

Tämän suunnitteluohjeen on laatinut TkL Jarmo Leskelä A-Insinöörit Suunnittelu Oy:stä yhteistyössä Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy:n kanssa. Suunnitteluohje on osa VTT Expert Services Oy:n sertifikaattia VTT-C-11904-17 ja laadunvalvontasopimusta.

## 1. JOHDANTO

Kipsilevyillä jäykistettyjen puurunkoisten yläpohja-, välipohja- ja seinärakenteiden nykyiset suunnitteluohjeet ovat yksipuoliset ja vaikeaselkoiset. Ne eivät huomioi erilaisten kiinnikekaavioiden merkittävää vaikutusta jäykistysrakenteiden kuormituskestävyyteen ja vaakasuuntaiseen siirtymään, eivätkä myöskään anna ohjeita jäykistysrakenteiden vaakasuuntaisen siirtymän määrittämiseksi. Nämä johtavat jäykistysrakenteiden epätarkkaan suunnitteluun ja vaikeuttavat niiden optimointia.

Tässä julkaisussa esitetään lineaariseen kimmoteoriaan perustuva monipuolinen, helppokäyttöinen ja tarkka suunnitteluohje Gyproc-kipsilevyillä jäykistetyille puurunkoisille yläpohja-, välipohja- ja seinärakenteille. Ohjeessa:

- havainnollistetaan kuormien jakaantuminen suorakaiteen muotoisissa 1-3-kerroksisissa rakennuksissa (hallit, pientalot, kerrostalot), sekä näiden jäykistävässä levykentissä
- esitetään yläpohja-, välipohja- ja seinärakenteiden suunnitteluohjeet, joissa huomioidaan erilaisten ruuvauskaavioiden vaikutus jäykistysrakenteiden kuormituskestävyyteen ja vaakasuuntaiseen siirtymään
- taulukoidaan kiinnikekaavion huomioon ottavat kertoimet tyypillisimmille levykokoille ja ruuviväleille
- taulukoidaan Gyproc-kipsilevyjen paksuudet ja liukumoduulit, sekä levyjen ja runkopuiden välisten kiinnikeliitosten laskentaleikkauskestävyydet ja siirtymäkertoimet tyypillisimmissä käyttöluokissa, jotka on esitetty sertifikaatissa VTT-C-11904-17

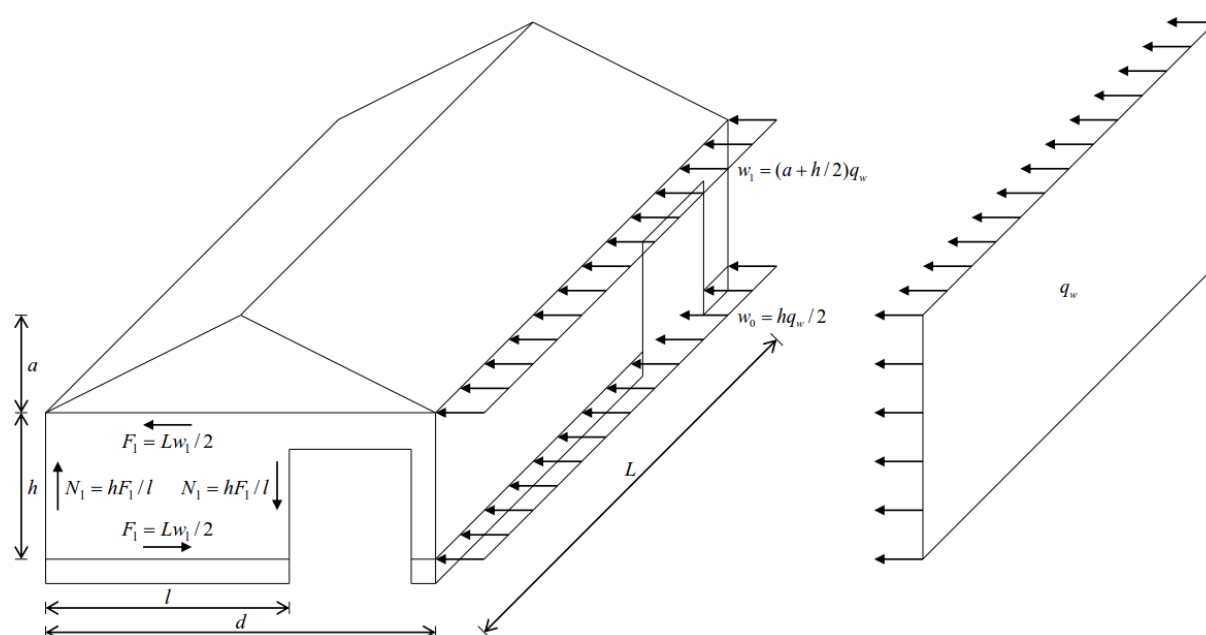
Ohje perustuu seuraaviin oletuksisiin:

- levyt toimivat lineaarisen kimmoisesti leikkausrasituksessa
- runkopuut ovat jäykkiä ja kiinnitetty nivelellisesti toisiinsa

