
Tilaaaja	Hunton Oy/Ab Miikka Rikman Myyrmäentie 2 01600 Vantaa miikka.rikman@hunton.fi
Tilaus	Miikka Rikman, 8.3.2024
Yhteyshenkilö	Eurofins Expert Services Oy Ari Kevarinmäki Tekniikantie 4B 02150 Espoo AriKevarinmaki@eurofins.fi

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 tutkimusselostuksiin 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*), Eurofinsin testausselosteesen nro EUFI29-24000970-T1 (*Testing of stapled and nailed connections for Hunton Asfalt Vindtett boards*), SINTEF Building and Infrastructuren 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 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 ominaisleikkausvoimakestävyydet 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 reunoilla 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.

Kun 25 mm paksun levyn kiinnityksessä käytetään nimellismitaltaan 1,54 x 10,6 x 50 mm Senco N21BXBB hakasia (ETA 21/0078), liittimet voidaan sijoittaa siten, että hakasen selän ja levyn reunan välinen kulma on 30°. Senco N21BBXBB hakasten sijasta voidaan käyttää nimellismitaltaan vastaavia hakasia, joiden myötömomentti

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Eurofinsin kirjallisella luvalla.

$M_{y,k} \geq 720$ Nmm ja ulosvetolujuus $f_{ax,k} \geq 4,9$ N/mm². Tällainen vastaava hakanen on esimerkiksi ITW-hakanen 1,8x11x50 HD7900-GALV (DoP nro 400/2024.1).

25 mm paksun levyn kiinnityksessä voidaan käyttää myös kuumasinkittyjä 2,5x50 mm Senco kampanauloja BL21ASBF (DoP nro VS-CRP-201305-S005) tai nimellismitoiltaan vastaavia profiloituja nauloja, joiden myötömomentti $M_{y,k} \geq 1620$ Nmm, ulosvetolujuus $f_{ax,k} \geq 11,56$ N/mm², kannan pinta-ala $A_{head} = 27$ mm² ja kannan lävistymisljujuus $f_{head,k} \geq 25,56$ N/mm². Tällainen vastaava naula on esimerkiksi kuumasinkitty Bea kampanaula 2,5x50 (DoP nro H-J-30-20061-12).

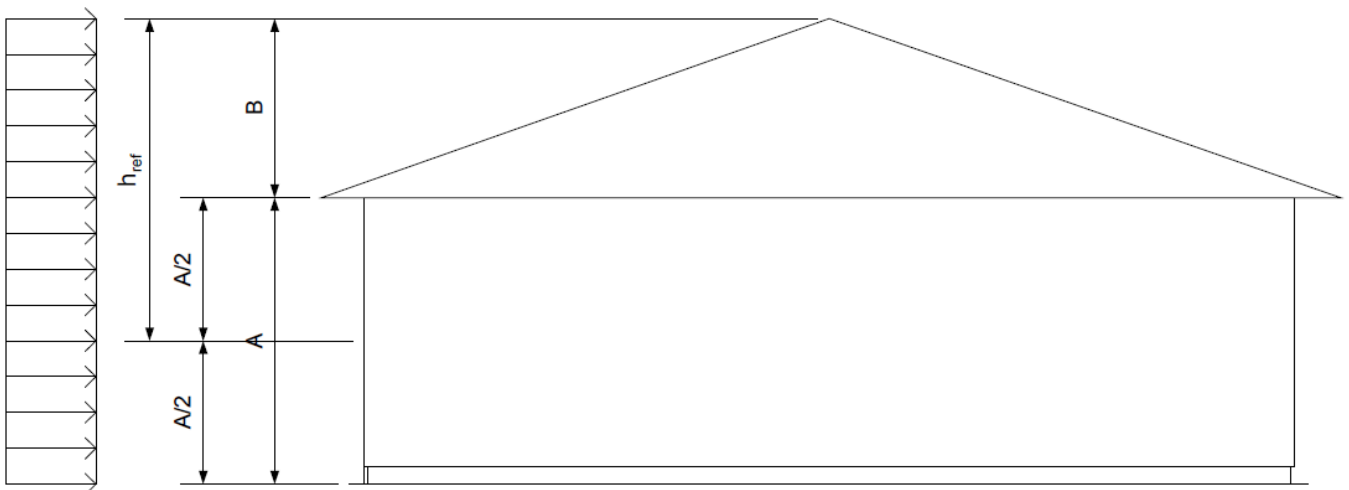
Puutavaran lujuusluokan tulee olla vähintään C18 ja paksuuden vähintään 42 mm. Liittimien minimireunaetäisyys on 10 mm sekä levyssä että rungon puutavarassa. Hakasten reunaetäisyys mitataan hakasen selän keskikohdasta.

