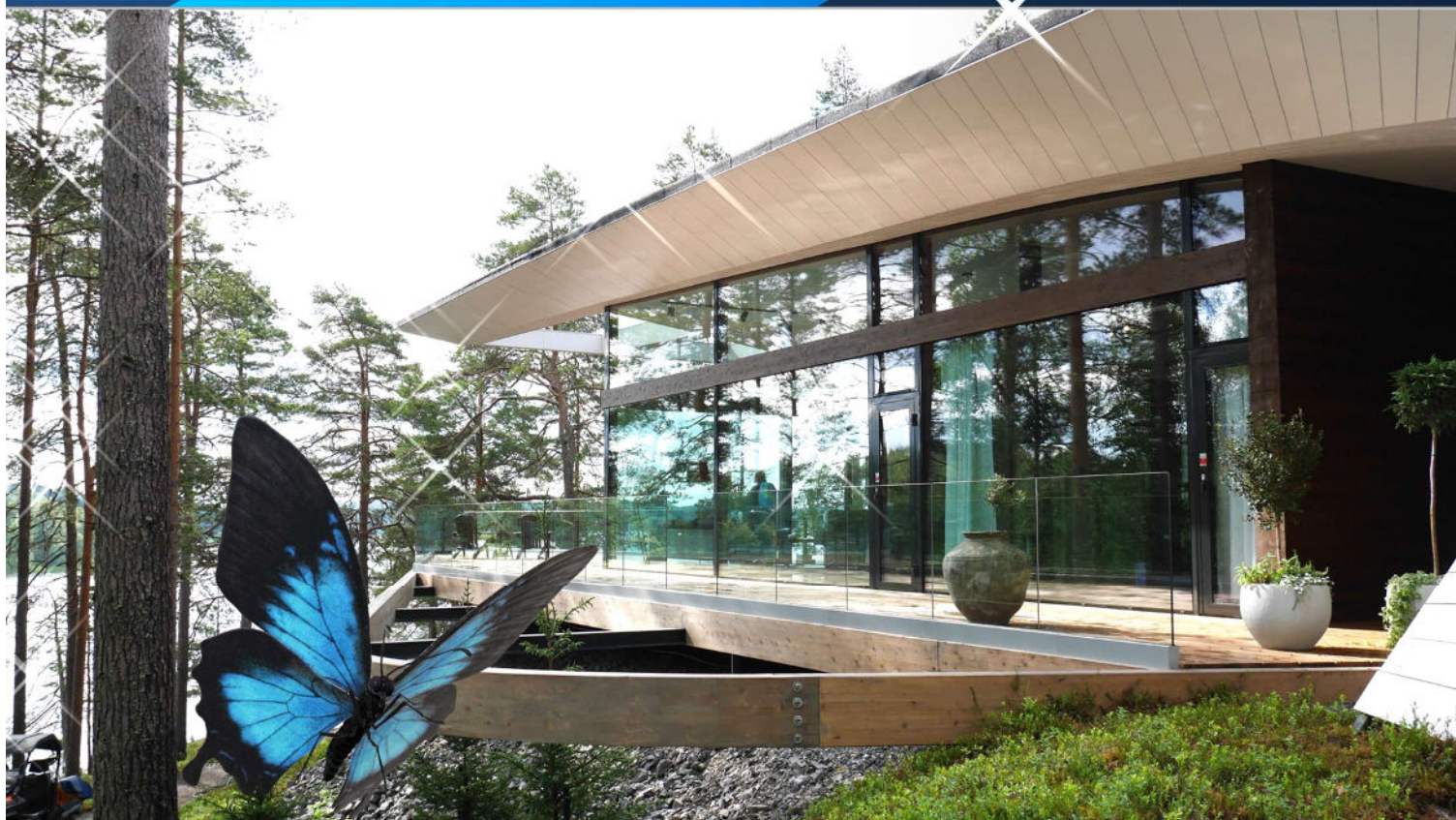


Turva- ja suojaalasit



2022



Suomen Tasolasiyhdistys ry

www.tasolasiyhdistys.fi

Sisällysluettelo

Alkusanat	4
1. Johdanto	4
2. Käyttöturvallisuus	4
2.1. Soveltamisala	4
2.2. Lasirakenteet	5
3. Yleistä lasien rikkoutumisesta	6
4. Ohjeita turvalasien käytöstä	7
4.1. Ikkunat ja lasiseinät	7
4.2. Ovet	7
4.3. Porrassyöksy	7
4.4. Putoamisvaara – käytettävä laminoitua turvalasia	7
4.5. Lasikaiteet ja parvekkeet	8
4.6. Lasikatteet	8
4.7. Milloin rakenteessa on hyvä käyttää karkaistua turvalasia ja milloin laminoitua turvalasia?	8
4.8. Muita tulkintoja turvalasien käytöstä	8
4.9. Huomiomerkintä	9
4.10. Sovellus käyttöturvallisuusohjeista	9
4.11. Suunnittelussa huomioitavaa	9
4.12. Muuta huomioitavaa	9
5. Turvalasit ja törmäysluokitus	11
6. Kaidelasit	13
6.1. Kaidelasien valinta	13
6.2. Kaidelasien ja suojaseinäminä toimivien väliseinien lujuusmitoitus	13
6.3. Lasien lujuustarkastelu	14
6.3.1. Neljältä sivulta tuettu	15
6.3.2. Ylä- ja alareunasta tuettu	16
6.3.3. Pystysivuilta tuettu	16
6.3.4. Yhdeltä sivulta tuettu lasilaatta	17
6.3.5. Pistemäisesti tuettu lasilaatta	17
7. Murronsuojalasit	17
7.1. Murronsuojalasien luokitus	17
8. Luodinsuojalasit	19
8.1. Luodinsuojalasien luokitus	19

9.	Räjähdyksensuojalasit	20
10.	Säteilynsuojalasit	20
10.1.	Palonsuojalaseista	20
10.2.	Muut säteilynsuojalasit	21
11.	Turva- ja suojalasien asennus	21
12.	Turvalasien pinnat	22
13.	Turvakalvot	22
14.	Kalusteiden lasit	22
15.	Tulisijojen luukkujen ja palotilojen näköyhteiden lasit	22
16.	Turva- ja suojalaseille julkaistuja standardeja	22
17.	Puhdistus ja huolto	24

Alkusanat

Rakennusten arkkitehtuurinen ilme on muuttunut huomattavasti viimeisten vuosikymmenien aikana Suomessa. Lasin osuus julkisivumateriaaleista on kasvanut voimakkaasti niin pientaloissa kuin julkisissa rakennuksissa. Lasirakenteet ovat entistä suurempia ja ulottuvat usein lattiasta kattoon. Päivän trendi on luonnonvalo ja ympäristön kokeminen myös sisätiloissa. Kehityssuunta on oikea ihmisen terveyttä ajatellen, sillä nykypäivänä viettämme suuren osan ajastamme sisätiloissa. Lasirakenteiden tarjoama luonnonvalo vaikuttaa terveyteemme ja hyvinvointiimme positiivisesti.

Lainsäädännön uudistus turvalasivaatimusten osalta oli tarpeellinen. Asunnoissa sallittiin pitkään 6 mm tavallinen tasolasi turvalasin asemesta, vaikka nykyajan lasitukset ovat täysin toisenlaiset kuin esimerkiksi 1990-luvulla. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta 1007/2017 astui voimaan 1.1.2018. Asetus sisältää uuden lauseen pykälässä 11: ”Niiden lasitukset on tehtävä turvalasista” viitaten törmäysriskillisiin lasituksiin.

Maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisuudistuksen myötä rakentamismääräyskokoelman (RakMk) osa F2 *Rakennuksen käyttöturvallisuus* kumottiin vuoden 2017 lopussa. Ympäristöministeriön pyynnöstä lasirakenteita koskevat uudet käyttöturvallisuusohjeet laadittiin yhteistyössä rakennusvalvontojen ja rakennusala edustavien järjestöjen kesken. Ohjeistus ei ole velvoittava, mutta käytössä koko Suomessa. Ohjeet löytyvät osoitteesta www.pksrava.fi.

Forssassa 26.10.2022

Suomen Tasolasiyhdistys ry

Jenni Heikkilä
toiminnanjohtaja

Käyttöturvallisuusasetuksen lisäksi lasirakenteiden mitoitusohjeet ovat muuttuneet. Vuoden 2019 lopussa hyväksyttiin kansalliseksi standardiksi SFS-EN 16612:2019 *Rakennuslasit. Poikittaisen kuormankestävyyden laskennallinen määrittäminen* ja SFS-EN 16613:2019:en *Glass in building. Laminated glass and laminated safety glass. Determination of interlayer viscoelastic properties*.

Verrattuna aiempaan vuoden 2015 oppaaseen, merkittävä muutos mitoitusaulukoissa liittyy pistekuorman huomioimiseen. Vuoden 2017 alussa tuli voimaan uudistettu eurokoodi SFS-EN 1991-1-1 ja sen kansallinen liite, jossa määritellään kaiteiden viiva- ja pistekuorma.

Käyttöturvallisuusasetusta selittävän tekstin ja päivitettyjen mitoitusaulukoiden tavoitteena on tarjota suunnittelijoille ja rakentajille mahdollisimman kattavasti tietoa turvallisesta lasirakentamisesta ja havainnollistaa mitoitusta.

Oppaan mitoitusaulukot ovat kuitenkin vain suuntaa antavia ja soveltuvat ainoastaan tavanomaiseen lasirakentamiseen, ei erityiskohteisiin.

Tämä opas on tehty yhteistyössä lasialan asiantuntijoiden kesken ja se on hyväksytty Suomen Tasolasiyhdistys ry:n hallituksen toimesta vuonna 2022. Mitoitusaulukot on päivittänyt lasikonsultti Tahvo Sutela, Lasifakta Oy.

