
Tilaaaja	Hunton Fiber AS, Fillial i Finland c/o Heli Lauronen Sulajärventie 7 23210 Vehmaa
Tilaus	Lars Harald Nilsen 23.6.2011 ja 1.9.2011
Yhteyshenkilö	VTT Expert Services Oy Ari Kevarinmäki PL 1001, 02044 VTT Puh. 020 722 5566 Faksi 020 722 7003 Sähköposti ari.kevarinmaki@vtt.fi

Tehtävä	Hunton Asfalt Vindtett levyjen tuulijäykistyskestävyyden 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 tutkimusselostukseen nro VTT-S-06739-11 (Testing of stapled and 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 ja RIL 205-1:2009 suunnitteluohjeen 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 ominaisleikkausvoimakkestävyydet on määritetty koekuormitusten perusteella kummallekin levypaksuudelle erikseen. Liittiminä käytetään hakasia, joiden myötömomentti $M_{y,k}$ on hakasen selän suuntaisessa kuormituksessa piikkiä kohden vähintään 400 Nmm tai huopanauloja, joiden myötömomentti 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 reunoilta 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.

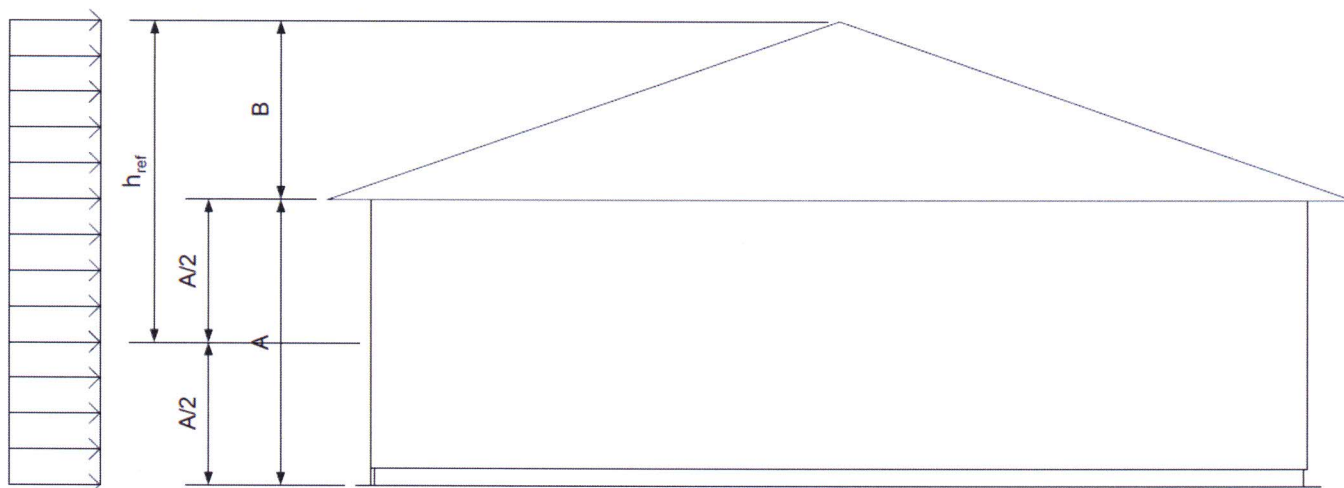
Puutavaran lujuusluokan tulee olla vähintään C24 ja paksuuden vähintään 48 mm. Liittimien minimireunaetäisyys on 12 mm sekä levyssä että rungon puutavarassa.

Ulkoverhoilulla sateelta suojattujen tuulensuojasuojalevytysten jäykistyskestävyysmitoitus tehdään Eurokoodi 5:n mukaisessa hetkellisessä aikaluokassa ja käyttöluokassa 2 käyttämällä kuormitusajan- ja kosteusolosuhteiden huomioon ottavalle muunnoskertoimelle arvoa $k_{\text{mod}} = 1,1$. Rakennusaikainen verhoilemattoman ulkoseinän tuulijäykistyskestävyys mitoitetaan käyttöluokassa 3, jolloin muunnoskertoimelle voidaan käyttää arvoa $k_{\text{mod}} = 1,0$. Tämän ohjeen mukaisessa jäykistysmitoituksessa levyjen ja liitosten kestävyysominaisuuksiensa osavarmuuslukuna voidaan käyttää puulevyjen osavarmuuslukua $\gamma_M = 1,25$.

