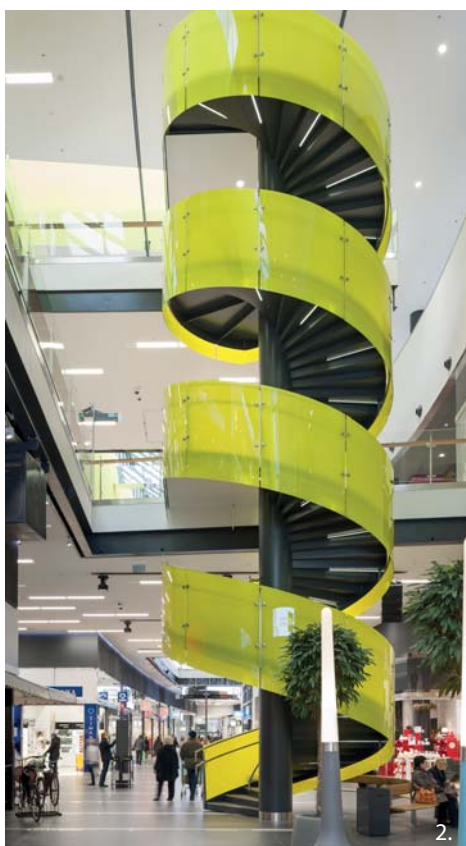




## JT-TURVALASIT Jaakko-Tuote Oy



1. Didrichsenin taidemuseo, Helsinki 2014. 2K-eristyslasi, jossa ulkolasi laminoitu 6+6 Suncool Neutral 70/35.
2. Kauppakeskus Kaari, Helsinki 2013. Kierreportaiden lasit karkaistu laminoitu 6+6, väri Vanceva 0494.
3. Biolan Oy, Eura 2010. 3K-eristyslasi, 3K A6(h)-15Ar-K6(h)-15-(4(h)+JT22+4(h)) Parvekekatot: karkaistu laminoitu A6(h)+6(h)+JT22 Kaidelasit: karkaistu laminoitu 6(h)+6(h) ja 8(h)+8(h).

Turvalasityyppien valintataulukko löytyy sivulta 16.

## TEKNISTÄ TIETOA LASEISTA

## Taivutusjännitys ja lasin paksuus t

Taivutusjännityksen  $\sigma$  ja lasin paksuuden laskemiseen suositellaan ns. Timoshenkon kaavaa.

$$\sigma = b^2 \times \frac{\beta \times q}{t^2} \quad t = b \sqrt{\frac{\beta \times q}{\sigma_{sall}}}$$

## Taipuma

Taipuma laatan keskikohdasta saadaan kaavasta:

$$f = C_k \times \frac{q \times b^4}{E \times t^3}$$

## Karkaistun JT-turvalasin kokeellisesti määritellyt taipumat

VTT:n rakennetekniikan laboratorio on kokeellisesti määritellyt neljältä sivulta tasaisesti tuettujen karkaistujen ja laminoitujen JT-turvalasien tasaisen kuorman taivutuslujuudet. Kokeissa lasia rasitettiin tasaisesti kasvavalla kuormalla niiden rikkoutumiseen saakka. Mitattu karkaistun lasin murtojännitys oli 507 MPa (5171 kp/cm<sup>2</sup>) ja laminoidun lasin 234 MPa (2382 kp/cm<sup>2</sup>). Kokeessa käytetyn lasilevyn koko oli 1000 x 2000 mm.

## JT-turvalasien kokeellisesti määritellyt arvot

Lasirakenne	Koko (mm)	Murtokuorma (kN)	Murtokuorma (kp)	Taipuma (mm)
6 mm kark.	1000 x 1000	56,4	5751	37,4
6 mm kark.	1000 x 2000	63,2	6444	59,5
3 + 3 mm lam.	1000 x 2000	13,6	1387	24,8

## Sallitut jännitykset

Timoshenkon menetelmän yhteydessä sallittujen laskennallisten jännitysten arvoina suositetaan käytettäväksi seuraavia sallittuja taivutusjännityksen ( $\sigma_{sall}$ ) MPa-arvoja.

Varmuuskerroin n	1	1,5	2	2,5	3	4	5	8	10
Tavallinen ja laminoitu lasi	75	50	37,5	30	25	18	15	9	7,5
Karkaistu lasi	175	117	87,5	70	58	44	35	22	17,5

## Lasin paksuus tuulikuorman suhteen

Lasin paksuus tuulikuorman suhteen lasketaan ns. Marcusin menetelmällä käyttämällä kaavaa:

$$t = 10^3 \times \sqrt{\frac{3}{4} \times \frac{p}{\sigma} \times \left(1 - \frac{5}{6} \times \frac{r^2}{1 + r^4}\right) \times \frac{r(1 + vr^2)}{1 + r^4}}$$

t = lasin laskennallinen paksuus (mm)  
 $\sigma$  = lasin laskennallinen taivutusjännitys (kN/m<sup>2</sup>)  
 p = kokonaistuulikuorma (kN) = q x a x b  
 r = sivusäde = b/a  
 a = lasin pidempi sivu (m)  
 b = lasin lyhyempi sivu (m)  
 v = Poissonin luku = 0,25  
 z = korkeus maaston pinnasta (m)  
 q = tuulenpaine (kN/m<sup>2</sup>)

esim. q = 0,49 (z/10)<sup>0,32</sup> esikaupunkialueet ja teollisuusalueet

Tuulenpaine on määritelty Suomen Rakentamismääräyskokoelman B1-3 kohdan 3.4 "tuulikuorma" mukaan.

$\sigma$  = ks. taulukko "sallitut jännitykset"  
 t = lasin paksuus  
 a = lasin pidempi sivu  
 b = lasin lyhyempi sivu  
 $\beta$  = sivujen a ja b suhteesta johtuvia kertoimia, (ks. viereinen taulukko)  
 $C_k$   
 q = tasainen kuorma  
 f = taipuma  
 E = kimmomoduuli 7500 kN/cm<sup>2</sup>

a/b	$\beta$	$C_k$
1,0	0,287	0,0443
1,1	0,332	0,0530
1,2	0,376	0,0616
1,3	0,416	0,0697
1,4	0,452	0,0770
1,5	0,487	0,0843
1,6	0,517	0,0906
1,7	0,545	0,0964
1,8	0,569	0,1017
1,9	0,591	0,1064
2,0	0,610	0,1106
3,0	0,713	0,1336
4,0	0,741	0,1400
5,0	0,748	0,1416

1 kW = 1,36 hv = 102 kpm/s = 1 kNm/s

1 kWh = 860 kcal

1 kcal = 427 kpm

1 Pa = 1 N/m<sup>2</sup>

1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup> = 10,19 kp/cm<sup>2</sup>

1 kPa = 9,81 N

1 at = 1 kp/cm<sup>2</sup> = 98,06 kPa

1 kN = 101,94 kp

1 bar = 100 kPa = 0,1 MPa

1" = 25,4 mm

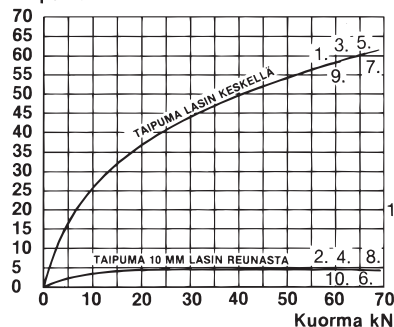
1 mm H<sub>2</sub>O = 9,8 Pa

1 ft = 12" = 304,8 mm

10 mm H<sub>2</sub>O = 1 kp/cm<sup>2</sup>

## Karkaistun lasin taivutuskoe

Taipuma mm



1. KOE A1 (fk)
2. KOE A1 (fs)
3. KOE A2 (fk)
4. KOE A2 (fs)
5. KOE A3 (fk)
6. KOE A3 (fs)
7. KOE A4 (fk)
8. KOE A4 (fs)
9. KOE A5 (fk)
10. KOE A5 (fs)

Lasin koko  
1000 x 2000 mm

Tuulen nopeus ja paine				1 solmu = 0,514 m/s
Boforia	* Paine kp/m <sup>2</sup>	Solmua	m/s	merkitys / vaikutus
0	0	0	0...0,5	tyyni: savu nousee suoraan ylös
1	0,08	1...3	0,51...1,5	heikko veto: tuntuu lievänä vetona
2	0,4	4...6	2,0...3,0	heikko tuuli: heiluttaa lippua ja kevyitä lehtiä
3	1,2	7...10	3,5...5,1	
4	2,5	11...16	5,6...8,1	kohtalainen tuuli: ojentaa lipun, heiluttaa lehtiä ja pienehköjä oksia
5	4,9	17...21	8,6...10,6	
6	8,2	22...27	11,2...13,6	navakka tuuli: heiluttaa suurehkoja oksia
7	13	28...33	14,2...16,7	
8	20	34...40	17,2...20,3	kova tuuli: huojuttaa suuria oksia ja pienehköjä puita
9	29	41...47	20,8...23,8	
10	40	48...55	24,3...27,9	myrsky: huojuttelee puita ja taittaa oksia
11	54	56...63	28,4...31,9	
12	71	64...71	32,4...35,0	raju myrsky: katkoo puita, kiskoo puita irti juurineen

\* tasaista levyä vastaan cw = 1,1



## JT - LASIEN LUJUUSTESTIT

## KOE N:O

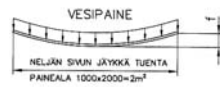
## PVM.