Tavoitteenamme on edistää turvallista lasirakentamista suomalaisissa kodeissa ja julkisissa rakennuksissa.

1. Johdanto

Lasirakenteiden suunnittelu vaatii erityisosaamista. Lasi valitaan ja mitoitetaan rakennuksen, sen käyttötarkoituksen ja sen ympäristön olosuhteiden mukaan. Rakennuksen lasirakenteita on tarkasteltava riittävän lujuuden, mutta myös lasin turvallisen rikkoutumisen kannalta. Hauraan peruslasin rikkoutumistilanteessa aiheuttamien viiltovammojen syntymisen riskiä pyritään rajoittamaan turvalasien käytöllä.

Lujuusvaatimusten osalta oleelliset kuormat esitetään standardeissa SFS-EN 1991-1-1, -3 ja -4.

Tämä opas ei rajaa pois muita mahdollisia lasitusratkaisuja; suunnittelun pitää kuitenkin olla riittävän osaa-vaa ja huolellista sekä perustua alan tietouteen ja hyvään tapaan. Luvussa 2 velvoittava sääntely on merkitty erikseen vaalean sinisellä pohjalla. Ohjeistus on kehystämättömällä palstalla valkoisella taustalla.

2. Käyttöturvallisuus

Asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta (1007/2017) astui voimaan 1.1.2018. Asetus on annettu maankäyttö- ja rakennuslain 117 §:n ja 117 d §:n nojalla 20.12.2017.

117 d § Käyttöturvallisuus

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla suunnitellaan ja rakennetaan siten, että sen käyttö ja huolto on turvallista. Rakennuksesta eikä sen ulkotiloista ja kulkuväylistä saa aiheutua sellaista tapaturman, onnettomuuden tai vahingon uhkaa, jota ei voida pitää hyväksyttävänä.

2.1. Soveltamisala

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta

1 § Soveltamisala

Tämä asetus koskee uutta rakennusta, rakennuksen laajennusta ja rakennuksen kerrosalaa lisäävää tilaa sekä rakennuksen välitöntä ympäristöä.

Rakennuksen korjaus- ja muutostyössä tätä asetusta on sovellettava, jos alkuperäinen ratkaisu on turvallisuuden tai terveydellisyyden kannalta ilmeisen haitallinen. Rakennuksen korjaus- ja muutostyöt voidaan muutoin tehdä alkuperäistä ratkaisua noudattaen. Muutokset eivät saa heikentää käyttöturvallisuutta.

Tätä asetusta on sovellettava rakennuksen käyttötarkoituksen muutokseen, jos rakennuksen tai sen osan käyttötarkoitus muuttuu riskillisemmäksi.

2 § Rakennuksen käyttöturvallisuus

Pääsuunnittelijan, rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan on tehtävänsä mukaisesti huolehdittava rakennuksen suunnittelusta siten, että rakennus käyttötarkoituksensa mukaisesti täyttää käyttöturvallisuudelle asetetut olennaiset tekniset vaatimukset.

Uusi asetus koskee uudisrakennuksia, joihin on haettu rakennuslupaa 1.1.2018 jälkeen.

Korjauskohteisiin tulee suositella voimassa olevan käyttöturvallisuusasetuksen ja yhteisen käyttöturvallisuusohjeen mukaisia lasirakenteita. Jos alkuperäinen ratkaisu on ilmeisen haitallinen, on asetuksen määräykset korjauskohteessa velvoittavia. Vaaralliseksi tai haitalliseksi katsotaan tilanteet, joissa on putoamisvaara tai kun lasitus lähtee lattiatasosta. Tai kun kyseessä on käyttötarkoituksen muutos. Hyvä peruserä on, että jos muutostyö vaatii viranomaispäätöksen, on noudatettava uusia määräyksiä. Suojelukohteet ovat kuitenkin tapauskohtaisia.

Huomioitavaa on, että asetus ei erottele yleisön käyttöön tarkoitettuja tiloja ja asuntoja muutoin kuin kaidekorkeuksien suhteen. Ohjeissa on kuitenkin lievennyksiä asuntojen kohdalla.

2.2. Lasirakenteet

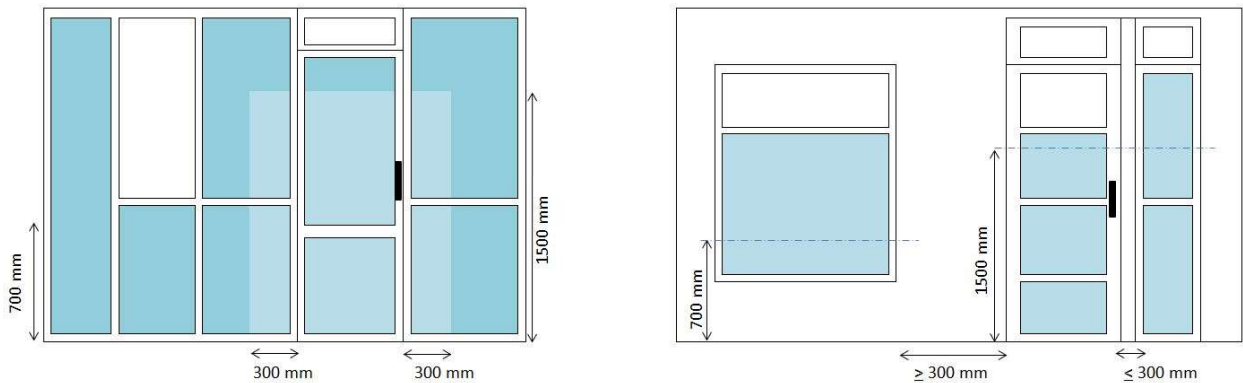
Ympäristöministeriön asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta

11 § Lasirakenteet

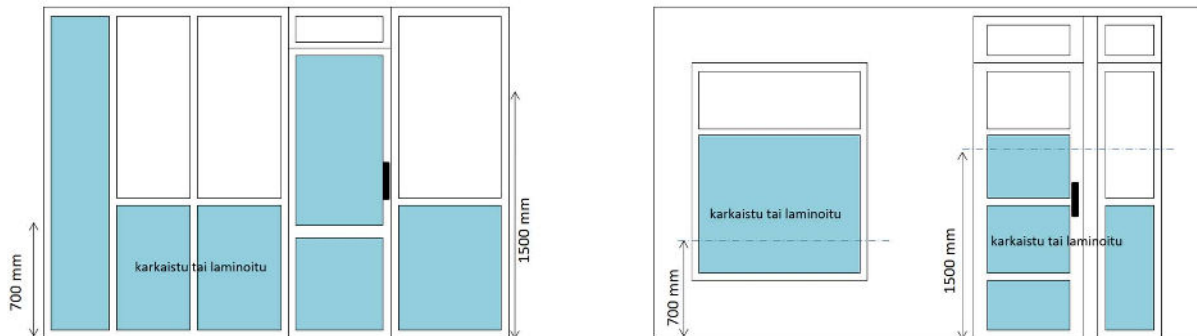
Rakennuksen lasirakenteen ja muun valoa läpäisevän rakenteen rikkoutuminen ei saa aiheuttaa putoamisvaaraa eikä sirpaleiden putoaminen alle jäävän haavoittumisvaaraa.

Lasirakenteen ja muun valoa läpäisevän rakenteen on kiinnikkeineen kestävä siihen tavanomaisesti kohdistuva kuormitus, jollei rakennetta ole suojattu kiinteällä törmäysesteellä.

Ikkunat, lasiseinät ja lasiovet, joihin on vaara törmätä, on merkittävä siten, että ne havaitaan helposti. Niiden lasitukset on tehtävä turvalasista.



Kuva 1. Törmäykselle riskilliset lasipinnat julkisissa rakennuksissa. 300 mm mitataan oven kulkuaukon reunasta ikkunan valoaukon reunaan.



Kuva 2. Törmäykselle riskilliset lasipinnat asunnoissa. PKS Rava -ohjeet sallivat asunnoille lievennyksiä verrattuna julkisiin rakennuksiin. Suomen Tasolasiyhdistys ry:n näkemys kuitenkin on, että myös asuntojen ovissa on käytettävä turvalasia kuten kuvassa 2.

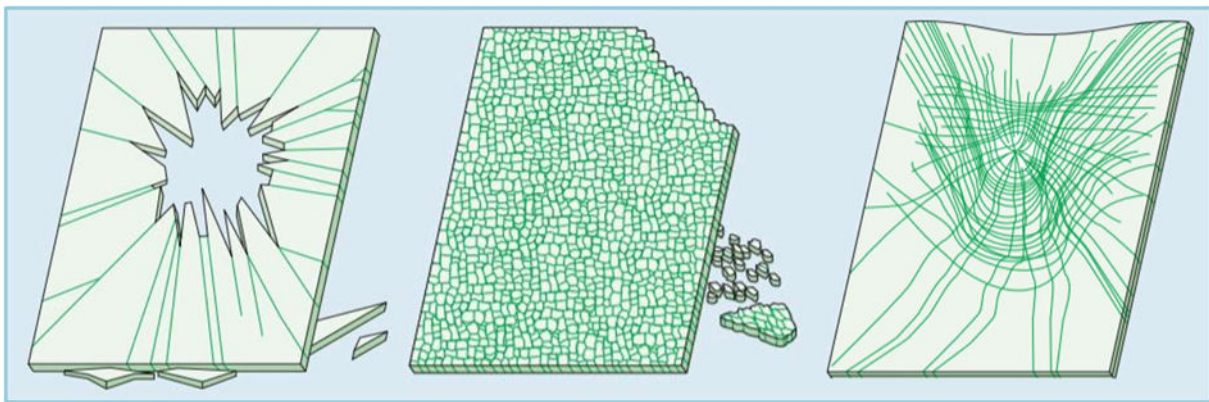
Riskivyyöhykkeillä (Kuva 1. Törmäykselle riskilliset lasipinnat julkisissa rakennuksissa. 300 mm mitataan oven kulkuaukon reunasta ikkunan valoaukon reunaan. ja Kuva 2. Törmäykselle riskilliset lasipinnat asunnoissa. PKS Rava -ohjeet sallivat asunnoille lievennyksiä verrattuna julkisiin rakennuksiin.) on käytettävä tarkoitukseen soveltuvaa, standardin SFS-EN 12600 mukaan luokiteltua turvalasia. Lasin on kestävä standardissa SFS-EN 1991-1-1 määritellyn käyttötarkoituksen mukainen vaakakuorma ja myös pistekuorma, kun kohteessa on putoamisvaara. Lisäksi lasirakenteen (sis. lasit, kiinnikkeet ja rakenteen rungon) on täytettävä

kaidemääräykset, jos lasirakenteen on estettävä henkilön putoaminen. Kaidemääräykset on huomioitava myös putoamiskorkeuden ja tilan käyttötarkoituksen mukaan. Lisäksi mitoituksessa on huomioitava lasien todelliset taipumat kuormitustilanteissa.

