

KNAUF	Suunnitteluohje Knauf Oy:n kipsilevyjen levyjäykistykselle EUF129-20005465-C	Myönnetty: 26.10.2020 Voimassa: 25.10.2025	

**LEVYJÄYKISTYSRAKENTEIDEN SUUNNITTELUOHJE
KNAUF OY:N KIPSILEVYJEN LEVYJÄYKISTYKSELLE**

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	2
2 VAAKAKUORMIEN JAKAANTUMINEN	3
2.1 Puurunkoiset hallit	3
2.2 Puurunkoiset pientalot ja kerrostalot	4
2.3 Jäykistävät ylä- ja välipohjat	5
2.4 Jäykistävät seinät	5
3 SUUNNITTELUYHTÄLÖT	6
3.1 Jäykistävät ylä- ja välipohjat	6
3.2 Jäykistävät seinät	7
4 RUUVAUSKAAVIOT	8
5 LEVYJEN JA RUUVAUSLIITOSTEN OMINAISUUDET	10

LEVYJÄYKISTYSRAKENTEIDEN SUUNNITTELUOHJE KNAUF OY:N KIPSILEVYJEN LEVYJÄYKISTYKSELLE

Tämä suunnitteluohje perustuu TkL Jarmo Leskelän lisensiaattityöhön, jonka keskeiset havainnot on esitelty eurooppalaisessa puurakenteiden tiedemieskonferenssissa (CIB-W18). Lisensiaattityön suunnitteluohjeet pohjautuvat puurakenteiden eurooppalaisessa suunnitteluohje-käsikirjassa (STEP3) esitettyyn Bo Källsnerin teoriaan.

1 JOHDANTO

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

Tässä julkaisussa esitetään lineaariseen kimmoteoriaan perustuva suunnitteluohje Knauf-kipsilevyillä jäykistetyille puurunkoisille yläpohja-, välipohja- ja seinärakenteille. Ohjeessa:

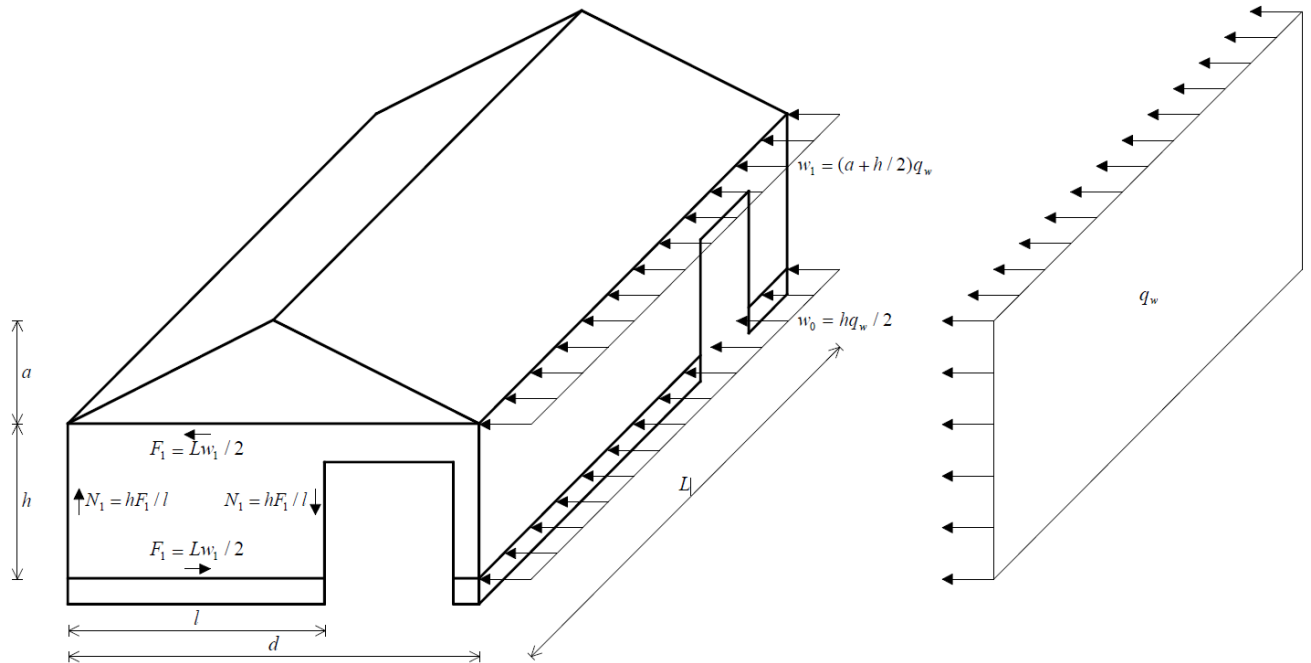
- havainnollistetaan kuormien jakaantuminen suorakaiteen muotoisissa 1-3-kerroksisissa rakennuksissa (hallit, pientalot, kerrostalot), sekä näiden jäykistävässä levykentässä
- esitetään yläpohja-, välipohja- ja seinärakenteiden suunnitteluohjeet, joissa huomioidaan erilaisten kiinnityskaavioiden vaikutus jäykistysrakenteiden kuormituskestävyyteen ja vaakasuuntaiseen siirtymään
- taulukoidaan kiinnityskaavion huomioon ottavat kertoimet tyypillisimmille levykoille ja kiinnitinväleille
- taulukoidaan Knauf-kipsilevyjen paksuudet ja liukumoduulit, sekä levyjen ja runkopuiden välisten ruuvi-, naula- ja hakasliitosten laskentaleikkauskestävyydet ja siirtymäkertoimet tyypillisimmissä kosteusluokissa

