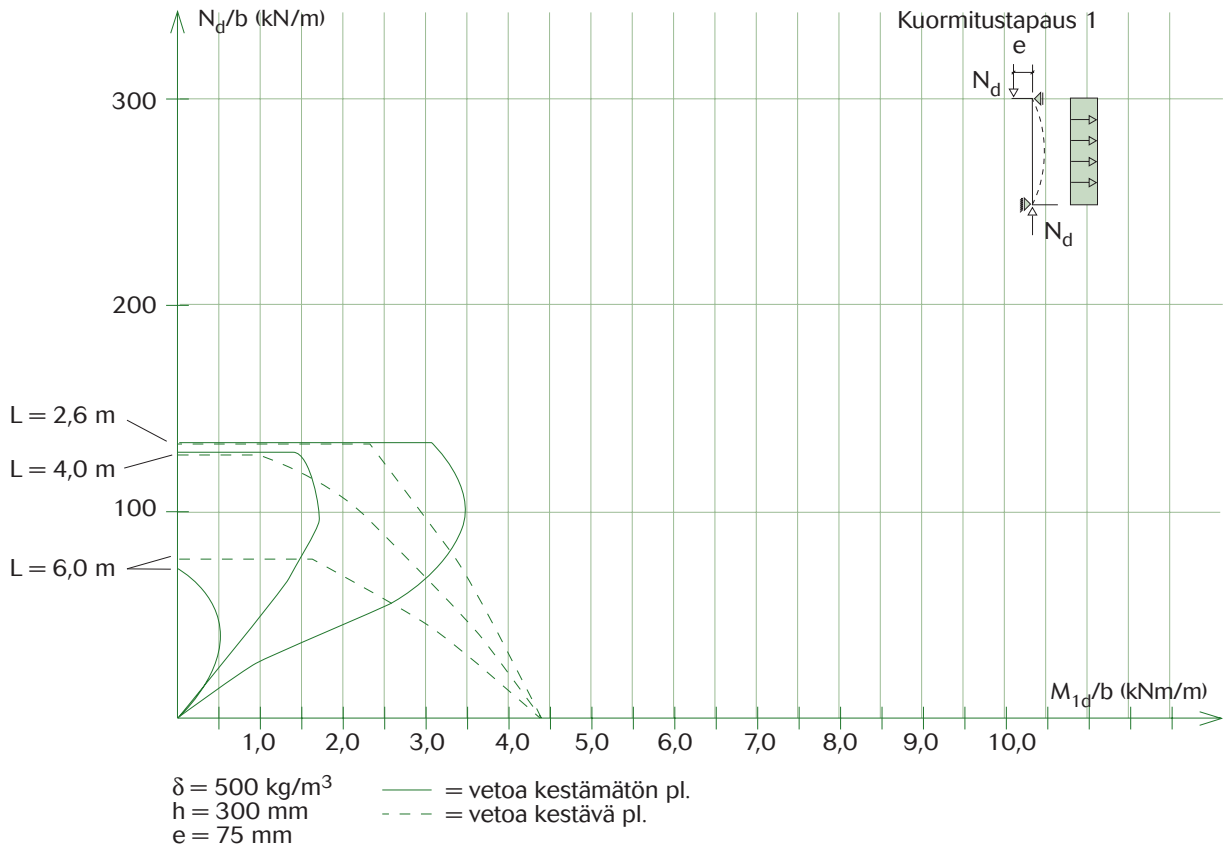


Käyrästä nro 11, elementtiseinä

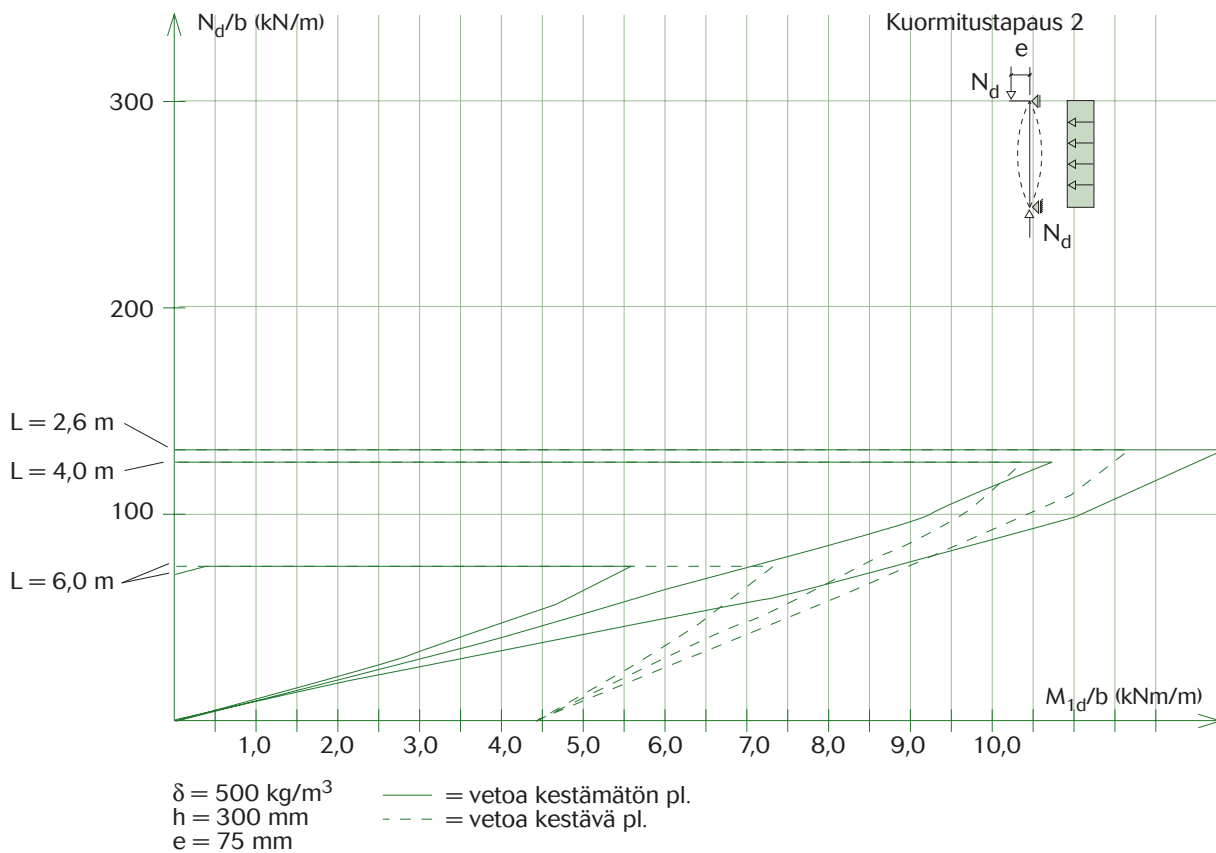


Päivitys
 04/2004

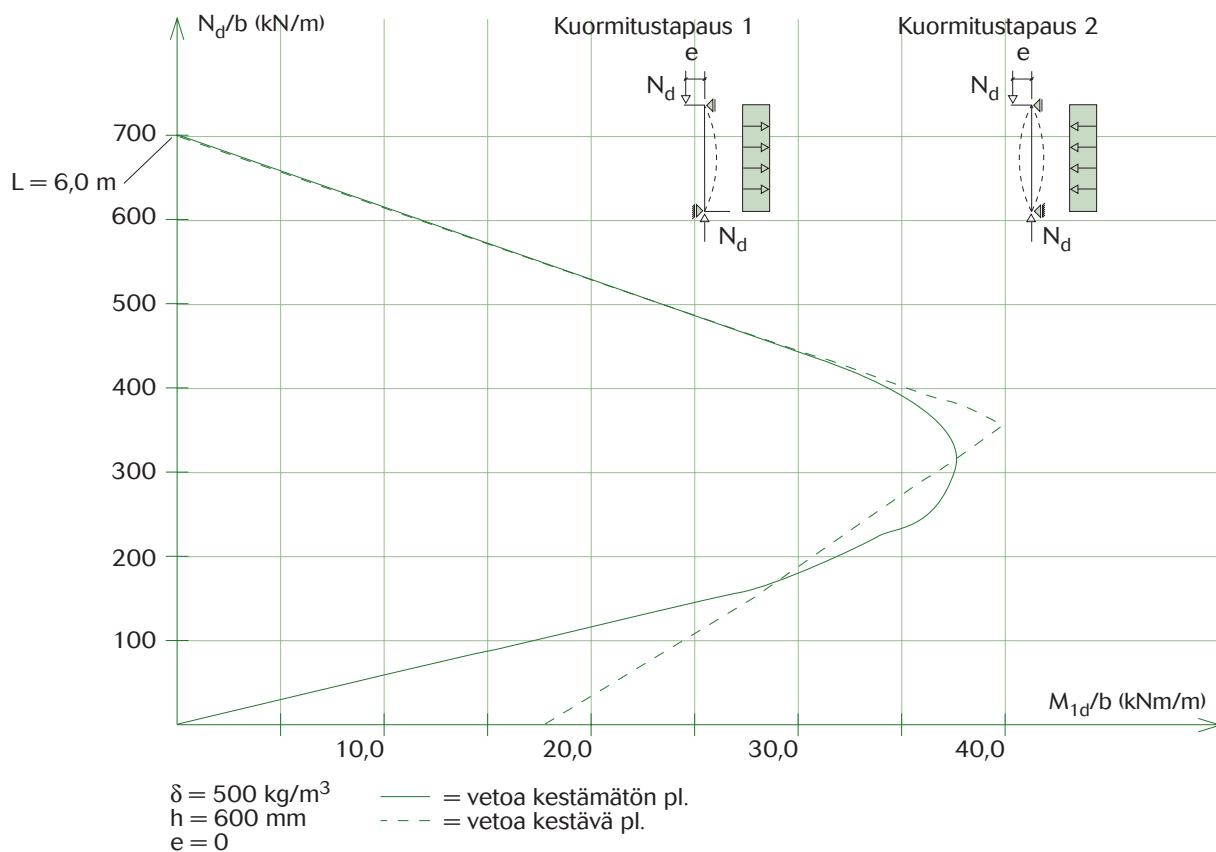
Käyrästä nro 12, elementtiseinä



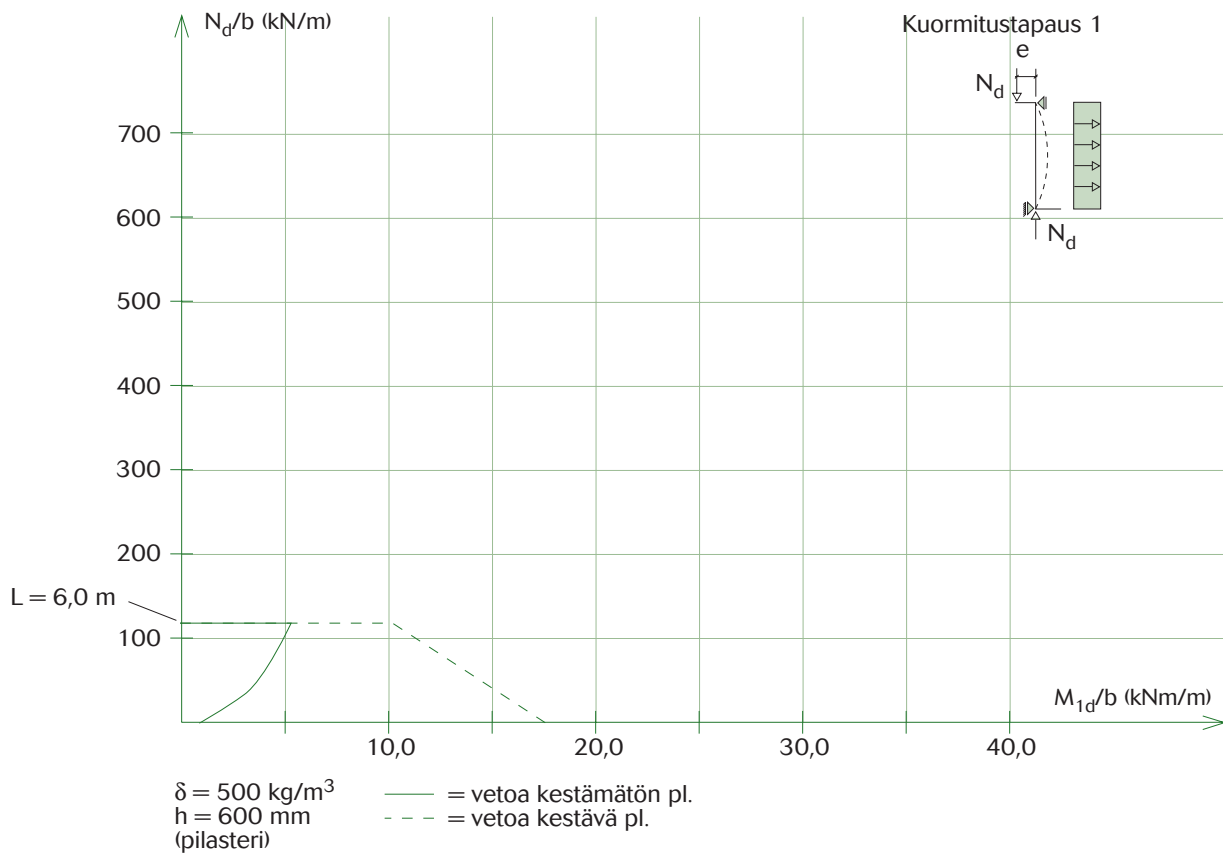
Käyrästä nro 13, elementtiseinä



Käyrästä nro 14, elementtiseinä

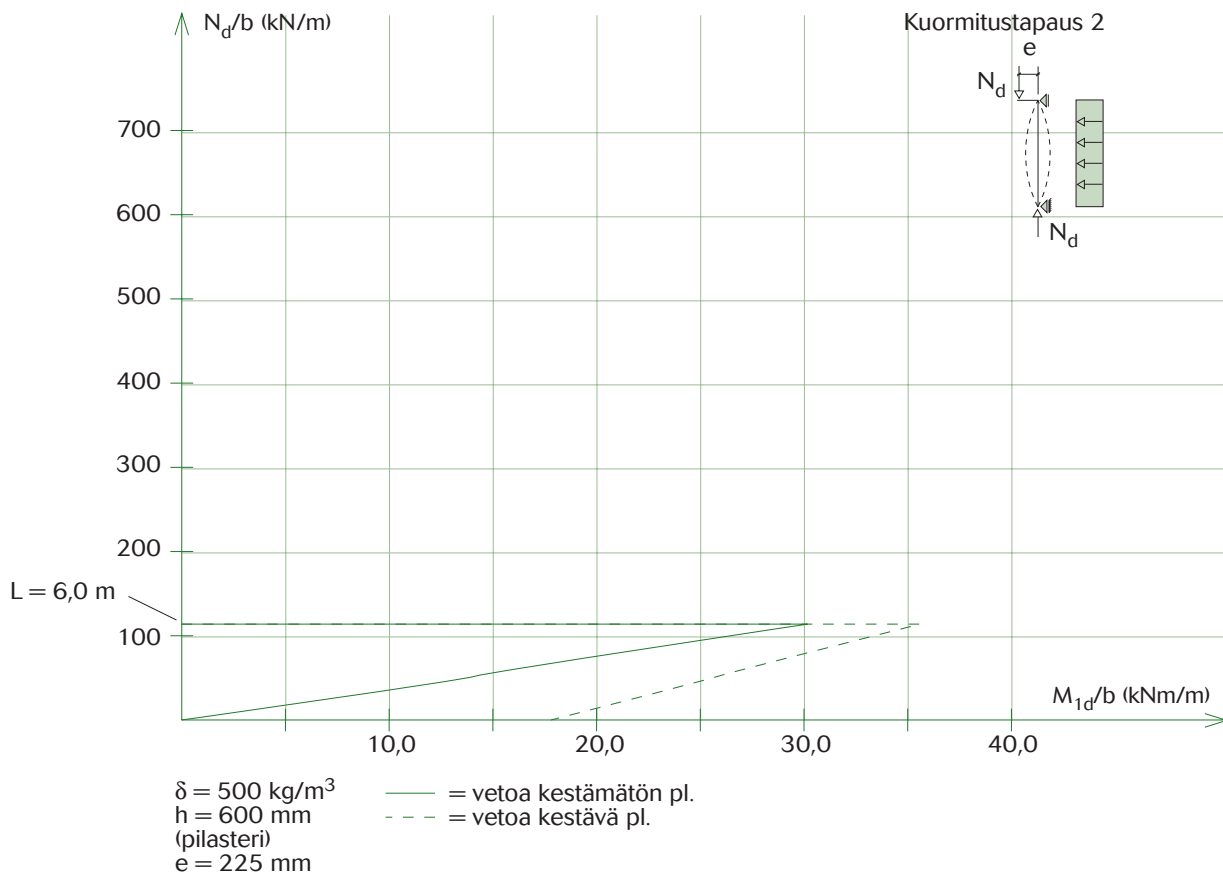


Käyrästä nro 15, elementtiseinä



Päivitetty
04/2004

Käyrästä nro 16, elementtiseinä



20.1 Rakenteellinen suunnittelu

Kuormaluokka

Siporex-kattoelementit mitoitetaan yleensä yksiaukkoi- sena palkkina. Valmistaja on valmiiksi mitoitannut kat- toelementit tiettyihin kuormaluokkiin. Kuormaluokan lukuarvo ilmoittaa elementille sen oman painon lisäksi sallittavan tasaisen ominaiskuorman suuruuden kN/ m²:nä. Tämä hyötykuorma, jolla tässä yhteydessä tar- koitetaan elementtiin kohdistuvia kuormituksia sen omaa painoa lukuun ottamatta, on mitoituksessa ko- konaisuudessaan oletettu muuttuvaksi ja pitkäaikaiseksi kuormitukseksi. Lisäksi elementit on mitoitettu siten, että ne voidaan nostaa yhdestä nostokohdasta elemen- tin puolivälistä.