Turvalasia ovat lämpökarkaistut ja laminoidut turvalasit. Kun kyseessä on törmäyksen lisäksi putoamisvaara, on käytettävä laminoitua turvalasia.

3. Yleistä lasien rikkoutumisesta

Rikkoutumisen kannalta erityisiä riskialueita ovat kulkuaukkoja ja -väyliä ympäröivät lasirakenteet sekä lasikatteet. Törmäyksessä terävämuotoiseksi ja leikkaavaksi sekä terävsärmäisiksi rikkoutuva tavallinen taso-lasi aiheuttaa riskin viiltovammojen syntymiselle (Kuva 3. Lasien rikkoutumiskuvioita.). Tämän riskin minimoimiseksi lasiteollisuus on kehittänyt kaksi menetelmää: lasin lämpökarkaisun ja lasin laminoinnin. Näistä käytetään yleisnimeä turvalasi, jos lasit täyttävät turvalasityypeille laaditut vaatimukset standardin SFS-EN 12600 mukaisesti.



Tavallinen lasi

Lämpökarkaistu turvalasi

Laminoitu turvalasi

Kuva 3. Lasien rikkoutumiskuvioita.

Karkaistu turvalasi on monin verroin lujempaa kuin tavallinen lasi, jos sitä tarkastellaan mekaanisten kuormitusten ja lämpötilojen kestävyydellä. Lisäksi rikkoutumistilanteissa lasi murenee pieniksi pyöreähköiksi murusiksi, joiden reunat eivät ole yhtä teräviä kuin tavallisen lasin. Huomioitavaa on, että muruja jää isommiksi klustereiksi kuten kuvassa 3 voidaan havaita, mikä pitää huomioida mm. korkea rakentamisessa turvallisuusriskinä. Rikkoutumismekanisminsa vuoksi karkaistu turvalasi ei pysy rikkoutuneena kehyksessään. Tämän takia muun muassa kattolasituksissa alimpana lasina suositellaan laminoitua turvalasia (alle jäävän haavoittumisvaara).

Laminoitu lasi on valmistettu kahdesta tai useammasta lasilevystä, joiden välissä on yleensä PVB- tai EVA-kalvo. Markkinoilla on saatavilla useita erilaisia kalvotyppejä, esim. vain tietyt kalvot soveltuvat ulkokäyttöön. Lasin rikkoutuessa laminointikalvo sitoo lasisirpaleita, eivätkä ne irtoa helposti rakenteesta. Hyvänä esimerkkinä laminoidusta lasista ovat autojen tuulilasit, jotka rikkoutuessaan pysyvät paikallaan ja säilyttävät läpinäkyvyyden rikkoutumistilanteissa.

Vain harva rautalankalasiyys tyyppi täyttää standardin SFS-EN 12600 iskutestin vaatimukset, joten yleisesti ottaen lankalaseja ei voida pitää turvalaseina. Myöskään 6 mm float-lasi ei ole turvalasi eikä sitä saa käyttää

turvalasin sijasta, sillä rikkoutuessaan 6 mm lasi aiheuttaa vastaavanlaisia henkilövahinkoja siinä missä ohuempikin lasi.

4. Ohjeita turvalasien käytöstä

Seuraavissa kohdissa esitellään peruseriaaiteita turvalasien käytöstä. Lain mukaan lasin on kuitenkin aina oltava turvalasia, kun siihen voi törmätä, mikäli lasia ei ole suojattu kiinteällä törmäyesteellä. Lisäksi lasit on mitoitettava SFS-EN 1991-1-1 ja sen kansallisten liitteiden mukaisesti.

4.1. Ikkunat ja lasiseinät

Ikkunoissa ja lasiseinissä käytetään turvalasia, kun lasituksen alareunan korkeus lattiasta on alle 700 mm.

Asunnot: Asunnon alle 700 mm korkeudella sijaitsevilla pienissä ikkunoissa ja ovissa voi käyttää 6 mm tasolasia turvalasin asemasta, jos lasin leveys tai korkeus on alle 250 mm. Pienessä lasiaukossa katsotaan karmirakenteen ottavan vastaan törmäystä.

4.2. Ovet

Julkisten rakennusten kulkuväylien ovissa katsotaan olevan törmäysvaara, kun lasipinnan korkeus lattiasta on alle 1500 mm. Turvalasia käytetään myös näiden ovien viereisissä ikkunoissa ja lasiseinissä silloin, kun umpinainen karmi-, puite- tai seinärakenne oviaukon ympärillä on pienempi kuin 300 mm.

Asunnot: Ohjeistuksen mukaan asunnon ovissa ja ovien viereisissä ikkunoissa katsotaan olevan törmäysvaara vasta, kun lasituksen alareunan korkeus lattiasta on alle 700 mm huomioiden, ettei lasi saa olla alle 6 mm paksuista tasolasia välillä 700–1500 mm.

Suomen Tasolasiyhdistys ry: vahva suositus on, että turvalasia käytetään kaikkien rakennusten kulkuväylillä, kun lasituksen alareunan korkeus lattiasta on alle 1500 mm turvallisuuden edistämiseksi.

4.3. Porrassyöksy

Lasitukseen on vaara törmätä porrassyöksyssä, kun portaan laskeutumissuuntaa vastaan olevan lasituksen korkeus porrasaskelmasta tai lepotasosta on vähemmän kuin 1500 mm. Porrasalueen katsotaan loppuneen, kun etäisyys alimmasta portaasta lasitukseen on yli 2000 mm.

4.4. Putoamisvaara – käytettävä laminoitua turvalasia

Lasirakenteen rikkoutuminen aiheuttaa putoamisvaaran, kun lasituksen alareunan korkeus lattiasta on alle 700 mm ja samalla tasojen välinen korkeusero on yli 1000 mm. Tällöin on käytettävä laminoitua turvalasia.

Asunnot: Asunnoissa katsotaan olevan putoamisvaara monilasisen (vähintään 3 lasikerrosta) ulkoikkunan kohdalla vasta, kun korkeusero on yli 2200 mm ja samalla lasituksen alareunan korkeus lattiasta on alle 700 mm. Käytännössä tämä tarkoittaa asuinrakennuksen toista kerrosta.

Pienet ikkunat: Asunnon monilasisessa (vähintään 3 lasikerrosta) alle 250 mm leveässä tai korkeassa lasiaukossa ei katsota olevan putoamisvaaraa.

4.5. Lasikaiteet ja parvekkeet

Lasikaiteissa käytetään laminoitua turvalasia. Parvekkeiden lasikaiteet suunnitellaan kuten kaiteet yleensä. Kaiteen yläpuolinen parvekelasitus tehdään karkaistuna, kun lasi on ilman kehärakennetta.

Kaiteen suojaavan osan törmäyskestävyys osoitetaan SFS-EN 12600 luokan 2(B)2 (kuten laminoitu turvalasi) mukaisella testillä. Testit toteutetaan kaiderakennetta vastaavaan rakenteeseen kiinnitetylle suojaavalle osalle, jolloin myös kiinnityksen lujuus tulee koetetuksi.

Lasikaiteen lasin laatu ja paksuus eli lujuusvaatimukset määräytyvät mm. lasien mitoista, lasien kiinnitystavasta ja lasihin kohdistuvista törmäyskuormista sekä mahdollisesta putoamiskorkeudesta.

4.6. Lasikatteet

Lasikatoksissa ja lasilipoissa käytetään pääsääntöisesti laminoitua turvalasia.

Eristyslaselementeissä käytetään alimpana lasina laminoitua turvalasia tai muuta vastaavaa rakennetta, joka rikkoutuessaan pysyy paikallaan. Ylimpänä lasina suositellaan yleensä käytettäväksi karkaistua turvalasia.

Poikkeus: Yksilasin lasikate (eristämätön) voi olla myös karkaistua turvalasia neljän (4 m) metrin korkeuteen asti, kun kyseessä on yksityinen tila kuten kasvihuone tai asunnon terassi. Yli neljän metrin korkeudella sijaitsevat lasikatteet ovat kuitenkin aina laminoitua turvalasia.

4.7. Milloin rakenteessa on hyvä käyttää karkaistua turvalasia ja milloin laminoitua turvalasia?

Karkaistun turvalasin käyttö on perusteltua, kun lasitus altistuu normaalia suuremmalle termiselle rasitukselle. Myös lasituksissa, joissa lasiin syntyy keskittyneitä jännitystiloja, on syytä käyttää karkaistua turvalasia. Laminoitua turvalasia puolestaan käytetään, kun lasin tulee pysyä rakenteessa rikkoutuneenakin.

