



Standardin käyttö suunnittelussa

TEKSTI: **PAAVO HASSINEN**

Tekninen komitea Cen TC129 on työstänyt valmiiksi pitkään työn alla olleen eurooppalaisen standardin EN 16612. Suomessa vastaavia kansallisia standardeja ei ole ollut, joten EN 16612 standardin käyttöönotto ei tuota sovitusergelmiä aiempien määräysten kanssa. EN 16612 on pitkään odotettu standardi, joka antaa työkaluja tasoa vastaan kohtisuoralle kuormalle kuormitettujen lasilaattojen mitoittamiseen. Standardissa on muutamia aineosavarmuuslukuja ja kuormitusaikaan liittyviä parametreja, joita voidaan säätää kansallisesti.

Standardia voidaan soveltaa vain verhoavina elementteinä toimivien lasilaattojen mitoittamiseen. Sellaisia ovat esimerkiksi tavanomaiset pystyssä tai vinossa asennossa olevat ikkunat, joihin kohdistuu tuulen aiheuttama painekuorma, lasilaatan omapaino ja lumikuorma. Mitoitettavan lasirakenteen koon ja sijainnin tulee olla sellainen, että lasilaatan murtumisesta ei aiheudu merkittävää henkilö- tai omaisuusriskiä. Standardin soveltamisalue on tiukasti rajattu vain verhoaviin rakenteisiin johtuen myös siitä, että tällä hetkellä kirjoitetaan Eurokoodin taosisten suunnittelustandardien teknisiä raportteja. Eurokoodit tulevat

SFS-EN 16612

Rakennuslasit. Kuorman kestävydessä käytettävät laskelmat.

Rakennuksiin tarkoitettujen lasilaattojen mitoitusstandardi SFS-EN 16612 julkaistiin 29.10.2019. Standardin mukaan tehtyjä lisäohjeita löytyy esimerkiksi jo tuoreesta RIL 272-2019 Parveke- ja terassilasitus rakennusosana julkaisusta. Mikä on tämän lasialaan suuresti vaikuttavan standardin soveltamisala ja sen vaikutukset käytännössä? Onko standardin käyttäminen pakollista? Tässä artikkelissa käydään läpi muun muassa näitä aiheita kolmen kirjoittajan toimesta. Paavo Hassinen ja Tahvo Sutela tarkastelevat aihetta suunnittelijan näkökulmasta. Jenni Heikkilä käy läpi standardien vapaaehtoisuutta ja pakottavuutta.

kattamaan kaikki käyttöalueet ja seuraamusluokat. Eurokoodien avulla voidaan tulevaisuudessa mitoittaa kuormaa kantavat lasijäykisteet, lasipalkit ja pilarit. Eurokoodien valmistuminen vie vielä aikaa useita vuosia. EN 16612 standardin ja tulevien Eurokoodien päällekkäisyyttä on haluttu välttää.

EN 16612 esittelee laskentamalleja ja –sääntöjä. Standardi perustuu puhtaasti rajatilamenetelmien käyttämiseen ja on siten täysin yhteensopiva nykyisten Eurokoodi-suunnittelustandardien kanssa. Laskelmissa käytetään samoja kuormitusyhdistelmiä ja yhdistelykertoimia. Materiaaliominaisuudet kuten taivutuslujuus pitää pääsääntöisesti hakea kyseisen tuotteen tuotestandardista, jotta tuotestandardien tulevien päivitysten yhteydessä mahdollisesti muuttuvat numeroarvot eivät tuo ristiriitoja standardien välille. EN 16612 standardin liitteessä on mainittu float-lasin taivutusvetolujuuden arvoksi 45 MPa ja standardin taulukossa 6 on annettu taivutuslujuuden ominaisarvoja eri tavoin lujitetuille lasilaatoille. Nämä pitää tulevaisuudessa tarkistaa kyseisistä tuotestandardeista.

