

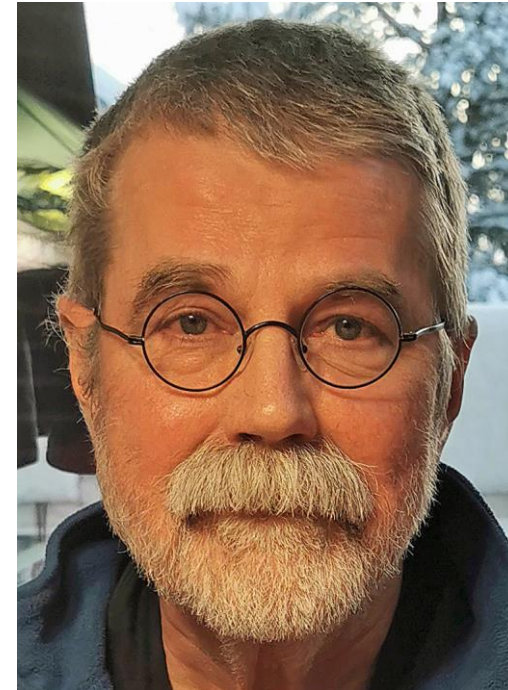
Webinaari 14.12.2022

Turva- ja suojalasit 2022

Suomen Tasolasiyhdistys ry

Tahvo Sutela
Lasifakta Oy

tahvo.sutela@lasifakta.fi



Turva- ja suojalasit 2022

Lähtökohdat

- Suomen Tasolasiyhdistys ry: **Turva- ja suojalasit 2015**
- **Eurokoodit EN 1991-1-1, -3 ja -4 sekä kansalliset liitteet**
 - Virallisesti käyttöön 2007
 - Suomessa eurokoodeihin perustuva RakMk voimaan 2016 (B1 ja F2 korvattu)
 - RIL 201-1-2017, Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat
- **Standardi EN 16612:2019**
 - Determination of the lateral load resistance of glass panes by calculation

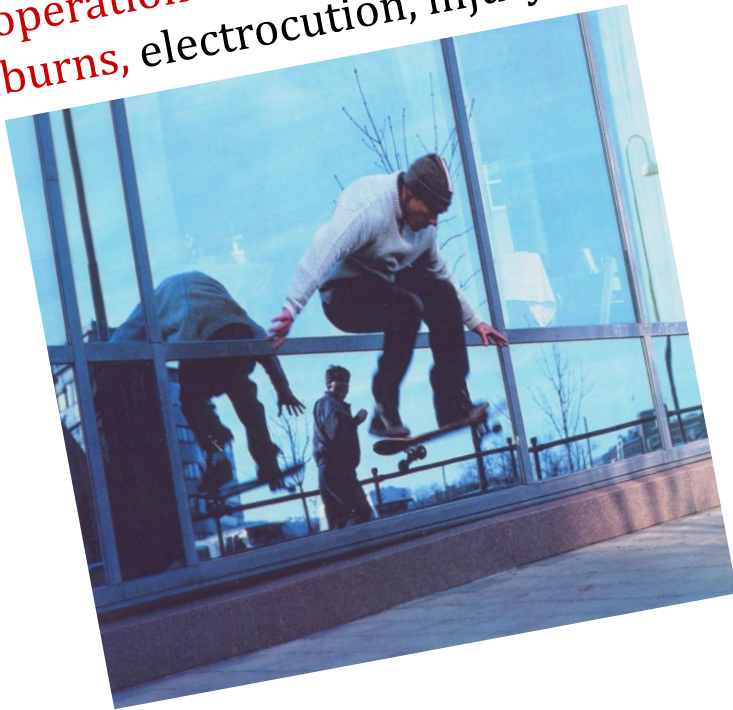
Mitä "uutta"? => Pistekuorma / EN 1991-1-1