4.8. Muita tulkintoja turvalasien käytöstä

Törmäyspuoli turvalasia

Taulukko 1

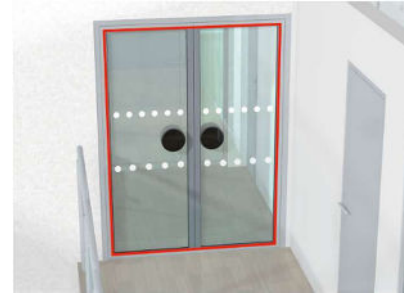
Kun rakenne on:	niin lasit ovat:
1K-lasirakenne	yksi turvalasi
2K-lasirakenne	törmäyspuolen lasi turvalasia (voi olla molemmat puolet)
3K-4K-lasirakenne	törmäyspuolen lasi turvalasia, välilaseille ei vaateita

Mikäli lasitus suojataan törmäyksen estävällä käyttöturvallisuusasetuksen 7 ja 8:§:n vaatimukset täyttävällä suojakaiderakenteella, ei turvalasivaatimusta ole. Törmäyseste voi olla avokaide tai kaide. Käsijohde ei täytä kaidemääräyksiä, eikä siten poista turvalasin käyttövelvoitetta.

4.9. Huomiomerkintä

Törmäykselle alttiiden, esimerkiksi kulkuväylään rajoittuvien lasien pysyvä huomiomerkintä suositellaan sijoitettavaksi kaksiosaisena 0,8–1 metrin ja 1,4–1,6 metrin korkeudelle. Tällaiset huomiomerkinnät auttavat myös lapsia, lyhytkasvuisia ja pyörätuolilla liikkuvia havaitsemaan törmäysvaaran.

Näkyvä liimatarra, silkkipainatus, hiekkapuhallus tai vastaava katsotaan pysyväksi merkinnäksi. Merkintää ei tarvita, jos kaiteen vaatimukset täyttävä kiinteä törmäyseste estää lasiin törmäämisen.



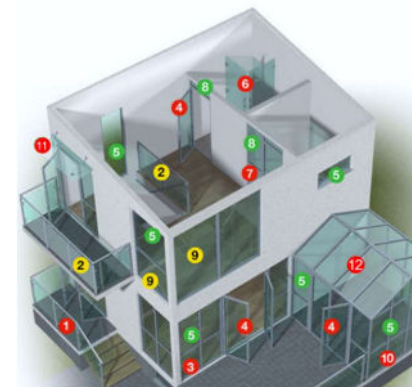
Kuva 4. Ohje huomiomerkinnästä.

4.10. Sovellus käyttöturvallisuusohjeista

Osoitteesta www.tasolasiyhdistys.fi löytyy kuvasovellus, joka auttaa havainnollistamaan käyttöturvallisuusohjeen suosituksia. Ohjeet on annettu erikseen asunnoille, kouluille ja päiväkodeille sekä julkisille rakennuksille.

4.11. Suunnittelussa huomioitavaa

Julkisivu- ja muissa piirustuksissa sekä työselitteissä on oltava merkinnät ja maininnat turvalaseista, jos turvalaseja tarvitaan. Huomioi myös mahdolliset muut lasiin kohdistuvat kuormitukset kuten tuulikuormat, lumikuormat, kaidekuormat jne. Nämä tiedot on annettava myös lasien toimittajalle. Toteutuksessa tulee huomioida määräysten vaatimusten toteutuminen.



Kuva 5. Kuvasovellus asunnoille.

Pääsuunnittelija vastaa lasiin kohdistuvien kuormien (tuuli- ja lumikuorma sekä viiva- ja pistekuorma) määrittämisestä eurokoodin SFS-EN 1991 ja sen kansallisten liitteiden mukaisesti. Pääsuunnittelija tekee tarvittavat kuormitusyhdistelmät osavarmuuslukumenetelmällä ja tarkistaa, että käytön aiheuttamat kuormat eivät ylitä kantavien rakenteiden lujuutta missään kuormitustapauksessa. (RIL 272-2019, s.51.) Usein lasirakenteen mitoituksista vastaa alan erityissuunnittelija.

4.12. Muuta huomioitavaa

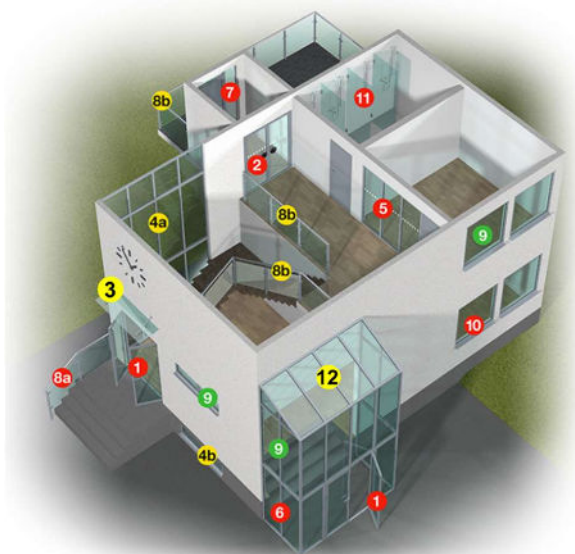
- RakMk F2 kumottiin vuoden 2017 lopussa.
- Kun rakennuslupa on haettu **1.1.2017** tai sen jälkeen, on noudatettava uusia eurokoodeihin perustuvia määräyksiä ja käyttöturvallisuusasetuksen mukaisia turvalasimääräyksiä **1.1.2018** lähtien.
- Kun korjauskohteen käyttötarkoitus muuttuu riskillisemmäksi tai alkuperäinen ratkaisu on ilmeisen haitallinen (putoamisvaara tai alhaalla sijaitseva lasitus), on noudatettava uusia määräyksiä.
- Muutosten johdosta rakennuksen käyttäjien turvallisuus ei saa vaarantua, eivätkä heidän terveydelliset olonsa heikentyä.
- 700 mm mitataan ikkunan edessä olevasta kiinteästä rakenteesta (lattiapinnasta, lämpöpatterista tms., jonka päällä voidaan oleskella) valoaukon alareunaan.
- Määräys koskee rakenteen sitä puolta, jolta rakenteeseen voidaan törmätä, eli riski voi koskea lasirakenteen kumpaakin puolta (parveke, ranskalainen parveke, terassi tms.), jos lasirakenne alkaa alle 700 mm:n oleskelutasosta mitattuna.

- Törmäyseste voi olla avokaide tai kaide, ei kuitenkaan käsijohde, joka ei poista turvalasin käyttövelvoitetta.
- Kaikki laminoidut ja karkaistut lasit eivät ole välttämättä turvalasia, sillä SFS-EN-standardit määrittelevät erikseen laminoidun turvalasin ja laminoidun lasin. Erona niillä on käytännössä se, että turvalasit testataan iskutestillä SFS-EN 12600 mukaisesti ja luokitellaan testitulosten mukaan eri turvallisuusluokkiin. Jotta lasi voidaan merkitä turvalasiksi, tulee kyseisen lasivalmistajan olla itse testauttanut lasit standardin mukaisesti.
- Vain harva markkinoilla oleva lankalasytppi täyttää iskutestin SFS-EN 12600 vaatimukset, joten yleistäen lankalaseja ei voi pitää turvalaseina.
- Kuuden millimetrin paksuinen float-lasi ei ole turvalasi ja sen käyttöä tulee harkita tarkoin asuntojen törmäysriskillisissä kohdissa, vaikka ohjeistus sen sallisikin.
- Karkaistu turvalasi on oikea ratkaisu saunatiloissa ja tulipesän välittömässä läheisyydessä, sillä se kestää hyvin lämpötilaeroja.
- Laminoitu turvalasi on hyväksyttävissä suihkuhuoneissa ja saunassa, jos lasi on kiinnitetty kehärakenteeseen. Myös liukuoviratkaisussa voidaan käyttää laminoitua turvalasia, jos se on asennettu riittävän tukevaan kehärakenteeseen.
- Kerrostalojen porrashuoneet ovat yleisön käyttöön tarkoitettuja julkisia tiloja (myös jo F2 aikana, vuodesta 2001 lähtien).

Julkisia tiloja ovat julkisyhteisöjen hallinto- ja palvelurakennukset sekä sellaiset liike- ja palvelutilat, joihin tasa-arvon näkökulmasta kaikilla on oltava mahdollisuus päästä. Näitä ovat mm. virastot, koulut, liiketilat, viihdetilat, pankit, kirkot, hotellit, ravintolat, julkisen liikenteen tilat.

Jos koulurakennuksen välittömässä läheisyydessä on urheilukenttä tai rakennuksen sivulla kulkuväylä, suosittelemme ko. rakennuksen sivulle lasiksi laminoitua turvalasia lasituksen korkeudesta riippumatta. Alle jäävän haavoittumisvaara!

Suomen Tasolasiyhdistys ry suosittelee päiväkoteihin ja kouluihin vähimmäisvaatimuksia tiukempia lasirakenteita. Esimerkkinä seuraavat tapaukset:



Kuva 6. Lasirakenteiden käyttöturvallisuus julkisissa rakennuksissa kuten kouluissa.

Taulukko 2

Kohde	Lasisuositus
urheilukentän puoleinen julkisivu, riippumatta lasipinnan korkeudesta lattiasta, alle jäävän haavoittumisvaara	uloin lasi laminoitu turvalasi lasipinnan korkeudesta riippumatta
lasipinnan korkeus lattiasta alle 700 mm, törmäysvaara	laminoitu turvalasi törmäyspuolella tai kaksi ensimmäistä lasikerrosta karkaistua turvalasia
kulkuväylät, joissa lasipinnan korkeus lattiasta alle 1500 mm, törmäysvaara	laminoitu turvalasi

Rautalankalasia ei suositella käytettävän kouluissa ja päiväkodeissa. Jos lankalasia käytetään, on se mitoitettava ja testattava standardien mukaisesti.