Kuormitusaika vaikuttaa merkittävästi lasilaatan taivutuslujuuteen. Laskennallista tarkastelua varten, aikakertoimen k_{mod} arvo pitää määrittää huolellisesti kuorman vaikutusajan perusteella. Hetkellisen tuulen puuskan vaikutusaika on standardissa oletettu 3 sek mittaiseksi, jolloin k_{mod} saa arvoksi ykkösen. Lujuusvähennystä ei näin lyhyen kuorman aikana tapahdu. Lumikuorman vaikutusajan voidaan Suomessa edelleen arvioida olevan 3 kk, jolloin k_{mod} arvoksi saadaan 0.4. Lujitetun lasilaatan lujuuteen kuormitusajalla on vähäisempi vaikutus, koska lujituksen tuoman puristavan pintajännityksen oletetaan sulkevan jännityskorroosiolle alttiit pintasaröt. Kuorman vaikutusajan merkitystä pohditaan myös Eurokoodien teknisissä raporteissa.

Eristyslaselementtien ulko- tai sisäpintaan kohdistuva painekuorma jakautuu elementin kaikille lasikerroksille lasikerrosten jäykkyyden ja välitilojen paksuuden määräämällä tavalla. Omapainon vaikutus kohdistuu suoraan kullekin kerrokselle. Tuulikuorman vaikutus voidaan jakaa ulko- ja sisäpintaan kohdistuvaksi paineeksi. Lumikuorma kohdistuu suoraan ulkopintakerrokseen. Eristyslaselementeille kirjoitetut mitoituslausekkeet sopivat suoraan hermeettisesti suljettujen kiinteiden ikkunaelementtien laskentaan. Avattavien MSE-ikkunoiden tiivistet eivät tee välitilasta täysin suljettua tilaa, joten tarkemman tiedon puuttuessa MSE-ikkunoiden analyysi joudutaan tekemään ”varman päälle” olettamalla tuulikuorman kohdistuvan kokonaisuudessaan ensin ulkopinnan lasikerrokseen ja sitten sisäpuolella olevaan eristyslaselementtiin.

Standardin informatiivisessa liitteessä on kuvattu yksinkertaistettu menetelmä monikerroksisen laminoidun lasilaatan paksuuden arvioimisesta laskentaa varten. Laminoinnin vaikutusta kuvataan leikkauskertoimella, jonka arvo pitää selvittää kokeellisesti. Laminointikalvojen valmistajat tuntevat kalvojen mekaaniset ominaisuudet ja myös leikkauskertoimen arvot eri kuormitustilanteille erilaisissa lämpötiloissa.

Kokemuksia käytännöstä

TEKSTI: **TAHVO SUTELA**

Standardin SFS-EN 16612 vahvistamisen myötä tuli mieleeni lainata entistä brittikollegaani, ”Kun sopivasti väärät arvot sijoittaa sopivasti väärin lausekkeisiin saatetaan hyvinkin saada varsin käyttökelpoisia tuloksia.”

Olemme harppaamassa kohti eurooppalaisella tasolla yhteisesti helpommin hyväksyttävää lasin lujuuden mitoituskäytäntöjä. Näihin päiviin asti käytössä on ollut eri markkinoilla hyväksytyjä, lähinnä omiin kansallisiin standardeihin perustuvia rakennuslasin lujuuden arviointimenetelmiä. Nämä menetelmät perustuivat tyypillisesti nk. lineaariseen sallittujen jännitysten tarkasteluun.

Osana yhteisten eurooppalaisten EN-standardien kehitystyötä tehtiin vertailua 1990-luvun alussa eri menetelmien välillä antamalla kansallisille, Pohjanmeren rannikkovaltioita edustaville CEN-delegaatioille tehtäväksi mitoitaa tietynkokoisen (2k-) eristyslasi paria eri käytännössä esiintyvää tuulenpainetta vastaan. Standardista riippuen float-lasin taivutuslujuudeksi sallittiin käytettävän arvoja 17.8 MPa – 41 MPa. Mutta (kun sopivasti väärä arvo ...) kaikissa laskelmissa päädyttiin kuitenkin vain yhden standardipaksuuspoikkeaman (3mm, 4mm, 5 mm, 6mm, 8 mm...) päähän toisistaan.

