

---

<b>Tilaaaja</b>	Hunton Oy/Ab Miikka Rikman Myrämäentie 2 01600 Vantaa <a href="mailto:miikka.rikman@hunton.fi">miikka.rikman@hunton.fi</a>
<b>Tilaus</b>	Miikka Rikman, 27.5.2019
<b>Yhteyshenkilö</b>	<b>Eurofins Expert Services Oy</b> Ari Kevarinmäki Kemistintie 3, Espoo PL 47, 02151 Espoo <a href="mailto:AriKevarinmaki@eurofins.fi">AriKevarinmaki@eurofins.fi</a>

---

## Hunton Asfalt Vindtett levyjen tuulijäkistyskestävyyden mitoitusohje

### Yleistä

Tämä lausunto koskee 12 ja 25 mm paksujen VTT:n sertifikaatin No VTT-C-713-06 mukaisten suorareunaisten bitumikyllästettyjen huokoisten kuitulevyjen Hunton Asfalt Vindtett käyttöä tuulta jäykistävinä puurunkoisten ulkoseinien tuulensuojalevyinä. Mitoitusohje perustuu VTT:n tutkimusloistuksiin nro VTT-S-06739-11 (Testing of stapled and nailed connections for Hunton Asfalt Vindtett boards) ja VTT-S-01948-13 (Testing of nailed connections for Hunton Asfalt Vindtett boards), SINTEF Building and Infrastrukturen tutkimusraporttiin nro 3D094101 (Hunton Fiber – Racking strength and stiffness of soft fibreboards impregnated with bitumen”) sekä Eurokoodi 5 suunnittelustandardin SFS-EN 1995-1-1:2004 + A1:2008+A2:2014 ja RIL 205-1-2017 suunnitteluohjeeseen soveltamiseen.

Tarkastelussa käytetään Eurokoodi 5:n Suomen kansallisen liitteen mukaisesti jäykistysseinien yksinkertaistetun analyysin menetelmää A. Mitoitusmenetelmä ei huomioi levyn erilaisia kiinnitystapoja, vaan kiinnityksen tulee tapahtua tässä ohjeessa kuvatulla tavalla (kuva 3).

Liittimien ominaisleikkausvoimakestävyydet on määritetty koekuormitusten perusteella kummallekin levypaksuudelle erikseen. Liittiminä käytetään hakasia, joiden myötömomenti  $M_{y,k}$  on hakasen selän suuntaisessa kuormituksessa piikkiä kohden vähintään 400 Nmm tai huopanauloja, joiden myötömomenti on vähintään 3000 Nmm. Liittimen korroosiosuojauksen tulee vastata vähintään luokan Fe/Zn 12c (ISO 2081) sähkösinkitystä Eurokoodi 5:n mukaisesti.

Hakasen nimellispaksuuden  $d$  tulee olla 1,3...1,6 mm, kun poikkileikkaukseltaan suorakulmaisille hakasille käytetään paksuutena kahden sivumitan tulon neliöjuurta. 12 mm paksun levyn kiinnityksissä käytetään vähintään 38 mm pitkiä hakasia ja 25 mm paksulla levyllä hakasen minimipituus on 50 mm. Hakasen selän leveyden tulee olla 11...25 mm. Hakaset sijoitetaan levyn reunoilla aina siten, että hakasen selkä on levyn reunan suuntainen. Huopanaulojen nimellispaksuus  $d$  on 3,0...3,2 mm, pituus vähintään 45 mm ja kannan halkaisija vähintään 8,5 mm.

Puutavaran lujuusluokan tulee olla vähintään C18 ja paksuuden vähintään 42 mm. Liittimien minimireunaetäisyys on 10 mm sekä levyssä että rungon puutavarassa.

Ulkoverhoilulla sateelta suojattujen tuulensuojasuojalevytysten jäykistyskestävyyksimitoitusta tehdään Eurokoodi 5:n mukaisessa hetkellisessä aikaluokassa ja käyttöluokassa 2 käyttämällä kuormitusajan ja kosteusolosuhteiden

