



Laskentaohje Knauf Oy:n kipsilevyjen levyjäykistykselle
Eurokoodi 5 mukaan.
DnoVTT-RTH-05596-08

Myönnetty: 26.10.2015
Voimassa: 25.10.2020

LASKENTAOHJE KNAUF OY:N KIPSILEVYJEN LEVYJÄYKISTYKSELLE EUROKOODI 5 MUKAAN

SISÄLTÖ

1 MÄÄRÄYKSET JA OHJEET	2
2 LASKENTAOHJEEN SOVELTAMISALA	2
3 RAKENTEIDEN TOTEUTUS	2
4 JÄYKISTYKSEN SUUNNITTELU	2
4.1 Kuormien ja materiaalien mitoitusarvot	2
4.2 Seinät	3
4.2.1 Yleistä	3
4.2.2 Rakennuksen mallinnus	3
4.2.2.1 Päämitat	3
4.2.2.2 Jäykistävät seinät	3
4.2.2.3 Aukot	4
4.2.3 Vaakasuuntainen kokonaistuulikuorma	4
4.2.3.1 Lisävaakavoimat	6
4.2.4 Seinän mallinnus	6
4.2.5 Seinien mitoitus	7
4.2.5.1 Kuorman jakaminen seinälle	7
4.2.5.2 Seinän kapasiteetti	8
4.3 Vaakasuuntaiset levyjäykisteet	8
4.3.1 Mallinnus	8
4.3.2 Levykenttien laskenta	9
5 ESIMERKKILASKELMAT	10
5.1 Kohde	10
5.2 Voimat ja kiinnikemäärät	10
5.3 Epäkeskisyydet	12
5.4 Ankkurointi	12
6 LIITTIMIEN TYYPPIHYVÄKSYTYT ARVOT	13

LASKENTAOHJE KNAUF OY:N KIPSILEVYJEN LEVYJÄYKISTYKSELLE EUROKOODI 5 MUKAAN

1 MÄÄRÄYKSET JA OHJEET

Jäykistävien rakenneosien suunnittelu tehdään Eurokoodien mukaan. Ohjeet on annettu suunnitteluohjeessa RIL-205-1-2009 Puurakenteiden suunnitteluohje, eurokoodi EN 1995-1-1.

2 LASKENTAOHJEEN SOVELTAMISALA

Tässä ohjeessa käsitellään puurungolle mekaanisin kiinnikkein koottujen yksi- tai kaksipuolisten jäykistysseinien jäykistyskapasiteetin ja jäykkyyden määrittämisen suunnitteluperiaatteet. Levytys tehdään Knauf Oy:n kipsilevyillä, joiden suunnitteluarvot (levyjen mekaaniset ominaisuudet) ja kiinnittämisessä käytettävien nauhojen, ruuvien ja hakasten suunnitteluarvot perustuvat VTT:n tyyppihyväksyntään.

3 RAKENTEIDEN TOTEUTUS

Levyjen käyttö- ja kiinnitysohjeet on esitetty Knauf Oy asennusohjeissa. Muita huomioon otettavia seikkoja rakenteiden toteutuksessa ovat:

- Työn laadun on täytettävä yleisesti hyväksytyin rakennustavan vaatimukset.
- Rakennusaineet ja -osat tarkistetaan asianmukaisesti työmaalla ennen niiden käyttämistä: Runko-tavara ja kiinnikkeet ovat rakennepiirustusten mukaiset, levyt on merkitty tyyppihyväksynnän mukaisesti eikä niissä kuljetusvaurioita.
- Levyt on varastoitava ja suojattava työmaalla niin, että ne eivät kastu.
- Rakenneosiin ei saa kohdistua liiallisia rasituksia varastoinnin, kuljetuksen eikä pystytyksen aikana.
- Levyjen kostumista seinässä ulkoverhouksen vielä puuttuessa on erityisesti vältettävä. KN-, KEK ja KPS-levyjä saa käyttää vain kastumiselta suojatuissa tiloissa, ei ulkoseinän rungon ulkopinnassa. KXT-levyjä voi käyttää myös ulkoseinän rungon ulkopintaan kiinnitettynä julkisivu verhoilun takana. Tällöin niiden käyttöluokka on 2.
- Materiaalit on asennettava ja kiinnitettävä siten, että ne toimivat asianmukaisesti ja suunnitellulla tavalla. On kiinnitettävä huomiota erityisesti kiinnikemääriin, niiden keskinäisiin etäisyyksiin sekä reunaetäisyyksiin.
- Rakennepiirustuksissa on osoitettava selvästi levyjäykistyksessä käytettävät rakenteet tai niiden osat eikä levyjä ei saa poistaa ilman suunnitelmaa levyjäykistys toteuttamisen jälkeen.

4 JÄYKISTYKSEN SUUNNITTELU

Jäykistysmitoituksessa tarkistetaan, etteivät mitoituskuormien aiheuttamat rasitukset ylitä rakenteen mitoituskestävyyttä.

4.1 Kuormien ja materiaalien mitoitusarvot

Kuormien mitoitusarvot saadaan, kun jokaisen ominaiskuorman arvo kerrotaan kyseisen kuorman osavarmuuskertoimella ja saadut tulot lasketaan yhteen. Pysyvän kuorman osavarmuuskerroin on yleensä 1,2. Jos pysyvä kuorma pienentää seinään tulevia rasituksia, niin osavarmuuskerroin on 0,9. Tuulikuorman osavarmuuskerroin on 1,5.