Eurokoodi-standardit määrittelevät 1.9.2014 alkaen rakenteen mitoitus varten vähimmäiskuormat tilan käyttötarkoituksen mukaan. Lasirakenteen on kiinnikkeineen täytettävä kaidemääräykset, jos rakenteen on estettävä henkilön putoaminen. Kaidemääräykset on huomioitava myös putoamiskorkeuden ja tilan käyttö-tarkoituksen mukaan. Tämä koskee myös eristyslaseja, kun lasirakenne toimii kaiteena (pudotus).

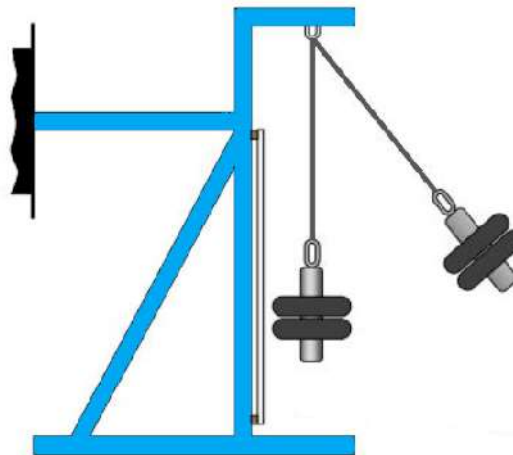
Sirpaleet eivät saa aiheuttaa haavoittumista sirpaleiden alle jäävälle, esim. törmäys ja kaatumistilanteissa (klusterit on huomioitava karkaistun turvalasin rikkotilanteessa). Molempien ehtojen; putoamisen estyminen sekä sirpaleista haavoittumisen estyminen, tulee täyttyä yhdessä ja erikseen.

5. Turvalasit ja törmäysluokitus

Turvalasit määritellään ja luokitellaan eurooppalaisen standardin mukaisesti:

SFS-EN 12600 Rakennuslasit. Heiluritesti - Törmäystestimenetelmä ja luokitus tasomaisille lasille.

Testaus suoritetaan oheisen kuvan mukaisella laitteistolla, jossa 50 kg:n painoinen heiluri törmää lasiin eri korkeuksilta. Lasit luokitellaan törmäystestitulosten (lasin rikkoutumiskäyttäytymisen) perusteella.



Kuva 7. Heiluritesti.

Turvalasille määritetään edellä kuvatun törmäyksen perusteella kokeellinen **törmäysluokka** ja **rikkoutumistapa**. Suojausluokka ilmoitetaan kolmiosaisena koodina. Ensimmäinen numero tarkoittaa pudotuskorkeutta luokissa 3-1. Karkaistu lasi saa aina arvon 1 ensimmäiseksi numeroksi, koska se rikkoutuu kuten karkaistu lasi. Rikkoutumismekanismi ilmoitetaan A, B tai C kirjaimella. Luokan A lasi ei ole turvalasi. Viimeinen numero ilmoittaa korkeimman tason, jolta lasi ei rikkoudu tai rikkoutuu kuten laminoitu lasi eli lasiin ei muodostu aukkoa.

Luokitukset perustuvat aina valmistaja- ja tuotekohtaisiin testeihin ja oheiset lasipaksuudet ovat vain suuntaa antavia!

Taulukko 3

Törmäysluokka	Heilurin pudotus- korkeus testissä	Suojaustaso	laminoitu turva- lasi	lämpökarkaistu turvalasi
3	190	kohtalainen	33.1	4
2	450	hyvä	55.1	5
1	1200	erinomainen	44.2	6

Rikkoutumistapa:

- Tyyppi A: Lasin rikkoutuminen tyyppinen float-lasille
Tyyppi B: Lasin rikkoutuminen tyyppinen laminoitulle lasille
Tyyppi C: Lasin rikkoutuminen tyyppinen lämpökarkaistulle turvalasille

Esimerkki 1:

Luokitus 1(C)1: Lämpökarkaistu turvalasi. Lasi säilyy ehjänä korkeimmasta pudotuskorkeudesta 1200 mm.

Esimerkki 2:

Luokitus 2(B)2: Laminoitu turvalasi, jonka suojaustaso on hyvä eikä aukkoa muodostunut törmäysluokan 2 testissä. (Määritykset standardin kappaleessa neljä (4) annettujen määritysten mukaisesti.)

Esimerkki 3:

Luokitus 3(B)3: 7,9 mm laminoitu palonsuoja turvalasi.

HUOM! Laminoitujen lasien merkintöjä ei ole standardisoitu ja niistä käytetään yleisesti mm. seuraavanlaisia merkintöjä:

- 4 / 0,76 / 4
- 44.2
- 8,8L
- (4+4) pvb 0,76

Kaikilla em. merkinnöillä tarkoitetaan samaa eli kyseessä on kaksi 4 mm paksuista lasia, jotka on laminoitu toisiinsa 0,76 mm paksuisella polyvinyylibuturaali -kalvolla (PVB). PVB-kalvopaksuudet ovat 0,38 mm:n monikertoja eli ($n \cdot 0,38$ mm). Laminointikalvon paksuudella ja laminointimateriaalilla on merkittävä osuus lasin suojausluokituksessa. Muita yleisiä laminointikalvoja ovat etyylivinyyliaasettaatti eli EVA-kalvo ja edellisiä huomattavasti jäykempi ja kestävämpi ionoplastinen kalvo, jota suositellaan esimerkiksi haastaviin julkisivun rakenteellisiin ratkaisuihin ja avoreunaisiin kaiteisiin, joissa kosteus voi aiheuttaa delaminoitumista ja ikääntyminen kellastumista. Suunnittelussa on huomioitava laminointikalvojen eroavaisuudet; tekniset tiedot perustuvat testeihin.

6. Kaidelasit

6.1. Kaidelasien valinta

Kaidelasin lasin tyyppi ja paksuus (lujuusvaatimukset) määräytyvät mm. lasien mitoista, lasien kiinnitystavasta, käyttölämpötila-alueesta ja lasihin kohdistuvista tuuli- ja törmäyskuormista, kuormien kestoajasta sekä mahdollisesta putoamiskorkeudesta. Lujuuslaskelmissa noudatetaan eurokoodi SFS-EN 1991-1-1 ja sen kansallisen liitteen mukaisia arvoja ja ohjeita, lujuus määritellään SFS-EN 16612 ja SFS-EN 16613 mukaisesti.

Pistemäisesti kiinnitettyihin lasihin syntyy kiinnitystavan vuoksi suuria keskittyneitä jännityksiä. Tästä syystä on käytettävä lämpökarkaistuja turvalaseja. Jos lasi on laminoitava, niin molempien lasien on oltava karkaistuja ja lasien mitoitus on tehtävä kiinnitysjärjestelmän toimittajan/lasikonsultin ohjeiden mukaisesti. Samoin, kun kaidelasi tuettu alareunastaan, on käytettävä karkaistu-laminoitua turvalasia.

Rakennuksessa on oltava kaide, kun putoamiskorkeus ylittää 0,5 metrin ja putoamisen tai harhaan astumisen vaara on olemassa, eikä toiminnan luonne edellytä kaiteettomuutta. Suojakaidetta on käytettävä yli 0,7 metrin tasoeroissa kohteissa, joihin lapsilla on pääsy.

Kun putoamiskorkeus on alle 0,5 metriä, voi kaidelasina käyttää myös karkaistua lasia. Yli 0,5 metrin korkeuseroissa on käytettävä laminoitua tai karkaistu-laminoitua turvalasia.

Taulukko 4. Kaidekorkeudet.

jos putoamiskorkeus on	niin kaidekorkeus on
0,5 - 0,7 m	≥ 0,7 m
yli 0,7 - 3 m	≥ 0,9 m (asuntojen sisätilat)
yli 3 - 6 m	≥ 1,0 m
yli 6 m	≥ 1,2 m
Asunnossa mikä tahansa	1,0 m (asunnon parveke)

Asunnon sisätiloissa kaiteen korkeus voi olla vähintään 0,9 metriä, kun putoamiskorkeus on alle 3,0 metriä ja yhtä asuntoa palvelevalla parvekkeella riittää 1,0 metrin korkuinen kaide putoamiskorkeudesta riippumatta.

6.2. Kaidelasien ja suojaseinäminä toimivien väliseinien lujuusmitoitus

Lasien paksuuksia ja muita ominaisuuksia valittaessa on huomioitava käyttöturvallisuusvaatimukset ja -ohjeet sekä eurokoodi standardien kuormat, kuormituslujuudet ja viiva- sekä pistekuormat.

Taulukko 5. Mitoituksessa käytettävät väliseinien ja kaiteiden vaakakuormat, viivakuorma q_k ja pistekuorma Q_k .

Kuormitettu tila	Tilan käyttötarkoitus	q_k tai Q_k
Luokat A ja B	asuin- ja majoitustilat	0,5 kN/m
Luokat C1...C4 ja D	kokoonmistilat (kokouktilat, ravintolat, koulut, odotus-, tanssi-, voimistelusalit, teatterit, museot jne.	1,0 kN/m
Luokka C5	tilat, joissa voi syntyä tungosta (konserttitalit, urheiluhallit, katsomot, terassit, eteistilat ja rautatielaiturit jne.	3,0 kN/m
Luokka E	varasto- ja tuotantotilat	1,0 kN/m

Luokissa A–E kaiteiden ja kaiteena toimivien seinien levymäiset osat ja niiden kiinnitys on mitoitettava mielivaltaisessa kohdassa vaikuttavalle pistekuormalle $Q_k = 0,3 \text{ kN}$. Pistekuorman kuormitusalueksi oletetaan $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$. Pistekuorma Q_k ja viivakuorma q_k eivät vaikuta samanaikaisesti.