- levyjen ja runkopuiden väliset kiinnikeliitokset toimivat lineaarisen kimmoisesti leikkausrasituksessa
- kiinnikevälit ovat vakiot levyjen reuna- ja keskialueilla
- kiinnike reunaetäisyydet ovat riittävät siten, ettei levyjen reunamurtumia esiinny
- jäykistävät rakenteet on ankkuroitu huolellisesti toisiinsa ja perustuksiin siten, ettei hallitsemattomia muodonmuutoksia esiinny

## 2. VAAKAKUORMIEN JAKAANTUMINEN

### 2.1 Puurunkoiset hallit



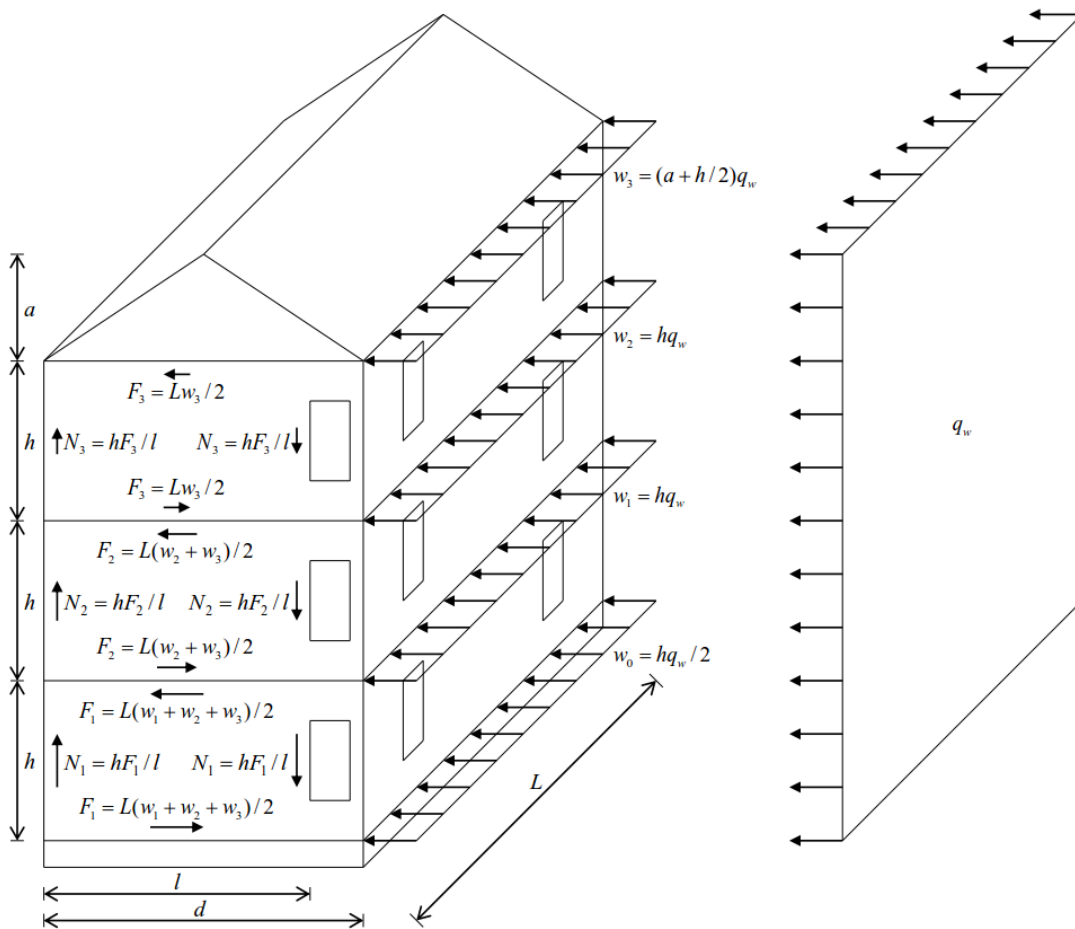
Kuva 1: Kuormien jakaantuminen puurunkoisissa halleissa

Vaakasuuntainen tuulikuorma  $q$  jakaantuu kuormina  $w$  jäykistävälle yläpohjalle ja perustuksille. Yläpohjan pituudelle kohdistuva kuorma  $w$  jakaantuu kuormina  $F$  alapuolisille tuulen suuntaisille jäykistäville seinille ja niiltä edelleen perustuksille.

Vaakakuormat siirretään jäykistävältä rakenteelta toiselle ankkuroinnin välityksellä. Jäykistävien seinien yläreunoihin kohdistuvista kuormista  $F$  aiheutuu seinien alareunoihin vaakasuuntaiset ankkurointivoimat  $F$ , sekä seinien sivureunoihin pystysuuntaiset ankkurointivoimat  $N$ . Jäykistävät seinät tulee ankkuroida vaakasuuntaisia voimia vastaan yläohjauspuistaan yläpohjaan ja alaohjauspuistaan perustuksiin. Ei-kantavat jäykistävät seinät tulee lisäksi ankkuroida pystysuuntaisia voimia vastaan reunimmaisista runkotolpistaan niitä kohtisuorassa suunnassa oleviin kantaviin seiiniin tai perustuksiin.

Tuulikuormat määritetään Suomessa standardin SFS-EN 1991-1-4 ja sen kansallisen liitteen mukaisesti soveltaen ohjetta RIL 201-1.