Materiaalin osavarmuuskerroin on 1,3, jolla taulukon 4 ominaiskestävyydet on jaettava, jotta saadaan mitoituskestävyys.

4.2 Seinät

4.2.1 Yleistä

Seinien levyjäykistys kannattaa toteuttaa ensisijaisesti ulkoseinien avulla. Tällöin sisätilojen muunneltavuus säilyy, ja jäykistysseinien suunnittelu on suhteellisen yksinkertaista.

Jos jäykistäminen toteutetaan ei-kantavan väliseinän avulla, on otettava huomioon, että väliseinän tulisi sallia ylä-/välipohjan kantavien rakenteiden pystysuuntainen liike ja samalla vastaanottaa rakennuksen jäykistykseen tarvittavia vaakakuormia.

Väliseinät pyritään sijoittamaan symmetrisesti niin, ettei rakennus pyri kiertymään vaakavoimien vaikutuksesta. Jos niitä ei voida sijoittaa riittävän symmetrisesti, tästä aiheutuva vääntövaikutus on otettava mitoituksessa huomioon. Rakennesuunnittelija joutuu tapauskohtaisesti arvioimaan, milloin näin tehdään.

Vääntövaikutus käsitellään siten, että ensin määritetään rakennuksen vääntökeskiön sijainti, jonka jälkeen voidaan määrittää ulkoisen kuormituksen aiheuttama vääntömomentti. Lopuksi kuormitusresultantit ja vääntömomentti jaetaan jäykistäville seinille.

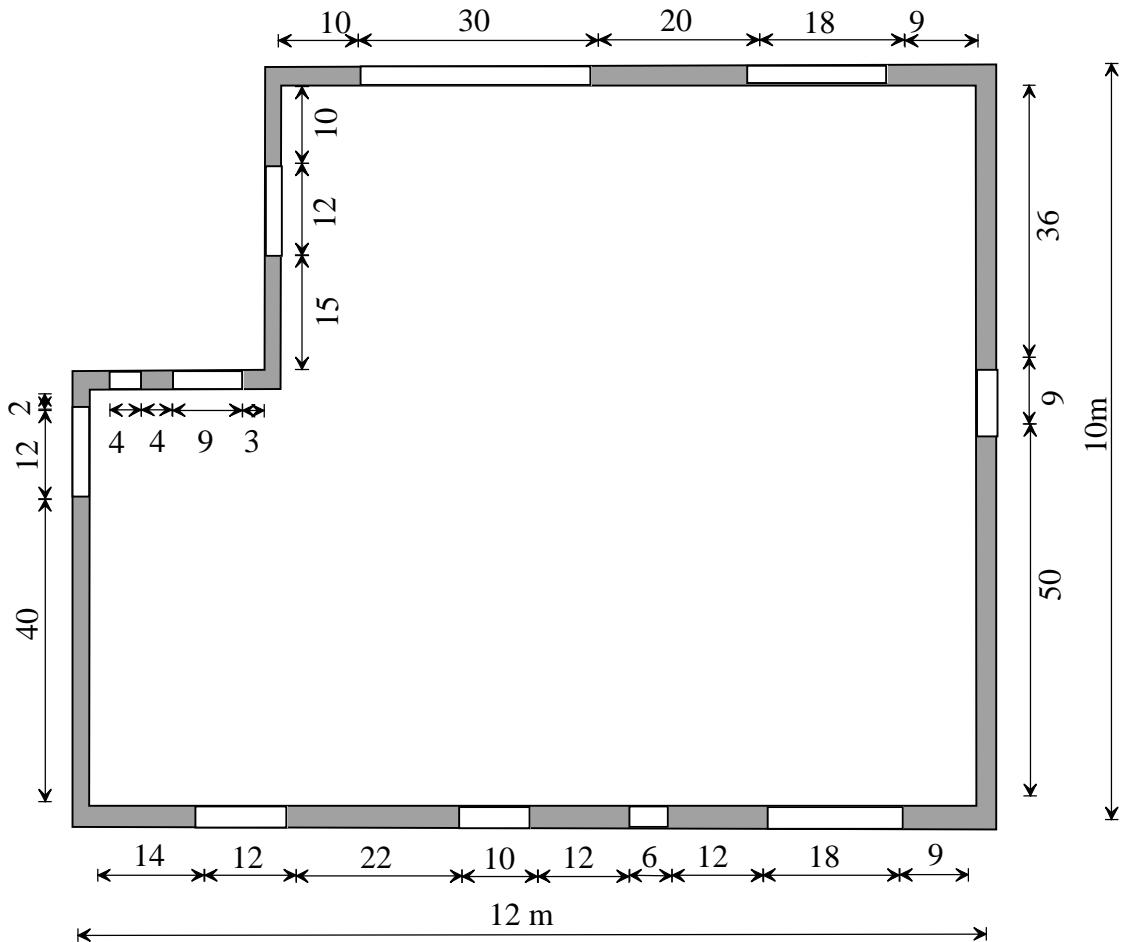
4.2.2 Rakennuksen mallinnus

4.2.2.1 Päämitat

Jäykistykseen vaikuttaa rakennuksen muoto, seinien korkeudet ja katon muoto. Näiden avulla määritetään tarkasteltavissa tapauksissa tuulelle alttiiden pintojen alat.

4.2.2.2 Jäykistävät seinät

Rakennuksesta valitaan jäykistävät seinät, jotka ovat täyskorkuisia umpiseiniä. Kuvassa 1 on esimerkki seinien valinnasta. Nämä seinät tai niiden osat on merkitty kuvaan harmaalla värillä.