Huom! RIL 272-2019 Parveke- ja terassilasitus rakenneosana

- Määräykset, ohjeet ja toimivat käytännöt
- **PISTEKUORMAA EI KÄSITELTY!**

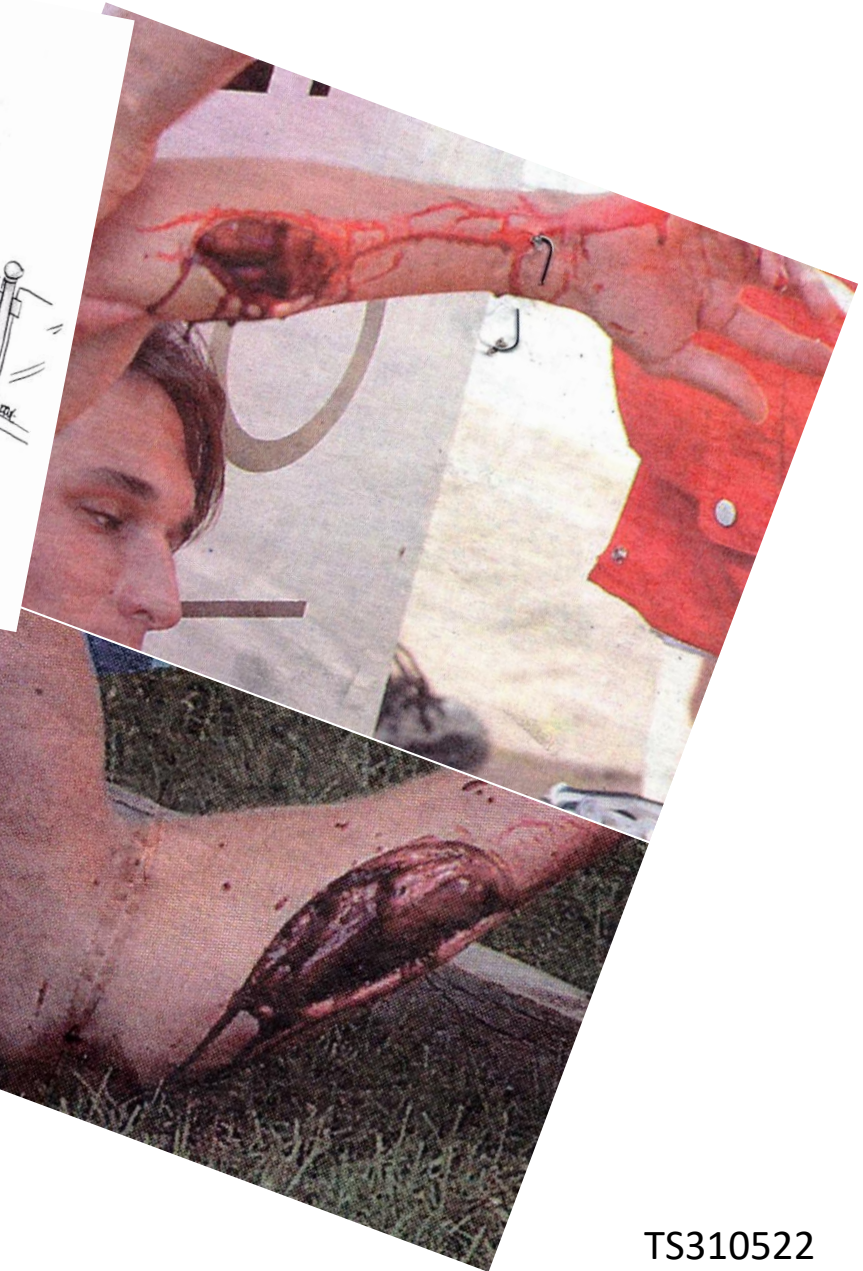
Turvalasit

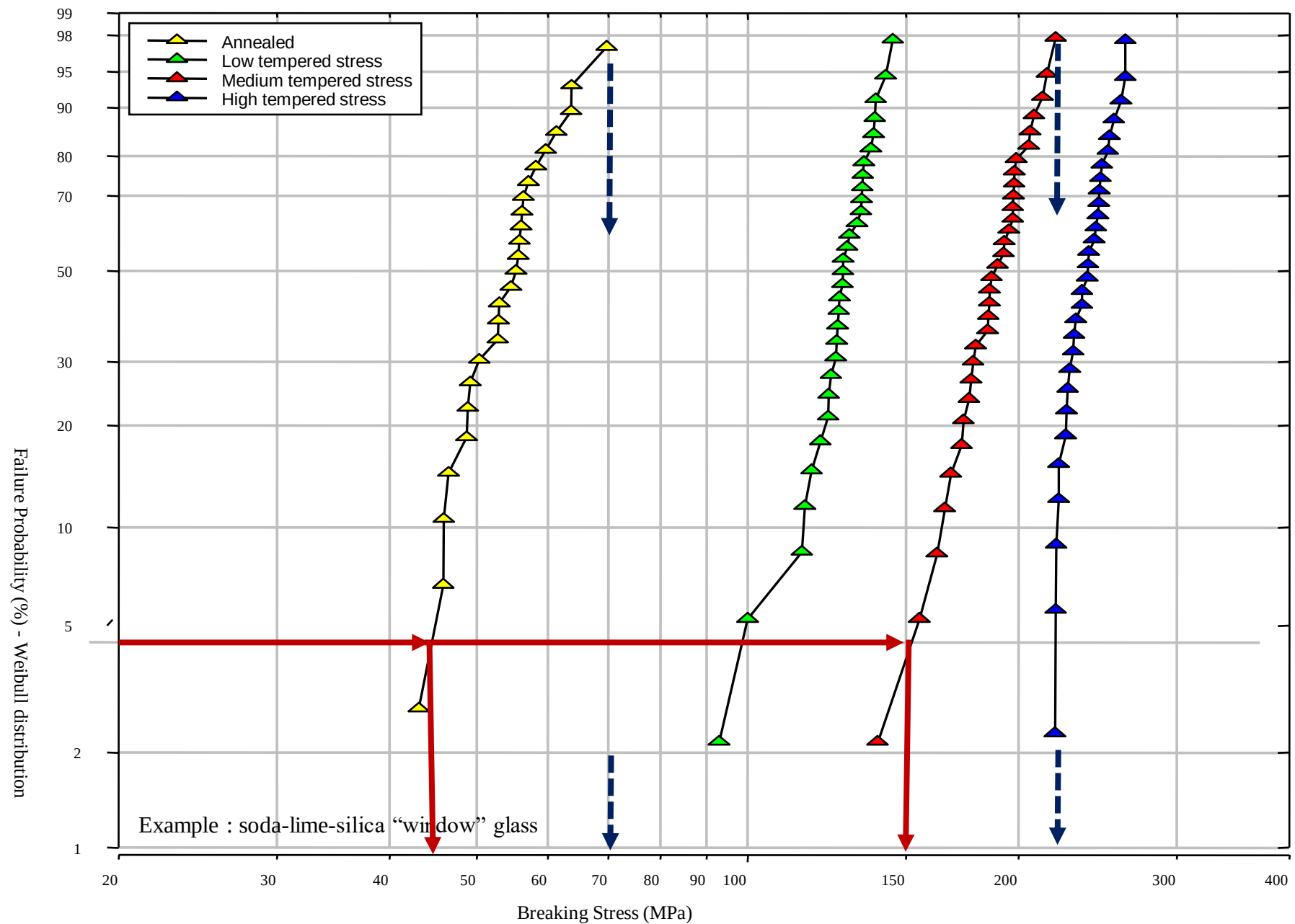
The construction work must be designed and built in such a way that it does not present unacceptable **risks of accidents** in service or operation such as **slipping, falling, collision** burns, electrocution, injury from explosion