## 2.2 Puurunkoiset pientalot ja kerrostalot



Kuva 2: Kuormien jakaantuminen puurunkoisissa pientaloissa ja kerrostaloissa

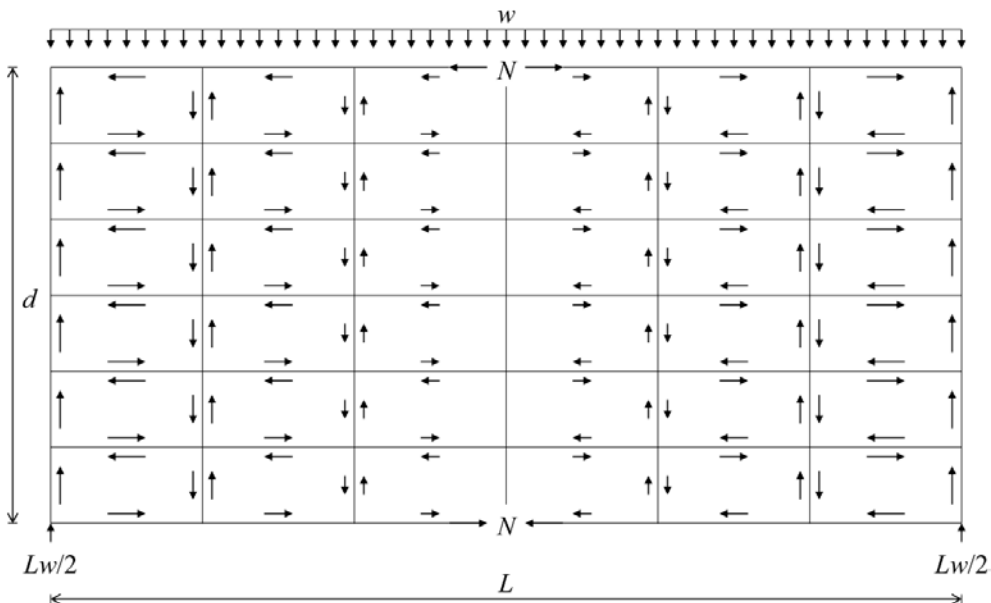
Vaakasuuntainen tuulikuorma  $q$  jakaantuu kuormina  $w$  jäykistävälle ylä-, väli- ja alapohjille. Yläpohjan pituudelle kohdistuva kuorma  $w$  jakaantuu kuormina  $F$  alapuolisille tuulen suuntaisille jäykistävälle seinille ja niiltä edelleen alapuoliselle välipohjalle. Välipohjan pituudelle kohdistuva kuorma  $w$  jakaantuu kuormina  $F$  alapuolisille tuulen suuntaisille jäykistävälle seinille ja niiltä edelleen alapuoliselle alapohjalle ja perustuksille.

Vaakakuormat siirretään jäykistävältä rakenteelta toiselle ankkuroinnin välityksellä. Jäykistävien seinien yläreunoihin kohdistuvista kuormista  $F$  aiheutuu seinien alareunoihin vaakasuuntaiset ankkurointivoimat  $F$ , sekä seinien sivureunoihin pystysuuntaiset ankkurointivoimat  $N$ . Jäykistävät seinät tulee ankkuroida vaakasuuntaisia voimia vastaan yläohjauspuistaan yläpuoliseen ylä- tai välipohjaan, sekä alaohjauspuistaan alapuoliseen alapohjaan tai perustuksiin. Ei-kantavat jäykistävät seinät tulee lisäksi ankkuroida pystysuuntaisia voimia vastaan reunimmaisista runkotolpistaan niitä kohtisuorassa suunnassa oleviin kantaviin seiniin, alapuolisiin jäykistäviin seiniin tai perustuksiin.

Jäykistävien väliseinien voimajakaumat mitoitetaan seinien jäykkyyksien suhteessa huomioiden yläpohjan/välipohjan siirtymät sekä kiertymät. RIL 144 mukainen laskentatapa voi noudattaa leikkauskeskiön laskennassa ja siirtymät sekä kiertymät sekä niistä aiheutuvat seinille tulevat siirtymät ja kuormitukset. Vaakavoimat voidaan jakaa alapuolisille seinille myös.

Tuulikuormat määritetään Suomessa standardin SFS-EN 1991-1-4 ja sen kansallisen liitteen mukaisesti soveltaen ohjetta RIL 201-1.