Kuva 1. Esimerkki jäykistävien seinien valinnasta. Kuvan dimensiottomat luvut ovat moduulimittoja ja yhden moduulin mitta on 100 mm (1M).

4.2.2.3 Aukot

Kuvassa 1 on jätetty valkoiseksi ne seinän osat, joita ei käytetä jäykistävinä seininä. Nämä ovat osia, joissa on aukkoja, siis ikkunoita ja ovia.

4.2.3 Vaakasuuntainen kokonaistuulikuorma

Vaakakuormat lasketaan kahdelle tapaukselle:

- kuorma tulee päätyseinää vasten tai
- kuorma tulee sivuseinää vasten.

Rakennuksen tai erillisen seinämän vaakasuuntainen kokonaistuulikuorman ominaisarvo saadaan tavallisessa tapauksessa kaavasta

$$F_{w,k} = c_f q_k(h) A_{ref} \quad (1)$$

missä

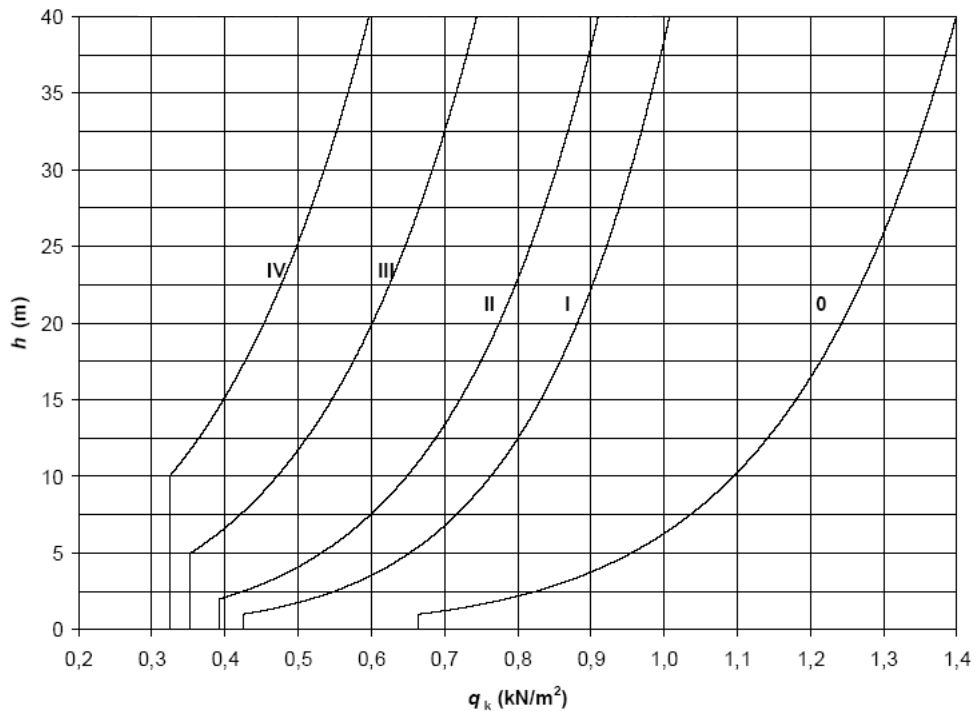
c_f on taulukon 1 mukainen voimakerroin

$q_k(h)$ on rakennuksen korkeutta vastaava nopeuspaine (kuva 1) (arvoa käytetään koko rakennukselle)

A_{ref} on rakenteen tuulta vastaan kohtisuora projektiopinta-ala.

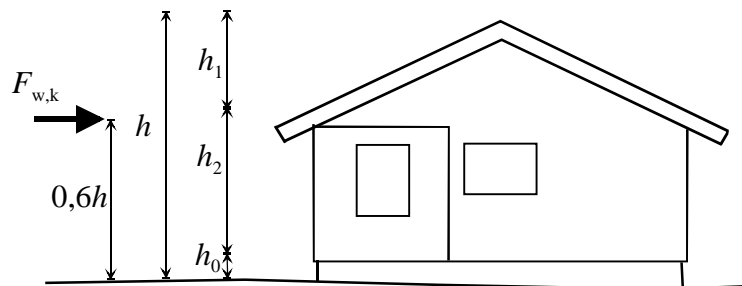
Taulukko 1. Voimakerroin c_f .

Kuvaus	c_f
Umpinainen rakennus yleensä	1,3
Pulpettikattoinen umpinainen rakennus tarkasteltaessa kattolapteen suuntaista tuulta, kun katon kaltevuus on välillä $5^\circ \dots 40^\circ$ (toisessa suunnassa $c_f=1,3$)	1,5
Osittain avoin rakennus, kun tuulen puoleisella sivulla olevien aukkojen pinta-ala on enintään 30 % rakennuksen kokonaispinta-alasta	1,6
Erillinen seinämä	2,1



Kuva 1. Rakennuksen korkeutta vastaava nopeuspaine. Maastoluokat 0...IV riippuvat maaston rosoisuudesta ja pinnanmuodostuksesta. Maatalousalueilla sovelletaan luokkaa II ja matalilla pienalueilla ja kylille aluetta III.

Kokonaistuulikuorman resultantin $F_{w,k}$ oletetaan vaikuttavan korkeudella $0,6h$ maasta. Tätä on havainnollistettu kuvassa 2.



Kuva 2. Tuulikuormaresultantin $F_{w,k}$ paikka.

4.2.3.1 Lisävaakavoimat

Pystyvoimien epäkeskisyyksistä aiheutuvia lisävaakavoimia ei puupientaloissa tarvitse ottaa huomioon.