Tuulikuormat ja niiden siirtyminen rakennuksessa

Tuulikuorman määrittämiseksi on RIL 205-1-2009 ohjeessa esitetty yksinkertaistettu menetelmä, jota voidaan käyttää tavanomaisten rakennusten yhteydessä. Menetelmässä määritetään rakennusten tuulta jäykistävien rakenteiden mitoituksessa (kokonaisstabiliteetti) käytettävä kuorma. Tuulikuorman suuruuteen vaikuttaa maastoluokka sekä rakennuksen korkeus, mitat ja muoto.

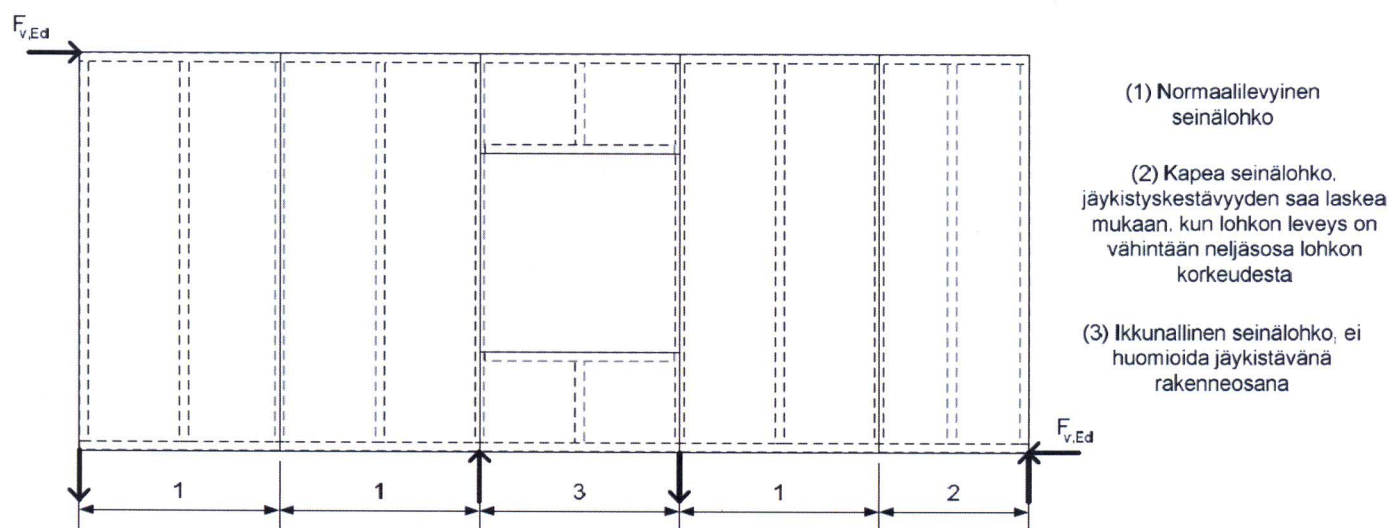
Osa tuulikuormasta siirtyy suoraan perustuksille ja osa täytyy kantaa jäykistävillä rakenteilla. Yksi- ja puolitoistakerroksisia rakennuksia suunniteltaessa voidaan olettaa, että jäykistävinä vaakarakenteina toimivien rakennuksen ylätai välipohjan yläpuolisiin osiin kohdistuva tuulikuorma siirtyy kokonaisuudessa 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

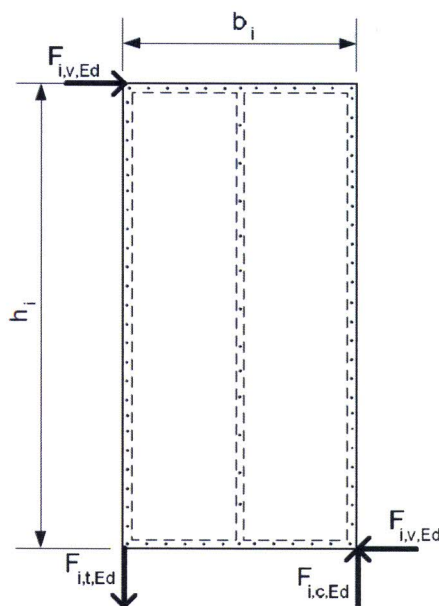
Jäykistyskestävyyden mitoituksessa tarkasteltava jäykistysseinä jaetaan seinälohkoihin, joiden kapasiteetit muodostavat yhteenlasketun jäykistyskapasiteetin. Käytännössä yksi seinälevy muodostaa yhden seinälohkon. Ovi- tai ikkuna-aukollisten seinälohkojen ei katsota lisäävän jäykistyskestävyyttä. Niiden avulla voidaan kuitenkin yhdistää jäykistävät seinälohkot toisiinsa. Leveydeltään vajaat 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.