---

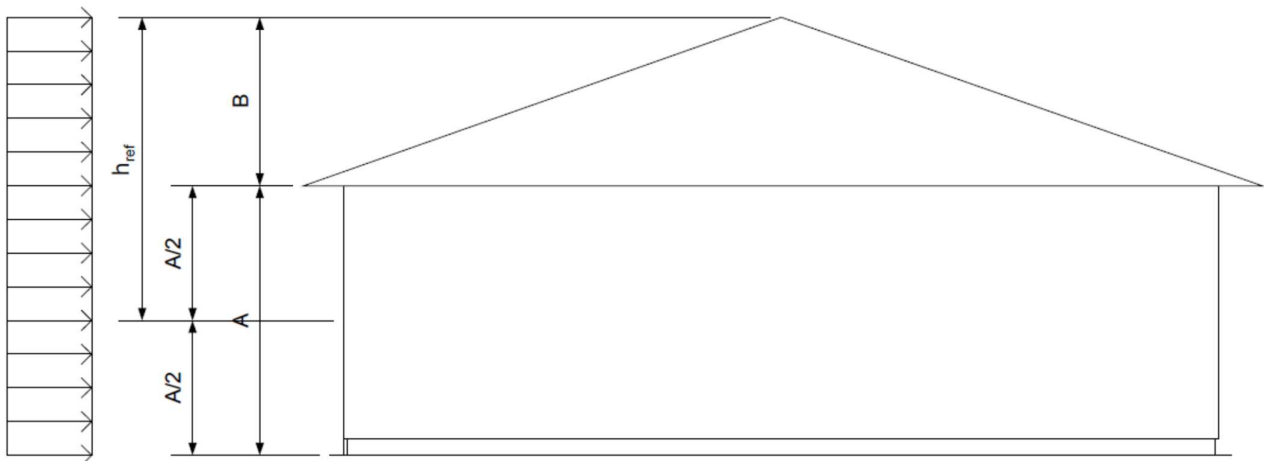
Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Eurofinsin kirjallisella luvalla.

huomioon ottavalle muunnoskertoimelle arvoa  $k_{mod} = 1,1$ . Rakennusaikainen verhoilemattoman ulkoseinän tuulijäykistyskestävyys mitoitetaan käyttöluokassa 3, jolloin muunnoskertoimelle käytetään arvoa  $k_{mod} = 1,0$ . Tämän ohjeen mukaisessa jäykistysmitoituksessa levyjen ja liitosten kestävyysominaisuuksien osavarmuuslukuna käytetään arvoa  $\gamma_M = 1,3$ .

### Tuulikuormat ja niiden siirtyminen rakennuksessa

Tuulikuorman määrittämiseksi on RIL 205-1-2017 ohjeessa esitetty yksinkertaistettu menetelmä, jota voidaan käyttää tavanomaisten rakennusten yhteydessä. Menetelmässä määritetään rakennusten tuulta jäykistävien rakenteiden mitoituksessa (kokonaisstabiileetti) käytettävä kuorma. Tuulikuorman suuruuteen vaikuttaa maastoluokka sekä rakennuksen korkeus, mitat ja muoto.

Osa tuulikuormasta siirtyy suoraan perustuksille ja osa täytyy kantaa jäykistävillä rakenteilla. Yksi- ja puolitoistakerroksisia rakennuksia suunniteltaessa voidaan olettaa, että jäykistävänä vaakarakenteina toimivien rakennuksen ylä- tai välipohjan yläpuolisiin osiin kohdistuva tuulikuorma siirtyy kokonaisuudessa rakenteita pitkin seinärakenteiden yläreunan tasoon. Ylä- tai välipohjan ja sokkelin väliselle alueelle kohdistuvasta kuormasta puolet oletetaan siirtyvän seinärakenteiden yläreunan tasoon, kun loppuosan ajatellaan siirtyvän suoraan perustuksille. Tuulikuorman kertymisalan korkeutta  $h_{ref}$  havainnollistetaan kuvassa 1.



Kuva 1. Tuulikuorman kertymisalan korkeus  $h_{ref}$ .