## LASIN LAATU

## MURTOKUORMA

## TAIPUMA

**KUVA 1:**  
**KARKAISTUT LASIT**  
TAS. KUORM.  
4-SIV.JÄYK.TUETTU  
VESIPAINEKOE



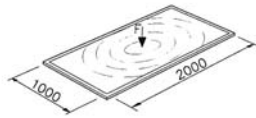
28	22.01.08	KARK. 4 MM	2500 kp	36 mm
27	22.01.08	KARK. 5 MM	3900 kp	38 mm
* 1	11.10.07	KARK. 6 MM	8400 kp	53 mm
* 2	11.10.07	KARK.LAM. 4+4 0,76	8400 kp	49 mm
26	21.01.08	KARK.LAM. 5+5 0,76	14800 kp	53 mm

**KUVA 2:**  
**LAMINOIDUT LASIT**  
TAS. KUORM.  
4-SIV.JÄYK.TUETTU  
VESIPAINEKOE



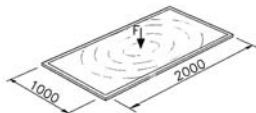
23	21.01.08	LAM. 3 + 3 0,76	900 kp	14 mm
* 3	11.10.07	LAM. 4 + 4 0,76	1400 kp	14 mm
24	21.01.08	LAM. 5 + 5 0,76	2200 kp	13 mm
25	21.01.08	LAM. 6 + 6 0,76	2800 kp	12 mm

**KUVA 3:**  
**KARKAISTUT LASIT**  
PISTEMÄINEN KUORM.  
4-SIV.VAP.TUETTU



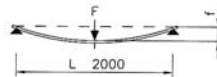
21	01.11.07	KARK. 4 MM	350 kg	32 mm
20	01.11.07	KARK. 5 MM	463 kg	30 mm
19	01.11.07	KARK. 6 MM	890 kg	35 mm
22	01.11.07	KARK. 8 MM	1560 kg	34 mm
18	01.11.07	KARK.LAM. 4+4 0,76	1000 kg	33 mm
31	22.01.08	KARK.LAM. 5+5 0,76	1225 kg	29 mm

**KUVA 4:**  
**LAMINOIDUT LASIT**  
PISTEMÄINEN KUORM.  
4-SIV.VAP.TUETTU



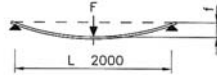
29	22.01.08	LAM. 3 + 3 0,76	175 kg	15 mm
40	18.03.08	LAM. 4 + 4 0,76	175 kg	12 mm
30	22.01.08	LAM. 5 + 5 0,76	200 kg	7 mm
36	22.01.08	LAM. 6 + 6 0,76	350 kg	9 mm
43	18.03.08	LAM. 8 + 8 0,76	775 kg	11 mm
39	30.01.08	LAM. 10 + 10 0,76	725 kg	6 mm
44	18.03.08	LAM. 12 + 12 0,76	1800 kg	10 mm

**KUVA 5:**  
**KARKAISTUT LASIT**  
PISTEMÄINEN KUORM.  
2-SIV.VAP.TUETTU



17	01.11.07	KARK. 5 MM	95 kg	286 mm
14	01.11.07	KARK. 6 MM	180 kg	278 mm
16	01.11.07	KARK. 8 MM	325 kg	188 mm
* 5	12.10.07	KARK.LAM. 4+4 0,76	350 kg	202 mm
35	22.01.08	KARK.LAM. 6+6 0,76	575 kg	112 mm

**KUVA 6:**  
**LAMINOIDUT LASIT**  
PISTEMÄINEN KUORM.  
2-SIV.VAP.TUETTU



* 4	12.10.07	LAM. 4 + 4 0,76	135 kg	83 mm
32	22.01.08	LAM. 5 + 5 0,76	175 kg	36 mm
34	22.01.08	LAM. 6 + 6 0,76	225 kg	46 mm
37	30.01.08	LAM. 8 + 8 0,76	325 kg	30 mm
38	30.01.08	LAM. 10 + 10 0,76	525 kg	25 mm

Testilasien koko: 2070 x 1070 mm

Kaikki testit (yht. 50kpl) on tehty Paneliassa, Jaakko-Tuote Oy:n tiloissa.

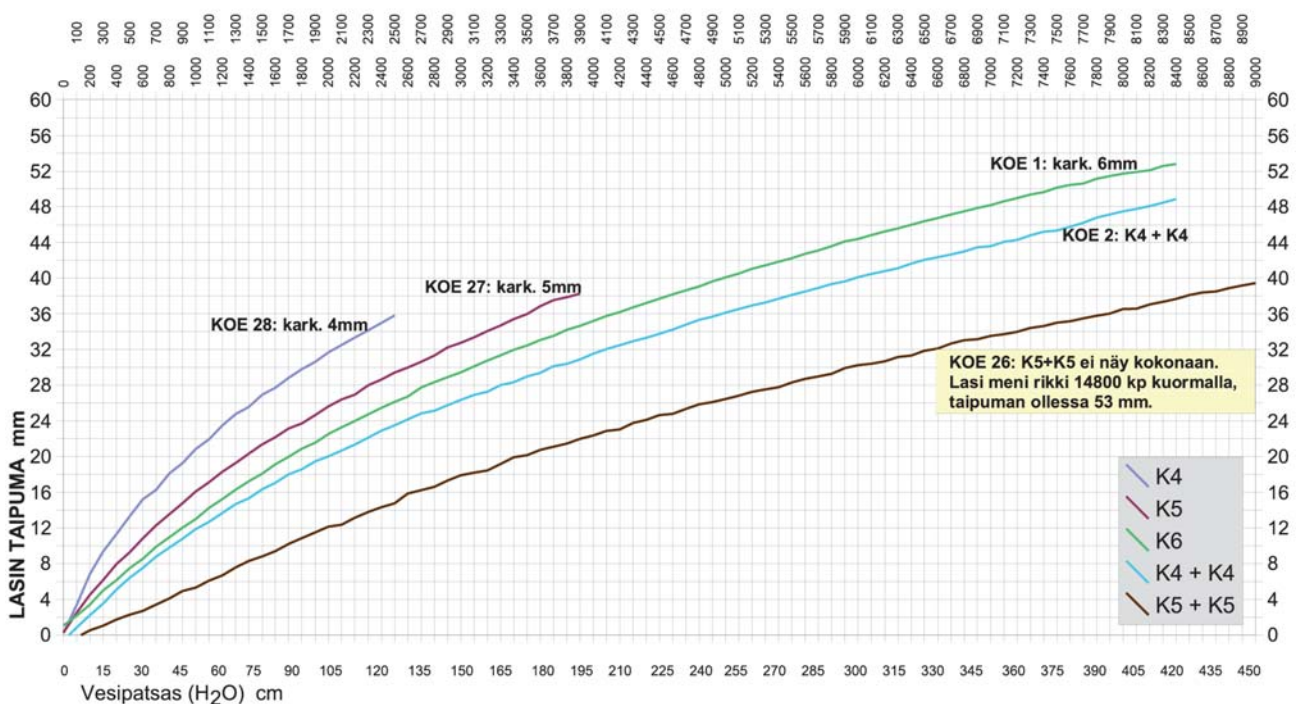
\* = VTT:n valvoja, tutkimusinsinööri Kai Mannersola, ollut paikalla ( 11.10. - 12.10.2007 n:o 1-11 )

Testilasien koko:  
Kuormitusala:

2070 x 1070 mm  
2000 x 1000 mm

KARKAISTUT JA KARK. LAMINOIDUT LASIT  
( = 2 m<sup>2</sup> )

## LASILLE KOHDISTUVA KUORMA kp



## YLEISTÄ TURVALASEISTA

## Laminoidut JT-turvalasit

Laminoitu lasi valmistetaan kahdesta tai useammasta lasista, jotka liitetään yhteen lujan ja sitkeän pvb-kalvon kanssa. Esilaminoinnin jälkeen pysyvä liitos tehdään autoklaavissa korkeassa paineessa ja noin 150 °C lämpötilassa.

Lasi- ja kalvokerrosten lukumäärää ja paksuutta lisäämällä voidaan kasvattaa lasin suojausominaisuuksia. Lujuutta voidaan lisätä käyttämällä karkaistuja laseja laminoidun lasin osina.

Laminoidut JT-turvalasit täyttävät kansainvälisten standardien, esim. DIN ja SFS-EN, vaatimukset ja ovat CE-merkittyjä.

Laminoitua turvalasia on saatavana myös taivutettuna. Taivutettuja turvalaseja käytetään esimerkiksi näyteikkunoissa, kaidelasituksissa ja julkisivulasituksissa.

Suoran laminoidun lasin maksimikoko on 3210 x 6000.

Taivutetun lasin maksimikoko on noin 3100 x 4300.

Turvalasien ominaisuuksia	Laminoitu	Karkaistu
Kemiallinen kesto	kuten lasilla	kuten lasilla
Käyttölämpötilat		
– korkein sallittu jatkuva	+ 100 °C	+ 300 °C
– korkein sallittu hetkellinen	+ 120 °C	+ 300 °C
– alin sallittu	ei rajoitusta	ei rajoitusta
Pehmenemislämpötilat		
– lasi	+ 600 °C *	+ 600 °C
– laminointikalvo	+ 100 °C	-
Laminointikalvojen vetolujuus	21 N/mm <sup>2</sup>	-
* ominaisuudet eivät palaudu		
Turvalasien valmistusprosessit eivät muuta kemiallisia ominaisuuksia.		

## Raaka-aineet

JT-turvalasit valmistetaan pitkän käyttökokemuksen perusteella valituista korkealuokkaisista laseista.

Toimitusvarmuuden turvaamiseksi varastossa pidetään kaikkia ohaisen luettelon laseja ja kalvoja. Vakiovalikoimaan kuulumattomia lasi- ja kalvotyyppejä hankitaan tarvittaessa.

Raaka-ainekoko ryhmissä on yleensä 3210 x 6000 mm, paitsi kuviolasit ja peilit.