4.2.4 Seinän mallinnus

Seinän mallinnuksen periaate on esitetty kuvassa 3. Seinästä valitaan yksi tai useampi osaseinä, joita käytetään jäykistykseen. Ainoastaan umpiseinän osat otetaan mukaan jäykistykseen. Ikkuna- ja ovi-aukkoja sisältäviä osaseiniä ei oteta mukaan jäykistykseen.

Seinät on ankkuroitava kunkin jäykistävän osaseinän päästä tai kunkin seinälohkon kohdalta, jolloin seinän alajuoksu ankkuroidaan tasavälein siten, että vähintään yksi kiinnityspiste kunkin lohkon eli jäykistävän levyn kohdalle.

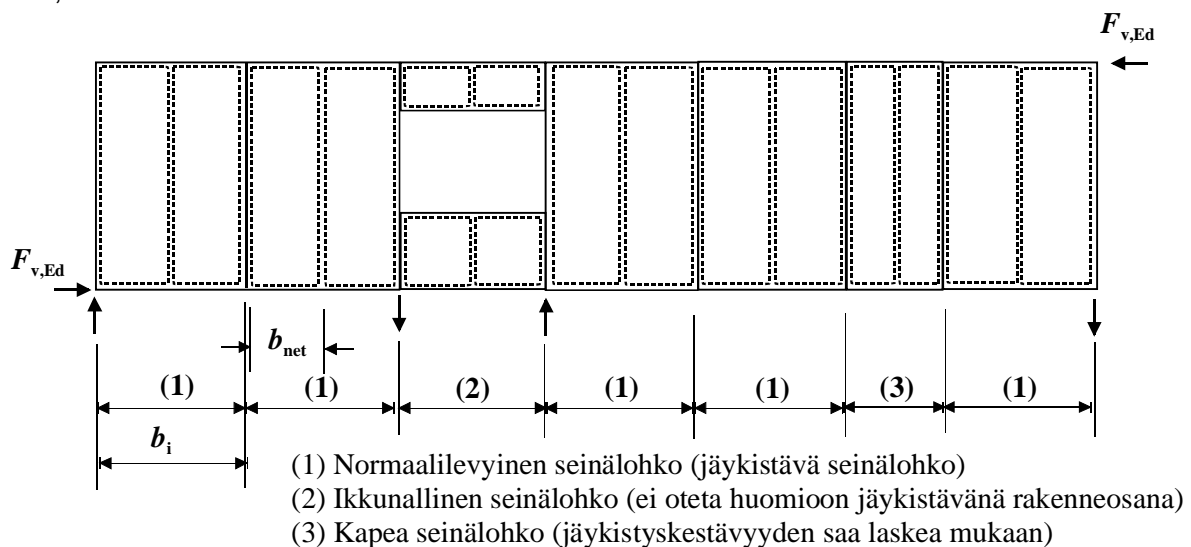
Pystyvoimat voidaan siirtää joko viereisen seinälohkon levyille tai ylä- tai alapuoliselle rakenteelle. Kun vetovoima siirretään alapuoliselle rakenteelle, osaseinä tai seinälohko ankkuroidaan jäykin liittimin. Seinätolppien nurjahduskestävyys tarkistetaan puurakenteiden suunnitteluohjeiden mukaisesti. Jos tolppien päät tukeutuvat puurungon vaakasauvoihin, syitä vastaan kohtisuora puristuskestävyys tarkistetaan puurakenteiden suunnitteluohjeiden mukaisesti.

Kuvan 3 mukaisilla ovi- ja ikkuna-aukkoja sisältävillä osaseinillä voidaan siirtää ulkoisia voimia siten, että niillä voidaan kytkeä yhteen jäykistävät osaseinät.

Kun rakenteet toteutetaan siten, että kiinnitykset ovat levyn reunalla ja keskirungossa kiinnitinväli ≤ 300 mm ja pystyrunkojako $k \leq 600$ mm ja levyn korkeus $H \leq 2800$ mm, ei tyyppihyväksytyjen levyjen osalta tarvitse tehdä lommahdustarkasteluja. Tämä pätee, kun rakenteiden jäykistyskapasiteetit määritetään tyyppihyväksytyjen kiinnikkeiden lujuuksia vastaavilla maksimimitoituskuormilla.

Pystytolppien ja vaakasuuntaisten puusauvojen välisillä kosketusalueilla tarkistetaan syysuuntaa vastaan kohtisuora puristuskestävyys.

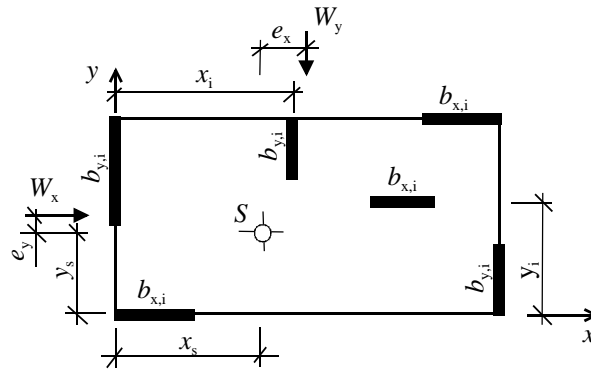
Levyn liitinväli levyn reunoilla saa olla enintään 150 mm, kun liittimet ovat nauvoja tai hakasia, ja 200 mm, kun liittimet ovat ruuveja. Välitolpilla suurin liitinväli saa olla enintään reunojen liitinväli kaksinker- taiseksi, enintään kuitenkin 300 mm.