6.3. Lasien lujuustarkastelu

Tässä ohjeessa on tarkasteltu erityyppisten lasilaatujen käyttöä suojakaiteissa. Suorakaiteen muotoiset lasit on oletettu kiinnitetyiksi tapauskohtaisesti kaikilta tai vastakkaisilta sivuiltaan. Lasityypeiksi on valittu laminoitu float (LF), lämpölujitettu float (HS), karkaistu float (K) ja näiden symmetriset laminoidut rakenteet (L). Karkaistu turvalasi on käsitelty myös monoliittisena soveltuen käytettäväksi suojakaiteessa ainoastaan, kun tarkoituksena ei ole suojata putoamiselta. Lämpölujitettu lasi (HS) ei ole yksinään käytettynä turvalasi, mutta laminoimalla siitä saa lujemman turvalasin kuin tavallinen laminoitu float (LF).

Tarkastelun pohjana ovat standardit SFS-EN 16612, SFS-EN 16613 ja SFS-EN 1991-1-1 sekä ympäristöministeriön asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta 1007/2017.

Sallitun taipuman rajana on käytetty kriteeriä $L/100$, jossa L on neljältä sivulta tuettaessa sivuista lyhyempi ja vastakkaisilta sivuiltaan kiinnitettynä jänteen mitta. Absoluuttisena rajana on kaikissa tapauksissa 25 mm . (Tämä poikkeaa SFS-EN 16612 standardista, jonka mukaan, jos taipuma ei ole kriittinen, voidaan harkita suurempia mitoitusarvoja.)

Lasin lujuus on määritelty lasityypin ja käsittelyprosessin lisäksi lähinnä lämpökäsittelymättömillä lasilla reunalaadun, pinnan karheuden (hiekkapuhallukset, kuviolasit, lankalasit, kuviolliset lankalasit ja printatut lasit) ja kuorman vaikutusajan sekä lämpötilan funktiona. Myös laminointikalvon ominaisuuksilla on vaikutuksensa rakenteen toiminnalle. Taulukoiden mukaiset arvot on laskettu siten, että kaikki reunat ovat kiilto-reunahiottuja eikä vajaata särmää sallita.

Laminointikalvona on käytetty tavanomaista PVB-tyyppiä. Standardin SFS-EN 16612 mukaisesti kuorman vaikutusajana on 30 s ja lämpötila 30 °C . PVB-kalvon kimmokertoimet määritellään SFS-EN 16613 mukaisesti kaidekuormille $1,5 \text{ MPa}$ ja tungoskuormille $1,2 \text{ MPa}$. Varsinaista tungoskuormaa, $3,0 \text{ kN/m}$, 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 $0,77$.

Kuormina on käytetty vaakakuorman arvoja $0,5$, $1,0$ ja $3,0 \text{ [kN/m]}$ sekä pistemäistä kuormaa $0,3 \text{ kN}$, sijoitettuna mielivaltaiseen (epäedullisimpaan) kohtaan, vaikuttava ala on $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$. Viivakuorma sijoitetaan SFS-EN 1991-1-1 mukaisesti 2200 mm korkeuteen asti ruudun puoliväliin ja 2400 mm lähtien 1200 mm korkeuteen. Ylä- ja alareunoista tuetun kaidelasin leveydeksi on oletettu 1000 mm . Laskelmissa on käytetty FEM-ohjelmistoa, neliönmuotoisen elementin koko on ollut $80 \text{ mm} \times 80 \text{ mm}$, paitsi pistekuormitustapauksissa $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$.

Standardit:

- SFS-EN 16612:2019 Rakennuslasit. Poikittaisen kuormankestävyyden laskennallinen määrittäminen.
- SFS-EN 16613:2019 Glass in building. Laminated glass and laminated safety glass. Determination of inter-layer viscoelastic properties.

- SFS-EN 1991-1-1 + AC. Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-1: Yleiset kuormat. Tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat.

Tuotestandardit:

- Float-lasi (F) SFS-EN 572-2
- Lämpölujitettu lasi (HS) SFS-EN 1863-2
- Karkaistu turvalasi (K) SFS-EN 12150-2
- Laminoitu turvalasi (L) SFS-EN 14449

Taulukoiden lukuohje:

Taulukoiden lasipaksuudet ovat ohjeellisia raja-arvoja. Kun korkeus- tai leveysmitta ylittyy, valitaan seuraava kokoluokka. Toisinaan pystysivuilta tuetuissa laseissa paksuus pienenee, kun lasilevyn koko kasvaa. Tällöin mitoittavana tekijänä on lujuuden sijaan taipuma. Rajoitetut lasikoot on ilmoitettu tummanharmaalla (ylä- ja alareunasta tuettu). Taulukot eivät sovellu mm. hiekkapuhalletuille, kuviolaseille tai lankalaseille eikä myöskään akustisille kalvoille.

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	
2200	55.2	55.2	55.2	55.2	66.2	
1800	55.2	55.2	55.2	66.2	66.2	
1400	55.2	55.2	55.2	66.2	66.2	
1200	55.2	55.2	55.2	66.2	66.2	
1000	55.2	55.2	55.2	66.2	66.2	
	800	1200	1600	2000	2400	

Vaikutusaika -> kmod 0.77

LF 3.0						
2600	88.2	1010.2	1212.2	1212.2	1515.2	
2200	88.2	1010.2	1212.2	1212.2	1515.2	
1800	88.2	1010.2	1212.2	1212.2	1515.2	
1400	88.2	1010.2	1212.2	1212.2	1212.2	
1200	88.2	1010.2	1212.2	1212.2	1212.2	
1000	88.2	1010.2	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

Vaikutusaika -> 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

Vaikutusaika -> 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

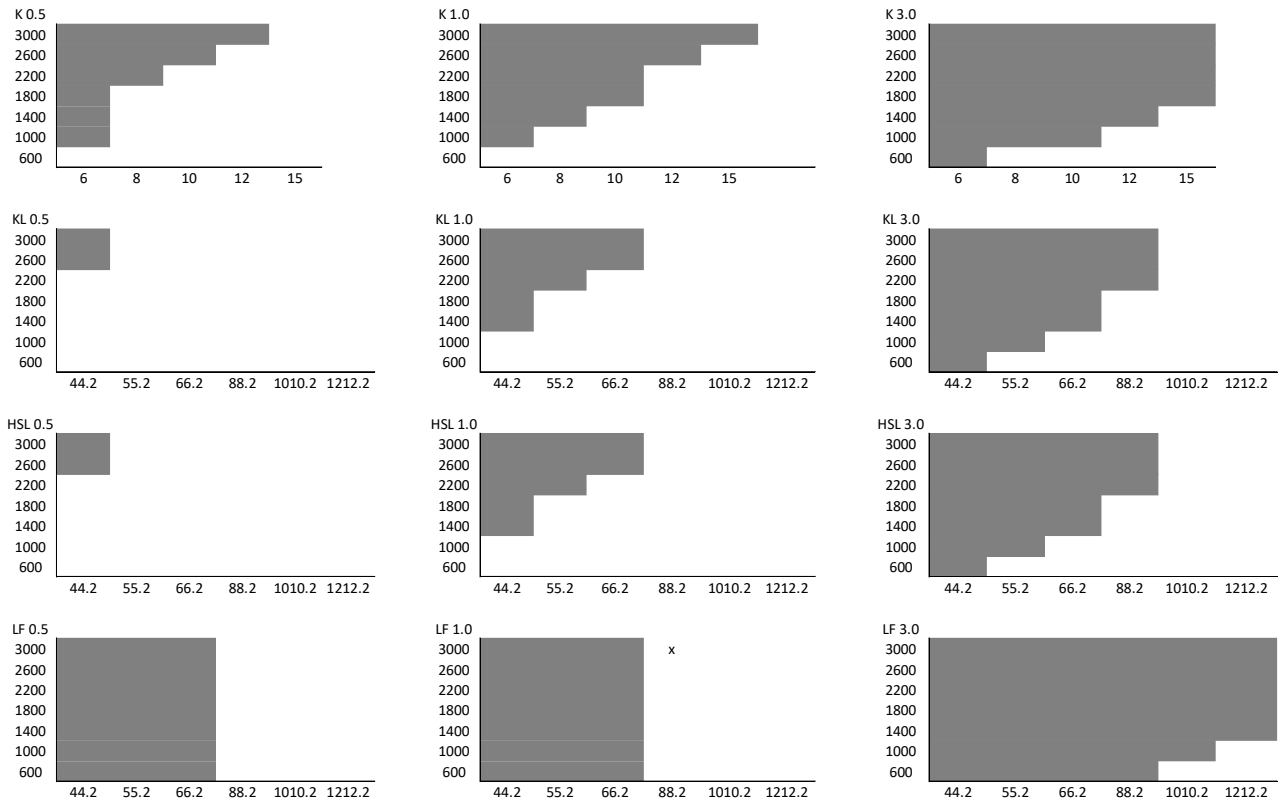
KL 0.5						
2600	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
2200	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
1800	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
1400	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
1200	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
1000	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
	800	1200	1600	2000	2400	3000

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

Vaikutusaika -> 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

6.3.2. Ylä- ja alareunasta tuettu



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

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

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

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

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

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

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

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

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 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 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 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

6.3.4. Yhdeltä sivulta tuettu lasilaatta

- Lasit ovat aina laminoituja, joissa molemmat lasikerrokset ovat karkaistuja.
- Lasin vähimmäispaksuus on 16 mm (karkaistu-laminoitu 88.2).
- Lasin kiinnitys on oltava koko kiinnityssivun matkalta ja vähintään 100 mm:n korkeudelle.
- Lasin enimmäiskorkeus on 1200 mm.
- Lasin vähimmäisleveys on 800 mm.
- Lasit voi tarvittaessa tukea toisiinsa kiinni esimerkiksi käsijohteella (mitoitus kuitenkin eurokoodien mukaisesti).