Hallirakennusten kattojen ementtipaksuudet voivat olla 250, 300 tai 375 mm, riippuen valittavista lämpö- teknisistä ratkaisuista sekä rakennustyyppistä (lämmin vai puolilämmin). Paksuudet 300 ja 375 mm mahdol- listavat myös täydellä 60M jännevälillä ylimääräisten kuormien kannatuksen esimerkiksi aukkojen ”vekslauk- sissa”.

Konttoritilojen väli- ja alapohjissa sekä vastaavissa rakenteissa käytetään yleensä kattoelementtejä, joiden paksuus on 250 mm ja kuormaluokka 3.2. Lisäksi laa- tastoissa joudutaan melko usein käyttämään myös kuormaluokkaa 4.0 olevia elementtejä. Tämä tulee ky- seeseen esimerkiksi leveiden aukkojen pielissä, pak- suhkoa pintavalua käytettäessä tai elementtien suun- taisen väliseinän alla.

Piste- ym. erikoiskuormat

Kattoelementit on raudoitettu siten (kts. kuva E32), et- tei 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 saata- via maksimiarvoja (poikkeuksena lovettavat elementit).

Negatiiviset momentit

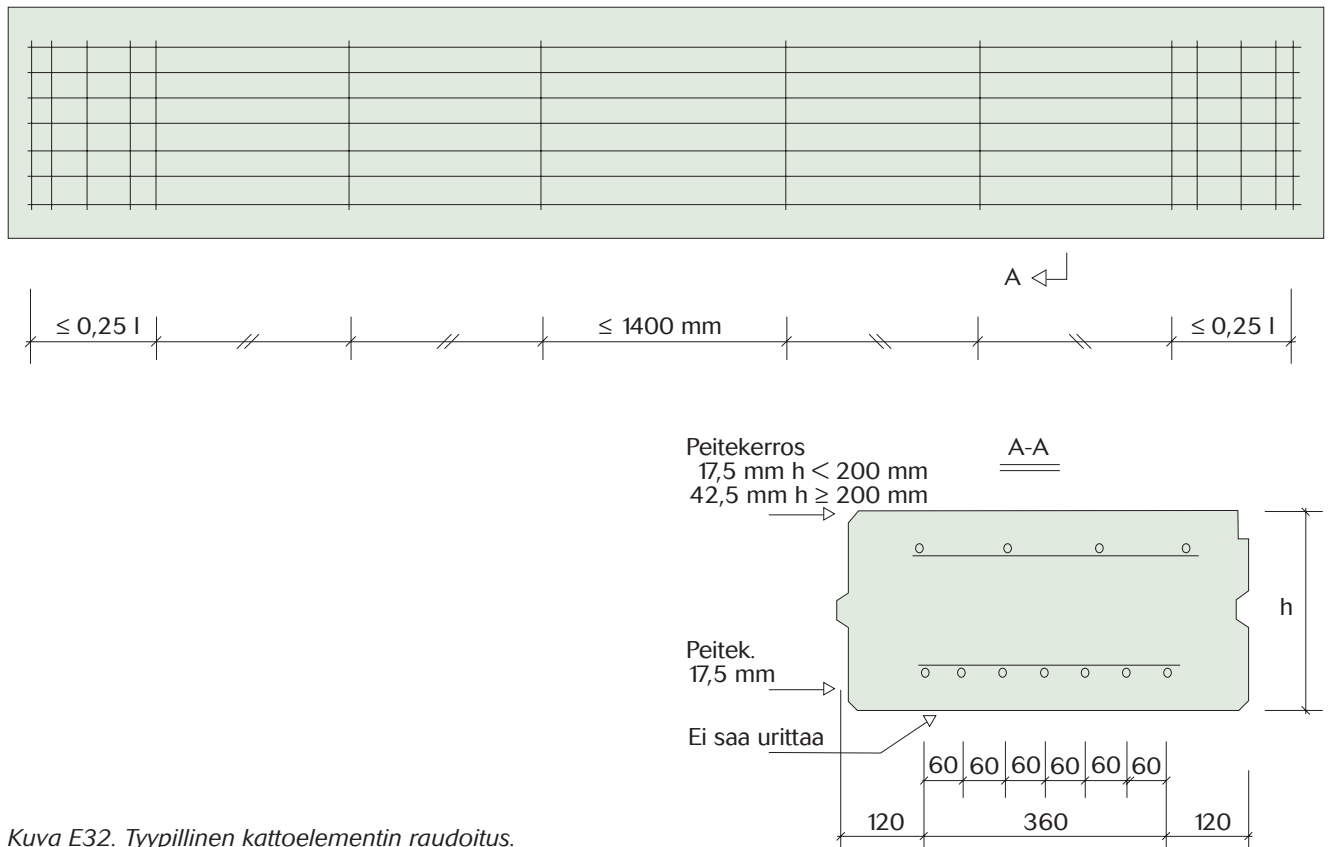
Kattoelementit kestävät pienehköjä negatiivisia mo- mentteja. Tasaisesti kuormitettu normaaliementti voi- daan ilman erillistä tarkastelua asettaa osittain ulok- keelliseksi siten, että ulokkeen vapaa pituus laskettu- na tuen ulkoreunasta on 2x elementin paksuus.

Taipumat

Kattoelementit on mitoitettu siten, että taipuma on oman painon ja muiden ominaiskuormien aiheuttamil- la pitkäaikaisilla kuormituksilla pienempi kuin L/200. Normaalitytapauksessa taipuma on yleensä paljon pie- nempi, kts. kuva E33.