Kuva 3. Esimerkki kaksiosaisesta jäykistysseinästä, johon kuuluu ikkunallinen (2) ja muita kapeampi (3) seinälohko.

Jos seinät eivät ole symmetrisesti kuormaan nähden siten, että syntyy vääntömomentti, niin se on otettava huomioon.

Tarvittavat kaavat on annettu kuvassa 4.



$x_s = \frac{\sum b_{yi} x_i}{\sum b_{yi}}$	$y_s = \frac{\sum b_{xi} x_i}{\sum b_{xi}}$
$s_{xi} = (x_i - x_s)$	$s_{yi} = (y_i - y_s)$
Tuulen suunta F_x :	Tuulen suunta F_y :
$H_{xi} = \frac{b_{xi}}{\sum_j b_{xj}} F_x + \frac{F_x e_y s_{yi} b_{xi}}{\sum_j b_{xj} s_{yj}^2 + \sum_j b_{yj} s_{xj}^2}$	$H_{xi} = \frac{F_y e_x s_{yi} b_{xi}}{\sum_j b_{xj} s_{yj}^2 + \sum_j b_{yj} s_{xj}^2}$
$H_{yi} = \frac{F_x e_y s_{xi} b_{yi}}{\sum_j b_{xj} s_{yj}^2 + \sum_j b_{yj} s_{xj}^2}$	$H_{yi} = \frac{b_{yi}}{\sum_j b_{yj}} F_y + \frac{F_y e_x s_{xi} b_{yi}}{\sum_j b_{xj} s_{yj}^2 + \sum_j b_{yj} s_{xj}^2}$

Kuva 4. Jäykisteet ja epäkeskisyyden laskentakaavat epäkeskisyyksien aiheuttamat kuormien jakautumien muutokset jäykistysseinille.

4.2.5 Seinien mitoitus

4.2.5.1 Kuorman jakaminen seinälle

Seinää rasittavasta vaakavoimasta osa vaikuttaa seinän yläreunaan $F_{H,k}$ ja osa menee alareunasta suoraan perustuksille $F_{0,k}$. Kuvan 2 merkintöjä käyttäen voidaan vaakavoima $F_{w,k}$ jakaa näihin osiin ja näille saadaan arvot

$$F_{H,k} = \frac{h_1 + h_2 - 0,4h}{H} F_{w,k} \quad (2)$$

$$F_{0,k} = \frac{H - h_1 - h_2 + 0,4h}{H} F_{w,k} \quad (3)$$

kun h on rakennuksen koko korkeus maasta ja H on jäykistävän seinän korkeus.

4.2.5.2 Seinän kapasiteetti

Kun seinä koostuu useista seinälohkoista, seinän vaakaleikkausvoimakestävyyden mitoitusarvo on seinälohkosten vaakaleikkausvoimakestävyyksien summa.

$$F_{v,Rd} = \sum F_{i,v,Rd} \quad (4)$$

missä $F_{i,v,Rd}$ on vaakavoimaleikkauskestävyyden mitoitusarvo

Seinä lohkoa rasittavan vaakavoimaa $F_{i,v,Ed}$ vastaava vaakavoimaleikkauskestävyyden mitoitusarvo on

$$F_{i,v,Rd} = \frac{F_{f,Rd} b_i c_i}{s} \quad (5)$$

missä

$F_{f,Rd}$ on yksittäisen liittimen leikkausvoimakestävyyden mitoitusarvo, joka saadaan jakamalla kohdassa 6 annettu liittimen ominaiskapasiteetti materiaalin osavarmuuskertoimella 1,3.

b_i on seinälohkon leveys,

s on liitinväli ja

$$c_i = \begin{cases} 1 & \text{kun } b_i \geq h/2 \\ 2b_i/h & \text{kun } b_i < h/2 \end{cases} \quad (h \text{ on seinän korkeus}) \quad (6)$$

Seinälohkoille, jossa levytys on molemmin puolin, noudatetaan seuraavia sääntöjä:

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

4.3 Vaakasuuntaiset levyjäykisteet

Yläpohjarakennetta voidaan hyödyntää jäykistävänä tasona. Tällöin levyt kiinnitetään suoraan kattokannattajiin tai niihin kiinnitettyihin sekundaaripalkkeihin. Levyn oma paino ei saa aiheuttaa liittimien kantojen läpimenoa kartonkipinnasta eikä kiinnike saa irrota kiinnitysalustastaan.

4.3.1 Mallinnus

Vaakatasojen (ylä- ja välipohjat) voidaan ajatella toimivan vaakasuorina taivutusmomentin ja leikkausvoiman rasittamina korkeina levypalkkeina. Tasoon kohdistuu vaakasuuntainen viivakuorma, jonka synnyttämät tukireaktiot kuormittavat em. jäykistäviä seiniä.