Käytännön työskentelyyn tuli suuri muutos viime vuosituhaten lopulla, jolloin nk. taulukkomitotuksesta siirryttiin yleisesti tietokoneiden käyttöön. Ohjelmat olivat tyypillisesti Basic- tai taulukkolaskentaan pohjautuvia. Yhteistä kaikille mitoitusmenetelmille oli kuitenkin edelleen niiden perustuminen pääosin toisistaan poikkeaviin kansallisiin standardeihin. Koska Suomessa ei ollut omaa kansallista mitoitusmenetelmää, täällä hyväksyttiin periaatteessa mikä tahansa tunnettu länsimaalainen kansallinen menetelmä. Muutaman kaupungin rakennusvalvonta julkaisikin listan hyväksytyistä menetelmistä omalla vastuualueellaan. Tyypillisesti suuret lasinvalmistajat jakoivat asiakkailleen kehittämiään, käyttöominaisuuksiltaan varsin helppoja ohjelmia. Toisistaan poikkeavat menetelmät tarjoavat edelleen suuren kiusauksen eräänlaiseen normishoppailuun.

Vuosituhaten vaihteeseen sijoittuu myös edellinen EN-standardin kehitystyö. PrEN 13474 standardiehdotuksia julkaistiin molemmilla vuosituhatensilla. Standardi oli rakenteeltaan jo moderni, sillä se perustui nk. rajatilatarkasteluihin. EN-standardien kehitystyölle (CEN) on laadittu tiukat aikarajat. Standardin pitää valmistua annetussa aikataulussa. prEN 13474 kohdalla tämä ei onnistunut eikä sitä koskaan vahvistettu. PrEN 13474 on kuitenkin tarjonnut hyvän pohjan ja on toiminut perusdokumenttina EN 16612 standardin kirjoitustyössä.

Kehittyneimmät laskentaohjelmat perustuvat nykyisin elementtipohjaisiin menetelmiin (FEM Finite Element Method), mutta niiden käyttö vaatii jo melkoisesti osaamista. SFS-EN 16612 edellyttää kuormien kermotamisen oikeilla varmuuskertoimilla ja lasituotteen ominaisuuslujuus pitää jakaa materiaaliikohtaisella osavarmuusluvulla. Lujuuden määrittelyssä on otettava lisäksi huomioon reuna- ja pintavirheiden- sekä kuorman vaikutusajan mukaiset kertoimet. Eristyslasiin kohdalla pitää pystyä ottamaan huomioon myös rakenteen sisäisen ja ulkoisen paineen ero. Tässä vaikuttavina tekijöinä ovat paitsi valmistuspaikan paine, lämpötila ja korkeusero asennuspaikan välillä. Myös tarkasteluajankohdan lämpötila ja barometrinen paine pitää arvioida (ks. Lasin Maailma -lehti 01/2019).

Vasta tämän jälkeen on vuorossa varsinaisten kuormien syöttäminen. FEM-ohjelmaa käytettäessä yksinkertaiseltakin vaikuttavissa tehtävissä pitää siis osata määritellä (oikein) suuri määrä muuttujia. Lisäksi tarkasteltavat kappaleet pitää pystyä määrittelemään xyz-koordinaatistoon aukotuksineen, tuentatapoineen, nurkka- ja mahdollisine kiinnityspisteineen. Laminointikalvojen materiaaleilla on keskenään suuriakin ominaisuuseroja, joten kalvotyyppi pitää myös määritellä. Toisaalta oikein käytettynä malli saadaan tarkasti noudattamaan esimerkiksi standardin SFS-EN 16612 sisältöä. Suomessa on Suomen Tasolasiyhdistys ry:n toimesta kehitetty mitoitushjelma LasiMitta, jota ollaan juuri revisioimassa. Ohjelman käyttö on FEM-ohjelmiin verrattuna huomattavan yksinkertaista, mutta tulokset ovat silti luotettavia. Suuri määrä Suomessa tyyppillisii muuttujia on syötetty laskentaruutiineihin valmiiksi, joten ne tulevat otetuksi huomioon kaikissa tapauksissa kohtuullisella tarkkuudella.