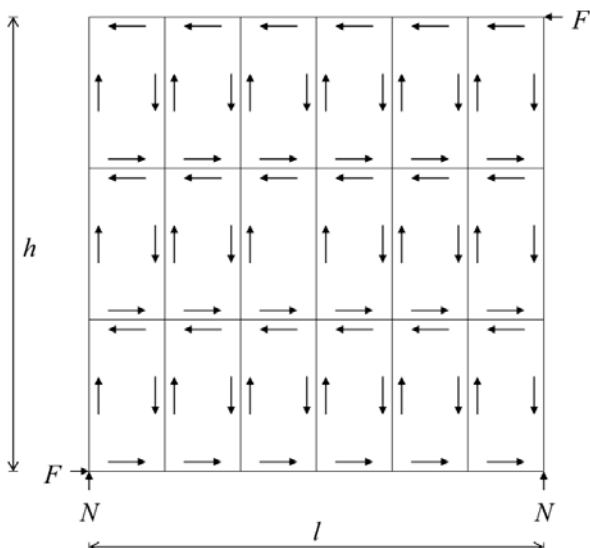
### 2.3 Jäykistävät ylä- ja välipohjat



Kuva 3: Kuormien jakaantuminen jäykistävissä ylä- ja välipohjissa

Levyillä jäykistetty ylä- ja välipohja toimii tasossaan kuten korkea levyumainen palkki, jonka pituudelle kohdistuu kuorma  $w$ . Kuormasta aiheutuvat leikkausvoimat otetaan vastaan levytyksellä, ja normaalivoimat reunimmaisilla koolauspuilla tai rengaspalkeilla.

### 2.4 Jäykistävät seinät

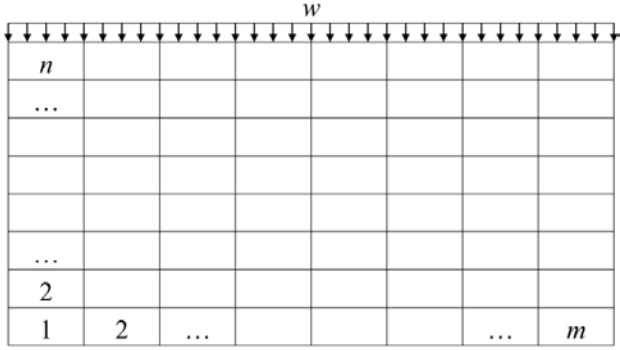
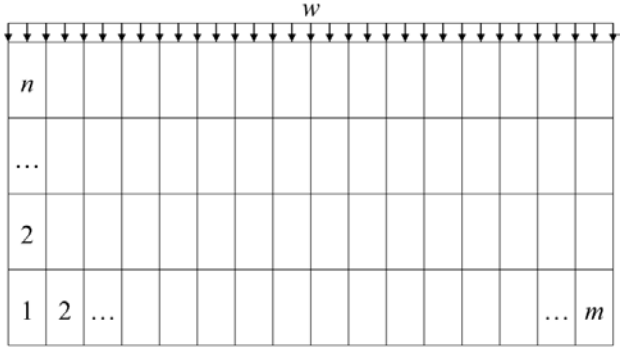


Kuva 4: Kuormien jakaantuminen jäykistävissä seinissä

Levyillä jäykistetty seinä toimii tasossaan kuten korkea levyumainen ulokepalkki, jonka yläreunaan kohdistuu kuorma  $F$ . Kuormasta aiheutuvat leikkausvoimat otetaan vastaan levytyksellä, ja normaalivoimat reunimmaisilla runkotolpilla.

### 3. SUUNNITTELUYHTÄLÖT

#### 3.1 Jäykistävät ylä- ja välipohjat

<p>Levyt kuorman kohtisuorassa suunnassa</p> 	<p>Levyt kuorman suunnassa</p> 
<p>Kuormituskestävyys</p> $R_d = \frac{2nR_{vd}}{\gamma HL}$	<p>Kuormituskestävyys</p> $R_d = \frac{2nR_{vd}}{\gamma BL}$
<p>Keskikohdan vaakasuuntainen siirtymä</p> $u = \left( \frac{\beta H^2}{K} + \frac{H}{BtG} \right) \frac{mLw_k}{8n}$	<p>Keskikohdan vaakasuuntainen siirtymä</p> $u = \left( \frac{\beta B^2}{K} + \frac{B}{HtG} \right) \frac{mLw_k}{8n}$
<p>Reunimmaisen veto- ja puristussauvan suurin normaalivoima</p> $N_d = \frac{L^2 w_d}{8d}$	

missä

$L$  on ylä- tai välipohjan pituus [mm]

$d$  on ylä- tai välipohjan leveys [mm]

$H$  on levyn korkeus [mm]

$B$  on levyn leveys [mm]

$t$  on levyn paksuus [mm] (ks. luku 5)

$G$  on levyn liukumoduuli [ $N/mm^2$ ] (ks. luku 5)

$n$  on levyjen lukumäärä kuorman suunnassa [-]

$m$  on levyjen lukumäärä kuorman kohtisuorassa suunnassa [-]

$\gamma$  on ruuvauskaavion huomioon ottava kerroin [ $-/mm$ ] (ks. luku 4)

$\beta$  on ruuvauskaavion huomioon ottava kerroin [ $-/mm^2$ ] (ks. luku 4)

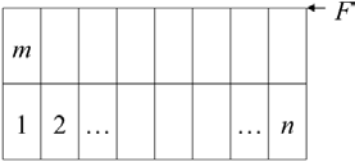
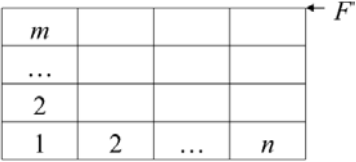
$R_{vd}$  on levyn ja runkopuun välisen kiinnikeliitoksen laskentaleikkauskestävyys [N] (ks. luku 5)

$K$  on levyn ja runkopuun välisen kiinnikeliitoksen siirtymäkerroin [ $N/mm$ ] (ks. luku 5)