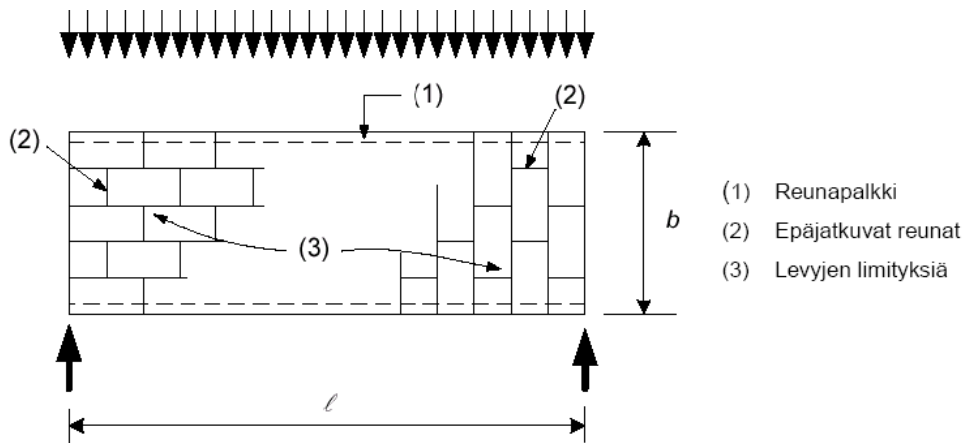
Vaakakuormien jakautuminen jäykistysseinille määräytyy kuormia siirtävän vaakatason ja seinien jäykkyyksien suhteista. Vaakakuorma voidaan normaalisti jakaa jäykistysseinille niiden jäykkyyksien suhteessa.

Välipohjissa mahdolliset aukot tulisi sijoittaa levykentän keskivaiheille, jolloin taivutusmomentin aiheuttama veto- ja puristusrasitus runkorakenteisiin sekä leikkausvoiman aiheuttama leikkausrasitus välipohjalevyihin ovat pienimmillään.

Suurempien aukkojen yhteydessä on varmistettava, että voimat voivat siirtyä aukon ohi. Puristus- ja vetovoimat siirretään puristussauvojen, yhteen liitettyjen levyjen ja esim. teräslaattojen avulla. Leikkausvoimien siirtämisen varmistamisessa on tärkeää, että levyt on kiinnitetty aukkojen ympäristössä luotettavasti puristussauvoihin ja palkkeihin. Erityistä huomiota on kiinnitettävä myös siihen, että ylemmän kerroksen jäykistävien seinien ankkurointivoimat tulevat asianmukaisesti siirrettyiksi välipohjan välityksellä alemman kerroksen jäykistäville seinille.

4.3.2 Levykenttien laskenta

Seuraavassa käytetään kuva 5 merkintöjä.



Kuva 5. Käytetyt merkinnät.

Esitettävää analyysiä voidaan käyttää, kun

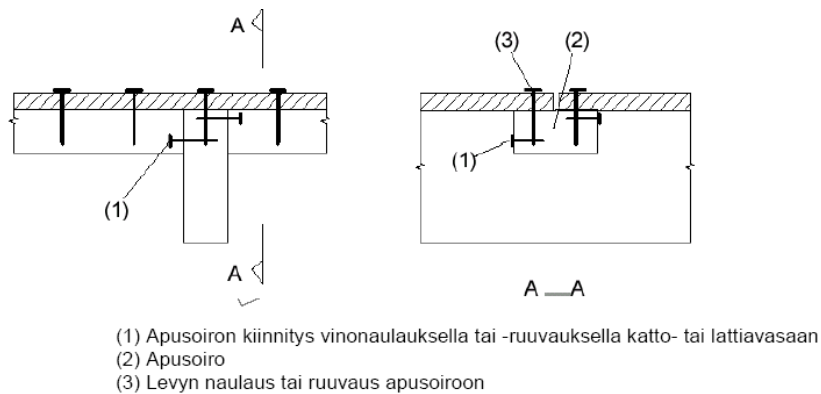
- kuormituksena on tasan jakautunut kuorma, joka on vaakakuorman aiheuttama seinän yläpään tukireaktio levykentälle
- jänneväli l välillä $2b \dots 6b$, missä b on levykentän leveys,
- mitoituksen kannalta kriittinen murtorajatila on liittimien (ei levyjen) pettäminen ja
- levyt kiinnitetään alla selostetun mukaisesti.

Reunapalkit mitoitetaan normaalivoimille, joiden arvot lasketaan levykentässä vaikuttavan suurimman momentin mukaan ($N_d = M_d / b$).

Levykentässä vaikuttavien leikkausvoimien oletetaan olevan tasan jakautuneita levykentän leveydellä.

Kun levyt limitetään kuvan 5 mukaisesti, voidaan epäjatkuvilla levyn reunoilla olevia naulavälejä suurentaa kertomalla ne luvulla 1,5 (enintään mittaan 150 mm).

Levyreunat, jotka eivät tukeudu palkkeihin, vasoihin tai kattotuoleihin, kiinnitetään toisiinsa esim. apusoijojen avulla kuvan 6 mukaisesti. Liittimien pitää olla tyyppihyväksytyjä. Suurin liitinväli levyn reunalta on 150 mm ja muualla 300 mm.



Kuva 6. Esimerkki levyjen liitoksesta, kun vasat eivät tue levyn reunaa.

5 ESIMERKKILASKELMAT

5.1 Kohde

Mitoitetaan kuvan 1 ja 3 rakennuksen jäykistävät päätyseinät. Käytetään seuraavia arvoja:

- Ominaistuulikuorma $q_k=0,35 \text{ kN/m}^2$ (maastoluokka III),
- Kokonaiskorkeus maasta $h=h_0+h_1+h_2=0,4+2,6+2=5 \text{ m}$,
- Päädyn pituus 10 m,
- Sivuseinän pituus 12 m ja
- Jäykistävän seinän korkeus $H=2600 \text{ mm}$.

Sivuseinän ja katon pystyprojektio pinta-ala $A_{\text{sivuseinä}} = 2,6 \cdot 12 + 2 \cdot 12 = 31,2 + 24 = 55,2 \text{ m}^2$.