## PVB-laminointikalvot

JT nro	Tehtaan kalvonumero	Valon läpäisyarvo %
0	kirkas	89
2	S4055 (S234) vaalea savu	55
4	S6028 (S434) keskitumma savu, ruskea	28
4	362800 keskitumma savu, ruskea	28
5	360900 tumma savu, ruskea	9
6	216500 opaali	68
7	ON-3 musta, läpinäkymätön	0
8	ON-2 valkoinen, läpinäkymätön	0
10	OR-1 viininpunainen, läpinäkymätön	0
12	377300 vihreä	73
15	7021 sinertävä harmaa	55
16	082800 grey hound	28
18	654400 harmaa	44
20	377800 ajoneuvovihreä 0.76	80
21	547800 japaninsininen 0.76	78
22	367700 ajoneuvopronssi 0.76	77
23	218000 mattakalvo	81
Vanceva-kalvot LT % LT %		
0001	korallinpunainen = Coral Rose	76
0002	vaalea sininen = Aquamarine	77
0003	heikko savunharmaa = Smoke Grey	78
0004	auringon keltainen = Sahara Sun	78
0005	rubiininpunainen = Ruby Red	48
0006	safiirin sininen = Sapphire Blue	52
0007	mustan ruskea = Evening Shadow	49
0008	vaalea keltainen = Golden Light	85
0009	opaali = Arctic Snow	68
000A	läpinäkyvä valkoinen = Cool White	81
000C	punainen = Deep Red	15
000D	sininen = True Blue	12
000E	syvä oranssi = Tangerine	41
000F	valkoinen = Polar White	7
000G	musta = Absolute Black	0
000H	meren harmaa = Ocean Grey	61

## Karkaistut JT-turvalasit

Lasi kuunnetaan n. 630 °C lämpötilaan, jonka jälkeen se jäähdetetään nopeasti ilmalla, lasin molemmiin puolin symmetrisesti.

Tällöin lasiin muodostuu esijännitystilanne, jolloin pinnoilla on puristus- ja keskellä vetojännitys.

Karkaistun lasin lujuus voi olla jopa 5-kertainen tavalliseen lasiin verrattuna.

Rikkoutuessaan lasi murtuu pieniksi siruiksi, jotka voivat aiheuttaa lieviä vammoja. Jos halutaan, lasi voidaan myös laminoida, jolloin sirpaleet pysyvät kalvossa kiinni.

JT:n karkaistut lasit, suorat ja taivutetut ovat myös laminointilatautua ja täyttävät esim. DIN- ja SFS-EN-standardien vaatimukset ja ovat CE-merkittyjä.

## Karkaistun lasin paksuudet ja valmistuskoot (mm):

Paksuus (mm)	Suorat	Taivutetut
3,15		1000 x 2000
4,0	1700 x 3000	1500 x 2400
5...6	2440 x 4980	1500 x 2400
8, 10 ja 12	2440 x 4980	
15 ja 19	max n. 300 kg	

## Lasilaadut

Lasi-ryhmä	Lasityyppi	Lasin paksuus (mm)											
		2,1	2,5	3	4	5	6	8	10	12	15	19	
I	Kirkas float	o	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
II	pronssi			x	x	x	x	x	x	x			
	harmaa			x	x	x	x	x	x	x			
	vihreä		o	x	x	x	x	x	x				
	Arctic blue				x		x						
	Azur blue						x						
III	Stopsol kirkas				x		x						
	Stopsol harmaa						x						
IV	K-lasi kovapint.			x			x						
	G-lasi kovapint.				x		x						
	Optitherm				x*		x*						
V	Suncool						x	x					
	Ipasol Neutral						x*	x*					
	Sunergy				x		x	x	x				
VI	Crepi				x		x						
	Chinchilla kirkas				x			x					
	Chinchilla pronssi				x			x					
	Cotswold				x								
VII	peili			o	o								
	pronssipeili				o								
	ph-lankalasi						o						
	etsattu lasi				x		x	x	x				
	Activ-lasit				x		x	x					
	Optiwhitelasit			x	x	x	x	x	x	x			
	Anticondensation glass						x						

o = laminointiin soveltuvat lasit

x\* = pinnoite välitilaan päin

x = karkaisuun ja laminointiin soveltuvat lasit

## Lasiryhmät:

- I kirkas float  
 II värillinen float  
 III heijastavat lasit  
 IV selektiivilasit  
 V auringonsuoja- ja energiansäästölasi
- VI kuviolasit  
 VII erikoislasi  
 itsestään puhdistuvat lasit  
 optiwhitelasit  
 huurtumisen estolasi

## Lasin mittatoleranssit

Perusmitta (mm)	Eromitat			Työkohtaiset	
	Leikattu	Laminoitu ilman hiontaa	Karkaistu	Reuna- hiottu RH	Reikien ja kolojen sijainnit
< 1000	± 1,5	± 2	± 1,5	+ 0 - 2	± 1
< 1500	± 1,5	± 2	± 1,5	+ 0 - 2	± 1
< 2000	± 1,5	± 2	± 1,5	+ 0 - 2	± 1,5
< 2500	± 1,5	± 2	± 1,5	+ 0 - 2	± 1,5
< 3000	± 2	± 2,5	± 2	+ 0 - 2	± 1,5
< 3500	± 2	± 2,5	± 2	+ 0 - 2	± 2
< 4000	± 2	± 2,5	± 2	+ 1 - 2	± 2
< 4500	+ 3 - 2	± 3	+ 3 - 2	+ 1 - 2	± 2,5
< 5000	+ 3 - 2	± 3		± 2	± 2,5
< 6000	+ 3 - 2	± 3		± 2	± 3

Taulukon toleranssit, kun lasin paksuus ≤ 6 mm.

Kun lasin paksuus 8...12 mm, taulukon arvoihin lisätään ± 1

Kun lasin paksuus >12 mm, taulukon arvoihin lisätään ± 2

## Floatlasin paksuustoleranssit

Lasin paksuus	Paksuustoleranssi
3, 4, 5, 6 mm	± 0,2 mm
8, 10, 12 mm	± 0,3 mm
15 mm	± 0,5 mm
19 mm	± 1,0 mm

Pituuden lämpötilakertoimia (α) sekä ominaislämpöjä (C)		
Aine	α = 1 : °C	C = kcal : kg°C
Alumiini	0,000024	0,220
Betoni	0,000014	0,210
Kupari	0,000017	0,094
Lasi, tavallinen	0,000008	0,200
Lyijy	0,000029	0,031
Messinki	0,000019	0,092
Puu	0,000004	0,600
Teräs	0,000012	0,114
Sinkki	0,000030	0,094

Kappaleen  
mittamuutos

$$\Delta l = \alpha \times l \times \Delta t$$

l = kappaleen pituus (mm)  
Δt = lämpötilan muutos (°C)

Lämpömäärä

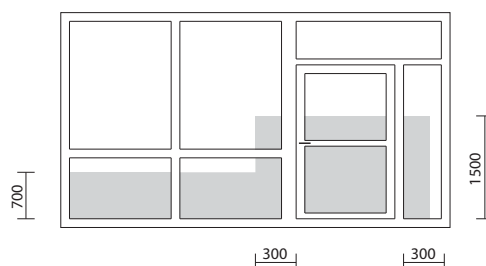
$$Q = C \times m \times \Delta t$$

Q = lämpömäärä (kcal)  
m = kappaleen massa (kg)



Taivutetut karkaistut ja laminoidut optiwhite-kaidelasit 8ow(h)+8ow(h) kirkas, 2013.

## Kriittiset törmäyskohdat



Julkisten rakennusten turvallisuutta on katsottu tarpeelliseksi lisätä. Ikkunoiden lasiosat ovat keskeisessä asemassa turvallisuuden lisäämisessä. Lasit tulee aina mitoittaa siten, että ne kestävät kaide-lasien kaltaisissa olosuhteissa niihin kohdistuvat vaakasuorat kuormat.

Lasiksi pitää aina valita turvalasi, kun lasi sijoitetaan ovirakenteisiin tai ovien viereisiin ikkunoihin 0...1,5 m lattiatasosta.

Muulla turvalasia tulee käyttää 700 mm:n alapuolella.

Alle 250 mm leveät lasilevyt voivat olla tavallista lasia.

## Käsittelemättömän levylasin ominaisuuksia

Kemiallinen koostumus	
Piihappo SiO <sub>2</sub>	71...75 %
Alumiinioksidi Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5...1,5 %
Rautaoksidi Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,05...0,15 %
Kalsiumoksidi CaO	5...10 %
Magnesiumoksidi MgO	2...5 %
Natriumoksidi Na <sub>2</sub> O	13...16 %
Kaliumoksidi K <sub>2</sub> O	0...1 %
Rikkitrioksidi SO <sub>3</sub>	0...0,5 %

Fysikaaliset ominaisuudet			
Tiheys	2,5 kg/dm <sup>3</sup>	Taitekerroin	1,5
Puristuslujuus	90 kN/cm <sup>2</sup>	Emissiviteettikerroin	0,85
Vetolujuus	2,9...9,8 kN/cm <sup>2</sup>	Valonläpäisy (6 mm lasi)	0,87
Taivutuslujuus	2,9...9,8 kN/cm <sup>2</sup>	Heijastus (6 mm lasi)	0,07
Kimmomoduuli	7500 kN/cm <sup>2</sup>	Absorptio (6 mm lasi)	0,15
Poissonin luku	0,25	Suora läpäisy (6 mm lasi)	0,83
Ominaislämpö	0,84 kJ/kgK	Kokonaisläpäisy (6 mm lasi)	0,90
Lämpöpienenemiskerroin	0,000008/°C	Ääneneristys (6 mm lasi)	28 dB
Lämmönjohtavuus	0,81 W/mK	U-arvo (6 mm lasi)	5,6 W/m <sup>2</sup> K



## Sähkölämmitteiset lasit

Jos lasin käyttökohde vaatii, että lasin on oltava osittain tai kokonaan lämmitettävä, sähkölämmitys on hyväksi koettu ratkaisu ja se voidaan tehdä kaikille laminoiduille lasille lasin koko- tai osa-alale, tehoarvot ovat n. 2...7 W/dm<sup>2</sup>, käyttökohteesta riippuen.