Ohje perustuu seuraaviin oletuksiin:

- levyt toimivat lineaarisen kimmoisesti leikkausrasituksessa
- runkopuut ovat jäykkiä ja kiinnitetty nivelellisesti toisiinsa
- levyjen ja runkopuiden väliset liitokset toimivat lineaarisen kimmoisesti leikkausrasituksessa
- kiinnitinvälit ovat vakiot levyjen reuna- ja keskialueilla
- kiinnittimien reunaetäisyydet ovat riittävät siten, ettei levyjen reunamurtumia esiinny
- jäykistävät rakenteet on ankkuroitu huolellisesti toisiinsa ja perustuksiin siten, ettei halitsemattomia muodonmuutoksia esiinny

2 VAAKAKUORMIEN JAKAANTUMINEN

2.1 Puurunkoiset hallit



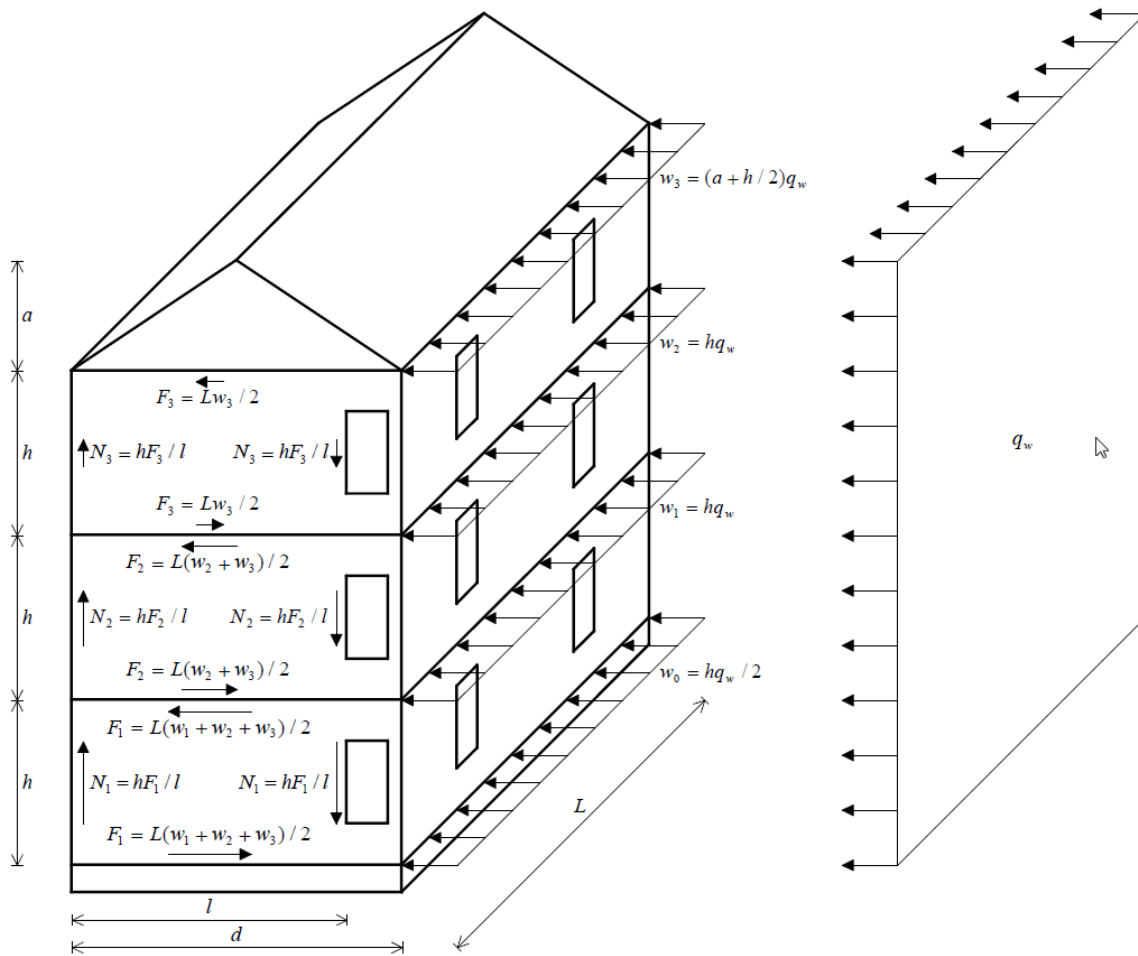
Kuva 1: Kuormien jakaantuminen puurunkoisissa halleissa