Päätyseinän pinta-ala on $A_{\text{pääty}} = 2,6 \cdot 10 + \frac{2}{2} \cdot 10 = 26 + 10 = 36 \text{ m}^2$

5.2 Voimat ja kiinnikemäärät

Sivuseinältä päädyille tuleva mitoituskuorma on $F_{w,d,\text{päädyt}} = 1,5 \cdot 1,3 F_{w,k} = 1,5 \cdot 1,3 \cdot 55,2 \cdot 0,35 = 38,4 \text{ kN}$.

Tästä menee jäykistävän seinän yläreunaan

$$F_{H,d} = \frac{h_1 + h_2 - 0,4h}{H} F_{w,d} = \frac{2600 + 2000 - 0,4 \cdot 5000}{2600} \cdot 38,4 = 38,4 \text{ kN, eli kaikki menee yläreunaan.}$$

Vastaavasti päädyiltä sivuseinille tuleva mitoituskuorma on

$$F_{w,d,\text{sivuseinät}} = 1,5 \cdot 1,3 F_{w,k} = 1,5 \cdot 1,3 \cdot 51,2 \cdot 0,35 = 34,9$$

ja tämä menee jäykistävän seinän yläreunaan kokonaan kuten edelläkin.

Lasketaan kuvan 4 perusteella epäkeskisyyksien vaikutus seinille tuleviin kuormiin (kuva 1).

Katsotaan riittääkö jäykisteeksi **tuulensuojalevy KXT9 päätyjen jäykistämiseen:**

Valitaan puurunko ja kiinnikkeeksi taulukosta 4 harvakierteinen, piikkikärkinen kipsilevyruuvi 3,9 x 32, $\varnothing_{\text{kanta}} \approx 8$ mm.

Tämän ruuvin ominaisleikkauslujuudet ovat

- 0,51 kN (käyttöluokka 2)

Kuvan 1 mukaan päätyseinien moduulimittaiset osaseinät ovat

- 50 M+36 M (oikealla oleva päätyseinä) ja
- 40 M+2 M+15 M+10 M (vasemmalla oleva päätyseinä).

Oikealla oleva osaseinään 50 M sopii 1,2 m leveitä levyjä 4 kpl ja 36 M leveään osaseinään 3 kpl. Yhteensä siis 7 kpl.

Kun tässä tapauksessa päädyille tuleva tuulikuorma jakautuu tasan lohkoille, niin yhdelle 1,2 m leveälle lohkolle tulee mitoitusleikkausvoimaksi

$$\frac{38,4}{2 \cdot 7} = 2,74 \text{ kN}$$

Koska levyn korkeus on 2600 mm ja leveys 1200 mm, niin kaavasta 6 saadaan liittimen leikkauslujuuden pienennyskerroimeksi

$$c_i = 2b_i / h = 2 \cdot 1200 / 2600 = 0,92$$

Mitoitusleikkauslujuudet ovat liitintä kohti 2600 mm korkealle ja 1200 mm leveälle lohkolle

- $0,92 \cdot 0,51 / 1,3 = 0,36$ kN (käyttöluokka 2)

Yhdelle levyille tulevien naulojenruuvien lukumäärät ovat (vrt. kaava (5))

Käyttöluokka 2

$2,74 / 0,36 = 7,6$ eli tarvitaan 8 ruuvia levyn leveyden 1200 mm matkalle eli ruuviväli 150 mm levyn ympäri ja keskitolppaan kaksinkertainen eli 300 mm riittää.

Vasemmalla oleva osaseinään 40 M sopii 1,2 m leveitä levyjä 3 kpl, 15 M leveään lohkoon 1 kpl. Yhteensä siis 4 kpl ja yksi kavennettu levy lohkoon 10 M.

Kun tässä tapauksessa päädyille tuleva tuulikuorma jakautuu tasan 1,2 m leveille lohkoille, niin yhdelle lohkolle tulee mitoitusleikkausvoimaksi, kun toistaiseksi jätetään kavennettu levy pois jäykistyksestä

$$\frac{38,4}{2 \cdot 4} = 4,80 \text{ kN}$$

Vastaavalla tavalla kuin edellä laskettiin naulamäärät ja naulavälit oikean puoleisille osaseinille, niin lasketulla mitoitusleikkausvoimalla saadaan

Käyttöluokka 2

$4,80/0,36=13,3$ eli tarvitaan 13 ruuvia levyn leveyden 1200 mm matkalle eli ruuviväli 90 mm levyn ympäri ja keskitolppaan kaksinkertainen eli 180 mm riittää.

Lohko 10 M mukaan:

Otetaan mukaan vajaan levyn seinälohko, jonka leveys on 10 M. Tälle saadaan kaavasta (6) liittimen mitoituslujuuden pienennyskertoimeksi

$$c_i = 2b_i / h = 2 \cdot 1000 / 2600 = 0,78$$

Mitoitusleikkauslujuudet 2600 mm korkealle levyille ja 1200 mm leveälle levyille

$$- 0,78 \cdot 0,51 / 1,3 = 0,30 \text{ kN (käyttöluokka 2)}$$

Tämä kapea lohkon mitoituskapasiteetti

$$\frac{0,78 \cdot 10}{0,92 \cdot 12} = 0,71 \text{ - kertainen verrattuna 12 M levyisen lohkon mitoituskapasiteettiin}$$

Edellä laskettuja ruuvien lukumäärät voidaan jakaa

$$\frac{4 + 0,71}{4} = 1,18 \text{ eli saadaan lukumäärät}$$

$$\frac{13,0}{1,18} = 11,0 \text{ (käyttöluokka 2)}$$

ja ruuvivälit 105 mm.