## Kattoikkunat

JT-kattoikkunat ovat kaksin- tai kolminkertaisia eristyslaseja. Ne voivat olla tasomaisia tai kaarevia. Uloin lasi on yleensä 6 mm karkaistu, alalasi karkaistu laminoitu, välilasi karkaistu. Näin tehtynä voidaan turvallisesti käyttää monenlaisia energiansäätölaseja ja saada hyvä alhainen U-arvo.

## Valokatteisten tilojen lasit

Valokatteisten tilojen lasit voivat olla kirkkaita, värillisiä tai energiansäätölaseja. Laseilta vaaditaan lumi- ja tuulikuorman kestävyttä, esim. 4+4 0,76 MRH karkaistu laminoitu lasi on hyvä ja turvallinen ratkaisu, jonka murtokuorma on yli 4000 kp/m<sup>2</sup> (40 kN).

## Lasin reunahionta

Lasin reunahionta RH lisää lasin kestävyyttä ja mittatarkkuutta sekä on usein tarpeellinen jatkojalostuksen takia.

Yleisimmät JT-turvalasien reunahionnat ovat:

TSH = teräsväsymähionta, laaja käyttöalue, helpoin ja edullisin, usein riittävä karkaistun ja laminoidun lasin valmistukseen. Ei paranna mittatarkkuutta.

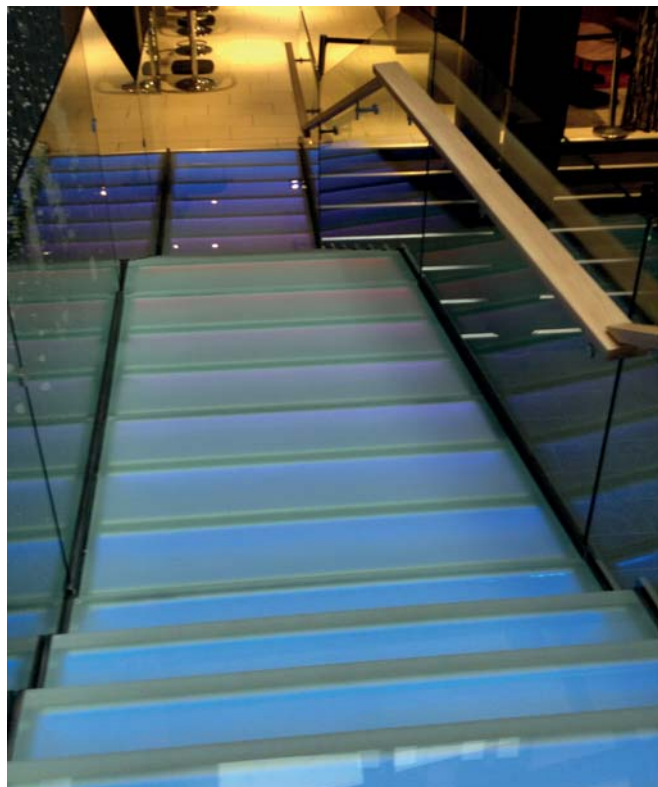
RH = reunahionta, jossa reuna on täysin sileä, puhtaaksi hiottu ja lasi on mittatarkka. On yleisimmin käytetty.

KRH = RH:n reuna kiillotettuna, käyttötarve esim. joissakin kalusteiden laseissa. KRH on vähän hintavampi kuin RH.

Reunahionnalla muotoutuu myös reunan muoto, joista yleisimmät ovat nk. trapetsi- ja c-muoto.

Trapetsin reuna on suora ja viisteet reunoilla.

C-muoto on osa ympyrän kaarta, jota käytetään esim. ajoneuvojen laseissa.



Hotelli Klaus K, Helsinki 2013. Karkaistut laminoidut turvalasit, kaiteet: 8+8 kirkas, portaat: 10+10+10 opaali.

## Turvalasit

Turvalasi on laminoimalla, karkaisemalla, lämpölujittamalla tai näitä menetelmiä yhdistelemällä valmistettua lasia.

Turvalaseja käytetään kohteissa, joissa tavallinen lasi ei anna riittävä suojaa mekaanisista rasituksista, murtautumisesta, ilkivaltaa ja säästä vastaan. Valmistumisvaiheessa turvalaseihin voidaan lisätä monia erikoisominaisuuksia, kuten ääneneristys, UV-suojaus, auringonsäteiden suodatus tai hälytysjärjestelmä. Rakennusten turvallisuutta ja laatutasoa voidaan nostaa käyttämällä turvalaseja ja liittämällä niihin eri suojausominaisuuksia.

Tässä RT-kortissa laminoitua lasia käsittelevät kohdat on otsikoitu sinisellä ja karkaistua lasia käsittelevät kohdat punaisella.

## Heat-soak-käsittely

Heat-soak-testaus on lasin lämpökäsittelyä SFS-EN 14179 -standardin mukaan. Karkaisun jälkeen suoritettavan heat-soak-lämpökäsittelyn tarkoituksena on löytää ne lasit, joissa on NiS-epäpuhtauksia ja jotka testin aikana lämpötilan noustessa laajenevat ja rikkoutuvat. Käsittely alentaa lasin karkausjännitystä muutamia prosentteja eli lasin sirpalekoko suurenee hieman.

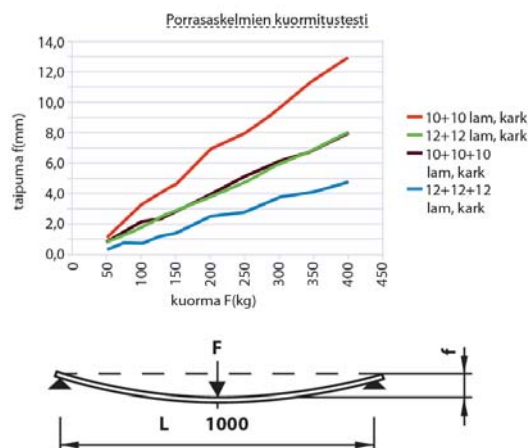
Jaakko-Tuote Oy:n noin viidentoista vuoden käyttökokemuksen aikana laseja on rikkoutunut alle 1 % heat-soak-käsittelyssä. Siksi Jaakko-Tuote Oy suosittelee testiä vain sellaisiin kantaviin lasirakenteisiin, joiden rikkoutuminen aiheuttaisi suuren vahinkoriskin.

## Porrasaskelmat

Pistemäinen kuormitus porrasaskelmille 2-siv. vap.tuettuna, leveys 280 mm, jänneväli 1000 mm

kuorma (kg)	10+10 lam, kark. paks. 20,9 mm taipuma (mm)	12+12 lam, kark. paks. 25,1 mm taipuma (mm)	10+10+10 lam, kark. paks. 31,8 mm taipuma (mm)	12+12+12 lam, kark. paks. 37,9 mm taipuma (mm)
50	1,1	0,8	0,8	0,3
75	2,2	1,3	1,4	0,7
100	3,3	1,8	2,1	0,7
125	4,0	2,4	2,4	1,2
150	4,7	2,9	2,9	1,4
200	6,9	3,8	3,9	2,5
250	8,0	4,8	5,1	2,8
300	9,6	6,0	6,1	3,8
350	11,6	6,9	6,9	4,2
400	12,9	8,1	8,0	4,8

Laseja ei ole kuormitettu rikkoutumiseen saakka. Tehdyissä testeissä ilmeni, että karkaistuilla ja ei-karkaistuilla laseilla taipumat ovat samat, kun kuormitus on 50...400 kg.



## JT-eristyslasit



Euran urheilutalo, 2013. 3K-eristyslasi 6I-T10-5-T10-(4+0,76+4), ulkolasi Ipasol Natura 67/34, sisälasi laminoitu 4+4. Kuva Mari Aarikka.

## JT-eristyslasien teknisiä ominaisuuksia

Ominaisuus	Eristyslasi, metallivälilista (Al)	Eristyslasi, tps-välilista
Valmistuskoko, maksimi	3200 x 5000 mm	2700 x 3500 mm
Valmistuskoko, minimi	190 x 350 mm	190 x 350 mm
Välitilan paksuus	6...24 mm	6...20 mm
Kittaussyvyys (polysulfidi tai silikonit)	2...18 mm	2...18 mm
Porrselementin porrastus (maksimissaan 4 sivulla)	Alasivulla 0...50 mm muilla sivuilla 0...250 mm	Alasivulla 0...50 mm muilla sivuilla 0...250 mm
Suorakulmaisesta poikkeavat muodot	Lukuista määrä eri geometrisiä muotoja	Lukuista määrä eri geometrisiä muotoja

JT-eristyslasit ovat CE-merkittyjä täyttäen standardin SFS-EN 1279 vaatimukset ja tuotanto on VTT:n sertifioima.