Ulkoverhoilulla sateelta suojattujen tuulensuojasuojalevytysten jäykistyskestävyyksimitoitusta tehdään Eurokoodi 5:n mukaisessa hetkellisessä aikaluokassa ja käyttöluokassa 2 käyttämällä kuormitusajan ja kosteusolosuhteiden 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 (kokonaisstabiiliteetti) käytettävä kuorma. Tuulikuorman suuruuteen vaikuttaa maastoluokka, maaston kaltevuus rakennuspaikassa 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} .

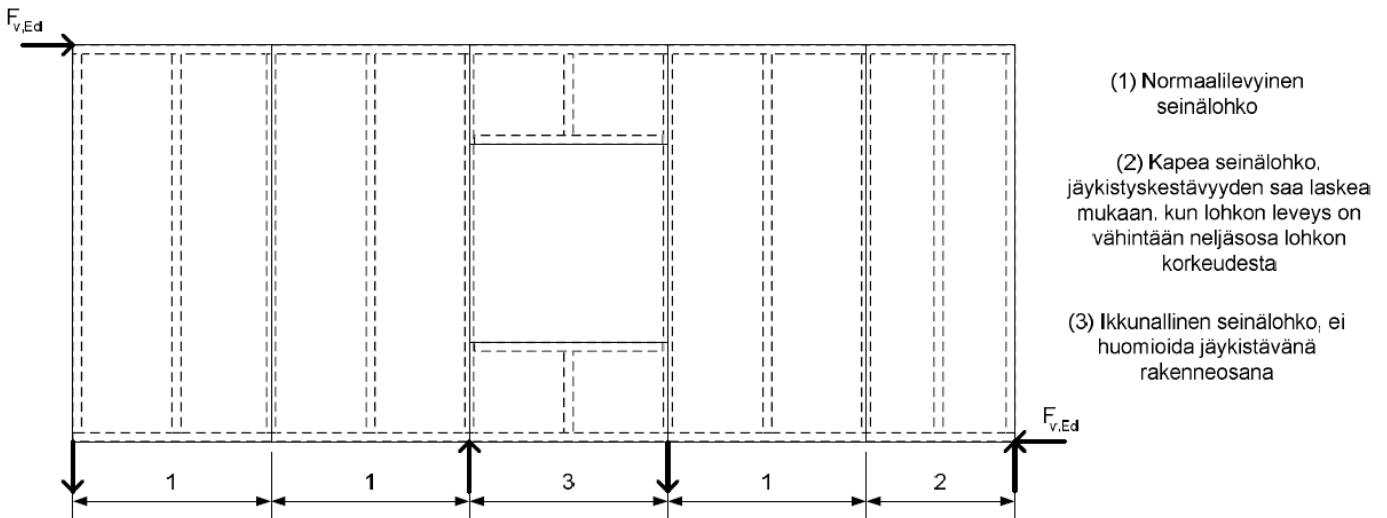
Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Eurofinsin kirjallisella luvalla.