ynn
turvallis-

→ **Turvalasit**
SFS-EN 12600
3 - 1

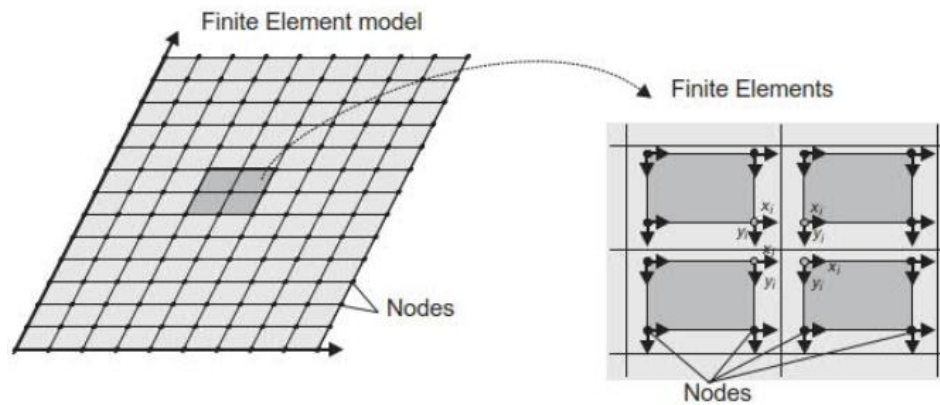
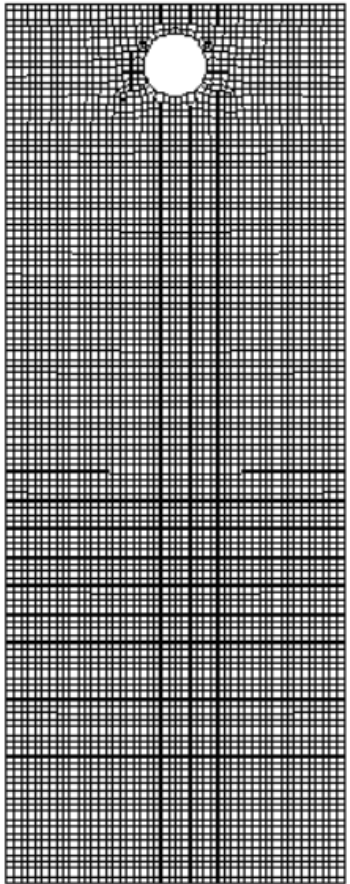