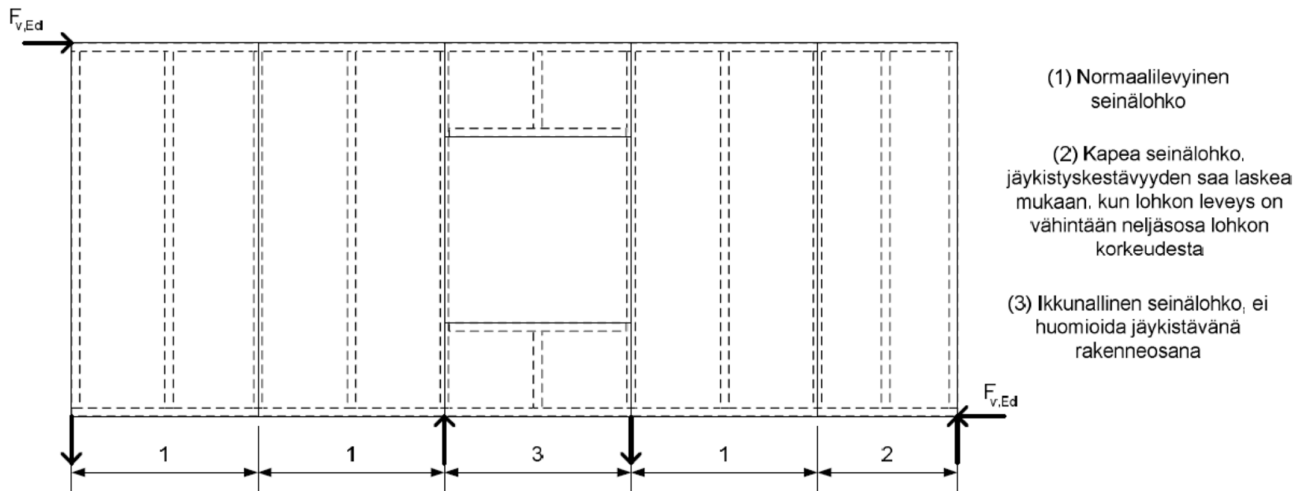
### Vaakavoimakestävyyden laskenta

Jäykistyskestävyyden mitoituksessa tarkasteltava jäykistysseinä jaetaan seinälohkoihin, joiden kapasiteetit muodostavat yhteenlasketun jäykistyskapasiteetin. Käytännössä yksi seinälevy muodostaa yhden seinälohkon. Ovi- tai ikkuna-aukollisten seinälokkien ei katsota lisäävän jäykistyskestävyyttä. Niiden avulla voidaan kuitenkin yhdistää jäykistävät seinälohkot toisiinsa. Leveydeltään vajaan levyt huomioidaan jäykistyskapasiteettiin vain, jos levyjen leveys on vähintään neljännes niiden korkeudesta. Kuvassa 2 on esimerkki jäykistysseinän jakamisesta seinälohkoihin, kun kuorma  $F_{v,Ed}$  on seinää rasittava vaakavoima.

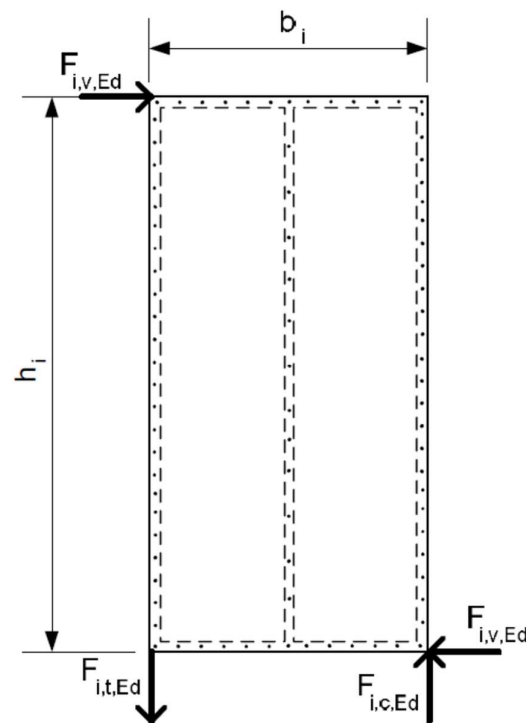
Jotta levyjäykistys toimisi, täytyy jäykistävän seinälohkon reunoilla olevien pystytolppien pystysuuntainen siirtyminen olla estetty. Siirtyminen voidaan estää seinän yläpuolisten rakenteiden omapainon avulla tai kiinnittämällä tolpat alapäästään jäykästi alustaan. Reunatolppiin kohdistuvan vetovoiman lisäksi myös tolppien mahdollinen nurjahtaminen tulee tarkastaa. Kuva 3 havainnollistaa ulkoisia pystyvoimia  $F_{i,t,Ed}$  ja  $F_{i,c,Ed}$ . On syytä huomata, että useimmissa tapauksissa

tuulikuorma voi kohdistua jäykistysseinään molemmista suunnista, jolloin tolpan veto- ja puristusrasitus vaihtavat paikkoja.