$w_d$  on ylä- tai välipohjan pituudelle kohdistuva laskentakuorma [ $N/mm$ ]

$w_k$  on ylä- tai välipohjan pituudelle kohdistuva ominaiskuorma [ $N/mm$ ]

### 3.2 Jäykistävät seinät

<p>Levyt kuorman kohtisuorassa suunnassa</p> 	<p>Levyt kuorman suunnassa</p> 
<p>Kuormituskestävyys</p> $R_d = \frac{nR_{vd}}{\gamma H}$	<p>Kuormituskestävyys</p> $R_d = \frac{nR_{vd}}{\gamma B}$
<p>Yläreunan vaakasuuntainen siirtymä</p> $u = \left( \frac{\beta H^2}{K} + \frac{H}{BtG} \right) \frac{mF_k}{n}$	<p>Yläreunan vaakasuuntainen siirtymä</p> $u = \left( \frac{\beta B^2}{K} + \frac{B}{HtG} \right) \frac{mF_k}{n}$
<p>Reunimmaisen runkotolpan ankkurointivoima</p> $N_d = \frac{mHF_d}{nB}$	<p>Reunimmaisen runkotolpan ankkurointivoima</p> $N_d = \frac{mBF_d}{nH}$

missä

$H$  on levyn korkeus [mm]

$B$  on levyn leveys [mm]

$t$  on levyn paksuus [mm] (ks. luku 5)

$G$  on levyn liukumoduuli [ $N/mm^2$ ] (ks. luku 5)

$n$  on levyjen lukumäärä kuorman suunnassa [-]

$m$  on levyjen lukumäärä kuorman kohtisuorassa suunnassa [-]

$\gamma$  on ruuvauskaavion huomioon ottava kerroin [-/mm] (ks. luku 4)

$\beta$  on ruuvauskaavion huomioon ottava kerroin [-/mm<sup>2</sup>] (ks. luku 4)

$R_{vd}$  on levyn ja runkopuun välisen kiinnikeliitoksen laskentaleikkauskestävyys [N] (ks. luku 5)

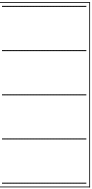
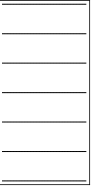
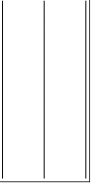
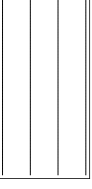
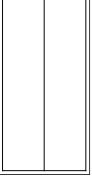
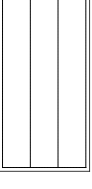
$K$  on levyn ja runkopuun välisen kiinnikeliitoksen siirtymäkerroin [N/mm] (ks. luku 5)

$F_d$  on seinän yläreunaan kohdistuva laskentakuorma [N]

$F_k$  on seinän yläreunaan kohdistuva ominaiskuorma [N]

#### 4. RUUVAUSKAAVIOT

Seuraavaan on taulukoitu kiinnikekaavion huomioon ottavat kertoimet  $\gamma$  ja  $\beta$  tyypillisimmille levy koille ja ruuviväleille.

Ruuvaus- kaavio	Levykoko	1200mm*2400mm		1200mm*2700mm		1200mm*3000mm	
		Ruuviväli	Kerroin $\gamma$ [*10 <sup>-5</sup> /mm]	Kerroin $\beta$ [*10 <sup>-8</sup> /mm <sup>2</sup> ]	Kerroin $\gamma$ [*10 <sup>-5</sup> /mm]	Kerroin $\beta$ [*10 <sup>-8</sup> /mm <sup>2</sup> ]	Kerroin $\gamma$ [*10 <sup>-5</sup> /mm]
1) 	100mm	7,07	13,1	6,98	12,7	6,91	12,4
	150mm	9,63	17,9	9,48	17,3	9,37	16,8
	200mm	11,7	21,8	11,5	21,0	11,4	20,4
2) 	100mm	5,14	9,57	5,05	9,21	4,99	8,95
	150mm	7,01	13,1	6,88	12,5	6,78	12,2
	200mm	8,56	15,9	8,37	15,3	8,24	14,8
3) 	100mm	4,54	8,12	3,86	6,78	3,36	5,82
	150mm	6,56	11,8	5,62	9,91	4,91	8,54
	200mm	8,44	15,3	7,27	12,9	6,38	11,1
4) 	100mm	3,78	6,92	3,25	5,83	2,85	5,04
	150mm	5,49	10,1	4,74	8,53	4,18	7,40
	200mm	7,09	13,0	6,16	11,1	5,44	9,65
5) 	100mm	3,46	6,43	3,06	5,57	2,75	4,92
	150mm	5,19	9,64	4,60	8,35	4,13	7,37
	200mm	6,91	12,8	6,13	11,1	5,50	9,82
6) 	100mm	3,13	5,82	2,77	5,04	2,48	4,44
	150mm	4,71	8,76	4,16	7,57	3,73	6,67
	200mm	6,30	11,7	5,56	10,1	4,98	8,91

Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää RIL 205-1-2009 gamma ja beeta kertoimia, jotka on esitetty kuvassa 9.13S. Täysillä levyillä voi käyttää laskennassa kiinnitystapaa 2 (RIL 205-2009 s 153) kun myös välitolppaan on liittimet asennusohjeen minimisääntöjen mukaisesti.