Tukipintojen mitat

Kattoelementtien pienin tukipinnan pituus asennettu- na on normaalisti 90 mm. Erikoistapauksissa, kun ele- mentti on tasaisesti tuettuna koko leveydeltään ja tuki- pinta on sileä ja suora (esim. teräspinta), voidaan salla 65 mm:n pituus. Tukipinnan mittaa suunniteltaessa on otettava huomioon siporex-elementtien ja kantavan ra-



Kuva E32. Tyypillinen kattoelementin raudoitus.

kenteen valmistuksen ja asennuksen mittapoikkeamat sekä muut vaikuttavat seikat, kuten mm. kantavan rakenteen kuormituskestävyys.

Katkaisu

Elementtejä ei saa katkaista, koska niissä on vetorauoituksen päihin hitsattu poikittaiset ankkuritangot. Samoin elementtien päiden viistäminen on kiellettyä tarkoitusta varten valmistettuja erikoiselementtejä lukuun ottamatta.

Pitkittäissauman lujuus

Kattoelementtien pituussuuntaisten saumojen juotosurat ja pontit tehdään aina tehtaalla. Niiden mitat on esitetty kuvassa E34. 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 15 mukaan, ei murto-rajatilan laskentakuormista laskettu sauman leikkausvoima saa ylittää arvoa 5,7 kN/m, kun siporexin kuivatiheys on 450 kg/m³, eikä arvoa 7,5 kN/m, kun siporexin kuivatiheys on 500 kg/m³.
- B. Sauman pituussuuntaisen leikkausvoiman tulee täyttää seuraava ehto:
- Jos saumassa on umpeen juotettu 15x40 mm juotosura, ei murto-rajatilan laskentakuormista laskettu sauman pituussuuntainen leikkausvoima saa ylittää arvoa 10 kN/m (halkeilematon sauma) tai arvoa 3,6 kN/m (halkeillut sauma).

Keskitettyjen kuormien jakaminen

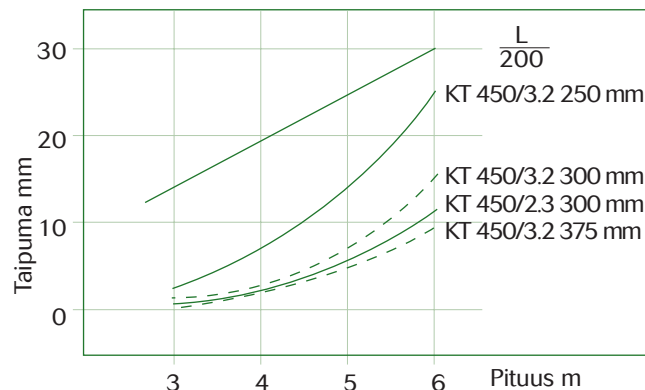
Keskitetty kuorma voidaan jakaa useammalle kuormitetun elementin viereiselle elementille, jos elementtien pituuden suhde leveyteen on vähintään 5. Kun keskitetty kuorma jaetaan vain toisella puolen olevan viereisen elementin kanssa, otaksutaan tasaisen keskitetyn kuorman p (kN/m²) saumassa aiheuttamaksi leikkausvoimaksi $0,9 \times p \times b$ (kN/m), missä b on elementin leveys. Pistekuorman P (kN) aiheuttamaksi sauman leikkausvoimaksi otaksutaan $0,5 \times P/b$ (kN/m). Maksimileikkausvoima saumassa lasketaan epäedullisimmasta kuormitusyhdistelmästä. Kun keskitetty kuorma jaetaan molemmilla puolilla olevien viereisten elementtien kanssa, saadaan edellä esitetyt sauman maksimileikkausvoiman arvot jakaa kahdella.

Saumojen toiminnan edellytykset

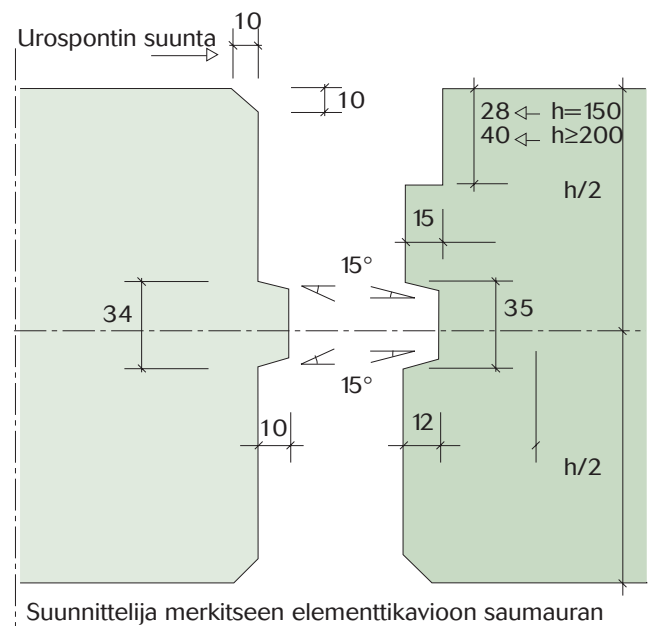
Kun pitkittäissaumojen kautta siirretään voimia, on elementtien yhdessäpysyvyys varmistettava esim. pus-kusaumoihin tai elementtien pintaan sijoitetuilla ren-gasteräksillä, joita tarvitaan myös vetoteräksinä, kun laataston levyvaikutusta käytetään hyväksi.

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 päis-tään tuettuina ilman valmistajan antamia ohjeita.



Kuva E33. KT-elementtien taipumat.



Suunnittelija merkitsees elementtikavioon saumauran suunnan.

Kuva E34. Juotosuralla ja pontilla varustetun kattoelementin saumarakenne

- Kun siporex-laataston levyvaikutusta käytetään rakennusta jäykistettäessä hyväksi.
- Kun kattoelementtien tukipinnan pituus on alle 90 mm.

