

Kulo lumiasteiden Xenon Arc vanhennus ja kuormituskokeet

Tilaaaja: Uusi Hansa Oy

Tilaaaja	Uusi Hansa Oy Koivistonkyläntie 74 61310 Panttila
Tilaus	Näytteiden toimitus 27.11.2013, Markku Huhta-Koivisto
Yhteyshenkilö	VTT Expert Services Oy Eeva-Liisa Lepistö-Saukko Erityisasiantuntija Kemistintie 3, 02150 Espoo PL 1001, 02044 VTT Puh. 020 722 5531

Tehtävä	Kulo lumiesteiden Xenon Arc vanhennus ja kuormituskokeet
Näytteet	<p>Tilaaaja toimitti koekappaleet kiinnitysalusta ja ruuvit VTT Expert Services Oy:lle 27.11.2013.</p> <p>Kulo lumiesteet:</p> <p>Satulamalli, materiaali Samsung, ruuvikiinnitys sivusta Satulamalli, materiaali Samsung, ruuvikiinnitys keskeltä Satulamalli, materiaali Lexan, ruuvikiinnitys sivusta Tasamalli, materiaali Samsung, kiinnitys liimaamalla Tasamalli, materiaali Samsung, ruuvikiinnitys</p> <p>Liima: Kulo 1 Ruuvit: 38 mm x 4,8 mm</p> <p>Kiinnitysalusta: Koivuvaneri, 50 mm x 160 mm x 260 mm Pelti, profiilipelti Puurimat alustan ja pellin profiilin harjan välissä</p> <p>Tasamallin, materiaali Samsung, kiinnitys oli suoritettu liimaamalla Ruukin puuraalipintaiseen peltiin tilaajan toimesta. Liimattavien pintojen puhdistus ennen liimausta oli suoritettu Kulo Cleanerilla.</p> <p>Lumiesteiden ruuvikiinnitys vanerialustaan suoritettiin VTT Expert Services Oy:llä UV-vanhennuksen jälkeen ennen lujuuskokeita. Satulamallin ja vanerialustan väliin laitettiin profiilipelti ja pellin profiilin harjan alle puurima. Tasamalli ruuvikiinnityksellä asennettiin suoraan vanerialustalle. Pellille liimattu tasamalli asennettiin kiinnittämällä liimausalustana toiminut pelti ruuveilla vanerialustaan.</p>

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Tehtävän suoritus**Xenon Arc vanhennus, 1000 h**

Lumiesteet vanhennettiin Xenon Arc -laitteella Q-Sun Xe-3-HS, Serial No. 08-2119-1-349/D, TLO5007. Vanhennus suoritettiin standardin *SFS-EN ISO 4892-2 (2013) Plastics -- Methods of exposure to laboratory light sources -- Part 2: Xenon-arc lamps, (ISO 4892-2:2013)* menetelmän A, syklytys nro 1 mukaan.

Vanhennus suoritettiin 10.12.2013 – 24.1.2014.

Xenon Arc + sadetus, testausolosuhteet

Sykli: 102 min UV + 18 min UV + sadetus,

Kokonaistestausaika: 1000 h = 1,5 kk

Säteilyvoimakkuus: $60 \pm 2 \text{ W/m}^2$ (300–400 nm) ja
 $0,51 \pm 0,02 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{nm)}$ (340 nm).

Mustan standardikappaleen lämpötila, BST: $65 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$,

Kammiolämpötila: $38 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$

Ilman suhteellinen kosteus: $50 \pm 10 \%$

Koekappaleet:

Xenon Arc vanhennus:

Satulamalli, materiaali Samsung, (ruuvikiinnitys sivusta)

Satulamalli, materiaali Samsung, (ruuvikiinnitys keskeltä)

Satulamalli, materiaali Lexan, (ruuvikiinnitys sivusta)

Tasamalli, materiaali Samsung, kiinnitys liimaamalla

Tasamalli, ruuvikiinnitys

Kuormituskokeet uusille ja vanhennetuille koekappaleille

Koekappaleet kuormitettiin jäljittelemällä todellista jäälautan aiheuttamaa kuormitusta yksittäiseen lumiesteeseen. Tarkastelun ulkopuolelle jätettiin ruuvikiinnitys ja kiinnitysalusta. Kuormituksesta kirjattiin maksimikuorma, kN ja vastaava siirtymä, mm. Jokaisesta testistä tulostettiin voima/siirtymä-käyrä myötörajan havainnollistamiseksi.

Kokeissa käytettiin painimen liikenoiteena 5 mm minuutissa.

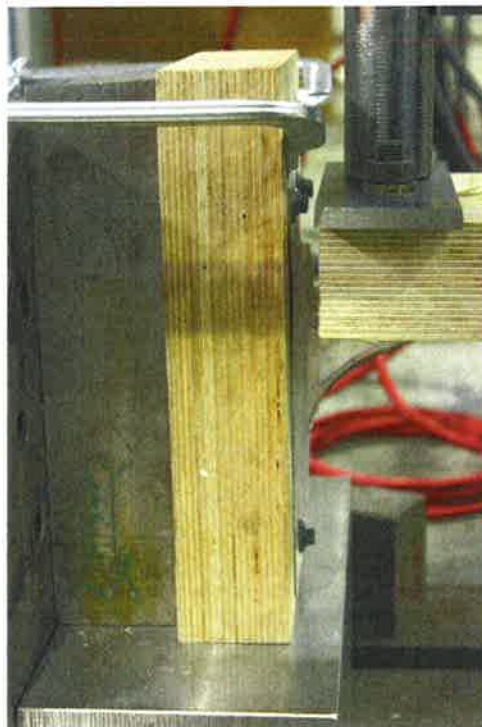
Koelaitteiston tiedot on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Koelaitteisto Robcon 400 kN.

	Type	Serial No / ID
Aineenkoestuskone	Robcon 400	TL09671
Voima-anturi	Interface 1040 AF - 450 kN – B	140769A
Tiedonkeruujärjestelmä	NI cDAQ	TL14188
Ohjelmisto	DasyLab 11.2	TL14188

Lumiestekokeet tehtiin Robcon aineenkoestuskoneella. Kokeita varten valmistettiin vanerista painin, jonka muoto myötäili satulamallista lumiéstettä. Kokeissa painimen reuna oli hyvin lähellä lumiésteen tyveä, jolloin kuormitus oli oleellisesti leikkausta. Lähellä lumiésteen tyveä oleva painin tuki lumiéstettä kokeen aikana estäen lumiésteen yläosan ulospäin liikkumista. Koejärjestelyn ei voida kuitenkaan katsoa vastaavan todellista lumen ja jään käyttäytymistä katolla, kuva 1.