6.3.5. Pistemäisesti tuettu lasilaatta

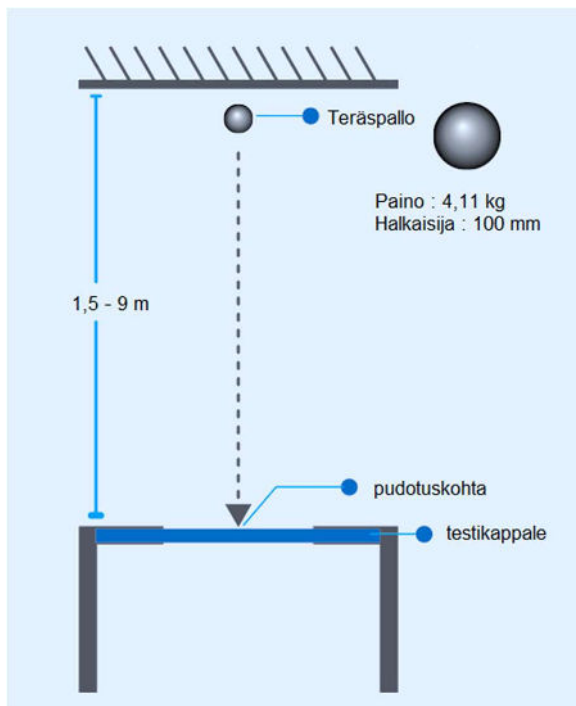
- Lasit ovat aina laminoituja, joissa molemmat lasikerrokset ovat karkaistuja.
- Lasit mitoitetaan lasien kiinnitysjärjestelmän toimittajan/lasikonsultin ohjeiden mukaisesti kohteittain, sillä kiinnitysjärjestelmien rakenteet poikkeavat toisistaan hyvin paljon. Tästä syystä yleisohjeet tarvittavien lasien paksuuksille voisivat olla virheellisiä.

7. Murronsuojalasit

7.1. Murronsuojalasien luokitus

Murronsuojaa vastaan tarkoitettujen lasien luokitukset perustuvat standardiin SFS-EN 356 *Rakennuslasit. Suojalasitus. Murtautumisyrittäksen kestävyys testaus ja luokitus*.

Kovan esineen iskutestissä (Kuva 8) luokitus suoritetaan pudottamalla 4,11 kg painoinen teräskuula testattavan lasin päälle.



Kuva 8. Murtautumiskestävyys testaus teräskuulalla.

Luokitus perustuu testeihin ja rakenteet ovat valmistajakohtaisia. Oheiset rakennepaksuudet ovat vain suuntaa antavia!

Taulukko 6. Murrnsuojalasien kestävyysluokka kuulatestin mukaan.

Kestävyysluokka	Testikuulan pudotuskorkeus h (mm)	Kohde	laminoitu turvalasi rakennepaksuus noin
P1A	1500		8 mm
P2A	3000	asunnot	9 mm
P3A	6000	asunnot	9 mm
P4A	9000	toimistot, kioskit	10 mm
P5A	9000		11 mm

Terävän esineen iskutestissä (Kuva 9. Kirvestesti.) lasia kuormitetaan testilaitteessa jäljitellen kirveen ja vasaran iskuja. Luokitukset perustuvat standardin SFS-EN 356 mukaan suoritettuihin kokeisiin.



Kuva 9. Kirvestesti.

Luokitus perustuu aina testeihin ja rakenteet ovat valmistaja kohtaisia. Oheiset rakennepaksuudet ovat vain suuntaa antavia!

Taulukko 7. Murransuojalasien kestävyysluokka vasaran ja kirveen iskutestin mukaan.

Luokka	Iskutyö va- sara Nm	Iskutyö kirves Nm	Iskuja kpl	Kohde	Monikerroslaminoitu lasi rakennepaksuus noin
P6B	350	300	30...50	asunnot, liikkeet	15 mm
P7B	350	300	51...70	pankit, museot	20 mm
P8B	350	300	yli 70	kultasepän liikkeet	25 mm

HUOM!

Finanssialan keskusliiton julkaisemassa ohjeessa ”Rakenteellinen murtosuojeluohje” on suosituksia suojausluokista, jotka perustuvat standardiin SFS-EN 356.

8. Luodinsuojalasit

8.1. Luodinsuojalasien luokitus

Luodinsuojalasit luokitellaan aina testein (Kuva 10) standardin SFS-EN 1063 *Rakennuslasit. Suojalasitus. Luodinkestävyyden testaus ja luokitus* mukaisesti ampumalla lasiin erityyppisillä aseilla ja panoksilla.



Kuva 10: Puolustusvoimien Teknillinen Tutkimuslaitos, PVTT, Finnish Defence Forces, Technical Research Centre / VTT Expert Services Oy.

Luokitus perustuu aina testeihin ja rakenteet ovat valmistajakohtaisia. Oheiset rakennepaksuudet ovat vain suuntaa antavia!

Taulukko 8. Luodinsuojalasien luokitus.

Luokitus	Asetyyppi	Kaliiberi	Monikerroksinen laminoitu lasi, jonka rakennepaksuus on noin
BR1	kivääri	0,22 LR	10 mm
BR2	käsiase	9 mm Luger	20 mm
BR3	käsiase	0,357 Magnum	30 mm
BR4	käsiase	0,44 Magnum	40 mm
BR5	kivääri	5,56*45	50 mm
BR6	kivääri	7,62*51	60 mm
BR7	kivääri	7,62*51, teräsluoti	80 mm
SG1	haulikko	12/70, 1 laukaus	50 mm
SG2	haulikko	12/70, 3 laukausta	80 mm

Huomaa kuitenkin ero vaatimuksissa: S= sirpaleita voi irrota takimmaisesta lasista, luoti ei saa kuitenkaan läpäistä lasia. NS: sirpaleita ei saa irrota takimmaisesta lasista. Yllä olevat ovat S.

9. Räjähdyksensuojalasit

Räjähdyksensuojalasit luokitellaan testein standardin SFS-EN 13541 *Glass in building. Security glazing. Testing and classification of resistance against explosion pressure* mukaisesti.

Luokitus perustuu testeihin ja rakenteet ovat valmistajakohtaisia. Oheiset lasin paksuudet ovat vain suuntaa antavia!

Taulukko 9. Räjähdyksensuojalasien luokka.

Luokka	Ylipaine kPa	Vaikutusaika ms	Monikerroksinen laminoitu lasi, jonka rakennepaksuus noin mm
ER 1	50-100	20	10
ER 2	100-150	20	30
ER 3	150-200	20	50
ER 4	200-250	20	80

10. Säteilysuojalasit

10.1. Palonsuojalaseista

Ympäristöministeriö on antanut maankäyttö- ja rakennuslain nojalla asetuksen rakennusten paloturvallisuudesta, joka on tullut voimaan 1.1.2018 kumoten Suomen rakentamismääräyskokoelman osan RakMK E1. Asetus antaa keinot, joilla paloturvallisuutta koskevat olennaiset tekniset vaatimukset voidaan osoittaa. Lisäksi Topten ryhmän pks-korttiluettelosta löytyy ohjeita paloturvallisuuteen liittyen.

Eurooppalainen standardi SFS-EN-1364 määrittelee rakenteiden ominaisuuksia:

Taulukko 10. Palonsuojarakenteiden luokat.

Luokka	Vaatimukset		Rakenne
E	Tiiveys	Lämpöä kestävä	1K-palolasi vaatimus
EW	Tiiveys	Lämpösäteilyä osittain vaimentava	laminoitu tai eristyslasi
EI	Tiiveys	Lämpösäteilyä eristävä	laminoitu tai eristyslasi

Palonsuojarakenteissa käytetään lisämerkintänä lukuja 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 tai 360 ja ilmoittavat hyväksytyn polttokokeen kestoajan minuutteina. Esimerkiksi EI 30.

Huom. Koko rakenteen (lasi, kehys ja asennustarvikkeet) on täytettävä ko. vaatimus polttokokeessa, ja mitään em. materiaalia tai rakennetta ei voida korvata toisella, ellei hyväksynnässä ole mainintaa korvaavasta tuotteesta!

10.2. Muut säteilynsuojalasit

Säteilylaji	Ohjeistus	
radioaallot	*)MIL-STD-285	verkko tai pinnoite lasissa
lämpösäteily	**)STM	auringonsuojalasi
näkyvä valo	**)STM	auringonsuojalasi
UV-säteily: A, B, C	***)STUK	erikoislasi tai laminoidut lasit
röntgen-säteily	***)STUK, "lyijyekvivalenssi"	lyijy- tai bariumpitoinen lasi

*) Yhdysvaltojen armeija (U.S.ARMY)

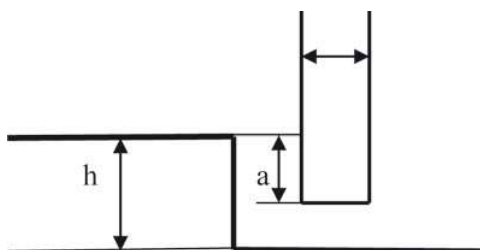
**) Sosiaali- ja Terveysministeriö (STM)

***) Säteilyturvakeskus (STUK)

11. Turva- ja suojalasien asennus

Ohessa on suuntaa antavia mittoja kyntekorkeudelle ja lasin ja kyntteen väliselle limitykselle käytettäessä turva- ja suojalaseja. Varsinkin suuret ja ohuehkot lasit voivat liukua ulos liian matalista kyntteistä lasiin kohdistuvan ulkoisen kuorman vaikutuksesta jo käyttötilassa (suuri taipuma).

Palonsuojauslasien kyntekorkeudet ja limitykset ovat tuote- ja rakennekohtaisia ja kyntelimitykset on selvitettävä aina tuotekohtaisesti. Rakenne pitää olla testattu ja hyväksytty käytettäväksi palonsuojarakenteena.