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

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 seiniin tai perustuksiin.

2.2 Puurunkoiset pientalot ja kerrostalot

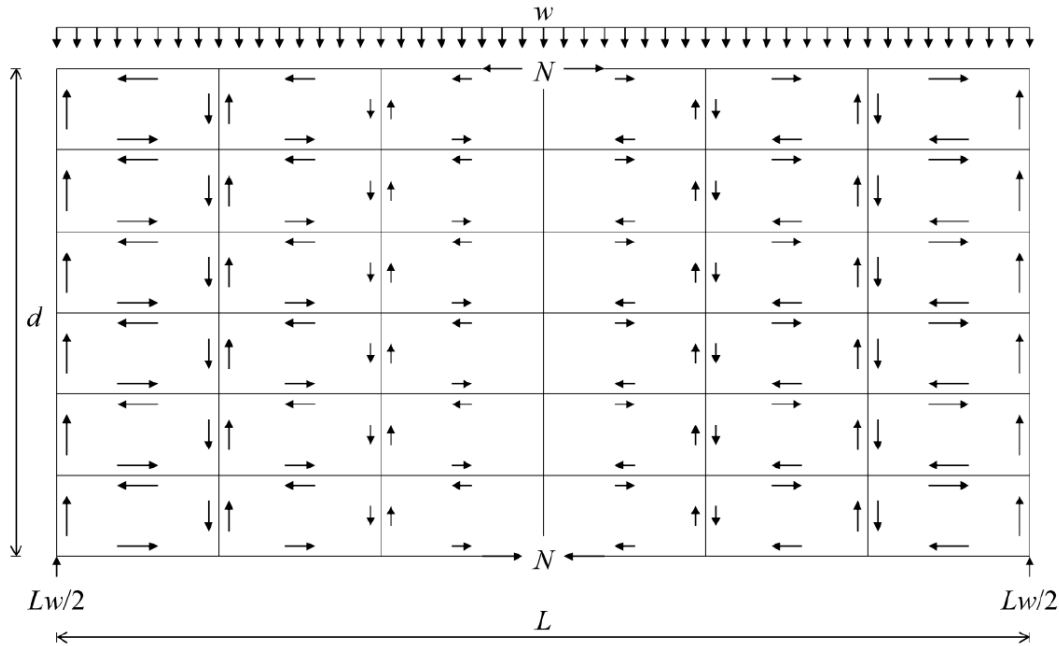


Kuva 2: Kuormien jakaantuminen puurunkoisissa pientaloissa ja kerrostaloissa

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

Vaakakuormat siirretään jäykistäväältä 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.