Suurimpana käytännön lopputuloksiin vaikuttavana yksittäisenä muutoksena standardin SFS-EN 16612 käyttöönoton myötä olen havainnut lämpökarkaistun turvalasin vetolujuuden määrittelyyn liittyvät kertoimet. Siinä missä eri kuormitustilanteiden aikavaikutukset aiheuttivat aiemmissa menetelmissä suuriakin eroja karkaistun turvalasin vaadittuun paksuuteen, on vaihtelu nykyisin huomattavasti vähäisempää. Eli standardissa oletetaan käytännön teollisten lasin lämpökarkausprosessien olevan varsin stabiileja ja toistettavia. Toisaalta kuorman aikavaikutuksen huomioiminen on monissa kansallisissa menetelmissä ylipäättään saanut riittämättömästi huomiota. Selityksenä lienee Euroopassa pääosin vaikuttavana tasokuormana käytettävä tuulikuorma. Suomessa lumi-kuorman merkitys on suhteessa paljon merkittävämpi. Meillä ovat siten tavallisen float-lasin paksuudet, myös laminoituina, jääneet usein vajaiksi. Käytäntö on siis osoittanut käytettyjen menetelmien ja varmuuskertoimien olevan yleisesti riittäviä.

Kun jatkossa suunnittelijat käyttävät ulkomailla koodattuja FEM-ohjelmia laskentatyössään, on heidän varmistettava, että ohjelma perustuu EN 16612 standardiin. Ohjelman käyttämät varmuuskertoimet pitää pystyä tulostamaan laskentaruutiin.

Ajansaatossa lasipaksuudet ovat lasirakentamisessa kasvaneet. Luonnollisena selityksenä on ainakin valoaukkojen pinta-alojen keskimääräinen kasvu. Eurokoodien käyttöönoton myötä myös ominaiskuormat ovat kasvaneet, esimerkkinä tuulikuormat etenkin nurkka-alueilla ja lumi-kuormien kinostuminen. Oma osuutensa on toki ollut myös mitoitushjelmiemme kehittämisellä, vaikuttavat tekijät osataan ottaa paremmin huomioon, mutta tämä on siis vain yksi tekijöistä.

Yhtä kaikki, 25.10.2019 vahvistettu standardi SFS-EN 16612 tuo nyt myös lasialan suunnitteluun kaivattua yhtenäistä ja entistä tukevampaa pohjaa. Vaikka standardissa käsitelläänkin ainoastaan tasoa vastaan koh-tisuorassa suunnassa vaikuttavia kuormia, voidaan sitä monin osin soveltaa käytettäväksi myös muissa kuormitustilanteissa aiempaa luotettavammin.

Se miksi mitoitushjelmiä saatiin aikaan vasta nyt, johtuneet suurien maiden omista kansallisista mitoitushjelmeistä (DIN, BS jne.) ja siitä, että mielenkiinto standardityötä kohtaan on ollut vähäistä. Toisaalta lasi poikkeaa ominaisuuksiltaan muista yleisistä rakennusmateriaaleista monilla tavoin, yhdistelmä on uniikki:

- materiaalina hauras
- arka epäjatkuvuuksille
- sallii paksuuteensa nähden suuren taipuman
- ei metalleille tuttua myötöä
- palaa täsmällisesti samaan asemaan kuormituksen poistuttua
- ei vanhene taivutusten määrän funktiona
- rikkoutumisen todennäköisyydellä on leimallisesti tilastollinen piirre, suuri hajonta
- valoa läpäisevä

Standardien vapaaehtoisuus ja pakottavuus

TEKSTI: **JENNI HEIKKILÄ**

Standardeja käytetään tuotteiden testauksessa, turvallisuuden ja oleellisten ominaisuuksien varmistamisessa ja vaatimustenmukaisuuden arvioimisessa. Usein standardit ovat luonteeltaan suosituksia ja niiden käyttö on vapaaehtoista. Mutta jos standardi mainitaan laissa tai asetuksessa, ne ovat velvoittavia, jolloin niitä on noudatettava. /1.

Lasituotteen valmistajat käyttävät standardeja osoittaakseen, että säädöksissä tuotteelle asetetut vaatimukset täyttyvät. Viranomaiset puolestaan käyttävät standardeja apuna arvioidessaan täyttääkö tuote lainsäädännössä asetetun turvallisuustason. Standardeilla lisätään tuotteiden yhteensopivuutta ja turvallisuutta ja ne suojelevat ensikädessä kuluttajaa sekä helpottavat kaupankäyntiä. /1.

EU:n tuotelainsäädännössä on asetettu rakennustuotteille turvallisuuden, terveyteen ja ympäristöön liittyviä vaatimuksia. Yhdenmukaistetut standardit on laadittu EU:n tuotelainsäädännön soveltamiseksi ja vaatimustenmukaisuuden osoittamisen helpottamiseksi. Kun tuote on yhdenmukaistetun standardin mukainen, tuotteen katsotaan täyttävän tuotetta koskevan EU-lainsäädännön olennaiset vaatimukset. /1.

Yhdenmukaistetut standardit ovat yleensä vapaaehtoisia, paitsi rakennustuoteasetukseen liittyvät standardit. /1. Toisin sanoen rakennuslaseja koskevat tuotestandardit ovat pakollisia.

Koska osa standardeista on vapaaehtoisia, tuotteita voidaan valmistaa myös standardeista poiketen. Tällöin kuitenkin valmistajalla on velvollisuus osoittaa jollain muulla tavoin, että hänen tuotteensa täyttävät direktiivien olennaiset vaatimukset. /2.

CE-merkintä

CE-merkintä on valmistajan vakuutus siitä, että tuote täyttää sitä koskevien direktiivien vaatimukset. Merkintä ei ole vapaaehtoinen, vaan se on oltava tuotteissa, jos tuotetta koskeva direktiivi niin vaatii. Tuotteita koskevien vaatimusten lisäksi direktiiveissä on vaatimustenmukaisuuden osoittamiseen liittyviä vaatimuksia. Esimerkiksi tietyt tuotteet on testattava ennen CE-merkintää. Rakennustuotteiden CE-merkintä poikkeaa muiden tuotteiden CE-merkinnästä. Rakennustuotteissa CE-merkintä ei automaattisesti takaa määräysten täyttymistä. Rakennustuotteiden käyttäjien tehtävänä on tarkistaa, että CE-merkintätiedot osoittavat tuotteen täyttävän viranomaisten asettamat vähimmäisvaatimukset aiotussa käyttökohteessa. /3.

Johtopäätökset

Mitoitusstandardi SFS-EN 16612 on pakottava silloin, kun se on mainittu tuotteen harmonisoidussa tuotestandardissa velvoittavana standardina. Lujuustekninen ominaisuus on oleellinen ominaisuus. Jos tuon oleellisen lujuusteknisen ominaisuuden osoittaminen vaaditaan tehtäväksi 16612 standardin mukaan, muuttuu standardi pakottavaksi. Eristyslasiin tuotestandardissa EN 16612 jo mainitaan, tosin vain yhden kertoimen osalta. Oletettavaa on, että standardeja uusittaessa viittaukset lisääntyvät. Lasirakenteen kestävyys ja käyttökelpoisuus voi osoittaa myös jollakin muulla hyväksyttävällä tavalla. Vaihtoehtoinen tapa ei saa olla ristiriidassa EN standardin kanssa. Suomessa ei käytännössä ole muita vastaavia ohjeita.

Lähteet

1. Tukes. Standardien asema vaatimustenmukaisuuden osoittamisessa. [Viitattu 6.4.2020]. Saatavissa: <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/vaatimustenmukaisuus/standardien-asema-vaatimustenmukaisuuden-osoittamisessa>
2. Ympäristöministeriö. Rakenteiden lujuus ja vakaus. [Viitattu 6.4.2020]. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Rakenteiden_lujuus_ja_vakaus
3. SFS https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/standardit_direktiivit_ja_ce-merkinta