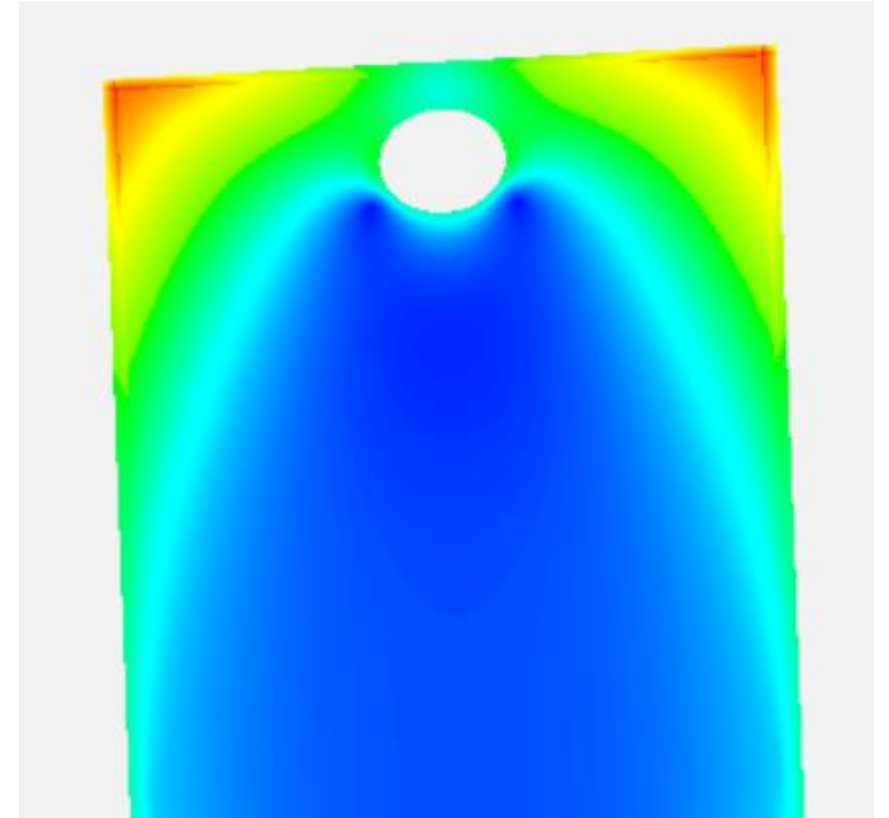
Lähde: Mike Wood / PUK

FRACTURE PROBABILITY CURVES FOR ANNEALED & TOUGHENED GLASS

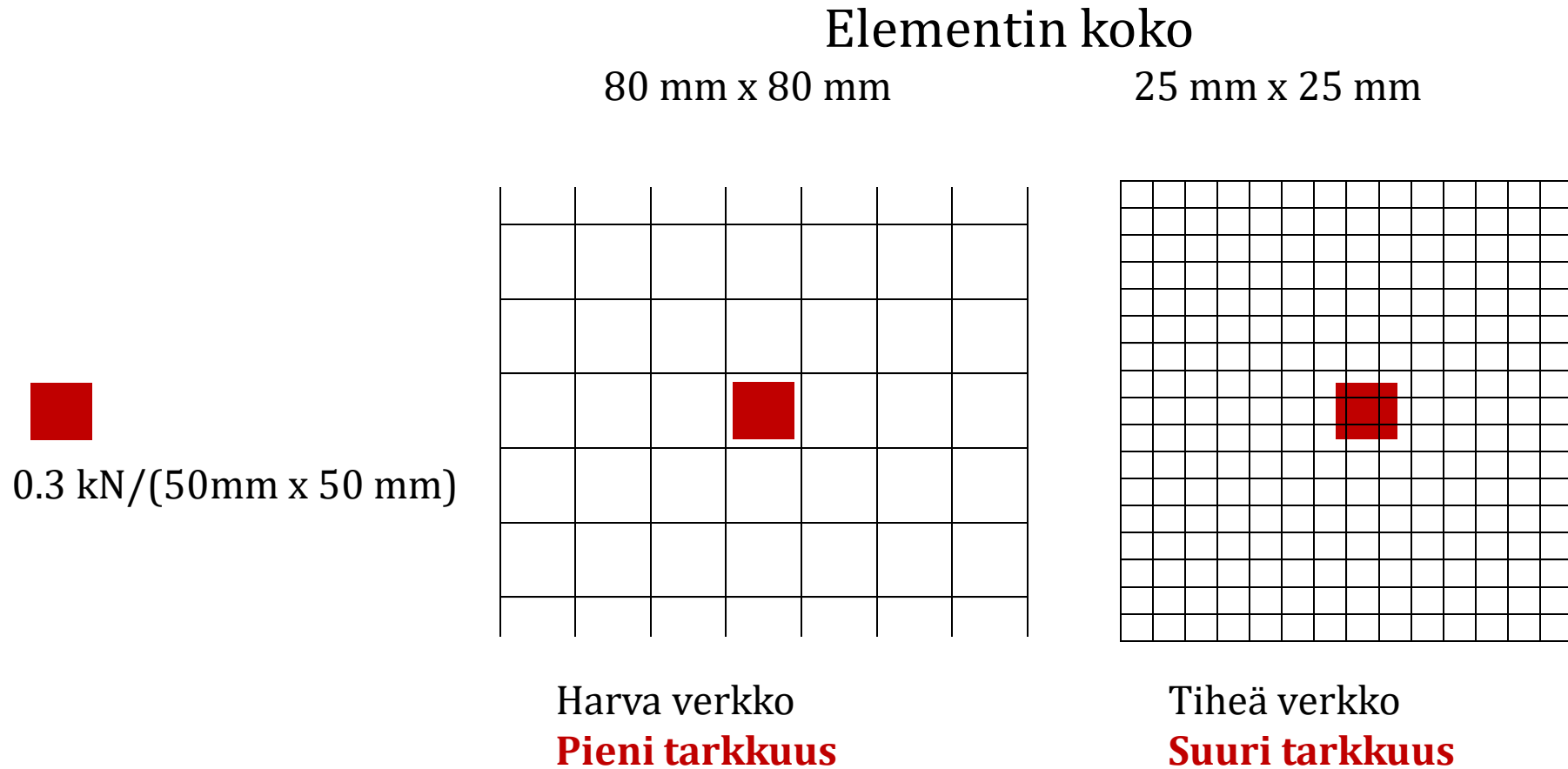
FEM – Finite Element Method - Elementtimenetelmä



Elementit ja solmupisteet FEM-mallissa (Rombach 2011, 5)