20.2 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 20.3 ja 20.4 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.

20.3 Urat, reiät ja lovet vakioelementeissä

Paksuutta 250, 300 tai 375 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/m²:stä kuormaluokkaan 2.3 kN/m². Muita elementtejä saa urittaa valmistajan suunnittelijan luvalla.

Vakioelementtien rei'itys- ja loveusmahdollisuudet rakennuspaikalla on esitetty kuvassa E35.

Elementtien kantokyky asettaa määrätyissä tapauksissa lisärajoituksia reikien teolle, kts. kuva E36, 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 molemminpuolinen 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.

20.4 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 E37.

XK- ja XS-elementtien kantokyky asettaa rajoituksia reikien teolle, kts. kuva E38, 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 E3.

Elementtien tiheys

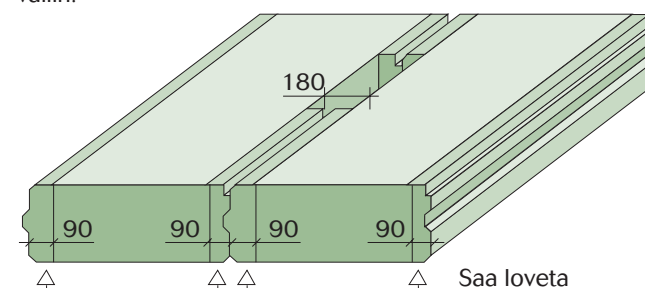
Erikoiselementit XK ja XS valmistetaan aina kuivatiheydeltään 500 kg/m³ olevasta massasta.

Taulukko E3

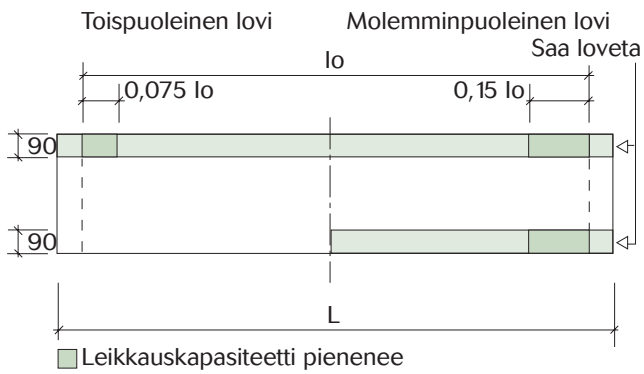
Tehtaalla työstettyjen lovien ja reikien mitta- ja sijaintitarkkuudet

Lovien ja reikien koko	Tarkkuus
< 400 mm	± 15 mm
> 400 mm	± 20 mm
Sijainti	
pituuksuunta	± 20 mm
leveysuunta	± 20 mm

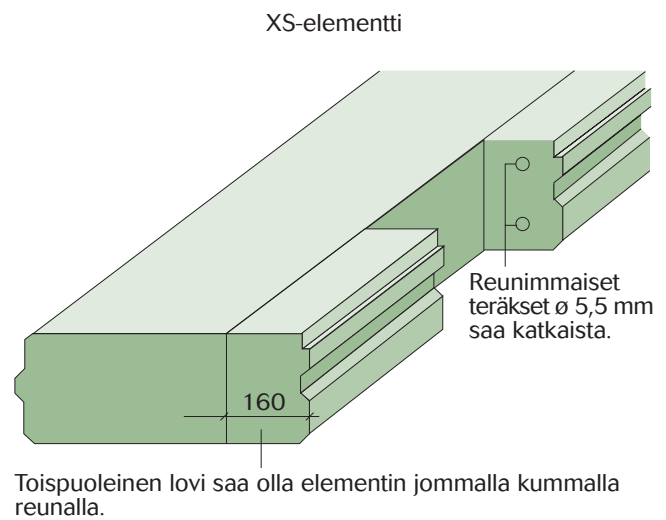
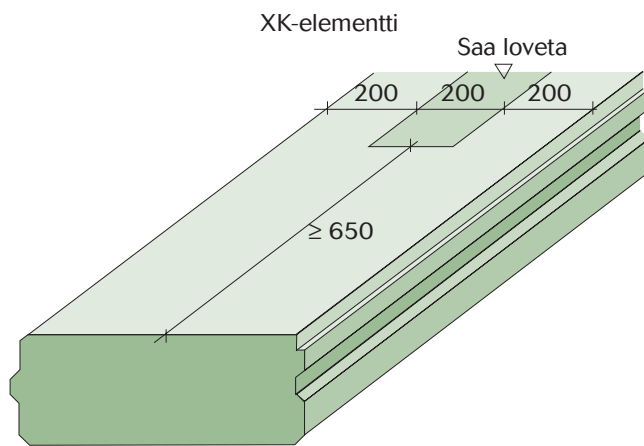
Yksittäisiä, ø 40 mm reikiä voidaan tehdä myös raudoituksen väliin.



Kuva E35. Vakioelementtien rei'itys ja loveusmahdollisuudet

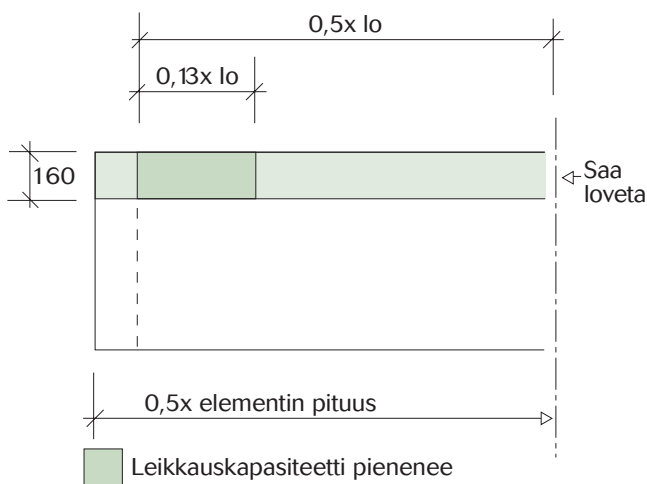


Kuva E36. Leikkauskapasiteetin tarkistustarve vakioelementeissä



Toispuoleinen lovi saa olla elementin jommalla kummalla reunalla.