Liitinväli saa olla levyn reunoilla enintään 150 mm. Liitinväli on sama levyn kaikilla reunoilla. Välitolpissa liitinväli saa olla enintään reunojen liitinväli kaksinkertaisena. Levy kiinnitetään enintään 600 mm välein sijoitettuihin runkotolppiin. Levyn leikkauslommahduksestävyyden huomioidaan rajoittamalla mitoituksessa hyödynnettävä pienin mahdollinen liitinväli  $s_{min}$  taulukon 1 mukaisesti. Levyn kestävyys tulee siis määrääväksi tekijäksi, jos liitinväli on levyn reunoilla pienempi kuin  $s_{min}$ .



**Kuva 2.** Jäykistysseinän jakaminen seinälohkoihin.



**Kuva 3.** Ulkoiset pystyvoimat ja levyn kiinnitys.

Seinälohkon/levyn vaakavoimakestävyyden mitoitusarvo voidaan laskea kaavalla (1), jossa kerroin 1,2 on Eurokoodi 5 kohdan 9.2.4.2(5) mukainen yksinkertaistetun mitoitusmenetelmän yhteydessä käytettävä liittimen leikkausvoimakestävyyden korotuskerroin. Liitteessä on esitetty valmiiksi laskettuja levykohtaisia vaakavoimakestävyyden mitoitusarvoja.

$$F_{i,v,Rd} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot \frac{1,2F_{f,Rk} b_i c_i}{s} \quad (1)$$

missä  $k_{mod}$  aika- ja kosteusvaikutuksen muunnoskerroin (käyttöluokassa 2  $k_{mod} = 1,1$  ja käyttöluokassa 3  $k_{mod} = 1,0$ );  
 $\gamma_M$  osavarmuusluku ( $\gamma_M = 1,25$ );  
 $F_{f,Rk}$  taulukon 1 mukainen yksittäisen liittimen leikkausvoimakestävyyden ominaisarvo;  
 $b_i$  seinälohkon leveys  
 $s$  liitinväli levyn reunalla ( $s_{min} \leq s \leq 150$  mm)  
 $c_i$  kaavasta (2) laskettava kerroin.

$$c_i = \begin{cases} 1 & \text{kun } b_i \geq \frac{h_i}{2} \\ \frac{2b_i}{h_i} & \text{kun } b_i < \frac{h_i}{2} \end{cases} \quad (2)$$

missä  $h_i$  on seinälohkon korkeus.

Koko jäykistysseinän leikkausvoimakestävyys saadaan laskemalla seinäloikkojen kestävyudet yhteen. Tällöin seinän jäykistyskestävyyden mitoitus-arvo:

$$F_{v,Rd} = \sum F_{i,v,Rd} \quad (3)$$

Tuulesta aiheutuvan seinän vaakavoiman tulee toteuttaa mitoitusehto:

$$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd} \quad (4)$$

Kuvan 3 mukaiset ulkoiset pystyvoimat  $F_{i,t,Ed}$  ja  $F_{i,c,Ed}$  määritetään seuraavasti:

$$F_{i,c,Ed} = F_{i,t,Ed} = \frac{F_{i,v,Ed} h_i}{b_i} \quad (5)$$

### Liittimien leikkausvoimakestävyydet ja siirtymäkertoimet

Taulukossa 1 on esitetty käyttöluokkaa 2 vastaavat liittimien leikkausvoimakestävyyden ominaisarvot  $F_{f,Rk}$ , siirtymäkertoimet  $K_{ser}$  sekä pienimmät sallitut jäykistyskestävyyden mitoituksessa hyödynnettävät liitinvälit  $s_{min}$ . Siirtymäkertoimia  $K_{ser}$  käytetään arvioitaessa käyttöluokassa 2 levytyksen liitossiirtymistä johtuvaa jäykistysseinän yläpään käyttörajatilan vaakasiirtymää.

**Taulukko 1.** Liittimien leikkausvoimakkestävyydet, siirtymäkertoimet ja minimiliitinvälit. Runkopuutavaran lujuusluokan ollessa C18, C20 tai C22, esitetty ominaisarvo  $F_{T,Rk}$  kerrotaan luvulla 0,95.

Liitin <sup>1)</sup>	levyn paksuus (mm)	$F_{T,Rk}$ (N)	$K_{ser}$ (N/mm)	$s_{min}$ (mm)
Hakanen, selkä 11 mm <sup>2)</sup>	12 mm	152	140	50
	25 mm	201	100	40
Hakanen, selkä 25 mm <sup>2)</sup>	12 mm	185	200	60
	25 mm	303	130	60
Huopanaula	12 mm	184	400	60
	25 mm	306	200	60

<sup>1)</sup> ks. liittinspesifikaatiot kohdasta "Yleistä".