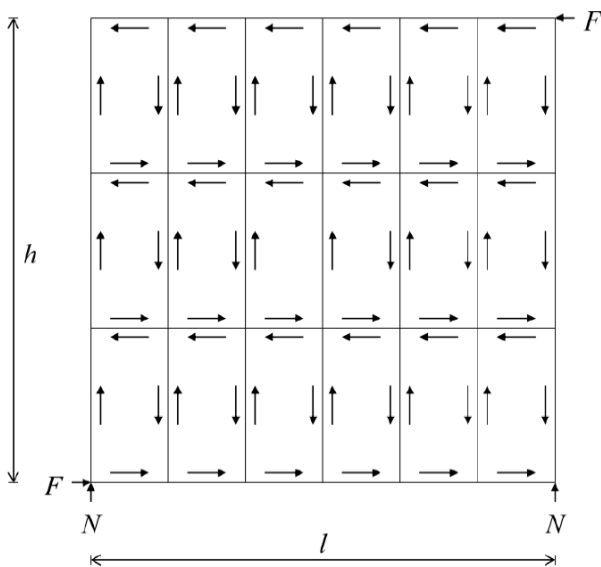
2.3 Jäykistävät ylä- ja välipohjat



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 runkotopilla.

3 SUUNNITTELUYHTÄLÖT

3.1 Jäykistävät ylä- ja välipohjat

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

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 [-]
- α on kiinnityskaavion huomioon ottava kerroin [-/mm] (ks. luku 4)
- β on kiinnityskaavion huomioon ottava kerroin [-/mm²] (ks. luku 4)
- R_{vd} on levyn ja runkopuun välisen liitoksen laskentaleikkauskestävyys [N] (ks. luku 5)
- K on levyn ja runkopuun välisen liitoksen 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

Levyt kuorman kohtisuorassa suunnassa	Levyt kuorman suunnassa
<p>Kuormituskestävyys</p> $R_d = \frac{nR_{vd}}{\alpha H}$	<p>Kuormituskestävyys</p> $R_d = \frac{nR_{vd}}{\alpha B}$
<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/mm²] (ks. luku 5)
 n on levyjen lukumäärä kuorman suunnassa [-]
 m on levyjen lukumäärä kuorman kohtisuorassa suunnassa [-]
 α on kiinnityskaavion huomioon ottava kerroin [-/mm] (ks. luku 4)
 β on kiinnityskaavion huomioon ottava kerroin [-/mm²] (ks. luku 4)
 R_{vd} on levyn ja runkopuun välisen liitoksen laskentaleikkauskestävyys [N] (ks. luku 5)
 K on levyn ja runkopuun välisen liitoksen siirtymäkerroin [N/mm] (ks. luku 5)
 F_d on seinän yläreunaan kohdistuva laskentakuorma [N]
 F_k on seinän yläreunaan kohdistuva ominaiskuorma [N]

4 KIINNITYSKAAVIOT

Seuraavaan on taulukoitu kiinnityskaavion huomioon ottavat kertoimet α ja β tyypillisimmille levykoille ja kiinnikeväleille.

Kiinnitys- kaavio	Levyko- ko	1200mm*2400mm		1200mm*2700mm		1200mm*3000mm	
		Kiinnitin- väli	Kerroin α [*10 ⁻⁵ /mm]	Kerroin β [*10 ⁻⁸ /mm ²]	Kerroin α [*10 ⁻⁵ /mm]	Kerroin β [*10 ⁻⁸ /mm ²]	Kerroin α [*10 ⁻⁵ /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	6,68
	200mm	6,30	11,7	5,56	10,1	4,98	8,91

Muissa tapauksissa kertoimet α ja β voidaan laskea seuraavasti:

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

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

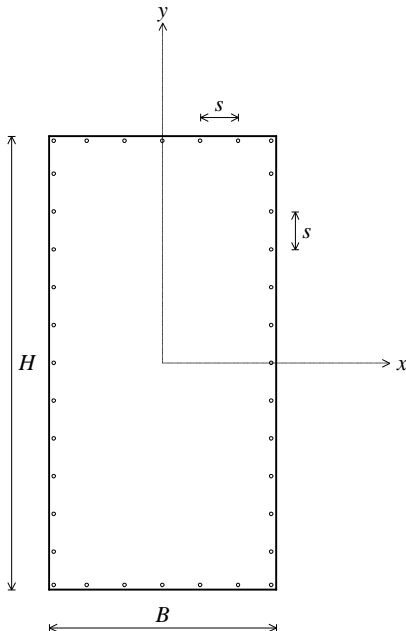
missä

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

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

$\sum_{i=1}^n x_i^2$ on kiinnittimien (n kpl) x -koordinaattien neliöiden summa [mm²]