Kuva E37. XK- ja XS-elementtien rei'itys- ja loveusmahdollisuudet.



Kuva E38. XS-elementin leikkauskapasiteetti.

20.5 Suuret kattoaukot

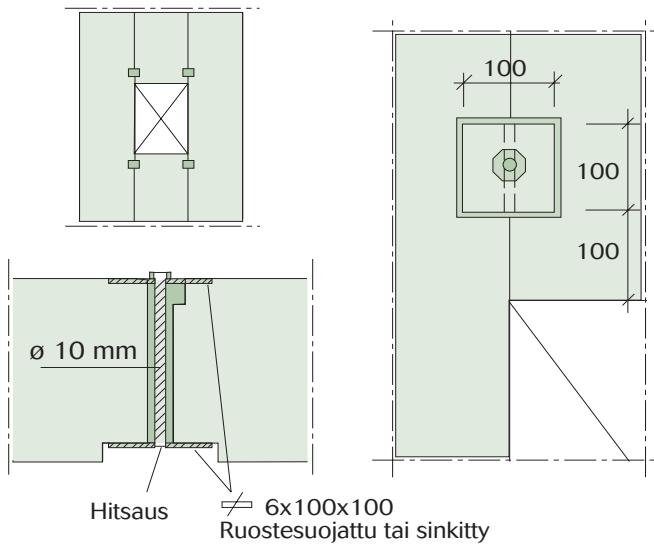
Ala-, väli-, ja yläpohjarakenteisiin voidaan tehdä suurehkoja aukkoja (1-2 elementin levyisiä) käyttämällä lyhyitä elementtejä, jotka ripustetaan viereisten elementtien varaan. Aukkojen piellelementtejä mitoitettaessa on otettava huomioon se, että niitä kuormittavat myös ripustettavat elementit. Ripustusterästyyppejä 250 ja 300 mm paksuihin laatastoihin on esitetty kuvassa E39. Tyyppiä RH ja RU käytetään yhden elementin levyisten aukkojen ripustusteräksinä ja tyyppiä RL ja U kahden elementin levyisten aukkojen ripustusteräksinä. Ripustusteräksille sallittavat maksimikuormat on esitetty taulukossa E4.

20.6 Saumaraudoitus

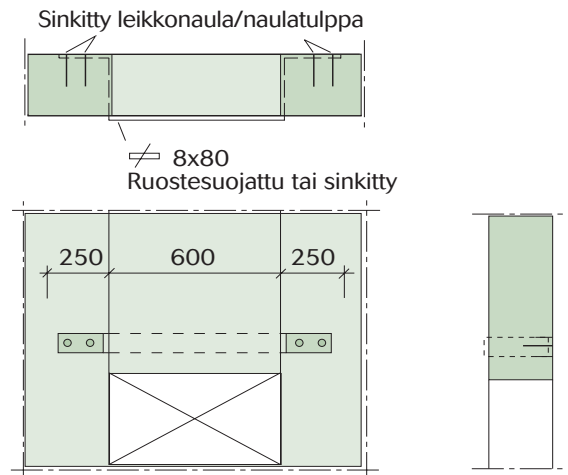
Saumaraudoitusta käytetään siirtämään puskusaumaan kohdistuvat vaakasuorat vetovoimat kentästä toiseen. Samoin se toimii katastrofiraudoituksena esim. jatkuvan sortuman estämiseksi.

Kuvassa E40 on esitetty saumaraudoituksen periaate. Yhdelle saumateräkselle voidaan sallia taulukossa E5 esitettyjä kuormia. Erikoistapauksissa voidaan teräs sijoittaa myös elementtien yläpintaan jyrskyyn uraan.

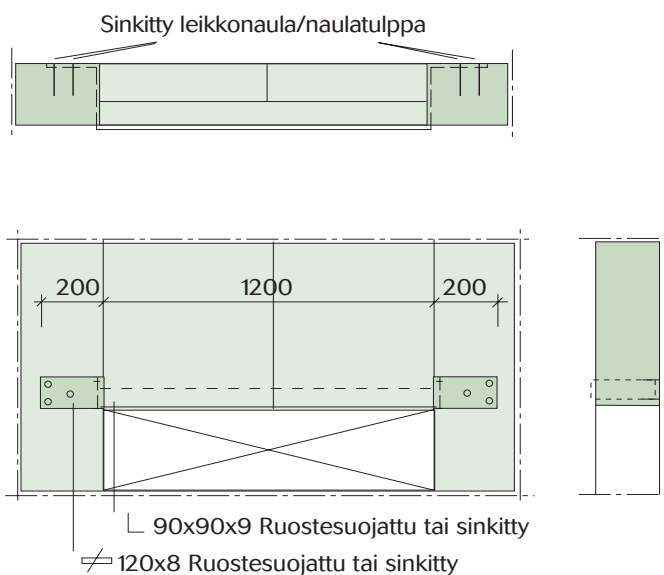
Tyyppi RH



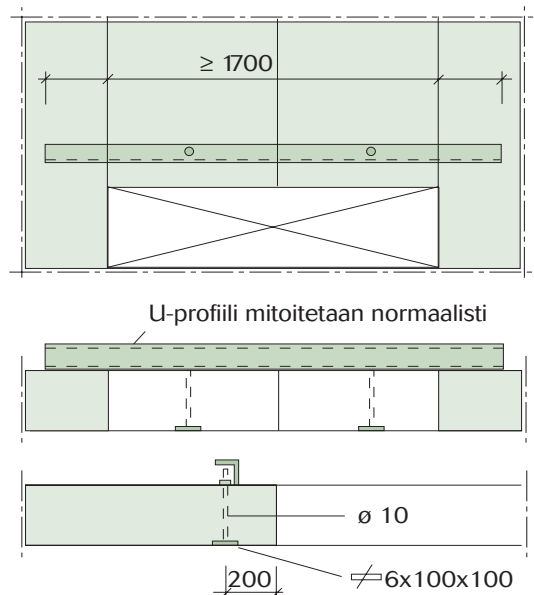
Tyyppi RU



Tyyppi RL



Tyyppi U



Kuva E39. Ripustusterästyyppejä.