## Esimerkkejä eristyslasityyppien teknisistä ominaisuuksista (SFS-EN 673 ja SFS-EN 410 mukaan)

Lasityyppi	Elementin rakenne	Paksuus mm ±2	Paino kg/m <sup>2</sup>	U-arvo W/m <sup>2</sup> K	Valon kokonais- läpäisy %	Aurinkoenergian kokonaisläpäisy %
FLOATLASIT	2k 4-12-4	20	20	2,8	82	78
	2k 4-12Ar-4	20	20	2,7	82	78
Ar = Argon 90 %	3k 4-12-4-12Ar-4	36	30	1,8	75	71
ENERGIANSÄÄSTÖLASIT	2k 4-15Ar-S1N 4	20	20	1,0	80	60
	2k 4-15Ar-G4	23	20	1,5	75	74
	2k 6-15Ar-S1N6	27	30	1,0	77	56
G-lasi	3k 4-12Ar-4-12Ar-S1N 4	36	30	1,0	73	55
S1N = Optitherm S1N	3k 4-15Ar-4-15Ar- S3 ProT 4	42	30	0,9	73	59
S3ProT = Optitherm S3 karkaistava	3k 6-15Ar-6-15Ar-S1N6	48	45	0,8	69	50
AURINGONSUOJA- ENERGIANSÄÄSTÖLASIT	2k 6Su-15Ar-N6	27	30	1,1	59	44
Su = Sunergy	3k 6SC70/40-12Ar-4-12Ar-S1N6	40	40	0,7	62	37
SC = Suncool	3k 6SC70/40-12Ar-4-12Ar-6	40	40	1,0	64	39
I = Ipasol Neutral 73/39	3k 6Su-15-6-15Ar-(N4+038+4)	51	31	0,8	53	39
	3k 6I-15Ar-4-9Ar-4	38	35	0,9	67	39
HEIJASTAVAT AURINGONSUOJALASIT	2k St6-15Ar-N6	27	30	1,1	55	44
St = Stopsol super silver kirkas	2k Stgy6-12Ar-N6	24	30	1,3	25	25
Stgy = Stopsol super silver harmaa	2k Stgy6-15Ar-N6	27	30	1,1	25	24
ITSESTÄÄN PUHDISTUVA + SELEKTIIVILASIT	2k A6-15Ar-S1N6	24	30	1,0	73	55
A = Activ kirkas	3k A6-15Ar-4-15Ar-S1N6	46	40	0,8	67	51
HUURTUMISEN ESTOLASI	2k AC6-15Ar-S1N6	27	30	1,0	72	57
AC = Anticondensation	3k AC6-15Ar- 4-15Ar-S1N6	46	40	0,8	66	52

## Turvallisuutta ja muita lisäominaisuuksia myös eristyslaseihin

- karkaisu ja laminointi
- UV-suojaus ja ääneneristys
- JT-luodinsuojaus ja JT-murronsuojaus
- JT-häiriösuojaus
- JT-räjähdyksen paineaallon kesto
- itsepuhdistuvuus (Activ-lasit)
- silkkipainatus ja hiekkapuhallus
- huurtumisen esto
- sähkölämmitys

## JT-murronsuojalasit ja rakennuslasiluokitettut turvalasit

### Rakennuslasiluokitettut turvalasit

(raskaan esineen isku)

JT-TYYPPI	RAKENNE	PAKSUUS mm ± 1	PAINO kg/m <sup>2</sup>	VALONLÄP. %	LUOKITUS	
					SFS-EN 12600	BS 6206
JT 1(C)3 / F1	Karkaistu	4	10	90	*	o
JT 2(B)2 / F1	3 + 3 0,38	6	15	89	*	o
JT 1(C)1 / JT F2	Karkaistu	5	12,5	90		o
JT 1(B)1 / F2	3 + 3 0,76	6	15	89	*	o
JT 1(C)1 / F3	Karkaistu	6	15	89	*	o
JT F3	4 + 4 1,14	9	21	89		o
JT 2(B)2	4 + 4 0,38	8	20	88	*	
JT 1(B)1	4 + 4 0,76	9	21	88	*	
JT 1(B)1	5 + 5 0,38	10	26	88	*	
JT 1(B)1	5 + 5 0,76	11	27	88	*	
JT 1(B)1	4 + 4 0,76 kark.	9	20	88	*	
JT-näyteikkuna	3 + 3 + 3 1,52	12	25	88		o

### Turvalasit ilkivaltaa vastaan

(kovan esineen isku)

JT-TYYPPI	RAKENNE	PAKSUUS mm ± 1	PAINO kg/m <sup>2</sup>	VALONLÄP. %	LUOKITUS	
					SFS-EN 356	DIN 52290
JT P1A	3+3 0,76	7	15	88	*	
JT P2A	3+3 0,76	7	15	88	*	
JT P3A	4+4 1,14	9	22	88	*	
JT P4A	4+4 1,52	10	23	87	*	
JT P4A	5kark+5kark 1,52	12	28	87	*	
JT P5A	3+3+3 1,90	13	25	87	*	
JT P5A	4+4 2,28	10	23	87	*	
JT A0	4+4 0,38	8	20	88		o
JT A1	4+4 0,76	9	21	88		*
JT A2	4+4 1,14	9	21	88		*
JT A3 / EHO1	4+4 2,28	10	23	87		*
JT DH4 / EHO2	4+4 3,80	12	24	87		*

### Turvalasit murtautumista vastaan

(terävän esineen isku)

JT-TYYPPI	RAKENNE	PAKSUUS mm +2 -1	PAINO kg/m <sup>2</sup>	VALONLÄP. %	LUOKITUS	
					SFS-EN 356	DIN 52290
** JT P6B / B1	3+3+3+3 0,76	14	31	87	*	*
JT P6B / B1	5+5+5 1,14	17	40	86	*	*
JT P7B / B2	6+6+6+6 1,52	28	65	85	*	*
JT P8B / B3	6+6+6+6 2,28	31	68	85	*	*
JT-SAFETY 9	4kark+4kark 0,76	9	20	88		o
JT-SAFETY 10	3+4kark+3 0,76	11	26	88		o
JT-SAFETY 20	3+4kark+3 1,52	12	27	88		o
JT-SAFETY 30	3+4kark+3 2,28	13	28	88		o
JT-SAFETY 40	3+4kark+3 3,04	15	29	87		o
JT-SAFETY 50	4+0,76+12+0,76+8+1,52+4+3,04+4	38	85	77		o

### Laivaluokitettut turvalasit

JT-TYYPPI	RAKENNE	PAKSUUS mm	PAINO kg/m <sup>2</sup>	VALONLÄP. %	LUOKITUS
					ISO 614
JT-ISO	Karkaistu	6...19	15...47,5	89...86	o

\* = Viralliset todistukset

o = Tehtaalla tai asiakkaan toimesta testattu

\*\* = Lasin suosituskoko ≤ 2 m<sup>2</sup>



## Murronsuojalasien ja rakennuslasiluokitettujen turvalasien testausmenetelmät

SFS-EN 12600			BS 6206 SFS 5314			SFS-EN 356			DIN 52290/4 SFS 5311			SFS-EN 356		DIN 52290/3 SFS 5312	
Luokka	Pudotus korkeus mm	Energia J	Luokka	Pudotus korkeus mm	Energia J	Luokka	Pudotus- korkeus mm x määrä	Energia J	Luokka	Pudotus- korkeus mm x määrä	Energia J	Luokka	Isku- määrä	Luokka	Isku- määrä
3 2 1	190 450 1200	93 221 589	F1 F2 F3	305 457 1219	135 202 538	P1A P2A P3A P4A P5A	1500 x 3 3000 x 3 6000 x 3 9000 x 3 9000 x 9	60 121 241 362 362	A1 A2 A3 EH02/ DH4	3500 x 3 6500 x 3 9500 x 3 12500 x 9	141 262 383 504	P6B P7B P8B	30...50 51...70 yli 70	B1 B2 B3	30...50 51...70 yli 70
Raskaan esineen isku, rengasiskuri, 50 kg			Raskaan esineen isku, nahkasäkki, 45 kg hauleja			Kovan esineen isku, kuula 4,1 kg Ø 100 mm			Kovan esineen isku, kuula 4,1 kg Ø 100 mm			Terävän esineen isku, kirves 2 kg, 11 m/s, 300 J		Terävän esineen isku, kirves 2 kg, 11 m/s, 300 J	
Koelasi 876 x 1938 mm			Koelasi 865 x 1930 mm			Koelasi 1100 x 900 mm			Koelasi 1100 x 900 mm			Koelasi 1100 x 900 mm		Koelasi 1100 x 900 mm	

SFS-EN 12600 -turvaluokitettujen rakennuslasien:

Luokituskoodin ensimmäinen numero ilmaisee korkeimman pudotuskorkeuden, luokat 3...1, jolta pudotettaessa lasi ei rikkoudu tai rikkoutuu turvallisesti.

Keskellä suluissa oleva kirjain tarkoittaa lasin rikkoutumistapaa:

A = lasi rikkoutuu kuin tavallinen lasi

B = lasi rikkoutuu kuin laminoitu lasi

C = lasi rikkoutuu kuin karkaistu lasi.

Viimeinen numero ilmaisee pudotuskorkeuden, luokat 3...1, jolta pudotettaessa lasi ei rikkoudu tai rikkoutuu kuten laminoitu lasi.

## JT-häiriösuojalasit

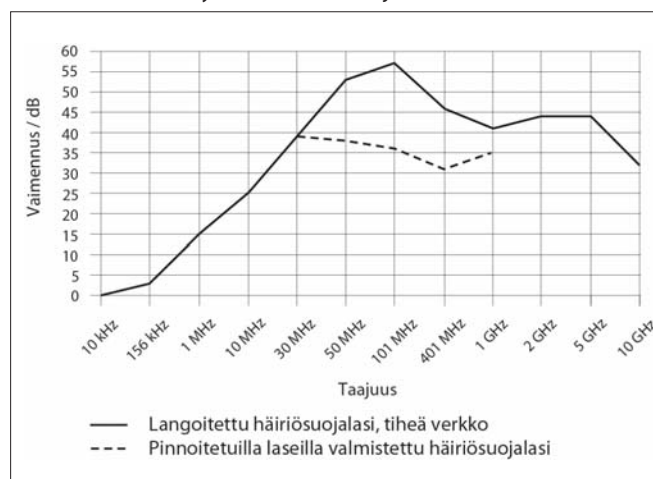
TAAJUUS	VAIMENNUS / dB	
	Langoitettu häiriösuojalasi, tiheä verkko	Pinnoitetuilla laseilla valmistettu häiriösuojalasi
10 kHz	0	
156 kHz	3	
1 MHz	15	
10 MHz	25	
30 MHz	39	39
50 MHz	53	38
101 MHz	57	36
401 MHz	46	31
1 GHz	41	35
2 GHz	44	
5 GHz	44	
10 GHz	32	

Magneettikenttä 10 kHz...10 MHz,

Tasoaallot ja mikroaallot 30 MHz...10 GHz

## Häiriösuojatut JT-turvalasit

Häiriösuojattuja laseja käytetään vähentämään ympäristön elektromagneettista säteilyä. Karkaistuihin laminoituihin JT-turvalaseihin on mahdollista yhdistää häiriösuojaus.