Muissa tapauksissa kertoimet  $\gamma$  ja  $\beta$  voidaan laskea seuraavasti:

$$\gamma = \sqrt{\left(\frac{x_{max}}{\sum_{i=1}^n x_i^2}\right)^2 + \left(\frac{y_{max}}{\sum_{i=1}^n y_i^2}\right)^2}$$

$$\beta = \frac{1}{\sum_{i=1}^n x_i^2} + \frac{1}{\sum_{i=1}^n y_i^2}$$

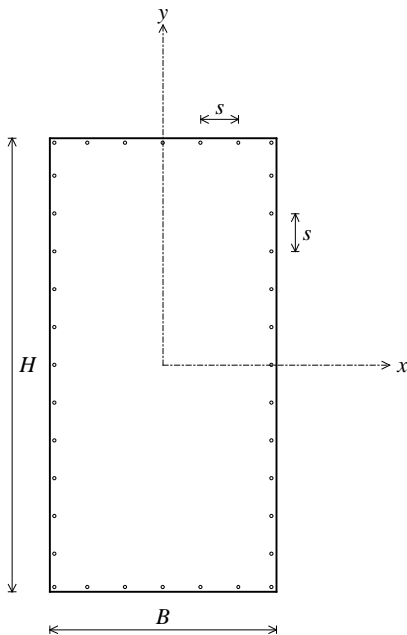
missä

$x_{max}$  on yksittäisen kiinnikkeen  $x$ -koordinaatti ( $B/2$ ) levyn nurkassa [mm]

$y_{max}$  on yksittäisen kiinnikkeen  $y$ -koordinaatti ( $H/2$ ) levyn nurkassa [mm]

$\sum_{i=1}^n x_i^2$  on  $n$  kpl kiinnikkeen  $x$ -koordinaattien neliöiden summa [mm<sup>2</sup>]

$\sum_{i=1}^n y_i^2$  on  $n$  kpl kiinnikkeen  $y$ -koordinaattien neliöiden summa [mm<sup>2</sup>]



Kuva 5: Jäykistävä rakenneyksikkö



## 5. LEVYJEN JA RUUVILIITOSTEN OMINAISUUDET

Sertifikaatissa VTT-C-11904-17 on esitetty kaikki ominaisarvot kipsilevytyypeittäin.

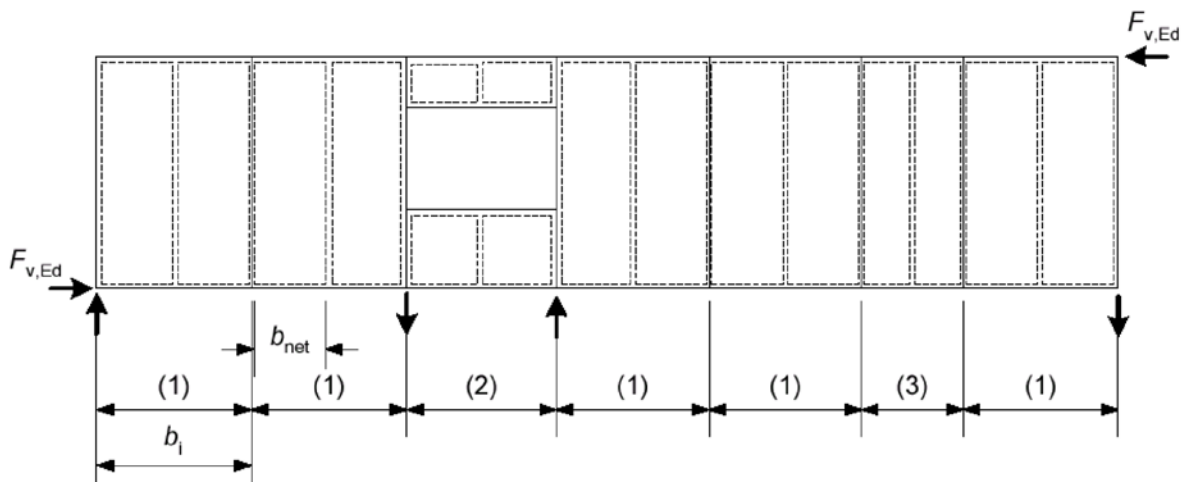
Laskentaleikkauskestävyyden arvon saamiseksi taulukon arvot jaetaan 1,3 materiaalin osavarmuuskertoimella. Tämä arvo soveltuu käytettäväksi Saint-Gobain kipsilevyjen ja puuliitoksen mitoittamiseen, kun ko. levyillä jäykistetään rakennetta. Puun lujuusluokka (EN 338) pitää olla vähintään C24 ja puuprofiilin leveyden 42 mm tai enemmän. Muulta osin käytetään RIL 205-1-2009 materiaalin jäykkyys- ja kestävyysominaisuuksien osavarmuuslukuja. Kuorman kesto ja kosteusvaikutuksen muunnoskertoimena käytetään RIL 205-1-2009 hetkellistä arvoa **Kmod** 1,1 arvoa käyttöluokissa 1 ja 2. Vastaavasti käyttöluokka 3 käytetään **Kmod** 0,9 arvoa. Pienin sallittu kiinnikeväli saa olla kartonkipintaisilla ja lasikuitumattovahvistetuilla kipsilevyillä **k 70 mm**. Kuituvahvistetuilla kipsilevyillä konenaulat saa olla k 60 mm ja muut kiinnittimet **k 80 mm** välein.