Vaakavoimakestävyuden laskenta

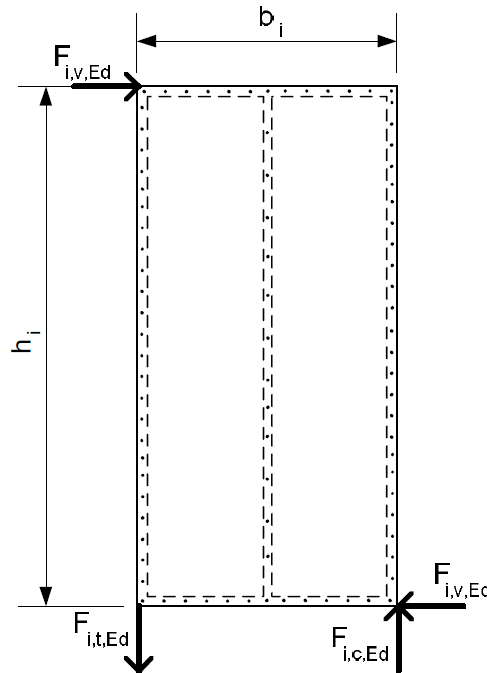
Jäykistyskestävyyden mitoituksessa tarkasteltava jäykistysseinä jaetaan seinälohkoihin, joiden kapasiteetit muodostavat yhteenlasketun jäykistyskapasiteetin. Käytännössä yksi seinälevy muodostaa yhden seinälohkon. Ovi- tai ikkuna-aukollisten seinälohkojen ei katsota lisäävän jäykistyskestävyyttä. Niiden avulla voidaan kuitenkin yhdistää jäykistävät seinälohkot toisiinsa. Leveydeltään vajaat levyt huomioidaan jäykistyskapasiteettiin vain, jos levyjen leveys on vähintään neljäsosa 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 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 $F_{1,t,Ed}$ ja $F_{1,c,Ed}$. 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 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 $k_{mod} = 1,0$);
 γ_M osavarmuusluku ($\gamma_M = 1,3$);
 $F_{f,Rk}$ 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 seinälokkien kestävydet yhteen. Tällöin seinän jäykistyskestävyyden mitoitusarvo:

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

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Eurofinsin kirjallisella luvalla.

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 $F_{i,Rk}$, 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. Runkopuutavaran lujuusluokan ollessa C18, C20 tai C22, esitetty ominaisarvo $F_{i,Rk}$ kerrotaan luvulla 0,95.

Liitin ¹⁾	levyn paksuus (mm)	$F_{i,Rk}$ (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
Hakanen 30°, Senco N21BXBB	25 mm	275	230	55
Huopanaula	12 mm	184	400	60
	25 mm	306	200	60
Kampanaula, Senco BL21ASBF	25 mm	288	83	60

¹⁾ ks. liitinspesifikaatiot 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 30.4.2029 asti

Espoo, 29.4.2024

Ari Kevarinmäki
 Johtava asiantuntija, TKT

Liite Levyn vaakavoimakestävyyden mitoituservoja, 2 s.

Jakelu Tilaaja Sähköisesti allekirjoitettu

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Eurofinsin kirjallisella luvalla.

Taulukko L1. Levyn vaakaleikkausvoimakestävyyden 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, 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	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 $F_{i,v,Rd}$ kerrotaan luvulla 0,95.

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	6,12
	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	0,8	40	80	4,90
	1200	3000	0,8	100	200	1,96
	1200	3000	0,8	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	0,8	60	120	4,92
	1200	3000	0,8	100	200	2,95
	1200	3000	0,8	150	300	1,97
Hakanen 30° Senco N21BXBB	1200	2400	1	55	110	6,09
	1200	2400	1	100	200	3,35
	1200	2400	1	150	300	2,23
	1200	2700	0,889	55	110	5,42
	1200	2700	0,889	100	200	2,98
	1200	2700	0,889	150	300	1,99
	1200	3000	0,8	55	110	4,87
	1200	3000	0,8	100	200	2,68
	1200	3000	0,8	150	300	1,79
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	0,8	60	120	4,97
	1200	3000	0,8	100	200	2,98
	1200	3000	0,8	150	300	1,99
Kampanaula Senco BL21ASBF	1200	2400	1	60	120	5,85
	1200	2400	1	100	200	3,51
	1200	2400	1	150	300	2,34
	1200	2700	0,889	60	120	5,20
	1200	2700	0,889	100	200	3,12
	1200	2700	0,889	150	300	2,08
	1200	3000	0,8	60	120	4,68
	1200	3000	0,8	100	200	2,81
	1200	3000	0,8	150	300	1,87

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Eurofinsin kirjallisella luvulla.