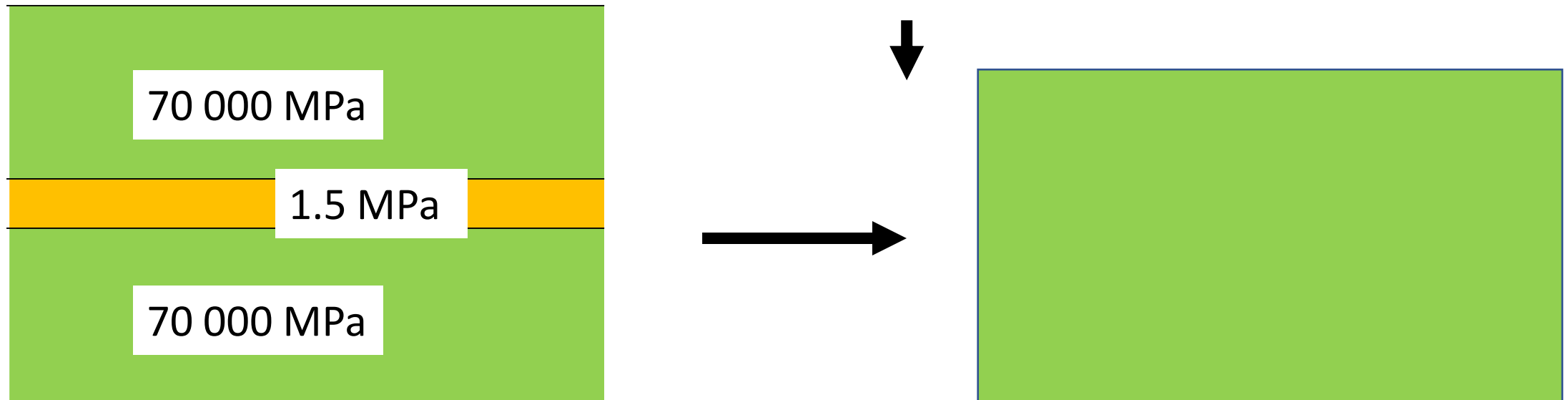


44.2: FEM, Tulos / Elementtikoko



44.2: Laminoitu turvalasiasi

Rakenneperiaate / Kimmokerroin E [MPa] / Efektiivinen paksuus



E_{kalvo} [MPa] ... 0.1 ... 700 ...
Tyyppi, lämpötila, vaikutusaika, prosessi ...

Efektiivinen paksuus?
 ω -perheet!
Soveltuu tasokuormille!

Turva- ja suojalasit

2022



Suomen Tasolasiyhdistys ry

www.tasolasiyhdistys.fi

Copyright Suomen Tasolasiyhdistys ry

Turva- ja suojalasit 2022

Re EN 16612 ja EN 16613 (Laminoitu)

- Tavanomainen PVB
- Lämpötila 30 °C
- Kaidekuormat $E = 1.5 \text{ MPa}$, vaikutusaika 30 s, $k_{\text{mod}} 0.89$
- Tungoskuorma $E = 1.2 \text{ MPa}$, vaikutusaika 5 min, $k_{\text{mod}} 0.77$
- Kaikki; kuorman varmuuskerroin 1.5
- Kaikki; taipumaraja lyhyt sivu tai jänne /100, max 25 mm

Laminointikalvona on käytetty tavanomaista PVB-tyyppiä. Standardin SFS-EN 16612 mukaisesti kuorman vaikutusaikana on 30 s ja lämpötila 30 °C. PVB-kalvon kimmokertoimet määritellään SFS-EN 16613 mukaisesti kaidekuormille 1,5 MPa ja tungoskuormille 1,2 MPa. Varsinaista tungoskuormaa, 3.0 kN/m, vastaan vaikutusajan on oletettu olevan 5 minuuttia. SFS-EN 16612 standardin lasin lujuuteen vaikuttava termi k_{mod} on kuorman vaikutusajan ja vastaavasti laminointikalvon kimmomoduuli on sekä kuorman vaikutusajan että lämpötilan funktio. Eli tässä käytetyt k_{mod} arvot ovat 0,89 ja 0,77.

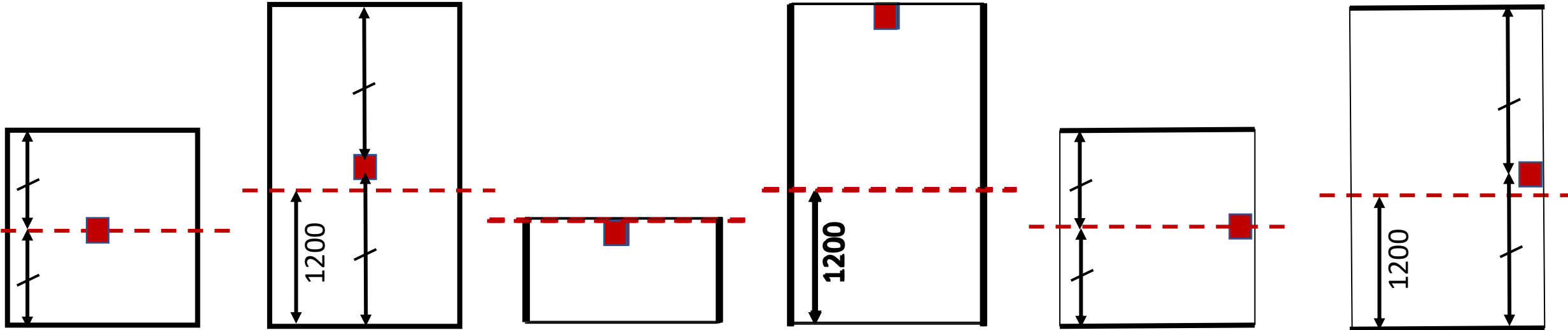
Ohjeen tarkastelut: Kuormien sijainti

Tuki:

Kaikki sivut

Pystysivut*

Ylä- ja ala*



Kuormat

- - - Viivakuorma [kN]: 0.5 ja 1.0 (30 s) ; 3.0 (5 min)
- Pistekuorma: 0.3 kN/(50x50) (30 s)

Osavarmuuskerroin: 1.5

Laminointikalvo (PVB), Kimmokerroin:

E_{30s} 1.5 MPa

E_{5min} 1.2 MPa

*) Vapaat sivut kiiltoreunahionta

Ohjeen tarkastelut / EN 1991-1-1

Vaakakuormat

Viivakuorma

- Kaiteet ja väliseinät, vaikutuskorkeus enintään 1200 mm

Pistekuorma

- Kaiteet ja kaiteina toimivien seinien levymäiset osat, mielivaltainen sijainti

=> Mikäli käyttöturvallisuus ei edellytä laminoitua turvalasia, ei pistekuormatarkastelua tarvita!

6.3.1. Neljältä sivulta tuettu

LF 0.5	[0.3 kN/50x50 => kaikki min. 55.2]					
2600	55.2	55.2	55.2	55.2	55.2	55.2
2200	55.2	55.2	55.2	55.2	55.2	55.2
1800	55.2	55.2	55.2	55.2	55.2	55.2
1400	55.2	55.2	55.2	55.2	55.2	55.2
1200	55.2	55.2	55.2	55.2	55.2	55.2
1000	55.2	55.2	55.2	55.2	55.2	55.2
	800	1200	1600	2000	2400	

LF 1.0	[0.3 kN/50x50 => kaikki min. 55.2]					
2600	55.2	55.2	55.2	55.2	66.2	66.2
2200	55.2	55.2	55.2	55.2	66.2	66.2
1800	55.2	55.2	55.2	66.2	66.2	66.2
1400	55.2	55.2	55.2	66.2	66.2	66.2
1200	55.2	55.2	55.2	66.2	66.2	66.2
1000	55.2	55.2	55.2	66.2	66.2	66.2
	800	1200	1600	2000	2400	

Veikutusaika -> kmod 0.77

LF 3.0						
2600	88.2	1010.2	1212.2	1212.2	1515.2	1515.2
2200	88.2	1010.2	1212.2	1212.2	1515.2	1515.2
1800	88.2	1010.2	1212.2	1212.2	1515.2	1515.2
1400	88.2	1010.2	1212.2	1212.2	1212.2	1212.2
1200	88.2	1010.2	1212.2	1212.2	1212.2	1212.2
1000	88.2	1010.2	1212.2	1212.2	1212.2	1212.2
	800	1200	1600	2000	2400	

K 0.5						
2600	4	5	5	4	5	5
2200	4	4	4	4	5	6
1800	4	4	4	5	5	6
1400	4	4	4	5	6	6
1200	4	4	4	5	6	6
1000	4	4	5	5	6	6
	800	1200	1600	2000	2400	3000

K 1.0						
2600	5	6	6	6	6	8
2200	5	6	6	6	6	8
1800	5	5	6	6	8	8
1400	5	5	6	8	8	8
1200	4	5	6	8	8	8
1000	4	5	6	8	8	8
	800	1200	1600	2000	2400	3000

Veikutusaika -> kmod 0.77

K 3.0						
2600	8	10	10	10	10	12
2200	8	10	10	10	10	12
1800	8	8	10	10	10	12
1400	8	8	10	10	10	12
1200	8	8	10	10	10	12
1000	6	8	10	10	10	12
	800	1200	1600	2000	2400	3000

HSL 0.5						
2600	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
2200	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
1800	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
1400	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
1200	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
1000	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
	800	1200	1600	2000	2400	3000

HSL 1.0						
2600	33.2	33.2	33.2	44.2	44.2	44.2
2200	33.2	33.2	33.2	44.2	44.2	44.2
1800	33.2	33.2	33.2	44.2	44.2	44.2
1400	33.2	33.2	33.2	44.2	44.2	44.2
1200	33.2	33.2	33.2	44.2	44.2	44.2
1000	33.2	33.2	33.2	44.2	44.2	44.2
	800	1200	1600	2000	2400	3000

Veikutusaika -> kmod 0.77

HSL 3.0						
2600	55.2	55.2	66.2	88.2	88.2	1010.2
2200	55.2	55.2	66.2	88.2	88.2	1010.2
1800	55.2	55.2	66.2	88.2	88.2	1010.2
1400	55.2	55.2	66.2	88.2	88.2	1010.2
1200	55.2	55.2	66.2	88.2	88.2	1010.2
1000	55.2	55.2	66.2	66.2	66.2	88.2
	800	1200	1600	2000	2400	3000

KL 0.5						
2600	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
2200	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
1800	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
1400	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
1200	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
1000	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
	800	1200	1600	2000	2400	3000