Kuva 2. Jäykistysseinän jakaminen seinälohkoihin.

Jotta levyjäykistys toimisi, täytyy jäykistävän seinälohkon reunoilla olevien pystytolppien pystysiirtyminen 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 leikkauslommahduskestävyys 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 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.

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

- missä k_{mod} aika- ja kosteusvaikutuksen muunnoskerroin (käyttöluokassa 2 $k_{mod} = 1,1$ ja käyttöluokassa 3 $k_{mod} = 1,0$);
 γ_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 seinälohkosten kestävyys yhteen. Tällöin seinän jäykistyskestävyyden mitoitusarvo:

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

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 leikkausvoimakestävyydet, siirtymäkertoimet ja minimiliitinvälit.

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

¹⁾ ks. liittinspesifikaatiot kohdasta "Yleistä".

²⁾ 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 31.10.2016 asti.

Espoo, 21.10.2011



Lasse Mörönen
Tiimipäällikkö



Ari Kevarinmäki
Erityisasiantuntija

LIITE

Levykohtaisia vaakavoimakestävyyden ominaisarvoja, 2 s.

JAKELU

Tilaaaja
VTT Expert Services Oy /Arkisto

Alkuperäinen
Alkuperäinen

Taulukko L1. Levyn vaakaleikkausvoimakestävyyden mitoitusarvoja, kun levyn paksuus on 12 mm. s on liitinväli levyn reunoilla ja s_2 levyn keskellä.

Liitin	b (mm)	h (mm)	c	s (mm)	s_2 (mm)	$F_{i,v,Rd}$ (kN)
Hakanen, selkä 11 mm	1200	2400	1	50	100	3,85
	1200	2400	1	100	200	1,93
	1200	2400	1	150	300	1,28
	1200	2700	0,889	50	100	3,42
	1200	2700	0,889	100	200	1,71
	1200	2700	0,889	150	300	1,14
	1200	3000	0,800	50	100	3,08
	1200	3000	0,800	100	200	1,54
	1200	3000	0,800	150	300	1,03
Hakanen, selkä 25 mm	1200	2400	1	60	120	3,91
	1200	2400	1	100	200	2,34
	1200	2400	1	150	300	1,56
	1200	2700	0,889	60	120	3,47
	1200	2700	0,889	100	200	2,08
	1200	2700	0,889	150	300	1,39
	1200	3000	0,800	60	120	3,13
	1200	3000	0,800	100	200	1,88
	1200	3000	0,800	150	300	1,25
Huopanaula	1200	2400	1	60	120	3,89
	1200	2400	1	100	200	2,33
	1200	2400	1	150	300	1,55
	1200	2700	0,889	60	120	3,45
	1200	2700	0,889	100	200	2,07
	1200	2700	0,889	150	300	1,38
	1200	3000	0,800	60	120	3,11
	1200	3000	0,800	100	200	1,87
	1200	3000	0,800	150	300	1,24

Taulukko L2. Levyn vaakaleikkausvoimakestävyyden mitoitusarvoja, kun levyn paksuus on **25 mm**.
s on liitinväli levyn reunoilla ja s₂ levyn keskellä.

Liitin	b (mm)	h (mm)	c	s (mm)	s ₂ (mm)	F _{i,v,Rd} (kN)
Hakanen, selkä 11 mm	1200	2400	1	40	80	6,37
	1200	2400	1	100	200	2,55
	1200	2400	1	150	300	1,70
	1200	2700	0,889	40	80	5,66
	1200	2700	0,889	100	200	2,26
	1200	2700	0,889	150	300	1,51
	1200	3000	0,800	40	80	5,09
	1200	3000	0,800	100	200	2,04
	1200	3000	0,800	150	300	1,36
Hakanen, selkä 25 mm	1200	2400	1	60	120	6,40
	1200	2400	1	100	200	3,84
	1200	2400	1	150	300	2,56
	1200	2700	0,889	60	120	5,69
	1200	2700	0,889	100	200	3,41
	1200	2700	0,889	150	300	2,28
	1200	3000	0,800	60	120	5,12
	1200	3000	0,800	100	200	3,07
	1200	3000	0,800	150	300	2,05
Huopanaula	1200	2400	1	60	120	6,46
	1200	2400	1	100	200	3,88
	1200	2400	1	150	300	2,59
	1200	2700	0,889	60	120	5,75
	1200	2700	0,889	100	200	3,45
	1200	2700	0,889	150	300	2,30
	1200	3000	0,800	60	120	5,17
	1200	3000	0,800	100	200	3,10
	1200	3000	0,800	150	300	2,07