Häiriösuojavaimennuksen graafinen esitys

## Räjähdyksen paineaaltoa kestävät lasit SFS-EN 13541 mukaisesti, 2013

JT-numero	Paine (bar)	Suojausluokka	Paksuus (mm)	Paino (kg/m <sup>2</sup> )	Rakenne kark&lam, kalvot 1,52
JT10	0,5	ER1	11, karkaistu laminoitu	26	5+5 karkaistu laminoitu
JT11	0,5	ER1	31, 2K-eristyslasi	42	4+4/4+4-12
JT20	1,0	ER2	21, karkaistu laminoitu	52	10+10 karkaistu laminoitu
JT21	1,0	ER2	39, 2K-eristyslasi	62	6+6/6+6-12
JT30	1,5	ER3	33, karkaistu laminoitu	76	10+10+10 karkaistu laminoitu
JT31	1,5	ER3	46, 2K-eristyslasi	82	8+8/8+8-12
JT40	2,0	ER4	39, karkaistu laminoitu	92	12+12+12 karkaistu laminoitu
JT41	2,0	ER4	55, 2K-eristyslasi	104	10+10/10+10-12

Nopeiden paineiskujen ja negatiivisten paineiden synnyttämien impulssien rasituksia kestävä JT-turvalasi on testattu Puolustusvoimien Teknisessä Tutkimuslaitoksessa standardin SFS-EN 13541 mukaan. Kaikki JT-räjähdyssuojalasit ovat karkaistuja ja laminoituja, joten rikkoutuessaan lasinsiruja ei sinkoile vaan ne pysyvät kiinni kalvossa. Karmirakenteen kestävyys on kuitenkin huomioitava räjähdyssuojalaseja käytettäessä. Laseja käytetään esimerkiksi hallintorakennuksissa, kemianteollisuudessa, laboratorioissa, pankeissa ja muissa kohteissa, jotka saattavat joutua alttiiksi räjähdyksille.

## Urheilutilojen lasit

Urheilutilojen lasit ovat yleensä karkaistua lasia. Squash-hallien seiniin suositellaan 12 mm:n karkaistua lasia. Joissakin rakenteissa voidaan käyttää myös laminoitua lasia. Jääkiekkokaukaloiden lasit ovat yleensä 12 mm:n karkaistua lasia, joissakin kohteissa 15 mm.

## Akvaariolasit

Julkisten tilojen akvaariolasit ovat yleisimmin monikerros karkais-tuja, laminoituja laseja, joiden reunat ovat MRH hiottuja. Lasien vahvuutta laskettaessa on huomioitava, että kuormitus on jatkuva ja max. vesikorkeus on altaan yläreunaan. Esim. vesikorkeus 5 m = 0,5 kp/cm<sup>2</sup> paine lasille. Vahvimpia Jaakko-Tuote Oy:n toteuttamia laseja ovat olleet 4 x 12 mm karkaistut laminoidut lasit, koko 3845 x 1756 mm.

Pienten kotiakvaarioiden lasit voivat myös olla koosta riippuen 2-kerroslaseja.



Särkänniemen Delfinaario, Tampere 2006. Karkaistut allaslasit 12+12+12 kirkas 1.52. Laminoidut karkaistut akvaariolasit 12+12+12+12 optiwhite-lasia, kirkas 1.52, suurin 3845 x 1756 mm.

## Laminoidut JT-julkisivulasit

Laminoidut JT-julkisivulasit ovat suoria tai taivutettuja 3+3 mm:n vahvuisia, reunahiottuja laseja. Ne ovat käytössä osoittautuneet erittäin hyviksi kestävyys, turvallisuuden ja värinsä pitävyyden suhteen. Jaakko-Tuote Oy on vuosikymmenien aikana toimittanut ilman reklamaatioita isoja vaativia kohteita, joiden seinä-alat ovat olleet useita satoja neliömetrejä ja seinän ilmansuunnat sekä viereisen rakennuksen varjostukset ovat kohdistuneet laseihin.

Julkisivun rakenteissa on huolehdittava riittävästä lasin taustan ilmanvaihdesta ja lämpölaajenemisvaroista.

Väri vaihtoehtoja on runsaasti, kalvonvärejä on noin 20 sekä lisänä värilliset ja heijastavat lasit. Jaakko-Tuote Oy toimittaa värimallit pyydettäessä.

## Karkaistut JT-julkisivulasit

JT-julkisivulasit voivat olla suoria tai taivutettuja, yleensä 6 mm:n vahvuisia, reunat hiottuja (MRH), silkkipainomenetelmällä lasin ilmapuolelle maalattuja. Lasit asennetaan maalipuoli seinää vasten. Seinän värin tulisi olla yhtenäinen, jotta lasille ei muodostuisi mahdollisia varjoja. Väri vaihtoehtoja on useita, joista Jaakko-Tuote Oy toimittaa värimallit pyydettäessä.

Myös julkisivulasien ilmankierto lasin taustapuolella on tärkeää. Luonnollinen kierto seinän pystysuunnassa, normaali 20 mm laudan paksuus on riittävä, esim. laudan 20 x 100 jako k-k 600 välein, ala- ja yläpää auki ilman kierrolle.

Erikoisen vaativan kohteen karkaistuille lasille voidaan haluttaessa tehdä heat-soak-testi. Tehdyissä testeissä hylkäys ollut alle 1 %.



Matias-kappeli, Virrat 2009. 2K-eristylasi laminoiduilla laseilla.



### Ajoneuvojen lasit

Jaakko-Tuote Oy:n valmistamat ajoneuvojen lasit ovat ajoneuvojen asennusvalmiita osia, jotka täyttävät ECE-, SFS- ja AS-standardien vaatimukset. JT-ajoneuvolasit merkitään pysyvin valmistajamerkinnoin. Tehtaan oman laadunvalvonnan lisäksi laatua valvovat mm. VTT ja Trafi.

JT-tuulilasit ovat muotoon valmistettuja merkki- ja mallikohtaisia asennusvalmiita osia. JT-tuulilasit ovat aina laminoitua lasia.

JT-sivulasit ovat tasomaisia tai taivutettuja, muotoon valmistettuja, karkaistuja laseja. Ne voivat olla myös eristyslaseiksi valmistettuja, kuten bussien ja rautatievaunujen sivulasit.

JT-turvalaseja voidaan käyttää myös bussien ja rautatievaunujen väliseinissä, kaiteissa ja muissa sisustuskohteissa.

### Työkoneiden lasit

Työkoneiden ohjaamojen JT-turvalasit ovat joko laminoituja tai karkaistuja tai niiden yhdistelmiä. Ne voivat olla myös eristyslaseiksi valmistettuja laseja, jolloin saavutetaan hyvä lämmöneristys ja suojaa ulkopuolista melua vastaan.

Laminoitu lasi antaa kuljettajalle paremman suojan kuin karkaistu lasi.

Karkaistu lasi sopii parhaiten avattaviin laseihin, varauloskäyntien luukkuihin sekä kohteisiin, jotka ovat alttiita vääntörasituksille.



### Laivojen ja veneiden lasit

JT-turvalasit laivoihin ja veneisiin tehdään tilaajan piirustusten ja erittelyjen mukaan. Lasit voivat olla laminoituja, karkaistuja tai näiden yhdistelmiä. Myös heijastavapintaisia laseja käytetään. Karkaistut 6...19 mm:n lasit täyttävät ISO 614 -standardin laatuvaatimukset.





## Ääneneristyslasit

Lasiin kohdistuvat ääniaallot synnyttävät etenevän taajuusvärähtelyn. Koinssidenssitaajuudella ääniaaltojen eteneminen on sama kuin lasin taivutusvärähtelyjen aallonnopeus, mikä heikentää tavalisen ikkunalasin ääneneristävyyttä korkeilla taajuuksilla. Esi-merkiksi suihkumootoreiden ja paineilmasylinterien poistoilman äänet ovat korkeataajuuksisia.

Laminoimalla kaksi lasia yhteen joustavalla kitkaa lisäävällä laminaattikerroksella estetään ääniaaltojen eteneminen tehokkaasti erityisesti korkeilla äänitaajuuksilla. Matalilla taajuuksilla ääneneristävyys paranee lasia paksuntamalla.

JT-ääneneristyslasi ei muuta lasin optisia tai valonläpäisyominaisuuksia.

Ääneneristävyyttä voidaan lisätä kaikkiin ikkunatyyppeihin.

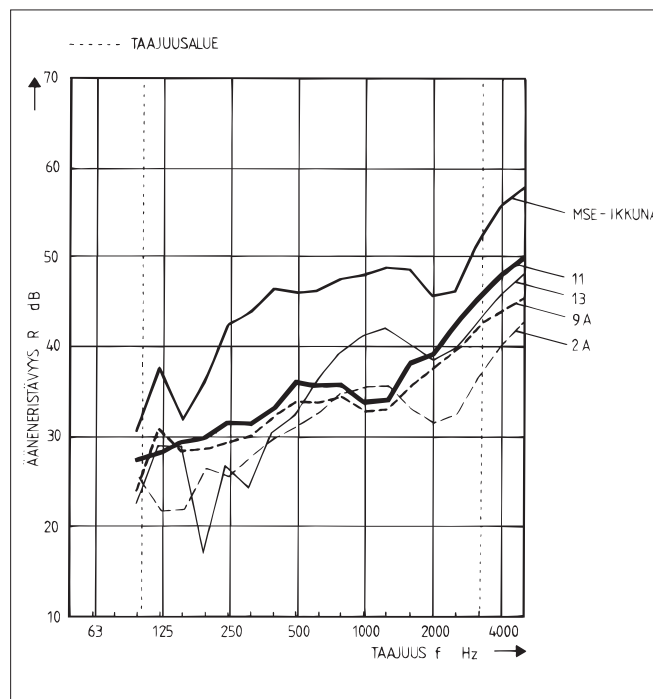
### Ääneneristyslasit standardien ISO 140-3:1995 (1) ja ISO/DIS 717-1.2:1996 (2) mukaisesti.