Kuva 11. Turvalasin ja kyntteen limitys.

Taulukko 11. Kyntekorkeudet.

	Lasilevyn pidempi sivumitta (mm)	Lasin paksuus t (mm)	Kyntekorkeus h (mm)	Limitys a (mm)
Karkaistu lasi	≤ 2500	≤ 12	13	6
	> 2500	≥ 12	17	8
	≤ 2500	≤ 12	15	8
	> 2500	≥ 12	19	10
Laminoitu lasi	≤ 2500	≤ 10	15	8
	> 2500	≥ 10	18	8
	≤ 2500	≤ 10	24	14
	> 2500	≥ 10	28	16
Eristyslasi, jossa turvalasi	≤ 2500	≤ 10	22	16
	> 2500	≥ 10	26	16
	≤ 2500	≤ 10	24	14
	> 2500	≥ 10	28	16

12. Turvalasien pinnat

Turvalasien pintoja ei saa vahingoittaa esim. työstämällä mekaanisesti tai syövyttämällä kemiallisesti, sillä turvalasien ominaisuudet ja suojausluokka voivat heikentyä oleellisesti em. käsittelyjen seurauksista.

13. Turvakalvot

Turvakalvot asennetaan lasihin yleensä jälkiasennuksena ja ne ovat alttiita mm. ympäristön aiheuttamalle kulutukselle ja vaurioitumiselle, joten niitä ei suositella. Jos pintakalvoja jostain erityisestä syystä kuitenkin käytetään, niin pintakalvotetun lasin turva- ja suojausluokituksen tulee perustua SFS-EN standardeihin ja testeihin, kuten edellä on kerrottu. Kalvojen liimauksesta eristyslaseihin on sovittava aina eristyslasin valmistajan kanssa, jotta valmistajan myöntämä takuu pysyisi voimassa.

14. Kalusteiden lasit

Kalusteiden lasit eivät ole rakentamismääräysten alaisia, mutta kalusteissa suositellaan pääsääntöisesti käyttämään laminoituja turvalaseja tai lämpökarkaistuja turvalaseja, mm. pöytien suojalaseja ja avohyllyt. Jos lasit ovat suljetussa tilassa esim. kaapissa hyllynä, voi tavallisen lasin käyttöä harkita varauksin.

15. Tulisijojen luukkujen ja palotilojen näköyhteiden lasit

Näissä suositellaan käytettäväksi keraamisia laseja tai lämpökarkaistuja borosilikaattilaseja, mutta ei lämpökarkaistuja soodakalkkisilikaatti laseja.

16. Turva- ja suojalaseille julkaistuja standardeja

Alla on lueteltuna joukko standardeja, jotka julkaistu ennen tämän ohjeen valmistumista. Kaikkia standardeja ei ole käännetty suomen kielelle, joten luettelossa on mukana myös englanninkielisiä standardeja.

YHDENMUKAISTETTUJA ELI HARMONISOITUJA hEN - TUOTESTANDARDEJA TURVA- JA SUOJALASEILLE

SFS-EN 12150-2 Rakennuslasit. Lämpökarkaistu soodakalkkisilikaattiturvalasi. Osa 2: Vaatimustenmukaisuuden arviointi / Tuotestandardi

SFS-EN 13024-2 Glass in building. Thermally toughened borosilicate safety glass. Part 2: Evaluation of conformity / Product standard

SFS-EN 14179-2 Rakennuslasit. Heat soak -käsitelty lämpökarkaistu soodakalkkisilikaattiturvalasi. Osa 2: Vaatimustenmukaisuuden arviointi / Tuotestandardi

SFS-EN 14321-2 Glass in building. Thermally toughened alkaline earth silicate safety glass. Part 2: Evaluation of conformity / Product standard

SFS-EN 14449 +AC Rakennuslasit. Laminoitu lasi ja laminoitu turvalasi. Vaatimustenmukaisuuden arviointi/Tuotestandardi

MUITA TURVA- JA SUOJALASEIHIN LIITTYVIÄ SFS-EN JA SFS-EN ISO-STANDARDEJA

SFS-EN 356 Rakennuslasit. Suojalasitus. Murtautumisyrittöksen kestävyys testaus ja luokitus

SFS-EN 357 Rakennuslasit. Palonkestävät läpinäkyvät elementit. Läpinäkyvien tai läpikuultavien lasituotteiden luokitus.

SFS-EN 572-1...9 Rakennuslasit. Peruslasituotteet

SFS-EN 1063 Rakennuslasit. Suojalasitus. Luodinkestävyys testaus ja luokitus

SFS-EN 12150-1 Glass in building. Thermally toughened soda lime silicate safety glass. Part 1: Definition and description

SFS-EN ISO 12543-1 Rakennuslasit. Laminoitu lasi ja laminoitu turvalasi. Osa 1: Komponenttien määritelmät ja kuvaukset

SFS-EN ISO 12543-2 Rakennuslasit. Laminoitu lasi ja laminoitu turvalasi. Osa 2: Laminoitu turvalasi

SFS-EN ISO 12543-3 Rakennuslasit. Laminoitu lasi ja laminoitu turvalasi. Osa 3: Laminoitu lasi

SFS-EN ISO 12543-4 Rakennuslasit. Laminoitu lasi ja laminoitu turvalasi. Osa 4: Kestävyytestimenetelmät

SFS-EN ISO 12543-5 Rakennuslasit. Laminoitu lasi ja laminoitu turvalasi. Osa 5: Mitat ja reunojen viimeistely

SFS-EN ISO 12543-6 Rakennuslasit. Laminoitu lasi ja laminoitu turvalasi. Osa 6: Ulkonäkö SFS-EN 12600 Rakennuslasit. Heiluritestit. Tasolasin iskutesti ja luokitus.

SFS-EN 13541 Rakennuslasit. Suojalasitus. Räjähdysspaineen kestävyys luokitus ja testimenetelmät.

SFS-EN 16612 Rakennuslasit. Kuormankestävyyden määrittämisessä käytettävät laskelmat.

SFS-EN 16613:2019 Glass in building. Laminated glass and laminated safety glass. Determination of inter-layer viscoelastic properties.

17. Puhdistus ja huolto

Uudet lasituotteet on suunniteltu vähän hoitoa vaativiksi. Ilmasto- ja ympäristöolosuhteet sekä alueelliset ja rakenteelliset seikat vaikuttavat kuitenkin ikkunoiden ja ovien puhdistus- ja huoltotarpeeseen. Huoltotarpeeseen vaikuttavia tekijöitä ovat:

- sateet
- talon korkeus, muoto ja räystäiden pituus sekä kaltevuus
- ilmansuunnat
- sijainti meren/järven rannalla, tuuliolosuhteet
- talon ilmanvaihto
- rakenteiden kosteus
- asennustapa sekä ympäröivän seinän kunto ja toimivuus
- pintojen sävyt

Lasiosat voidaan pestä käyttäen mietoja pesuaineita. Mikäli laseissa on tahroja, jotka eivät lähde tavanomaisilla pesuaineilla tai liuottimella, voi tahraa koittaa poistaa varovasti lasikaapimella. Mekaanisia puhdistusvälineitä (kuten esim. lasikaavin / partakoneen terä) tulee kuitenkin käyttää vain äärimmäisissä tapauksissa ja erittäin varovasti.

Liiman, maalin tai vastaavan lian poistamiseen kannattaa käyttää ksyleeniä, jota saa mm. maalikaupoista ja hyvin varustetuista tavarataloista. Ksyleeniin kostutetulla rätillä pyyhkiminen auttaa myös muihin vaikeisiin likatahroihiin lasia vahingoittamatta. Toinen, hieman voimakkaampi puhdistusaine on aseton (esim. kynsilakan poistoaine), joka irrottaa maalia tehokkaammin. Puu- ja alumiiniosien maalipintoja ei saa pestä näillä aineilla ja lasia puhdistettaessa on varottava näiden aineiden valumista reuna-alueille. Edellä mainittujen liuottimien käytön jälkeen on ikkuna pestävä uudelleen miedolla pesuaineella ja vedellä.

Lasin pinnalle rakennusvaiheessa kiinnittynyt tasoitemateriaali / betoni on puhdistettava viipymättä. Puhdistus tulee tehdä aina runsaalla vedellä, miedolla emäksisellä pesuaineliuoksella tai ksyleenillä liottamalla. Älä hankaa äläkä yritä irrottaa likaa kuivana. Huomaa myös, että karkaistu lasi naarmuttuu helpommin kuin tavallinen float-lasi, minkä takia se on ennen pesua puhdistettava rakennusaikaisesta pölystä ja partikkeleista.

Nyky aikaisten matalaenergiaikkunoiden lasipinnoilla voi olla useita eri toiminnallisuuksia sisältäviä pinnoitteita: muun muassa puhdistusta helpottava pinnoite, selektiivinen K-lasi, huurtumaton lasi ja lintuturvallinen lasi. Pinnoitettua lasia on syytä käsitellä varoen, ilman mekaanisia välineitä.

Pinnoitetun lasin hoitamisessa ja puhdistamisessa on huomioitava lisäksi:

- Vältä kovapintaisia puhdistusvälineitä (esim. kaapimet, teräsvilla). Kaikenlainen lasin mekaaninen hankaaminen voi johtaa korjaamattomaan pinnan vaurioitumiseen.
- Mekaaninen hankaaminen saattaa irrottaa pinnoitteen paikallisesti
- Vältä kaikkea kontaktia lasin ja metalliesineiden välillä
- Vältä kaikkien sellaisten kemikaalien käyttöä, jotka voivat aiheuttaa pinnoitteelle pysyviä vaurioita
- Voimakkaasti happamien ja etenkin emäksisten aineiden käyttö on kielletty
- Älä pese lasia silloin, kun se on suoran auringonsäteilyn vaikutuksessa