KL 1.0						
2600	33.2	33.2	33.2	44.2	44.2	44.2
2200	33.2	33.2	33.2	44.2	44.2	44.2
1800	33.2	33.2	33.2	44.2	44.2	44.2
1400	33.2	33.2	33.2	44.2	44.2	44.2
1200	33.2	33.2	33.2	44.2	44.2	44.2
1000	33.2	33.2	33.2	44.2	44.2	44.2
	800	1200	1600	2000	2400	3000

Veikutusaika -> kmod 0.77

KL 3.0						
2600	44.2	55.2	66.2	66.2	66.2	88.2
2200	44.2	55.2	66.2	66.2	66.2	88.2
1800	44.2	55.2	66.2	66.2	66.2	88.2
1400	44.2	55.2	66.2	66.2	66.2	88.2
1200	44.2	55.2	66.2	66.2	66.2	88.2
1000	44.2	55.2	55.2	66.2	66.2	88.2
	800	1200	1600	2000	2400	3000

6.3.3. Pystysivuilta tuettu

K 0.5					
1600	6	6	8	10	12
1400	6	8	10	10	12
1200	6	8	10	12	15
1000	6	8	10	12	15
	800	1200	1600	2000	2400

K 1.0					
1600	6	8	10	12	15
1400	6	10	12	15	15
1200	8	10	12	15	-
1000	8	10	12	15	-
	800	1200	1600	2000	2400

K 3.0					
1600	8	12	15	19	-
1400	10	12	15	19	-
1200	10	15	19	-	-
1000	10	15	19	-	-
	800	1200	1600	2000	2400

KL 0.5					
1600	44.2	44.2	44.2	55.2	66.2
1400	44.2	44.2	55.2	66.2	66.2
1200	44.2	44.2	55.2	66.2	88.2
1000	44.2	55.2	55.2	66.2	88.2
	800	1200	1600	2000	2400

KL 1.0					
1600	44.2	44.2	66.2	88.2	88.2
1400	44.2	55.2	66.2	88.2	88.2
1200	55.2	66.2	66.2	88.2	1010.2
1000	55.2	66.2	88.2	88.2	1010.2
	800	1200	1600	2000	2400

KL 3.0					
1600	55.2	88.2	88.2	1010.2	1212.2
1400	66.2	88.2	1010.2	1212.2	1212.2
1200	88.2	1010.2	1010.2	1212.2	1515.2
1000	88.2	1010.2	1010.2	1212.2	1515.2
	800	1200	1600	2000	2400

HSL 0.5					
1600	55.2	44.2	44.2	55.2	66.2
1400	55.2	44.2	55.2	66.2	66.2
1200	55.2	44.2	55.2	66.2	88.2
1000	55.2	55.2	55.2	66.2	88.2
	800	1200	1600	2000	2400

HSL 1.0					
1600	44.2	44.2	66.2	88.2	88.2
1400	44.2	55.2	66.2	88.2	88.2
1200	55.2	66.2	66.2	88.2	1010.2
1000	55.2	66.2	88.2	88.2	1010.2
	800	1200	1600	2000	2400