Samalla tavalla lasketaan sivuseinien jäykistys päädyistä tulevalle kuormalla.

5.3 Epäkeskisyydet

Jos otetaan mukaan epäkeskisyyden vaikutus, niin laskelma tarkistetaan kaavojen 4 avulla. Tällöin saadaan korjausvoimina osalle jäykistysseiniä suuremmat voimat kuin edellä laskettiin ja osalle pienemmät. Nämä lisävoimat kannattaa ottaa huomioon tihentämällä ja harventamalla ruuvijakoa tarvittaessa.

5.4 Ankkurointi

Jokaisen osaseinä tai lohko on ankkuroitava perustukseen. Sopivia ohjeita löytyy Puuinfo Oy:n sivuilta osoitteesta:

www.puuinfo.fi/fi/ ⇒ ammattilaisten_palvelut ⇒ rakennussuunnittelu ⇒ eurokoodi_5 ⇒ sovelluslaskelmat ⇒ Sovelluslaskelmat ja Asuinrakennus” ja Osa 2 Laskentaesimerkit ”6. Päätyseinän levyjäykistys

6. LIITTIMIEN TYYPPIHVÄKSYTYT ARVOT

Taulukko 2. Knauf Oy:n kipsilevyjen tyyppihväksytyt kiinnikkeet.

Levy	Liitin	Liitin tyyppi
KN 13	Verpa Senco B.V. 39A32MC	Ruuvi 3,9 mm x 32 mm, harva kierre
	Verpa Senco B.V. N15BABB	Hakanen, 1,57 mm x 31,7 mm x 11,1 mm
KEK 13	ITW BYG Spit 3,9x32 151600	Ruuvi 3,9 mm x 32 mm, harva kierre
	Joh. Friedrich Behrens AG BeA 16/38 NKHZ	Hakanen, 1,59 mm x 38 mm x 10,9 mm
KXT 9	Verpa Senco B.V. 39A32MC	Ruuvi 3,9 mm x 32 mm, harva kierre
	Verpa Senco B.V. P15BABB	Hakanen, 1,57 mm x 32 mm x 25,4 mm
	Joh. Friedrich Behrens AG BeA 155/38 VZHZ	Hakanen, 1,59 mm x 38 mm x 10,9 mm
	Verpa Senco B.V. HJ15ASAVR	Naula 32 mm x 3,1 mm, sileä
	Joh. Friedrich Behrens AG BeA TC 25 x 35 RING NK GIKA	Naula 35 mm x 2,5 mm, kampa
KXT 13	Verpa Senco B.V. 39A32MC	Ruuvi 3,9 mm x 32 mm, harva kierre
	Joh. Friedrich Behrens AG BeA 155/38 VZHZ	Hakanen, 1,59 mm x 38 mm x 10,9 mm
	Nova. Fastener Co., Ltd. TC 30x45 NK PH 2	Ruuvinaula 3,0 mm x 45 mm
KPS 15	Rautakesko Prof 3,8 x 45	Ruuvi 3,8 mm x 45 mm, harva kierre
	Knauf USG System GmbH & Co. AQUAPANEL Maxi Screw SN 39	Ruuvi 4,2 mm x 39 mm

Taulukko 3. Knauf Oy:n kipsilevyjen nimellispaksuudet ja -painot ja kimmokertoimet E

Levy	Paksuus [mm]	Neliöpaino [kg/m ²]	Käyttöluokka	Kimmomoduuli		Liikumoduuli G [N/mm ²]
				E [N/mm ²]	E _⊥ [N/mm ²]	
KN 13	12,5 ± 0,5	8,2 -0,2/+0,4	1	2420	1800	150
KEK 13	12,5 ± 0,5	10,2 -0,2/+0,4	1	3300	2260	200
KXT 9	9,5 ± 0,5	7,0 -0,2/+0,4	2	2200	1900	210
KXT 13	12,5 ± 0,5	10,2 -0,2/+0,4	2	3060	1900	130
KPS 15	15,4 ± 0,5	14,0 -0,4/+0,4	1	2420	1800	150

Taulukko 4. Knauf Oy:n kipsilevyjen levyjäykistyksessä käytettävien kiinnikkeiden ominaislujuudet fvk (kN) ja siirtymäkertoimet k (N/mm) puurungolle. Puun lujuusluokka vähintään C24.

Liitin tyyppi	Liitin	Levy	Käyttöluokka	Liittimen ominaisleikkauskapasiteetti [kN]	Liittimen siirtymäkerroin [N/mm]
Ruuvi	Senco 39A32MC	KN 13	1	0,45	650
Ruuvi	Spit 32x3,9	KEK 13	1	0,55	1500
Ruuvi	Prof 3,8 x 45 ja Knauf SN39	KPS	1	0,45	650
Ruuvi	Senco 39A32MC	KXT 9	2	0,51	2000
Ruuvi	Senco 39A32MC	KXT 13	2	0,66	1050
Hakanen	Senco N15BAB	KN 13	1	0,34	300
Hakanen	BeA 16/38 NKHZ	KEK 13	1	0,4	350
Hakanen	Senco P15BAB	KXT 9	2	0,53	350
Hakanen	BeA 155/38 VZHZ	KXT 9	2	0,35	500
Hakanen	BeA 155/38 VZHZ	KXT 13	2	0,47	550
Naula	Senco HJ15ASAVR	KXT 9	2	0,55	1150
Naula	BeA TC 25 x 35	KXT 9	2	0,37	650
Ruuvinaula	TC 30 x 45 NK	KXT 13	2	0,51	650