$R_w$  on ilmaääneneristysluku. Testatun lasin koko 1200 x 1200 mm.

Lasi nro	Lasit (mm)	Laminointi (mm)	$R_w$ (dB)	$R_w + C$ (dB) suihkukonemelu	$R_w + C_{tr}$ (dB) kaupunkimelu
1	MSE-ikkuna*	0,76	47	46	44
2A	3+3	0,76	33	32	31
3A	3+3	2,28	34	34	32
4A	4+4	0,76	34	33	32
5A	4+4	1,14	34	34	32
6A	4+4	2,28	34	34	32
7	4+4 neste	2,0**	33	32	31
8A	3+3+3+3	0,76	36	35	34
9A	3+3+3	1,52	35	35	33
10A	5+5	1,52	35	34	33
11	6+6	1,52	37	36	34
12A	8+8	1,52	37	36	34
13	2k(3+3)-12	0,76	36	34	30
14	2K 4-8	karkaistu	31	30	28

\* MSE-ikkuna, jossa kaikki lasit ovat laminoitua 3+3 0.76-lasia. Sisäpuiteessa on 2k(3+3) - 12 eristyslasi ja ulkopuiteessa 3+3 0.76 laminoitu lasi.

\*\* Lasi nro 7 on nestelaminoitu.



### Ovilasit ja siirtoseinät

Ovilasina tulisi aina käyttää turvalasia, erityisesti kouluissa, päiväkodeissa, urheilutiloissa, sairaaloissa, ravintoloissa ja muissa julkisissa tiloissa.

JT-ovilasit ovat yleensä laminoitua lasia, mutta tiettyihin kohteisiin, kuten saunojen oviin suositellaan karkaistua lasia.

Kokolasiovet ovat yleensä 8 mm karkaistua lasia reunat hiottuna. Saranoiden ja vetimen vaatimat työstöt katso s. 13 työstöohjeet.

Siirtoseinät ovat yleensä 10 mm:n tai 12 mm:n karkaistua lasia. Vaativissa kohteissa lasit tehdään 5+5 karkaistusta laminoidusta lasista.



JT-lasiovi 4+4 karkaistu laminoitu, värikalvoilla, toimiston lasiseinällä. Ovessa on kolme saranaa, lukollinen painike, ovipumppu ja alumiinikarmi.

### Saunanovet

JT-saunanovet toimitetaan yleensä tarvikkeineen valmispakettina, jossa ovat mukana saranat ja vedin puu- tai alumiinikarmilla, lisävarusteena ovipumppu. Lasi on yleensä 8 mm:n karkaistua, värillistä lasia. Julkisiin tiloihin suositellaan laminoitua/karkaistua lasia.

Ovista on oma RT-tuotekortti RT X32/422.3-38319.



JT-saunanovi ovipumpulla karkaistu 8 mm harmaa 8 x 21. Ovipumppu on lisävaruste.



## JT-luodinsuojalasit DIN 52290 / osa 2 mukaan

JT-nro (til.nro)	Suojaus- luokka	Ase	Paksuus (mm ±0,5)	Paino (kg/m <sup>2</sup> )	Energia J
JT-121	C1SA	9 mm x 19	20	47	520
JT-123	C1SA	9 mm x 19	21	51	520
JT-128	C1SF	9 mm x 19	30	68	520
JT-129	C1SF	9 mm x 19	39	92	520
JT-130	C2SA	.357 Magnum	26	61	930
JT-131	C2SA	.357 Magnum	24	57	930
JT-137	C2SF	.357 Magnum	41	101	910
JT-138	C2SF	.357 Magnum	40	97	910
JT-140	C3SA	.44 Magnum	32	76	1540
JT-147	C3SF	.44 Magnum	59	145	1520
JT-148	C3SF	.44 Magnum	57	140	1520
JT-160	C4SA	7,62 x 51	48	114	3000
JT-161	C4SA	7,62 x 51	45	107	2940
JT-169	C4SF	7,62 x 51	82	200	2960
JT-171	C5SA	7,62 x 51	75	185	3190
JT-179	C5SF	7,62 x 51	92	229	3160
JT-136	Kalashnikov SA	7,62 x 39 VM, Sp, Fe-sydän	42	98	2070
JT-168	Kalashnikov SF	7,62 x 39 VM, Sp, HK	67	163	2080

SA = sirpaleita voi irrota takimmaisesta lasista, luoti ei saa kuitenkaan läpäistä lasia  
SF = sirpaleita ei saa irrota takimmaisesta lasista  
Suositeltava enimmäiskoko: paino < 700 kg.

Suojaus- luokka	Kaliiberi	Luoti- tyyppi	Luodin massa, g	Luodin no- peus m/s	Matka, m
C1	9 mm x 15	VM, RK, WK	8	355...365	3
C2	.357 Magnum	VM, KSp, WK	10, 25	415...425	3
C3	.44 Magnum	VM, FK, WK	15, 55	435...445	3
C4	7,62 x 51	VM, Sp, WK	9, 45	785...795	10
C5	7,62 x 51	VM, Sp, HK	9, 75	800...810	25

VM = täysvaipallinen  
KSp = kartiopäinen  
HK = karkaistu sydän  
RK = pyöreäpäinen  
FK = litteäpäinen  
WK = lyijysydän  
Sp = teräväpäinen



JT-luodinsuojalasit on testattu Saksassa DIN-standardien mukaan.

## JT-luodinsuojalasit DIN EN 1063

JT-nro (til.nro)	Suojaus- luokka	Ase	Lasityyppi	Paksuus (mm ±0,5)	Paino (kg/m <sup>2</sup> )	Energia J
JT-110	BR1 S	Pienoiskivääri	Lam.	12	30	169
JT-111	BR1 S	Pienoiskivääri	2k e-lasi	30	40	169
JT-118	BR1 NS	Pienoiskivääri	Lam.	19	46	169
JT-119	BR1 NS	Pienoiskivääri	2k e-lasi	34	44	169
JT-122	BR2 S	9 x 19	Lam.	23	53	640
JT-124	BR2 S	9 x 19	Lam.	27	63	640
JT-125	BR2 S	9 x 19	3k e-lasi	60	70	640
JT-127	BR2 NS	9 x 19	3k e-lasi	65	85	640
*JT-130	BR3 S	.357 Magnum	Lam.	26	63	943
JT-124	BR3 S	.357 Magnum	Lam.	27	63	943
JT-132	BR3 S	.357 Magnum	3k e-lasi	62	75	943
JT-139	BR3 NS	.357 Magnum	3k e-lasi	72	100	943
*JT-129	BR4 S	.44 Magnum	Lam.	39	95	1510
JT-139	BR4 S	.44 Magnum	3k e-lasi	72	100	1510
JT-149	BR4 NS	.44 Magnum	3k e-lasi	78	115	1510
JT-139	BR5 S	5,56 x 45	3k e-lasi	72	100	1805
JT-149	BR5 NS	5,56 x 45	3k e-lasi	78	115	1805
JT-162	BR6 S	7,62 x 51	3k e-lasi	88	140	3272
JT-167	BR6 NS	7,62 x 51	3k e-lasi	93	150	3272
JT-178	BR7 NS	7,62 x 51	3k e-lasi	110	195	3295
JT-199	SG2 S	Haulikko 12/70	Lam.	52	124	2734
JT-188	SG2 S	Haulikko 12/70	3k e-lasi	80	125	2734

\* = testattu myös DIN 52290 -normin osan 2 mukaan.

S = sirpaleita voi irrota takimmaisesta lasista, luoti ei saa kuitenkaan läpäistä lasia

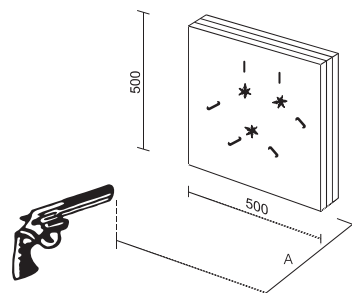
NS = sirpaleita ei saa irrota takimmaisesta lasista

JT-luodinsuojalasit, myös eristyslasit ovat laminoituja ja lasien reunat on hiottu.

Välitila on 15 mm. Suositeltava enimmäiskoko: paino &lt; 700 kg.

Suo- jaus- luokka	Kaliiberi	Luoti- tyyppi	Luodin massa, g	Luodin nopeus m/s±10	Matka, m
BR1	.22	Blei, RK	2,6	360	10
BR2	9 x 19	VM, RK, WK	8,0	400	5
BR3	.357 M	VM, Ksp, WK	10,2	430	5
BR4	.44 M	VM, FK, WK	15,6	440	5
BR5	5,56 x 45	VM, Sp, WKP1	4,0	950	10
BR6	7,62 x 51	VM, Sp, WK	9,5	830	10
BR7	7,62 x 51	VM, Sp, HK	9,8	820	10
SG2	12/70	Blei, FLG	31,0	420±20	10

VM = täysvaipallinen  
KSp = kartiopäinen  
Sp = teräväpäinen  
RK = pyöreäpäinen  
FK = litteäpäinen  
HK = karkaistu sydän  
WK = lyijysydän  
WKP1 = lyijy/terässydän  
Blei = lyijy  
FLG = lyijytäyteinen



JT-luodinsuojalasit on testattu Saksassa DIN-standardin EN 1063 mukaan. Lasiin ammutaan kolme laukausta, osumien muodostaessa kuvan mukaisen kolmion, jossa sivujen pituus on 120 mm, paitsi SG2-suojausluokassa 125 mm.