<sup>2)</sup> Hakasen selän leveyden ollessa suurempi kuin 11 mm, mutta pienempi kuin 25 mm, arvot voidaan määrittää käyttäen lineaarista interpolointia.

Tämä lausunto on voimassa toistaiseksi, kuitenkin enintään 30.6.2024 asti

**Espoo, 10.6.2019**

*Ari Kevarinmäki*

*Johtava asiantuntija, TkT*

Liite

Levyn vaakavoimakkestävyyden mitoitusarvoja, 2 s.

Jakelu

Tilaaaja Sähköisesti allekirjoitettu

**Taulukko L1.** Levyn vaakaleikkausvoimakkestävyyden mitoitusarvoja hetkellisessä aikaluokassa käyttöluokassa 2, kun levyn paksuus on **12 mm**.  $s$  on liitinväli levyn reunoilla ja  $s_2$  levyn keskellä. Runkopuutavaran lujuusluokan ollessa C18, C20 tai C22, leikkausvoimakkestävyys  $F_{1,v,Rd}$  kerrotaan luvulla 0,95.

Liitin	$b$ (mm)	$h$ (mm)	$c$	$s$ (mm)	$s_2$ (mm)	$F_{1,v,Rd}$ (kN)
Hakanen, selkä 11 mm	1200	2400	1	50	100	3,70
	1200	2400	1	100	200	1,85
	1200	2400	1	150	300	1,23
	1200	2700	0,889	50	100	3,29
	1200	2700	0,889	100	200	1,65
	1200	2700	0,889	150	300	1,10
	1200	3000	0,800	50	100	2,96
	1200	3000	0,800	100	200	1,48
	1200	3000	0,800	150	300	0,99
Hakanen, selkä 25 mm	1200	2400	1	60	120	3,76
	1200	2400	1	100	200	2,25
	1200	2400	1	150	300	1,50
	1200	2700	0,889	60	120	3,34
	1200	2700	0,889	100	200	2,00
	1200	2700	0,889	150	300	1,34
	1200	3000	0,800	60	120	3,01
	1200	3000	0,800	100	200	1,80
	1200	3000	0,800	150	300	1,20
Huopanaula	1200	2400	1	60	120	3,74
	1200	2400	1	100	200	2,24
	1200	2400	1	150	300	1,49
	1200	2700	0,889	60	120	3,32
	1200	2700	0,889	100	200	1,99
	1200	2700	0,889	150	300	1,33
	1200	3000	0,800	60	120	2,99
	1200	3000	0,800	100	200	1,79
	1200	3000	0,800	150	300	1,20

**Taulukko L2.** Levyn vaakaleikkausvoimakestävyyden mitoitusarvoja hetkellisessä aikaluokassa käyttöluokassa 2, kun levyn paksuus on **25 mm**.  $s$  on liitinväli levyn reunoilla ja  $s_2$  levyn keskellä. Runkopuutavaran lujuusluokan ollessa C18, C20 tai C22, leikkausvoimakestävyys  $F_{1,v,Rd}$  kerrotaan luvulla 0,95.

Liitin	$b$ (mm)	$h$ (mm)	$c$	$s$ (mm)	$s_2$ (mm)	$F_{1,v,Rd}$ (kN)
Hakanen, selkä 11 mm	1200	2400	1	40	80	6,12
	1200	2400	1	100	200	2,45
	1200	2400	1	150	300	1,63
	1200	2700	0,889	40	80	5,44
	1200	2700	0,889	100	200	2,18
	1200	2700	0,889	150	300	1,45
	1200	3000	0,800	40	80	4,90
	1200	3000	0,800	100	200	1,96
	1200	3000	0,800	150	300	1,31
Hakanen, selkä 25 mm	1200	2400	1	60	120	6,15
	1200	2400	1	100	200	3,69
	1200	2400	1	150	300	2,46
	1200	2700	0,889	60	120	5,47
	1200	2700	0,889	100	200	3,28
	1200	2700	0,889	150	300	2,19
	1200	3000	0,800	60	120	4,92
	1200	3000	0,800	100	200	2,95
	1200	3000	0,800	150	300	1,97
Huopanaula	1200	2400	1	60	120	6,21
	1200	2400	1	100	200	3,73
	1200	2400	1	150	300	2,49
	1200	2700	0,889	60	120	5,52
	1200	2700	0,889	100	200	3,31
	1200	2700	0,889	150	300	2,21
	1200	3000	0,800	60	120	4,97
	1200	3000	0,800	100	200	2,98
	1200	3000	0,800	150	300	1,99