20.7 Rengasteräkset

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

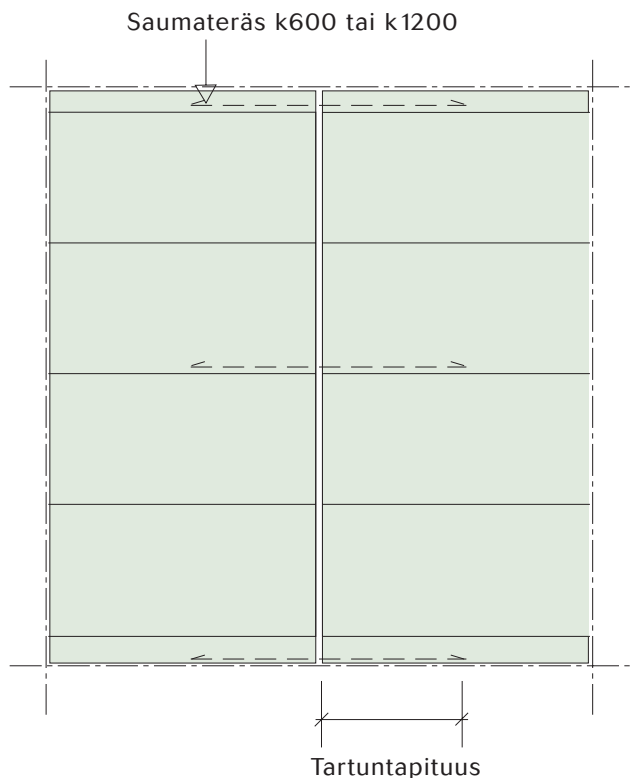
20.8 Sovituslevydet

Ihannetapauksissa koko laatasto voidaan toteuttaa 600 mm:n levyisiä vakioelementtejä käyttäen. Suositeltava sovitusleveys on 300 mm, mutta tarvittaessa valmiste-

taan 300-600 mm levyisiä sovite-elementtejä 10 mm:n tasavälein. Alle 300 mm leveitä elementtejä ei valmisteta. Tällaisen sovitemitan tarve voidaan hoitaa kahden sovitus-elementin avulla.

Sovituselementtien 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.



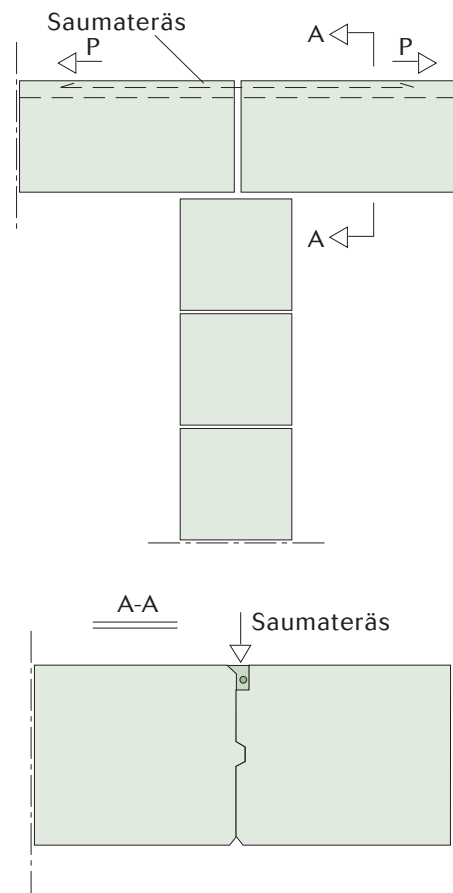
Kuva E40. Laataston saumateräkset.

Taulukko E4
Ripustusteräksille sallittavat maksimikuormat

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

¹⁾ yhden ripustusteräskappaleen

²⁾ tilattavissa tehtaalta



Taulukko E5
Saumateräkset

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

T = A500H, K = B500K

20.10 Hallirakennusten kattoholvit

Tukipintojen mittaa harkittaessa on syytä ottaa huomioon myös esim. pitkien jännepalkkien sivuttaiskäyrysten vaikutus sekä palkkien viisteet.

Mittapoikkeamat

Siporex-elementtien mittatarkkuudesta huolimatta on laajoissa elementtikentissä huolehdittava leveyssuunnasta mittajaosta.

Leveyssuuntaisten mittapoikkeamien tasaamista varten voidaan suunnitelmissa osoittaa kohta, johon mahdolliset poikkeamat keskitetään. Sellaisina linjoina voidaan käyttää esim. katon harjakohtia, liikuntasauvalinjoja jne. Vaihtoehtoisesti runkoon etukäteen mitatun ja merkityn elementtijaon noudattaminen antaa yleensä riittävän tarkan asennustuloksen.

20.11 Ripustuksia kannattavien elementtien maksimikapasiteetit

Varsinkin lyhyillä jänneväleillä voidaan esim. aukkokuormia kannattavat reunaelementit raudoittaa myös järeämmin kuin mitä suurin normaali kantavuusluokka 4.0 kN/m² edellyttää. Täten saavutettavat maksimikantavuudet on esitetty taulukossa E6. Elementit valmistetaan aina tilauksen mukaan, joten niiden toimitusaika on yleensä pitempi kuin varastotuotteiden.



Teräsrunkoinen vaakaelementtihalli.

Taulukko E6

Siporex-kattoelementtien kuormitusmahdollisuus maksimiraudoituksella.

Kuormaluokat kN/m² laskettu samalla mitoitusperiaatteella kuin normaalit elementit.

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