## Kaide- ja parvekelasit

JT-kaide- ja parvekelasit ovat laminoituja, karkaistuja tai molempia. Lasit voivat olla suoria tai taivutettuja, esimerkiksi 4+4 karkaistu laminoitu lasi on lujuuden kannalta jo riittävä, kestävyys Rakentamismääräysten B1-3 mukaan.

Asennustapoja on useita. Jos lasi on reikäkiinnityksellä, sen on oltava karkaistua tai karkaistua laminoitua. Ilman reikiä lasiksi riittää laminoitu, putoamisvaaran takia lasin on oltava vähintään laminoitu. Lasin kiinnitys tehdään niin, että lasi on erillään betonista-metallisista muovista-kumia käyttäen.



Port Tower, Kokkola 2011. Laminoidut kaidelasit 12+12 kirkas.

## Piilopeilit

Laminoidut JT-piilopeilit on kehitetty huomaamatonta tarkkailua varten. Piilopeilien ominaisuudet perustuvat voimakkaasti heijastaviin lasihin, joiden valonläpäisykyky on alhainen, sekä tilojen erilaisiin valaistustasoihin. Pimeämmästä tilasta näkee valoisampaan, mutta ei päinvastoin. Valoisammassa tilassa piilopeili toimii peilinä. Piilopeili voidaan yhdistää normaaleihin ikkunarakenteisiin.

## Itsekantavat julkisivurakenteet

Lasien paksuus on 10...15 mm karkaistu tai karkaistu laminoitu. Lasit ovat hiottuja ja reikien poraukset ja senkkaukset valitaan valittujen kiinnityselementtien mukaan. Kiinnitys lasien kulumista sekä välillä n. 1000...1500 mm. Saumavälit ovat n. 10 mm.

## Lasipolykarbonaatti

Laminoimalla yhteen lasia ja polykarbonaattilevyä erikoiskalvolla saadaan yhdistelmälle ominaisuuksia, jotka yksin lasilla tehtynä vaativat hieman paksumman rakenteen.

Lasin ja polykarbonaatin huomattavan suuri ero laajenemisen suhteen on otettava huomioon valintaa tehtäessä.

## Lattialasit

Lattialasit ovat yleensä neljältä sivulta tuettuja, laminoituja laseja. Lasien taipuman on oltava hyvin pieni, ettei kävelijä juurikaan tuntisi sitä. Em. johtuen lasin paksuuden laskelmassa on huomioitava hyvin pieni taipuma ja kuormitukseen on lisättävä myös lasin oma paino. Jännityksen arvo jää yleensä erittäin pieneksi. Lasin reunat ovat hiottuja, paras tapa on hioa lasit erikseen ennen laminointia. Reunan kannatusleveys 30...50 mm koosta ja vahvuudesta riippuen.

Jaakko-Tuote Oy:n suurin toimittama lattialasi on ollut kooltaan 3150 x 3150 mm, vahvuus 52 mm, paino 1250 kg.



Teatterikorkeakoulu, Helsinki 2014.

Lattialasi 12+12+12+12+12 optiwhite MRH, ø 2570 mm.

## Pöytä- ja sisustuslasit

JT-pöytälasit ja -sisustuslasit ovat laminoituja, karkaistuja tai näiden yhdistelmistä valmistettuja laseja. Väri vaihtoehtoja on runsaasti. CNC-työstökoneilla voidaan hioa erimuotoisten lasien reunoja sekä työstää erilaisia muotoja ja aukkoja lasihin. Laseja voidaan myös hiekkapuhalttaa tai niihin voidaan silkkipainaa erilaisia kuvioita.

JT-pöytä- ja sisustuslaseja käytetään kotien lisäksi julkisissa tiloissa, kuten tavarataloissa, museoissa, ravintoloissa, liikenneterminaleissa ja monitoimihalleissa.

Turvalasityyppien valintataulukko			
Käyttötarkoitus	Sivu	Laminoitu	Karkaistu
1 Akvaariolasit	10	***	**
2 Ajoneuvojen lasit	11	**	***
3 Asennus	16		
4 Eristyslasit	7	***	***
5 Heat-soak eli lämpökäsittely	6		
6 Häiriösuojatut lasit	9	****	**
Sähkölämmitteiset lasit	6		
7 Itsekantavat julkisivurakenteet	15	**	***
8 Julkisivulasit	10	**	***
9 Kaide- ja parvekelasit	15	***	**
10 Kattoikkunat	6	*	****
11 Laivojen ja veneiden lasit	11	***	**
12 Lasi-polykarbonaattiyhdistelmät	15	****	*
13 Lasin reunahionta	6		
14 Lattialasit ja porrasaskelmat	15, 6	****	**
15 Luodinsuojalasit	14	****	*
16 Luokitettut turvalasit	8, 9	****	*
17 Ovilasit ja siirtoseinät	12	***	**
18 Piilopeilit	15	****	*
19 Pöytä- ja sisustuslasit	15	***	**
20 Räjähdyksen paineaaltoa kestävät lasit	9	****	*
21 Saunanovet	12	*	****
22 Teknillistä tietoa	2, 3, 5, 6, 13		
23 Testausluokitukset	9		
24 Turvalasi	6	****	***
25 Turvalasin laaduntarkastus	16		
26 Työkoneiden lasit	11	***	**
27 Urheilutilojen lasit	10	*	****
28 UV-suojalasit	13	****	*
29 Valokatteisten tilojen lasit	6	***	**
30 Ääneneristyslasit	12	****	*
**** Karkaistu & laminoitu lasi	** Käyttökelpoinen		
**** Hyvä	* Sopii karkaistun ja laminoitun yhdistelmään		
*** Keskinkertainen			

### Turvalasin laaduntarkastus

Katseluetäisyys on 2 m, normaali hajavalaistus (pilvinen taivas) ilman taustavaloja, katselu kohtisuoraan, lasi käyttöasennossa. Lasin keskialueella sallitaan naarmuja, joiden max. pituus on 30 mm ja leveys 1 mm. Reuna-alueella sallittu naarmujen max. pituus on 50 mm. Kyntealueella ei rajoitusta. Pistevirheet  $\varnothing$  1 mm ja hennot hiusnaarmut sallitaan koko alueella. Naarmukasautumia ja pistevirhekasautumia ei sallita. Karkaistussa laminoitussa lasissa sallitaan muutamia kuplia kalvossa lasin reuna-alueella n. 25 mm leveydellä reunasta. Mittatoleranssit ovat sivulla 5.

### Varastointi, huolto ja asennus

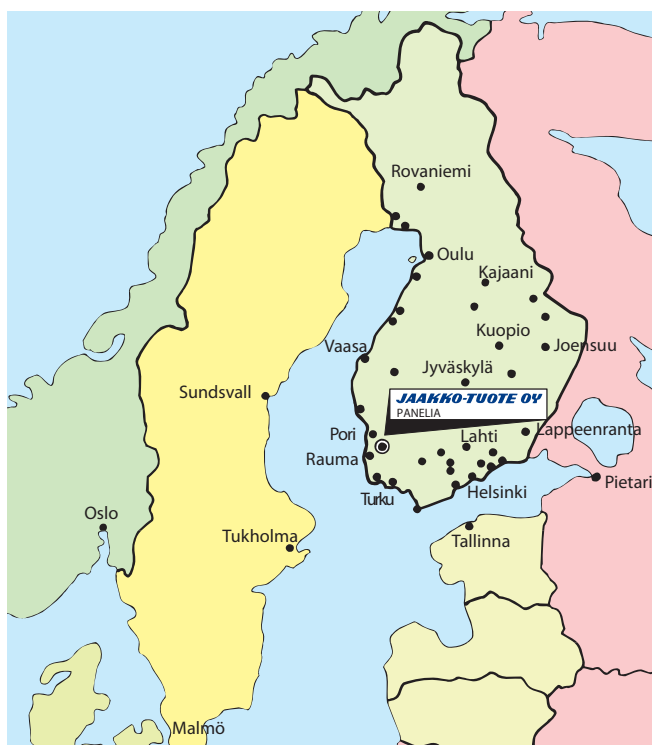
JT-turvalasit on pakattu osittain paperien väliin (ei koko alalle). Turvalasi on varastoitava kuivassa tilassa. Mikäli pakkaus pääsee kastumaan, se avataan ja lasit kuivataan lasihomeen estämiseksi. Turvalasit pestään vedellä ja nestemäisellä ikkunanpesuaineella. Hankaavia ja naarmuttavia aineita ja välineitä ei saa käyttää. JT-turvalaseja koskevat yleisesti käytössä olevat asennusohjeet. Turvalasit on asennettava huolellisesti asianmukaista asennustapaa noudattaen.

### VALMISTUS JA NEUVONTA

Jaakko-Tuote Oy  
Jokiahteentie 15  
27430 PANELIA  
Puhelin 02 8387 2100  
Faksi 02 864 7565  
www.jaakko-tuote.fi  
jt.mail@jaakko-tuote.fi



Jaakko-Tuote Oy:n toimisto. Yläosa laminoitua julkisivulasit 3+3, alaosaa tundra-kuviointia. Sisäänkäynti JT-sirulasit.



### JAAKKO-TUOTE OY

Toiminta alkanut	1971
Toimitilat lämmin	n. 3 ha
kylmä	n. 0,6 ha
12 kpl muuntajia yht.	n. 16 MW
Teholiittymä	n. 7 MW
Tuotanto	laminoitu ja karkaistu lasi, eristyslasit, profiililevyt
Henkilöstö	n. 160

**JAAKKO-TUOTE OY**