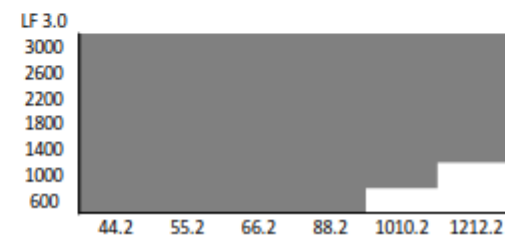
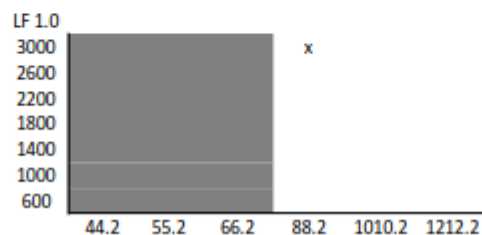
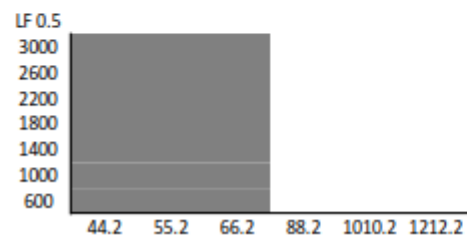
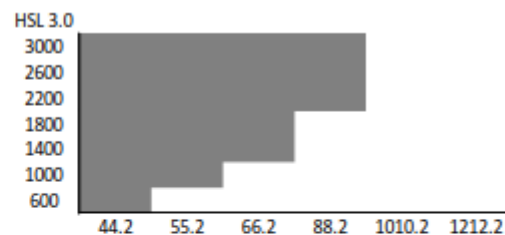
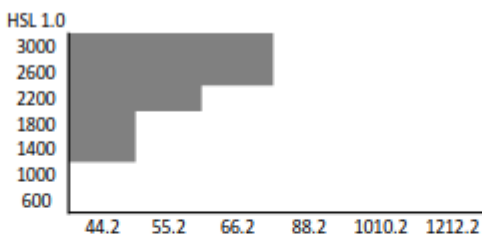
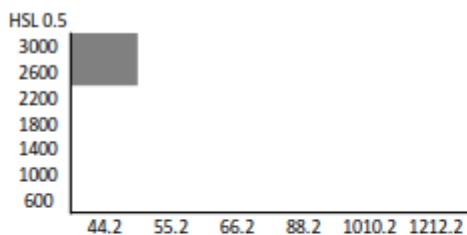
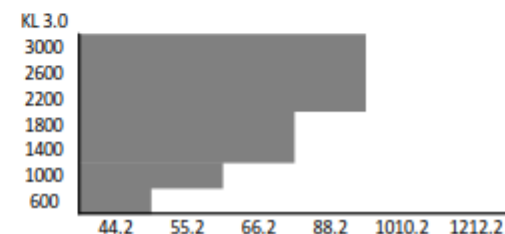
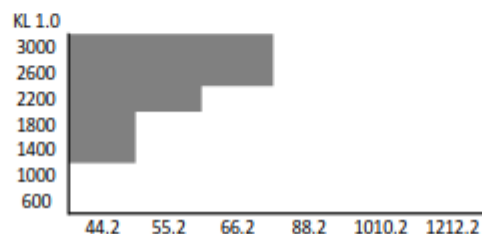
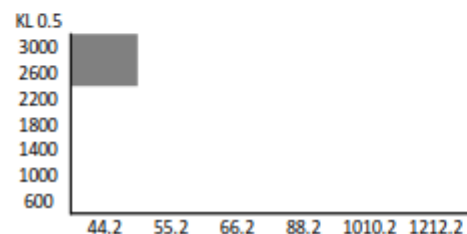
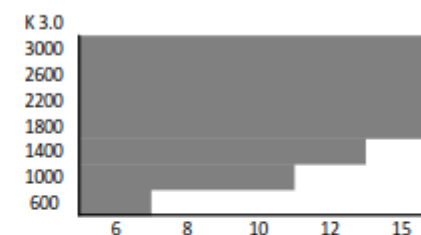
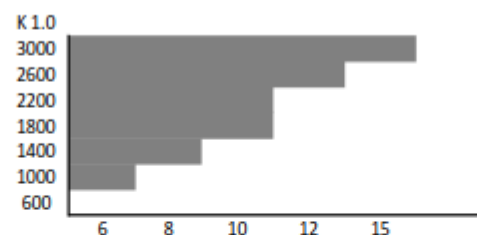
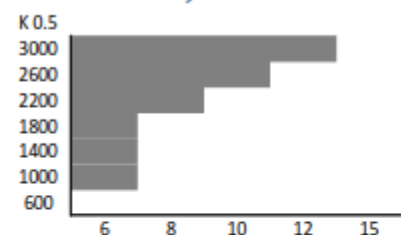
HSL 3.0					
1600	55.2	88.2	88.2	1010.2	1212.2
1400	66.2	88.2	1010.2	1212.2	1212.2
1200	88.2	1010.2	1010.2	1212.2	1515.2
1000	88.2	1010.2	1010.2	1212.2	1515.2
	800	1200	1600	2000	2400

LF (0.5) (03 kN/50x50 => kaikki 88.2)					
1600	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2
1400	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2
1200	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2
1000	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2
	800	1200	1600	2000	2400

LF 1.0 (03 kN/50x50 => kaikki > 88.2)					
1600	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2
1400	88.2	88.2	88.2	88.2	1010.2
1200	88.2	88.2	88.2	1010.2	1010.2
1000	88.2	88.2	1010.2	1010.2	1010.2
	800	1200	1600	2000	2400

LF 3.0					
1600	88.2	1010.2	1212.2	1515.2	1919.2
1400	1010.2	1212.2	1515.2	1919.2	1919.2
1200	1212.2	1515.2	1919.2	1919.2	-
1000	1212.2	1515.2	1919.2	1919.2	-
	800	1200	1600	2000	2400

6.3.2. Ylä- ja alareunasta tuettu



Mikä on lasin lujuus?

Vaikuttavia tekijöitä mm:

- Lasityyppi, (laminointi,
- lämpökäsittelyt / karkaisu, lämpölujitus...
- Kuorman vaikutusaika
- Kiinnitystapa
- Kuorman muoto / taso, viiva, piste, dimensiot, gradientit...
- Särmän laatu / leikkaus, hionnat...
- Pintakäsittelyt / oksidipuhallus, keraaminen painatus (emalointi)...
- Historia / pinnan laatu, naarmut, syöpymät...

Laminointi

- Kalvon ominaisuudet / kimmomoduuli...
- Prosessin hallinta
- Kuormitusaika ja olosuhteet/ kimmomoduuli...

Yhteenvetoa, mikäli aiot

Lujuustestaus

- Varmista testaavan laitoksen kompetenssi
- Varaa riittävästi näytteitä, rahaa ja aikaa
- Tulosten tilastollinen tarkastelu, Weibull -jakauma

Käytännössä

mahdottomuus:

- Raaka-aine-erien vaihtelut
- Erot raaka-aineen valmistajien ja tehtaiden välillä

Prosessiparametrien vaihtelut tuotannossa (leikkuu, hionnat, inhimilliset tekijät, koneiden toleranssit

Jne... -- > käyttäkää standardia

Teoreettiset tarkastelut

- Osaatko / ymmärrätkö taustat?
- Ovatko menetelmät toimivia?
- Hallitsetko käyttämäsi menetelmät (FEM, Differentiaaliyhtälöt...)?

➡ **Mikäli 44.2* ok, tarkista yllä oleva**

*) Float, tavanomainen PVB

Kiitos!