VTT Expert Services Oy:n tutkimukset ja lausunnot liittyvät liittimen siirtymäkertoimen määritykseen 48 mm paksuisella puutavaralla sekä liittimen laskentaleikkauskestävyyteen. Niissä tapauksissa, kun käytetään vastaavasti 42 mm puutavaraa, ovat seuraavat säännöt voimassa:

- pienennetään naulaliitosten siirtymäkertoimia kaikissa tapauksissa 25 %
- pienennetään ruuviliitosten siirtymäkertoimia kaikissa tapauksissa 50 %
- ei vaikuta hakasilla
- pienennetään naulaliitosten leikkauskapasiteetteja kaikissa tapauksissa 5 %
- ei vaikuta ruuviliitosten tai hakasten leikkauskapasiteetteihin

## 6. SEINÄLOHKOJEN JÄYKISTYKSIEN SÄÄNNÖT

Kuvan 6 mukaisilla ovi- tai ikkuna-aukoja sisältävillä seinälohkoilla voidaan siirtää ulkoisia voimia siten, että niillä voidaan kytkeä yhteen jäykistävät osaseinät. Leikatut levyt saa huomioida kuten täysimittaiset levyt mutta leikatun levyn leveys ja korkeus huomioiden RIL 205-2009 mukaisesti. Pystyvoimat voidaan siirtää viereisen seinälohkon levyille tai ylä- tai alapuoliselle rakenteelle. Kun vetovoima siirretään alapuoliselle rakenteelle, seinälohko ankkuroidaan jäykin liittimin. Seinätolppien nurjahduskestävyys tarkistetaan RIL 205-1-2009 mukaisesti. Jos tolppien päät tukeutuvat puurungon vaakasauvoihin, syitä vastaan kohtisuoraan niin puristuskestävyys tarkistetaan myös RIL 205-1-2009 mukaan.



Kuva 6

1. Normaalilevyinen seinälohko (jäykistävät seinälohkot)
2. Ikkunallinen seinälohko (ei huomioida jäykistävänä rakenneosana)
3. Kapea seinälohko (jäykistyskestävyyden saa laskea mukaan).

Seinälohkoille, joissa on levytys molemmilla puolilla runkoa, noudatetaan seuraavia sääntöjä:

- Jos levyt ja liittimet ovat tyypiltään ja mitoiltaan samanlaiset, niin seinän vaakaleikkausvoimakestävyys lasketaan molempien levytysten summana.
- Jos käytetään erityyppisiä levyjä, mutta siirtymäkertoimeltaan samanlaisia liittimiä, voidaan yleensä ottaa huomioon 75% heikomman puolen vaakaleikkausvoimakestävyydestä. Muissa tapauksissa vahvemman puolen vaakaleikkausvoimakestävyyteen saadaan lisätä enintään 50% heikomman puolen kestävyydestä.

Rakennuksen epäsymmetrisestä jäykkyydestä syntyvät kiertävät voimat otetaan huomioon. Suunnittelukohteissa tulee suunnittelijan esittää laskelmat asiasta. Epäkeskeisyydestä syntyviä vaakavoimia otetaan huomioon, kun tässä suunnitteluarvoja esitettäviä maksimikapasiteetteja käyttää hyväksi.

Levyt tulee kiinnittää kaikilta reunoiltaan lasketuin kiinnikevälein. Seinän välitolpissa suurin liitinväli on 2xliitinväli reunalla kuitenkin enintään 300mm. Seinissä levyn reunoilla suurin naulaväli on enintään 150 mm tai ruuviväli enintään 200 mm. Jäykistävässä väli/yläpohjassa suurin liitinväli on levyn reunoilla 150mm ja muualla 300mm.

### 6.1 GFL 15 ja GEK13-levyjen yhteiskapasiteetin hyödyntäminen

GLF 15-levy tulee asentaa aina päällimmäiseksi siten, että GEK- ja GFL-levyjen pystysaumot limitetään eri tolpile. GEK 13 kiinnitetään pystyreunoilta käyttäen sertifikaatissa VTT-C-11904-17 esitettyjä levyille soveltuvia kiinniketyyppejä samalla k/k-jaolla kuin on tarvittava GFL15-levyn kiinnitys testatuilla ruuvilla. Seinän päätytolpan osalta, missä GFL- ja GEK-levyjen pystysaumot tulevat samalle tolपालle ei GEK-levyä kiinnitetä erikseen. GEK-levyä ei kiinnitetä lyhyistä reunoistaan tai välitolppaan. Hyödynnettäessä levy-yhdistelmän kapasiteettia tulee GEK 13-levyn aina olla vähintään 600 mm leveä. Kun GFL 15-levy on leveydeltään < 1200 redusoidaan taulukoissa esitettyä kapasiteettia kuvan 6 mukaisesti.