Tasamallisia lumiéstettä testattiin suorareunaisella koivuvanerista valmistetulla painimella. Painimen reuna oli kokeissa 10 mm lumiésteen tyvestä. Tasamallisia lumiéstettä testattiin liimattuina ja ruuveilla kiinnitettyinä.



Kuva 1. Koejärjestely. Tasamallin kuormitus.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Tulokset

Kuormituskokeiden yhteenveto on esitetty taulukossa 1. Kuormituskokeessa kuormitusta jatkettiin kunnes voima pieneni merkittävästi. Voiman pieneneminen tapahtui lumiasteen taivuttua riittävästi. Lumiasteille ominaista oli materiaalin suuri elastinen myötääminen.

Satulamalliset lumiasteet eivät varsinaisesti rikkoutuneet kokeissa, vaan myötäsivät. Lumiasteisiin jäi merkittävä pysyvä plastinen muodonmuutos.

Keskeltä ruuvatuilla satulamallisilla lumiasteilla ruuvit taipuivat kuormitettaessa. Samalla kattopellin ruuvinreijät leikkoutuivat pitkänomaisiksi. Ruuvien taipuminen tällä kiinnitystavalla johtui siitä, että kuusipuinen, pellin alle harjan kohdalle asetettu rima halkeaa kun siitä läpi ruuvatut ruuvit kuormittuvat. Vastaavaa ei tapahtunut sivuilta ruuvatuilla lumiasteilla, koska niissä ruuvit olivat suoraan lujassa koivuvaneriassa.

Liimatut esteet irtosivat liimauksestaan huomattavan paljon matalammalla voimalla kuin ruuvatut. Liimaus irtosi liiman ja muovin välistä. Ruuvatut esteet käyttäytyivät pääsääntöisesti kuten satulamalliset, myötäämällä kuorman alla. Kuormituksen jälkeen tasamallisiin esteisiin jäi merkittävä pysyvä muodonmuutos.

Yhdessä ruuvatussa tasamallisteessä murtuivat ylempien ruuvien korvat. Esteen kestävä kuorma ei kuitenkaan merkittävästi eronnut muiden tasamallisten ruuvattujen esteiden saavuttamasta arvosta.

Taulukko 1. Kulo lumiasteet. Kuormituskokeiden tulokset.

Tuote	F Max kN	Hajonta	Siirtymä mm	Hajonta
LEXAN SATULAMALLI UUSI KIINNITYS SIVUSTA	11,2	0,7	13,3	1,5
LEXAN SATULAMALLI VANHENNETTU KIINNITYS SIVUSTA	11,7	1,6	15,4	2,6
SAMSUNG SATULAMALLI UUSI KESKIKIINNITYS	14,3	1,5	24,0	2,1
SAMSUNG SATULAMALLI VANHENNETTU KESKIKIINNITYS	12,5	0,8	22,1	2,4
SAMSUNG SATULAMALLI UUSI KIINNITYS SIVUSTA	11,7	1,3	14,2	1,5
SAMSUNG SATULAMALLI VANHENNETTU KIINNITYS SIVUSTA	12,0	1,7	13,8	1,7
TASAMALLI UUSI LIIMATTU	4,3	1,2	11,4	2,2
TASAMALLI VANHENNETTU LIIMATTU	4,9	0,4	10,4	1,3
TASAMALLI UUSI RUUVIKIINNITYS	8,9	0,6	11,7	1,0
TASAMALLI VANHENNETTU RUUVIKIINNITYS	8,9	0,3	11,9	0,7

Valmistajan asennusohjeen mukaan lumiasteita asennetaan 4 kpl per juoksumetri.

Lainsäädäntö: B1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Rakenteiden varmuus ja kuormitukset, määräykset 1998, kohta 3.3 Lumikuormat.

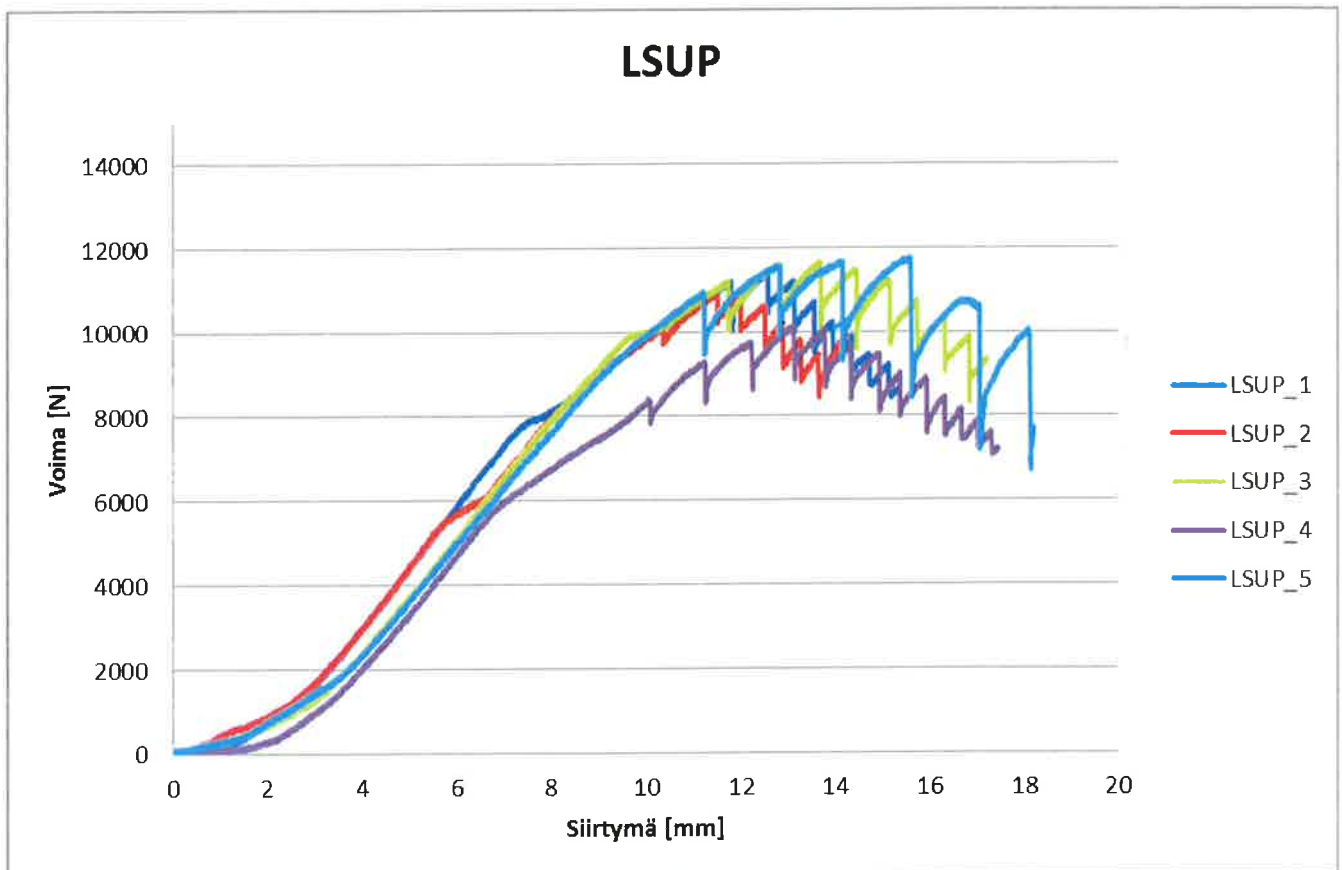
Standardissa SS 8313 35 esitetään lumiasteen staattisen kuorman kestolle seuraavat vaatimukset:

Kestettävä 1,5 kN pistekuorma ja 5 kN/m kuorma lappen kaltevuuden suuntaan. Taipuman tulee olla alle 20 mm ja pysyvän taipuman alle 5 mm.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

LEXAN SATULAMALLI UUSI KIINNITYS SIVUSTA

Tuote	F Max kN	Siirtymä mm
LSUP_1	11,4	12,6
LSUP_2	10,9	11,5
LSUP_3	11,7	13,7
LSUP_4	10,1	13,1
LSUP_5	11,8	15,6
keskiarvo	11,2	13,3
hajonta	0,7	1,5



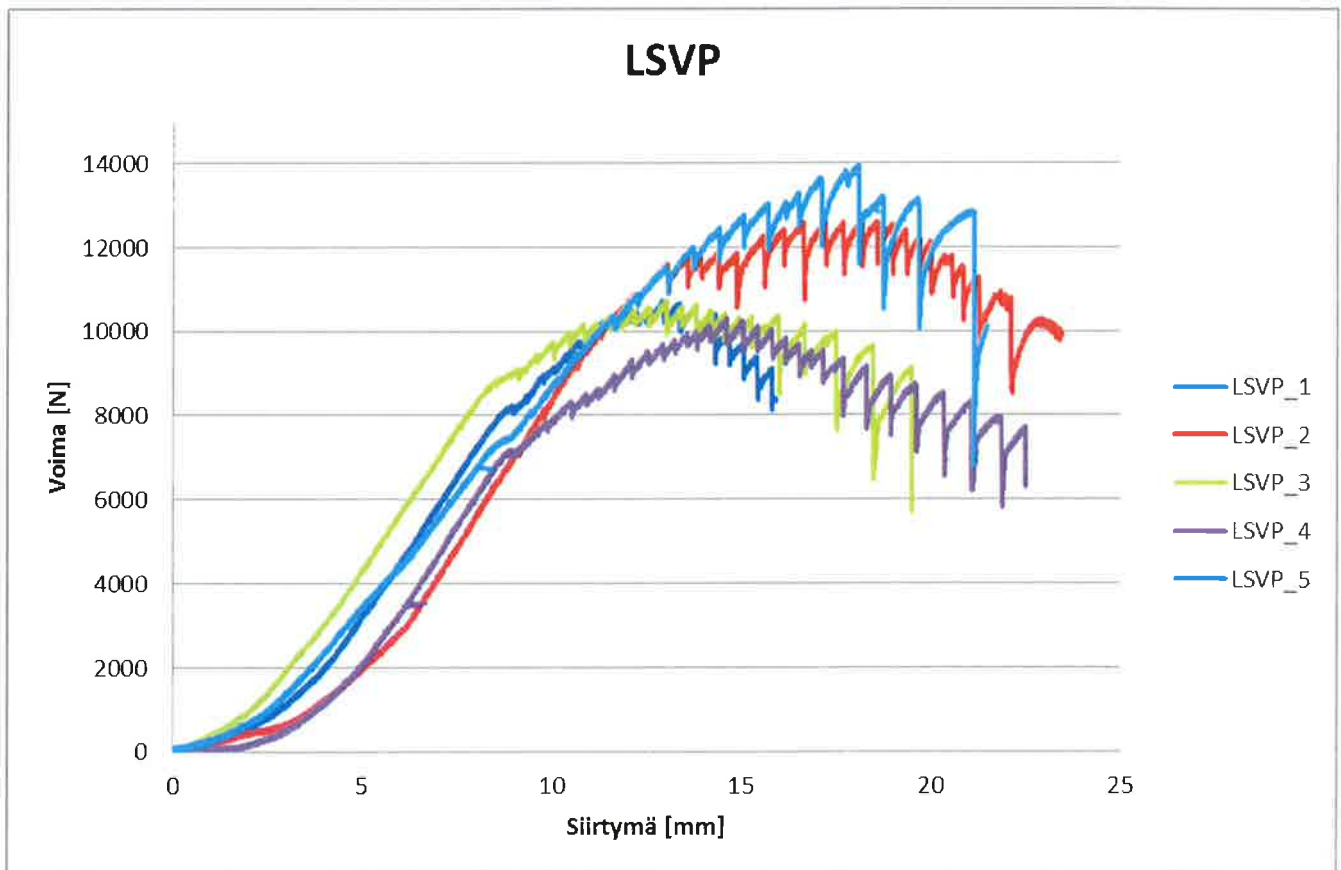
Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