$\sum_{i=1}^n y_i^2$ on kiinnittimien (n kpl) y -koordinaattien neliöiden summa [mm²]



Kuva 5: Jäykistävä rakenneyksikkö

5 LEVYJEN JA KIINNIKELIITOSTEN OMINAISUUDET

Seuraavaan on taulukoitu Knauf-kipsilevyjen nimellispaksuudet ja –painot, liukumoduulit sekä levyjen ja runkopuiden välisten ruuvi-, naula- ja hakasliitosten ominaisleikkauskestävyydet Rvk ja siirtymäkertoimet Kser tyypillisimmässä käyttöluokissa. Leikkauskapasiteetin suunnitteluarvo saadaan EN 1995-1-1 mukaisesti ominaisleikkauskapasiteetista jakamalla materiaali-osavarmuuskertoimella $\gamma_m = 1,3$ ja kertomalla kosteusvaikutuksen ja kuorman keston muunnoskertoimella k_{mod} . Kun aikaluokka on hetkellinen ja käyttöluokka on 1 tai 2, käytetään arvoa $k_{mod} = 1,1$. Rakennesahatavaran lujuusluokka on vähintään C24.

Levy	Käyttö	Paksuus t (mm)	Neliöpaino (kg/m ²)	Liukumoduuli G (N/mm ²)
KN 13	Normaali kipsilevy	12,5	8,2 -0,2/+0,4	150
KEK 13	Erikoiskova kipsilevy	12,5	10,2 -0,2/+0,4	200
KXT 9	Tuulensuojakipsilevy	9,5	7,0 -0,2/+0,4	210
KXT 13	Tuulensuojakipsilevy	12,5	10,2 -0,2/+0,4	130
KPS 15	Palokipsilevy	15,5	13,3 -0,4/+0,4	150

Liitin tyyppi	Liitin	Levy	Käyttö- luokka	Liittimen omi- naisleikkaus- kapasiteetti [kN]	Liittimen siir- tymäkerroin [N/mm]
Ruuvi	Senco 39A32MC (3,9x32)	KN 13	1	0,45	650
Ruuvi	ITW BYG Spit 151600 (3,9x32)	KEK 13	1	0,55	1500
Ruuvi	Prof 3,8 x 45 ja Knauf SN39	KPS 15	1	0,45	650
Ruuvi	Senco 39A32MC (3,9x32)	KXT 9	2	0,51	2000
Ruuvi	Senco 39A32MC (3,9x32)	KXT 13	2	0,66	1050
Ruuvi*	Senco 39A42MC (3,9x42)	KPS 15	1	0,56	740
Hakanen	Senco N15BAB (1,57x31,7x11,1)	KN 13	1	0,34	300
Hakanen*	Senco V17BXBB (1,57x38x11,1)	KPS 15	1	0,42	280
Hakanen	BeA 16/38 NKHZ (1,59x38x10,9)	KEK 13	1	0,4	350
Hakanen	Senco P15BABB (1,57x32x25,4)	KXT 9	2	0,53	350
Hakanen	BeA 155/38 VZHZ (1,59x38x10,9)	KXT 9	2	0,35	500
Hakanen	BeA 155/38 VZHZ (1,59x38x10,9)	KXT 13	2	0,47	550
Naula	Senco HJ15ASAVR (3,1x32)	KXT 9	2	0,55	1150
Naula	BeA TC 25 x 35, kampa (2,5x35)	KXT 9	2	0,37	650
Ruuvinaula	TC 30 x 45 NK PH2 (3,0x45)	KXT 13	2	0,51	650

Kiinnikkeiden keskinäinen minimietäisyys 70mm ja runkotolpan leveys vähintään 48mm, paitsi * merkittyjen rivien kiinnike/levy-yhdistelmillä 50mm ja 42mm.

KNW13 voidaan käyttää KN13 sijaan ja KPSW15 voidaan käyttää KPS15 sijaan. Nimellismittaan 15,5 mm paksulle KPS -levylle voidaan käyttää myös samoja arvoja kuin nimellismittaan 12,5mm paksulle KN-levylle, kun levy toimii rakennuksen tuulijäykisteenä. Kiinnikkeiden tartuntapitoisuus puussa pitää KPS-levyn liitoksissa olla sama kuin kiinnikkeillä on KN-liitoksissa.