### 6.2 Kipsilevyjen lommahdus

Murtorajatilassa tulee tarkistaa levyn lommahdus, liittimien leikkauslujuus ja seinän ankkurointi perustukseen, ja käyttörajatilassa seinän yläreunan siirtymät. Levyn lommahdusta ja seinän yläreunan siirtymää ei kuitenkaan tarvitse erikseen tarkistaa, jos mitoitus suoritetaan käyttäen tässä ohjeessa annettuja suunnitteluarvoja sekä asennusohjeita, ja seinän rankajako on  $k < 600$  mm.

### 6.3 Kipsilevyjen vaakasiirtyminen

RIL 205-1-2009 taulukko 7.2-FI mukainen rakennuksen vaakasiirtymän  $w_{net,fin}$  enimmäisarvo on  $H/300$ . RIL 205-1-2009 mukaan hallirakennuksissa vaakasiirtymää ei tarvitse tarkistaa. Rakenteiden muodonmuutokset lasketaan käyttörajatilan kuormilla. Tuulikuorman ollessa määräävä vaakakuorma, saadaan murtorajatilaa vastaavasta vaakakuormasta laskettua käyttörajatilan vaakakuorma jakamalla murtotilan kuorma 1,5:llä.

#### 6.4 Jäykistävien kipsilevyjen jatkaminen puurungossa

Kipsilevyjen päätysauman takana pitää olla tuki, joka siirtää jäykistävästä kipsilevystä kuormat runkotolpille. Tuen voi mitoittaa RIL 205-1-2009 mukaisesti, jos tukena on lauta yms. Tärkeää on tällöin oikein loveta runkotolppaan ko. tuote ja sekä ottaa huomioon eristeen leikkaus ko. kohdin tuotteen paksuuden verran pois. Tämän lisäksi kannattaa huomioida laudan jatkaminen runkotolpan kohdalla siten, että reunaetäisyyden ovat kiinnikkeillä vähintään samat kuin kipsilevyn kiinnityksessä suoraan runkotolppaan. Leikkaamattomasta pinnasta 10 mm ja leikatusta pinnasta 15 mm.

#### 7. LÄHTEET

Leskelä Jarmo: Linear elastic design method for timber framed ceiling, floor and wall diaphragms. Hel-sinki University of Technology. Licentiate's Thesis 2005.

Tutkimusselostus Nro VTT-S-05619-14. Liitosten leikkauskokeet Gyproc GN13 ja GEK13 kipsilevyillä käyttöluokan 1 olosuhteissa.

Tutkimusselostus Nro VTT-S-02056-15. Gyproc GFL15 kipsilevyn testaus tuulijäykistyskäyttöä varten käyttöluokan 1 olosuhteissa.

Tutkimusselostus Nro VTT-S-05480-15. Gyproc GH13 Habito kipsilevyn testaus tuulijäykistyskäyttöä varten käyttöluokan 1 olosuhteissa.

Tutkimusselostus Nro VTT-S-01578-16. Gyproc GN13, GEK13, GR13, GR13W ja GL15 kipsilevyjen liitosten leikkauskokeet käyttöluokan 1 olosuhteissa.

Research Report No. VTT-S-02208-16. Testing of panel shear properties of Gyproc GTS9, GN13, GEK 13, GH13 and GFL15 gypsum plasterboards.

Research Report No. VTT-S-03645-16. Testing of shear capacities of Gyproc GH13 and GEK13 gypsum plasterboards screw joints.

Tutkimusselostus Nro VTT-S-0018-16 Gyproc kipsilevyjen tuulijäykistyskokeiden tulosten analysointi

Research Report No. VTT-S-05370-15 Testing of shear capacity of Gyproc GH 13 habito gypsum plasterboard screw joints

Tutkimusselostus Nro VTT-S-09141-13 Gyproc GTS 9 ja GEK 13 kipsilevyjen leikkauskokeet 42 mm paksulla runkotolpalla

Tutkimusselostus Nro VTT-S-09140-13. Liitosten leikkauskokeet Gyproc GN13 ja GEK13 kipsilevyillä käyttöluokan 1 olosuhteissa.

Tutkimusselostus Nro VTT-S-04726-13. Gyproc GN13 ja GL 15 kipsilevyjen standardin EN 520 mukaiset leikkauskokeet

Lausunto NRO VTT-S-09206-13

Tutkimusselostus Nro VTT-S-01076-13. Gyproc GTS 9 tuulensuojalevyn leikkauskokeet 42 mm paksulla runkotolpalla käyttöluokan 2 olosuhteissa

Tutkimusselostus Nro VTT-S-06995-12. Päällekkäisten kipsilevyjen yhteistoiminnan testaus tuulijäykistystä varten

Tutkimusselostus Nro VTT-S-04494-12. Gyproc Rigidur H- rakennuslevyn testaus tuulijäykistyskäyttöä varten käyttöluokan 2 olosuhteissa

Tutkimusselostus Nro VTT-S-08128-11. Gyproc Rigidur H- ja Glasroc GHU rakennuslevyjen testaus tuulijäykistyskäyttöä varten sekä päällekkäisten kipsilevyjen yhteisleikkauksen kapasiteettikokeet

RIL 205-1-2009 Puurakenteiden suunnitteluohje