LEXAN SATULAMALLI VANHENNETTU KIINNITYS SIVUSTA

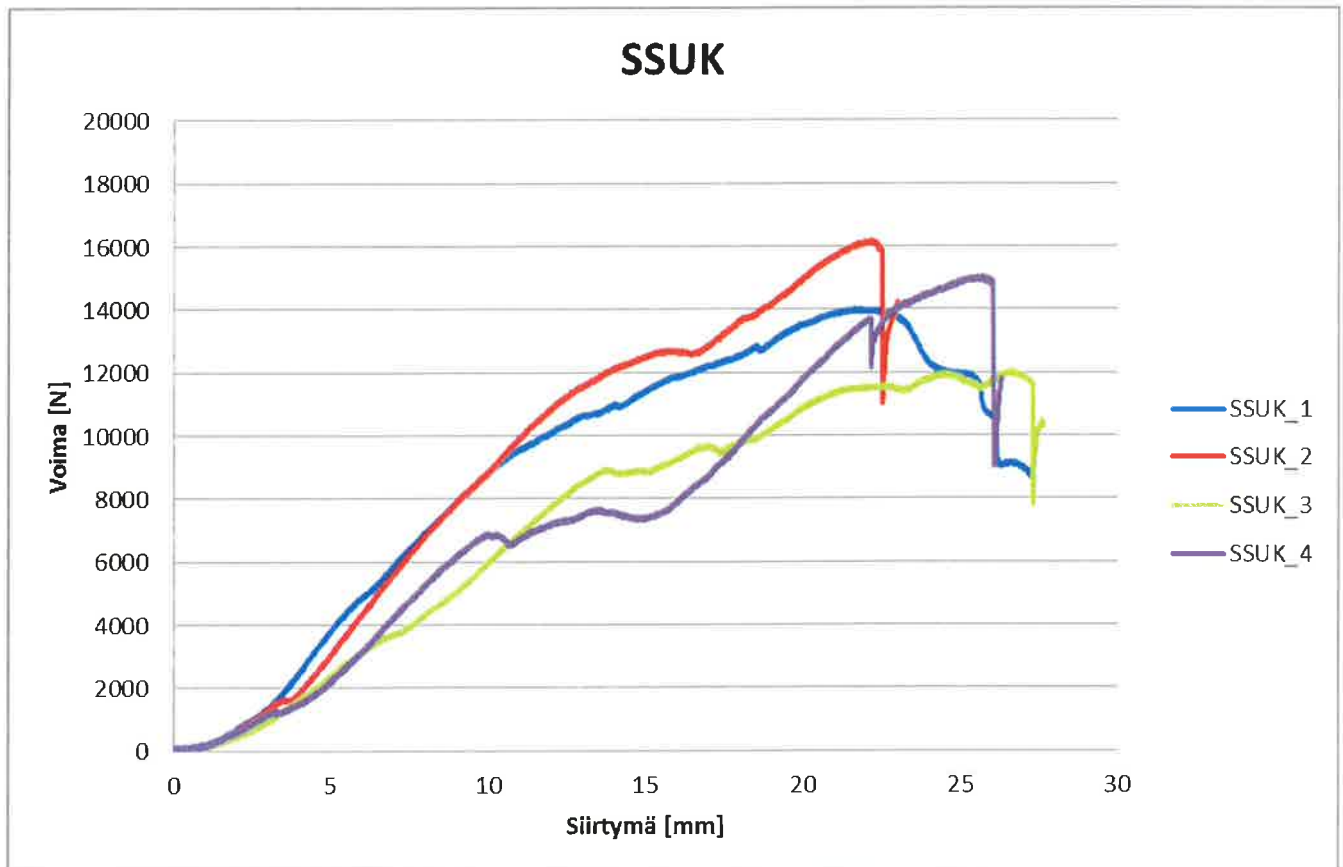
Tuote	F Max kN	Siirtymä mm
LSVP_1	10,7	12,9
LSVP_2	12,6	18,2
LSVP_3	10,7	13,0
LSVP_4	10,3	14,6
LSVP_5	14,0	18,1
keskiarvo	11,7	15,4
	1,6	2,6



Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

SAMSUNG SATULAMALLI UUSI KESKIKIINNITYS

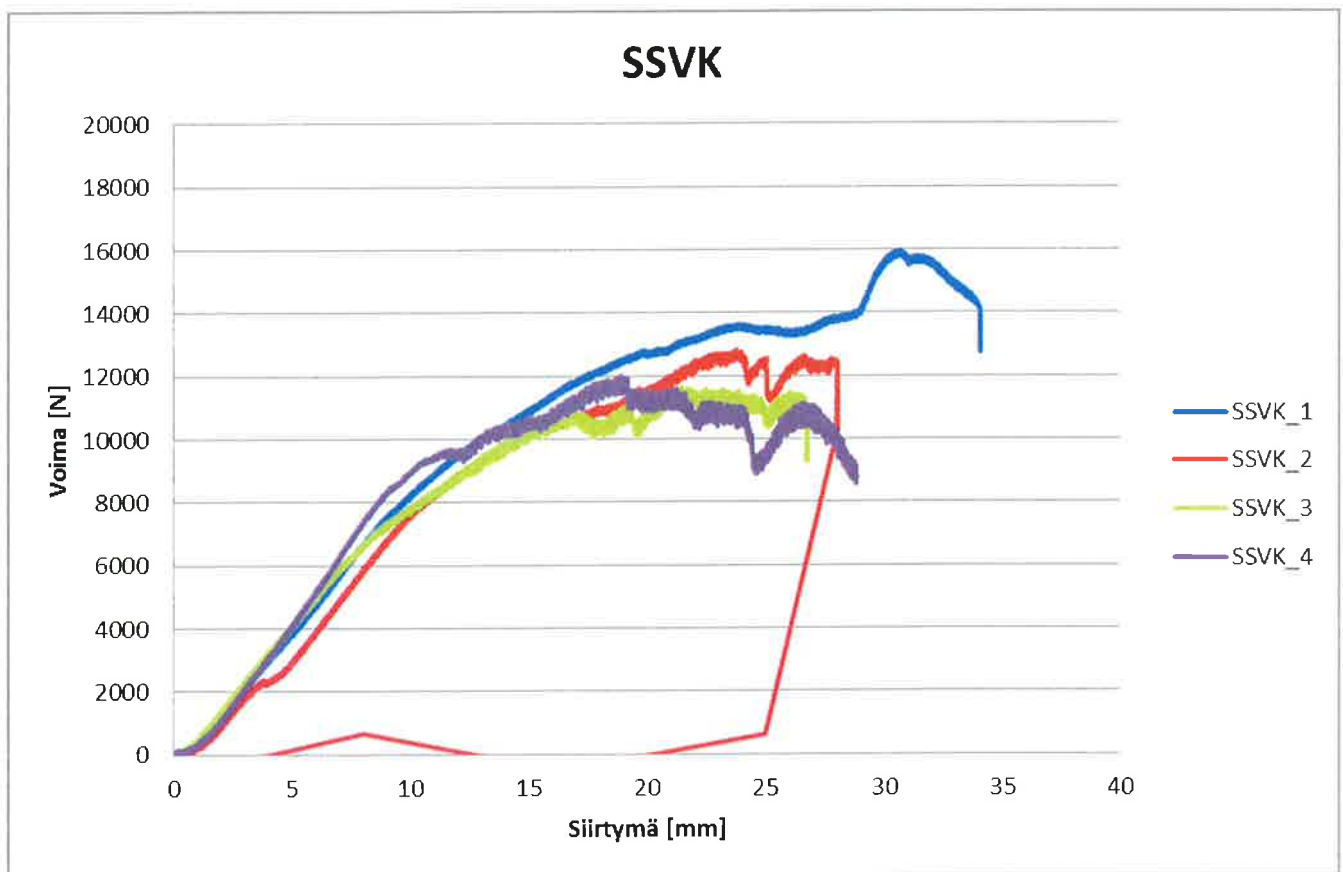
Tuote	F Max kN	Siirtymä mm
SSUK_1	14,0	21,7
SSUK_2	16,2	22,2
SSUK_3	12,0	26,6
SSUK_4	15,0	25,7
keskiarvo	14,3	24,0
hajonta	1,5	2,1



Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

SAMSUNG SATULAMALLI VANHENNETTU KESKIKIINNITYS

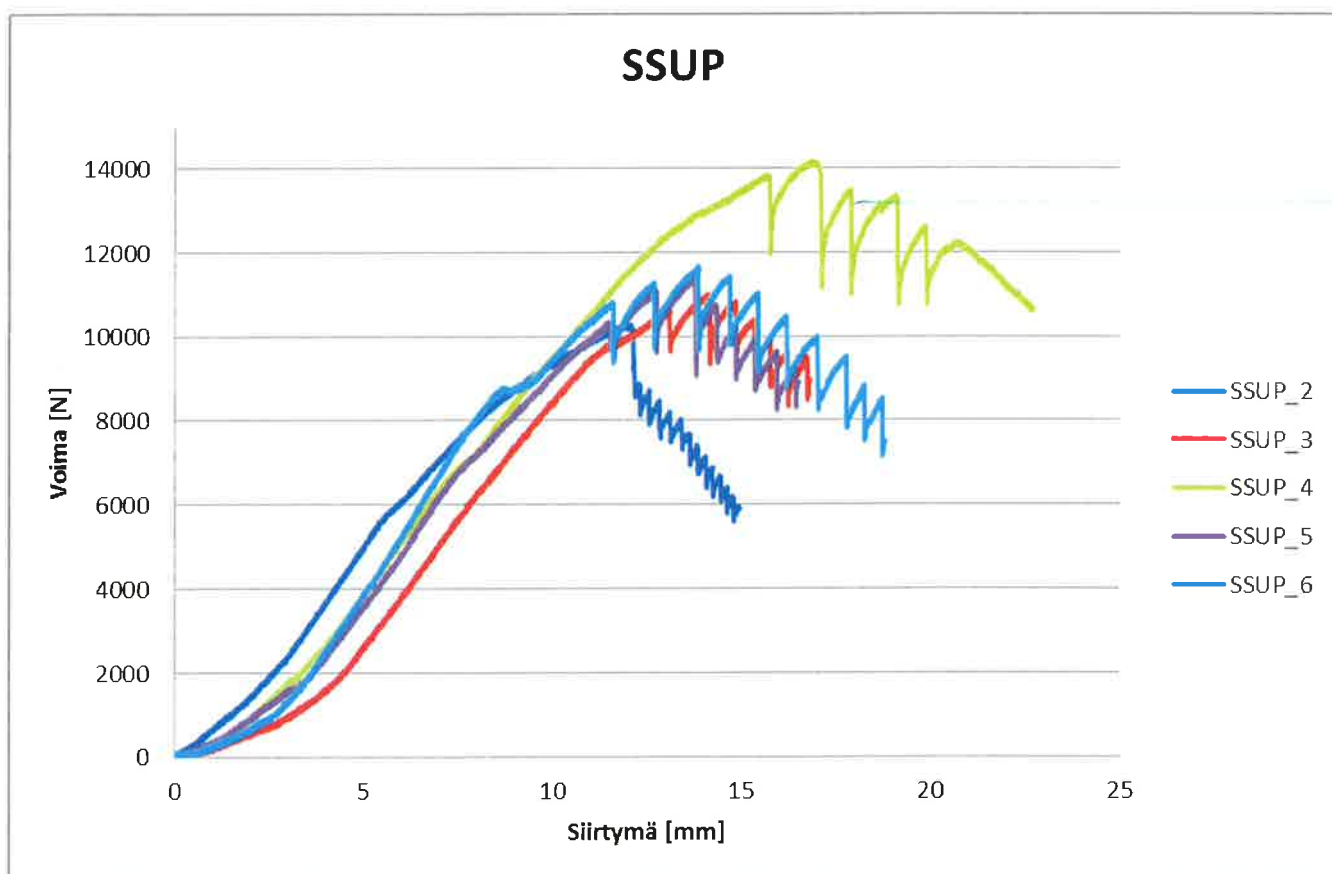
Tuote	F Max kN	Siirtymä mm
SSVK_1	13,6	24,0
SSVK_2	12,8	23,8
SSVK_3	11,6	21,5
SSVK_4	12,0	18,9
keskiarvo	12,5	22,1
hajonta	0,8	22,1



Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

SAMSUNG SATULAMALLI UUSI KIINNITYS SIVUSTA

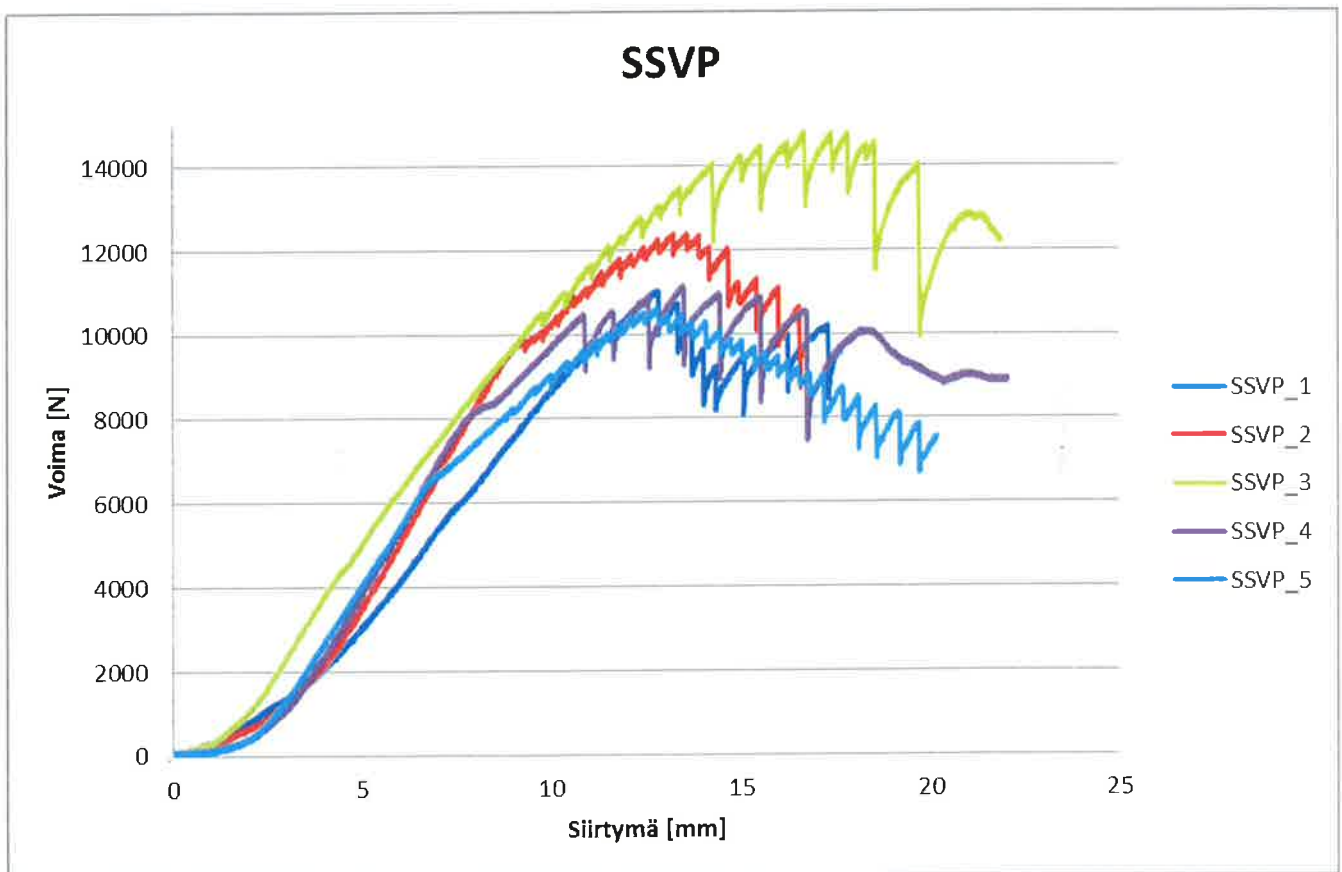
Tuote	F Max kN	Siirtymä mm
SSUP_2	10,3	12,1
SSUP_3	11,0	14,2
SSUP_4	14,2	16,9
SSUP_5	11,4	13,8
SSUP_6	11,7	13,9
keskiarvo	11,7	14,2
hajonta	1,3	1,5



Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

SAMSUNG SATULAMALLI VANHENNETTU KIINNITYS SIVUSTA

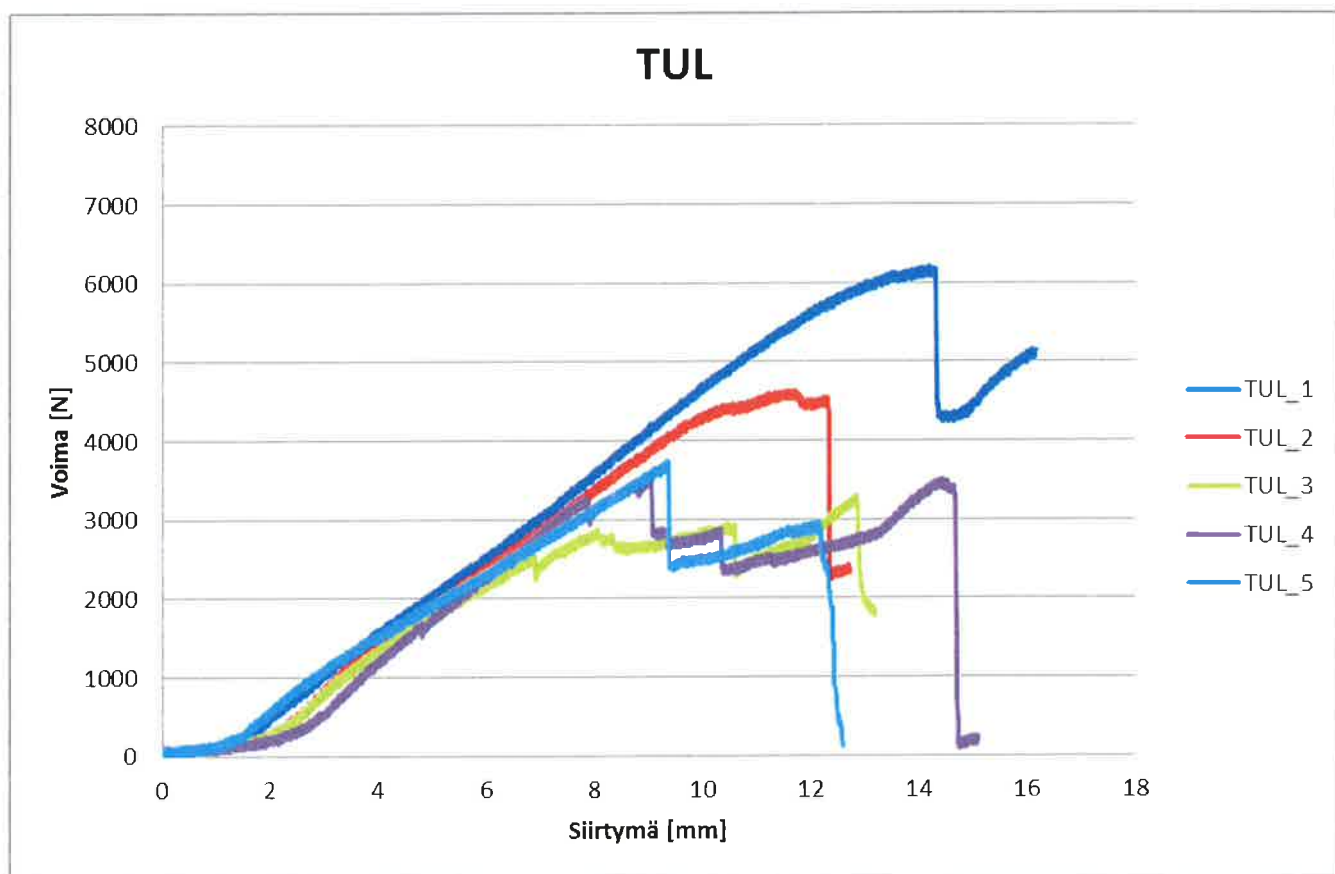
Tuote	F Max kN	Siirtymä mm
SSVP_1	11,0	12,8
SSVP_2	12,4	13,3
SSVP_3	14,8	16,7
SSVP_4	11,1	13,5
SSVP_5	10,6	12,8
keskiarvo	12,0	13,8
hajonta	1,7	1,7



Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

TASAMALLI UUSI LIIMATTU

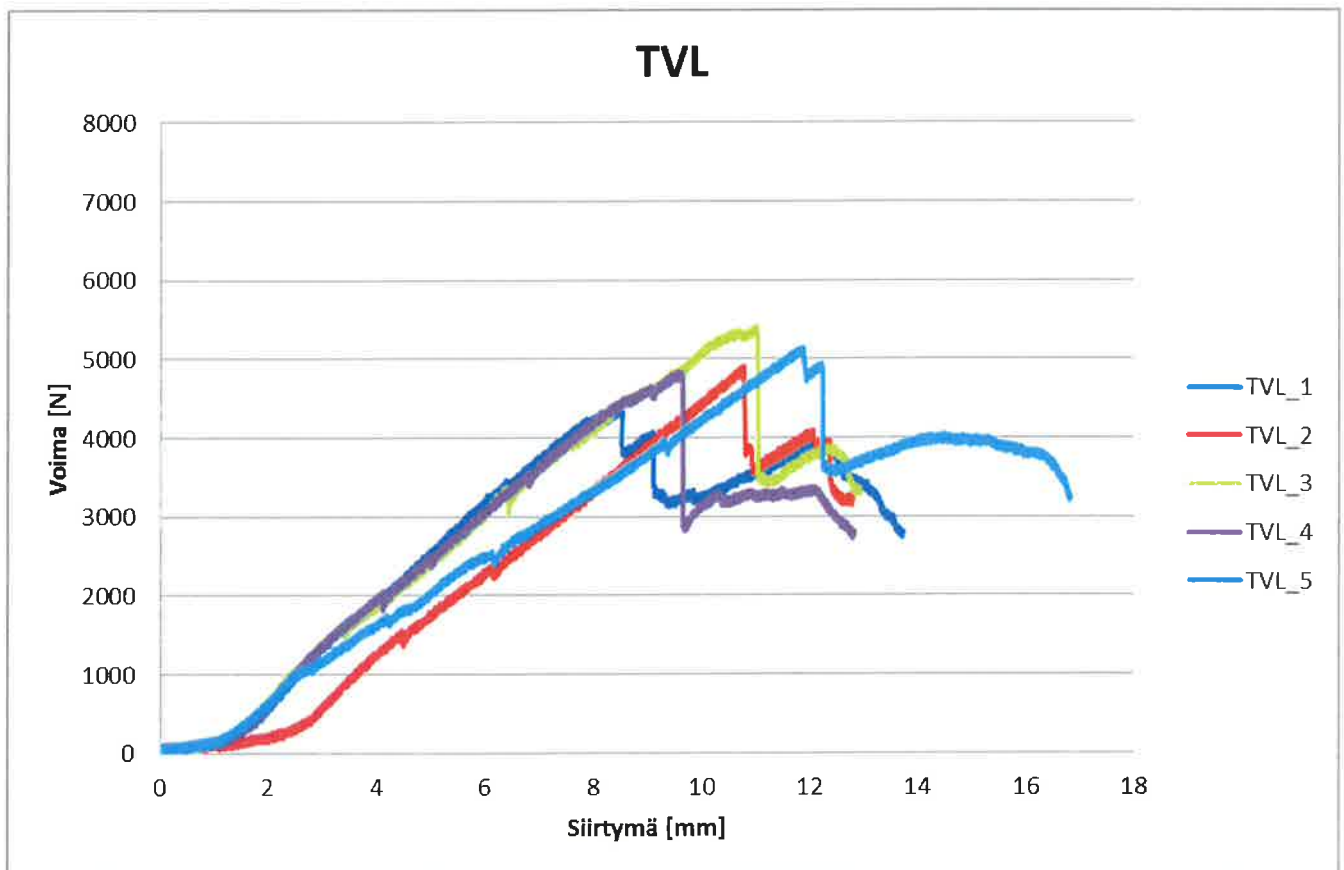
Tuote	F Max kN	Siirtymä mm
TUL_1	6,2	14,2
TUL_2	4,6	11,8
TUL_3	3,3	12,9
TUL_4	3,6	9,0
TUL_5	3,7	9,4
keskiarvo	4,3	11,4
hajonta	1,2	2,2



Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

TASAMALLI VANHENNETTU LIIMATTU

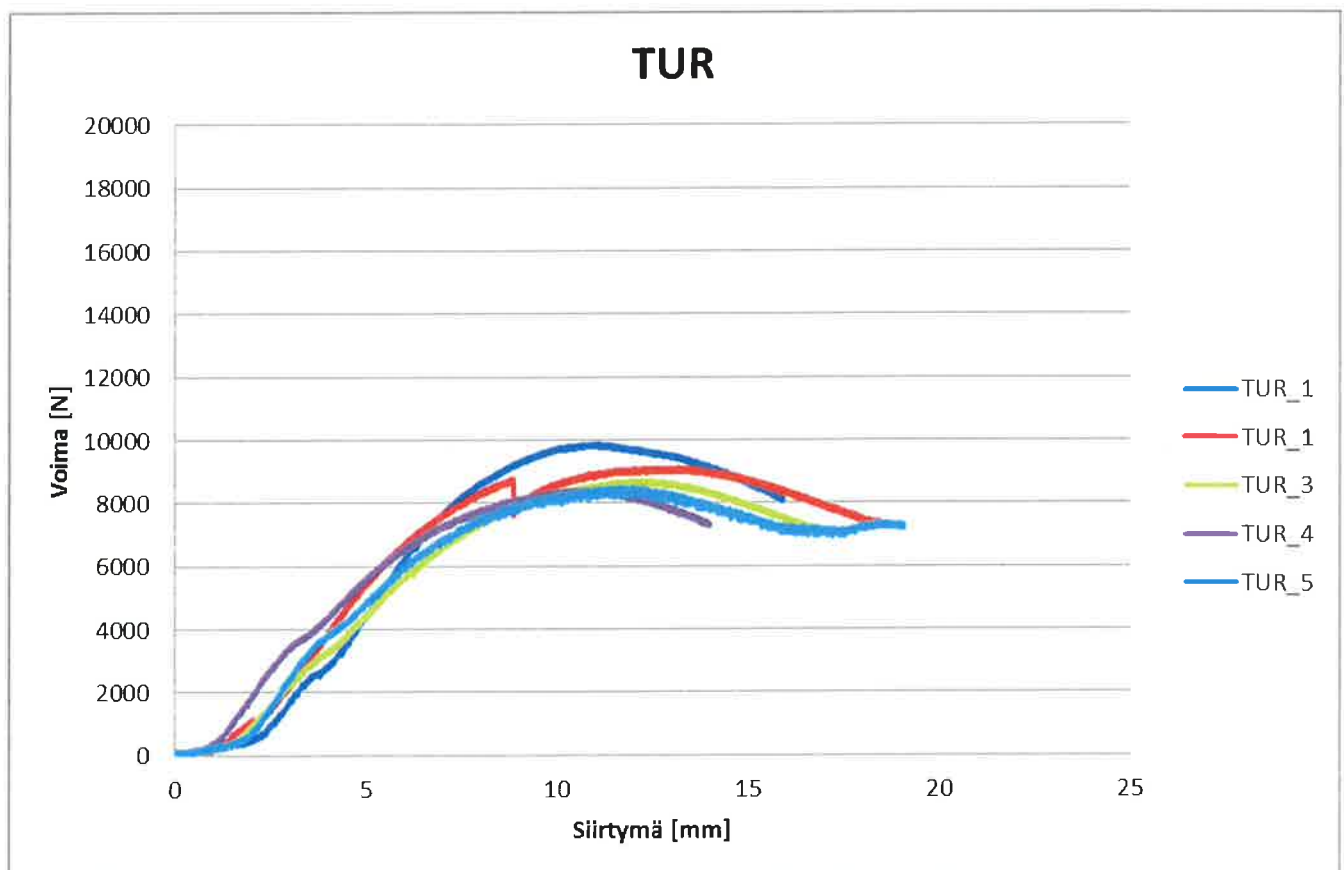
Tuote	F Max kN	Siirtymä mm
TVL_1	4,4	8,5
TVL_2	4,9	10,8
TVL_3	5,4	11,0
TVL_4	4,8	9,6
TVL_5	5,1	11,9
keskiarvo	4,9	10,4
hajonta	0,4	1,3



Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

TASAMALLI UUSI RUUVIKIINNITYS

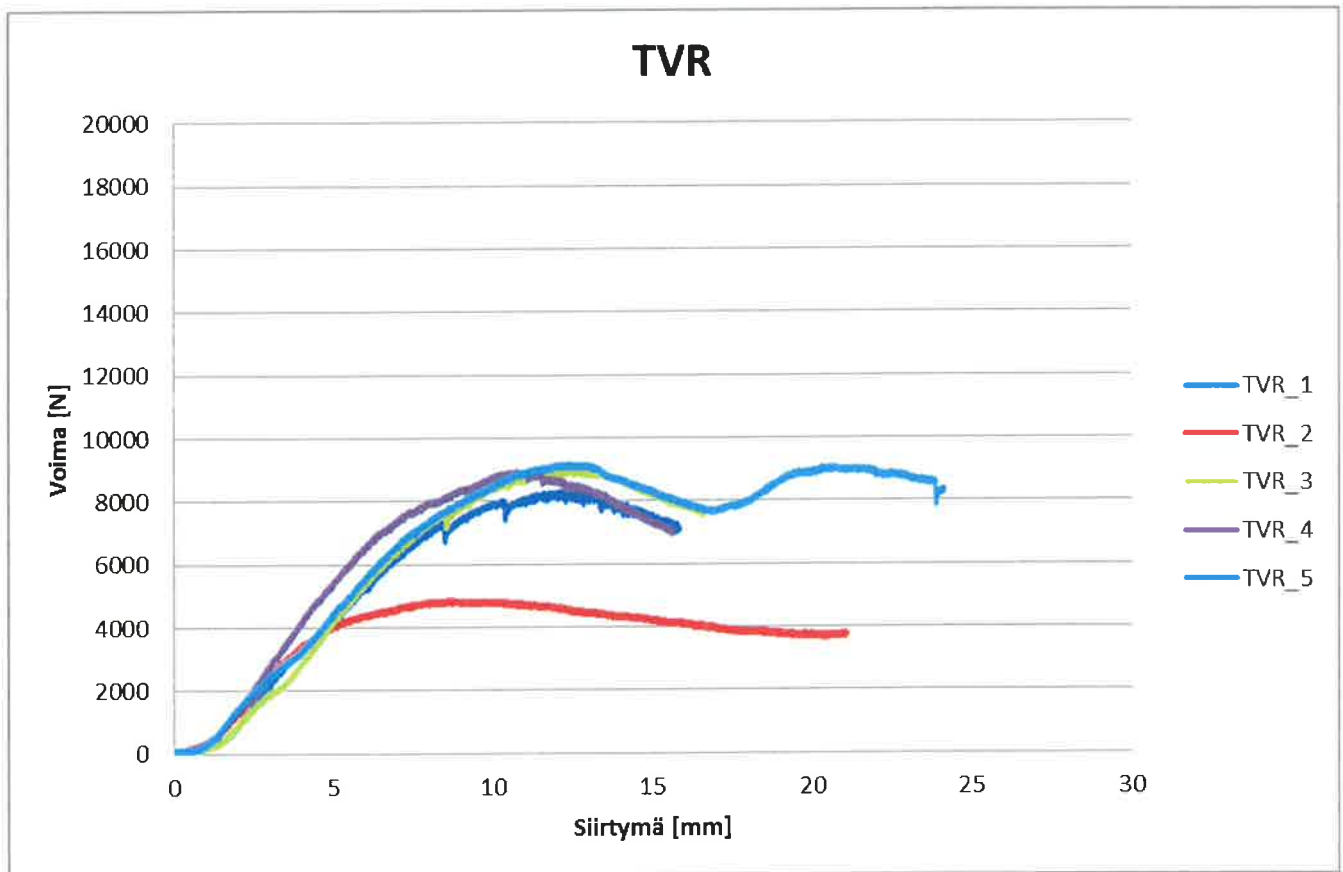
Tuote	F Max kN	Siirtymä mm
TUR_1	9,9	11,1
TUR_1	9,1	13,2
TUR_3	8,7	12,1
TUR_4	8,4	10,6
TUR_5	8,5	11,6
keskiarvo	8,9	11,7
hajonta	0,6	1,0



Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

TASAMALLI VANHENNETTU RUUVIKIINNITYS

Tuote	F Max kN	Siirtymä mm
TVR_1	8,3	12,2
TVR_3	9,0	12,4
TVR_4	8,9	10,8
TVR_5	9,2	12,4
keskiarvo	8,9	11,9
hajonta	0,3	0,7

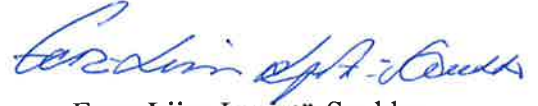


Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

Espoo, 10.6.2014



Karl Holmström
Tuotepäällikkö



Eeva-Liisa Lepistö-Saukko
Erityisasiantuntija

LIITTEET

JAKELU

Tilaja
Arkisto

Alkuperäinen
Alkuperäinen

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille