# Kestävän kehityksen mukaiset tuotevaatimukset meluseinille

Tämä asiakirja on laadittu avittamaan arkkitehtejä, suunnittelijoita, rakennuttajia, projektipäälliköitä, hankintavastaavia ja urakoitsijoita kirkkaiden melusuojien CE merkintään ja elinkaarihankkeiden vaatimuksiin. Asiakirjamme "Turvallisuuden ja kestävän kehityksen edellyttämät standardit" antaa tiivistetyssä muodoossa tietoa eri normeista ja testeistä joita kirkkaille melusuojille asetetaan Liikenneviraston oppaassa "*Tien meluesteiden suunnittelu, lisäkirje läpinäkyvät materiaalit "*.

## Liikenneviraston asettamat vaatimukset melusuojille.

## 1 Yleistä General

Rakentamisessa käytettyjä läpinäkyviä materiaaleja ja niiden haittoja ovat:

 lasi (rikkoutuu helposti ja sirpaleet ovat vaarallisen teräviä)

 karkaistu lasi (rikkoutuu helposti, mutta sirpaleet eivät ole teräviä)

 karkaistu laminoitu lasi (säröytyy helposti, mutta sirpaleita ei yleensä irtoa)

 käsittelemätön akryyli (naarmuuntuu, harmaantuu ja kellastuu helposti)

 käsittelemätön polykarbonaatti (naarmuuntuu, harmaantuu ja kellastuu helposti)

 hyvin pinnoitettu polykarbonaatti tai seosmuovi (hiukan peilimäinen, kestää

kohtalaisesti hankaamista eikä harmaannu nopeasti)

## Näillä perusteilla meluesteissä hyväksytään

##  karkaistu ja laminoitu lasi

##  hyvin pinnoitettu polykarbonaatti tai seosmuovi.

## Hammerglass on luokiteltu "erittäin hankausta kestäväksi materiaaliksi", tuote on särkymätön ja kemikaalikestävä. Lisätietoa asiakirjassa "Turvallisuuden ja kestävän kehityksen edellyttämät standardit".

## 2 Läpinäkyvien levyjen laatuvaatimukset

### 2.1 Läpinäkyvän muovilevyn vaatimukset

Tämä kohta koskee tapausta, jossa melueste rakennetaan läpinäkyvästä ikkunoihin,

läpinäkyviin oviin tai muuhun ulkokäyttöön tarkoitetusta levystä ja erilaisista

kehysmateriaaleista ja tiivisteistä. Tällainen levy on voitu CE‐merkitä esimerkiksi standardin

EN 16153 Light transmitting flat multiwall polycarbonate (PC) sheets for internal and

external use in roofs, walls and ceilings. Requirements and test methods mukaisesti.

## Hammerglass Standard (HST) tuotteella on 12 vuoden ja Hammerglass Life Cycle (HLC) tuotteella 20 vuoden väritakuu EN 16153 ΔD mukaan Lisätietoa asiakirjassa "Turvallisuuden ja kestävän kehityksen edellyttämät standardit".

Levyn paksuuden tulee olla vähintään 12 mm. Jos kehyksen aukon lävistäjä on enintään 2 m,

voidaan hyväksyä ohuempikin, kuitenkin vähintään 8 mm paksuinen levy. Kehysten

mitoituksen yhteydessä on varmistettava, että valittu paksuus riittää kyseisessä kehyksessä

vaaditun tuulikuorman ja aurauskuorman eikä taipuma tule liian suureksi. Myöskään

lämpötilan vaihtelu (‐40...+40 astetta) ei saa aiheuttaa levyn rikkoutumista.

Polykarbonaattilevyn lämpölaajeneminen on 7 mm -50...+50°C

**Hammerglass melusuojalevyjä suunnitellessa tulee huomioida tuuli- ja aurauskuorma siten, että levyt ova jäykistetyt. Suosittelemme että levy jäykistetään ympääriinsä U-profiilein. Toimitamme laseja ja järjestelmiä ilman jäykistystä, mikäi asiakas niin haluaa. Näissä tapauksissa tulee huomioida että ylä- ja alareunan jäykistys suoritetaan muulla tavoin. Esimerkiksi puukaidetta tai vastaavaa käyttäen. Kaikki jäykiste-elementit vaativat tivisteen kuten U-profiili EPDM tiivistekumin Hammerglass materiaalin ja jäykisteen välille.**

Vähintään 8 mm paksuisen levyn äänen eristävyys Rw on 30...31 dB ja 12 mm paksuisen noin

34...35 dB. Standardin EN 1793‐2 mukaan mitattu liikennemelun eristävyys DLR on tavallisesti

4...5 dB pienempi, koska siinä äänen taajuusjakautuma on erilainen. Voidaan todeta, että

kaikki vähintään 8 mm levyt eristävät liikennemelua vaaditut 25 dB. Liikennemelun

eristävyystulos huononee edellä mainituista arvoista, jos kehyksiin tehdään rakoja tai

tiivisteet irtoavat.

**HST JA HLC meluestesuosituspaksuus on 12 mm. Materiaalinin lämpölaajeniminen on +/-7 mm alueella -50...+50°C. Tuotteen ominaisuuksista lisätietoa löydät asiakirjoista "Material Safety Data Sheet" ja "Hammerglass Technical Properties". HST ja HLC dB RW on 35 ja DLR dB 30, lisätietoa äänieristyksestä löydät asiakirjassa "Turvallisuuden ja kestävän kehityksen edellyttämät standardit".**

Levyn sydän valmistetaan polykarbonaatista tai esimerkiksi polykarbonaatin ja polyeteenin

seoksesta ja kumpikin puoli pinnoitetaan niin, että seuraavat vaatimukset täyttyvät.

Valon pitää päästä riittävästi levyn läpi uutena. EN 410 Glass in building. Determination of

luminous and solar characteristics of glazing mukaisessa testissä läpäisevyyden (light

transmittance τv for illuminant D65) tulee olla vähintään 82 %. Jos levyn paksuus on 8 mm,

vaatimus aina 90 %. Markkinoilla on myös 12 mm paksuisia tuotteita, joiden tulos on 90 %.

Valon läpäisevyys ei saa heiketä haitallisesti ajan kuluessa. Rasitettaessa tuotetta standardin

EN ISO 4890‐2 (Xenon) ja standardin EN 16153 mukaisesti valon läpäisevyys (light

transmittance) saa poiketa enintään 10 % alkuperäisestä.

Valon läpäisevyys ei saa heiketä haitallisesti ajan kuluessa. Rasitettaessa tuotetta standardin

EN ISO 4890‐2 (Xenon) ja standardin EN 16153 mukaisesti valon läpäisevyys (light

transmittance) saa poiketa enintään 10 % alkuperäisestä.

Edellä kuvatut valoon ja väriin liittyvät tulokset voi todeta myös EN 16153 mukaisesta

suoritustasoilmoituksesta.

Jos keltaisuusindeksin muutokselle vaaditaan takuu, muutos 15 vuoden aikana saa olla

enintään 15 yksikköä.

**HST ja HLC ovat hybridituotteita joissa on polykarbonaattia tai polyeteeniä ja Hammerglass materiaalia. Tuote valmistetaan nanoteknologiaa käyttäen. HST TVIS on 87 % ja HLC TVIS 85,2 % Tuote on testattu EN 4890-2 mukaan** **lisätietoa löydät asiakirjassa "Turvallisuuden ja kestävän kehityksen edellyttämät standardit". Samaisessa asiakirjassa maininta EN 16153 mukaisuus.**

Levyn tulee kestää kovalla esineellä tehtyjä toistuvia iskuja. Hyväksyttäväksi katsotaan

ainakin EN 356 Rakennuslasi, Suojalasitus, Murtautumiskestävyyden testaus ja luokitus

tason P5A, P6B, P7B ja P8B kestävät levyt. Luokkia P1A...P4A ei katsota riittäviksi. Luokassa

P5A levyyn pudotetaan 3x3 kertaa 4,11 kg massainen kovasta (60...65 HRC) teräksestä

valmistettu kuula 9 m korkeudelta ja luokassa P6B levyä lyödään kirveellä vähintään 30

kertaa, kunnes levy hajoaa, ja luokassa P8B vähintään 70 kertaa, kunnes levy hajoaa.

Kovalla materiaalilla pinnoitetut polykarbonaattilevyt heijastavat voimakkaasti valoa.

Standardin ISO 489 mukaan mitattu Heijastumisindeksi (reflective index) on tavallisesti noin

1,587. EN 1794‐2 liitteen E mukaisessa luokituksessa kovapintaisimmat levymateriaalit

kuuluvat luokkaan 1 (heijastus yli 80) ja vähemmän kovapintaiset muovilevyt ja lasi luokkaan

2 tai 3 (heijastus alle 40). Yleensä kaikki luokat hyväksytään. Jos meluesteen havaitaan

aiheuttavan vaarallista häikäisyä, levyt voidaan vaihtaa vähemmän heijastavaan materiaaliin

tai varustaa säleiköllä. Vähemmän heijastavat muovilevyt kestävät tavallisesti huonommin

valoa, kemikaaleja, iskuja ja hankausta ja lasi huonommin iskuja.

**HST ja HLC ovat EN 356 P8B luokiteltuja tuotteita. Tuotteet ovat luokiteltu kuuluvan luokkaan 1. Molempia tuotteita saadaan luokituksella 2 ja 3 mutta emme susittele ko. luokan omaavia tuotteita lyhyen elinkaarensa vuoksi. Lisätietoa löydät asiakirjassa "Turvallisuuden ja kestävän kehityksen edellyttämät standardit" sekä asiakirjassa "Declaration of performance - Hammerglass".**

Materiaalin tulee kestää hankausta. Jos levymateriaalia käytetään autojen ikkunoissa, levylle

on voitu tehdä ECE R43:n kohdan 5.5.5 mukainen hankauskoe tai vastaava ASTM D1400 (500

g, CS‐10F) mukainen (Taber haze) testi. Materiaalia voidaan pitää riittävän hankausta

kestävänä, jos levyn pinta himmenee 100 hankaussyklin jälkeen enintään 4 % ja erittäin hyvin

hankausta kestävän, jos pinta himmenee 100 syklin jälkeen enintään 2 %. Jos käytettävissä ei

ole 100 syklin tulosta, mutta syklejä on tehty 500, rajat ovat 10 ja 5 %. Erittäin hyvin

hankausta kestävä levy tulee vaatia paikoissa, jotka ovat alttiina toistuvalle töhrimiselle.

Levyn pinta ei saa olla liian huokoista. Rasitettaessa levyä ISO 62 mukaisessa testissä veden

absorptio saa olla enintään 0,15 %. Liika huokoisuus voisi mahdollistaa töhryjen imeytymisen

levyyn. Vaatimus ei koske leikattuja pintoja.

**HST ja HLC täyttävät ECE R43 standardin. Ko. standardiin kuuluu mm. ASTM D1400 testi.**

**Testistä saadut arvot ovat seuraavat: 100 kierrosta - 0,96 % ja 500 kierrosta 2,93 %**

**Tuotteet täyttävät ISO 62 standardin vaatimukset. Lisätietoa löydät asiakirjassa "Turvallisuuden ja kestävän kehityksen edellyttämät standardit"**

Levyn materiaali ei niin haurasta, että normaali taivutus tai venytys murtaa sen.

Murtovenymän (elongation at break) on oltava vähintään 90 %. Polykarbonaattilevyn

kimmokerroin on tavallisesti noin 2300 N/mm2.

**HST ja HLC arvot ovat seuraavat: Elongation at break - 110 % ja kimmokerroin 2300 N/mm. Lisätietoa asiakirjasta "Hammerglass Technical Properties"..**

### 2.2 Lasin laatuvaatimukset

Ei koske Hammerglassia, sillä Hammerglass ei ole lasia.

## 3 Läpinäkyvien meluseinien suunnittelu

Läpinäkyvät meluestetuotteet CE‐merkitään standardin EN 14388 mukaisesti. Läpinäkyvän

levyn on lisäksi täytettävä kohdassa 2 mainitut laatuvaatimukset.

**HST ja HLC on CE hyväksytty EN 14388 mukasesti. Lisätietoa "Turvallisuuden ja kestävän kehityksen edellyttämät standardit" ja "CE conformity marking" -asiakirjoissa.**

Poikkeuksena ovat:

Iskunkestävyys voidaan osoittaa EN 1794‐2 liitteen B mukaisella iskukokeella.

Seinärakenteen on täytettävä vähintään luokan 5B vaatimukset (ei teräviä siruja 6,0 kJ

heiluritestissä). Luokka 6C (ei irronneita siruja 6,0 kJ heiluritestissä) vaaditaan, jos seinä tulee

sillalle, jonka alla on usein ihmisiä, eikä sirujen putoamista estetä verkolla, eikä kaide estä

auton, kaiteen tai kuorman osumista kaiteeseen EN 1317‐2 mukaisen luokan H2

törmäyksessä.

**HST ja HLC on 6 C luokiteltu EN 1794-2 Annex B mukaan. Hammerglass melusuojajärjestelmissä on H2 luokitellut pilarit. Lisätietoa löydät asiakirjassa "Turvallisuuden ja kestävän kehityksen edellyttämät standardit" ja Hammerglass tuoteselosteista.**

Äänen eristävyys on osoitettava kehysten vaikutus mukaan luettuna. Jos valmistajan

asennusohje sallii poikkeamista testatusta kehyksestä, muunnetun kehyksen saumoissa ei

saa olla suurempia rakoja kuin testatussa.

**Hammerglass melusuojajärjestelmät ovat testattu ja täyttävät normit. Lisätietoa löydät asiakirjassa "Turvallisuuden ja kestävän kehityksen edellyttämät standardit" ja Hammerglass tuoteselosteista.**

**Hammerglass AB tarjoa palvelun jossa voimme simuloida melusuoarakenteen äänen eristävyyttä mikäli saamme rakenteesta kattavat tiedot..**

### 3.2 Muista kuin meluestetuotteesta rakennettava meluseinä

Läpinäkyvästä levystä valmistetut meluseinät seinät suunnitellaan ohjeen Tien

meluesteiden suunnittelu mukaisesti.

Kehyksen ja läpinäkyvän materiaalin välisissä saumoissa käytetään tiivistemateriaalia, joka

kestää valoa ja ilmastoa vähintään 25 vuotta.

**Hammerglass tuotteissa käytetään säänkestävää ja UV -suojattua EPDM tiivistettä. Urakoitsija voi vapaasti käyttää omatoimisesti hankittua EPDM tiivistettä joka täyttää 25 vuoden aikajakson.**

## Yleisesti tuotevaatimuksista.

### Alla selvennys melusuojia koskevista standardeista ja siitä kuinka vastuullisen toimittajan tulisi toimittaa akreditoidun tahon suorittamat testit.

**12 mm melusuojien tulisi täyttää seuraavanlaisia vaatimuksia**

CE merkintä

CE merkintä on vaadittava järjestelmälle, sillä siksi se on nykyään olemassa. CE merkintä perustuu tällä hetkellä seuraaviin standardeihin: EN 14388, EN 1794-1, EN 1794-2, EN 1793-2.

Värisävyn pysyvyys, kirkkaus ja kulumakestävyys

Kulumakestävyyden vaatimus voidaan asettaa ASTM D1400 standardin mukaan seuraavin tasoin;

 ≤ 2% himmennys: 100 kierrosta, 500 gr CS-10F

Kuluma-/hankaumanormi on toimittajan todennettava joko suoralla testillä tai epäsuorasti samanarvoisella testillä, joka on osa suurempaa testinormia esim. ECE R43,

Värisävyn pysyvyys/muuttumattomuus sekä valon läpäisyn heikentyminen pitkällä aikavälillä on todennettava selkeästi mitattavalla ja tulkittavalla normilla. Suosittelemme EN 16153 standardin mukaan testattavaa tuotetta, sillä kyseisenen standardi sitouttaa värilaatuvaatimukset jokaiseen toimitettuun tuotantoerään. Standardi ei salli tulkinnallisuutta siihen kuinka vihertävää, kellertävää tai sinertävää tuote on voinut olla toimitusajankohtana.

Standardi asettaa vaatimukset sillä että mainitussa ajanjaksossa (Hammerglass HCL materiaalin tapauksessa 20 vuoden ajanjaksolla) tuotteen on täytettävä se Δ luokitus joka sille on toimituspäivänä määritetty. Luokitus kertoo kunka paljon valon läpäisy saa prosenteissa heikentyä ja materiaali saa kellertyä ilmoitettuna aikajaksona.

Minimivaatimuksena suosittelemme ΔE luokitusta ja ajaksi 20 vuotta. Mainittu luokitus tarkoittaa että valon läpäisy saa enintään muuttua 7 % alkuperäisestä, mitatusta valonläpäisyarvosta. Lisäksi standardi asettaa vaatimuksen värisävyn pysyvyydelle asettamalla toimitetulle levylle kellertymisindeksin. Kyseisen indeksin arvon tulee olla alle 10.

Valonläpäisyssä käytettäväksi minimiarvoksi (toimituspäivänä) suosittelemme vähintään 85 % TVIS EN 410 (ISO 9050) normin mukaan mikäli materiaalipaksuus on 12 mm.

Toimittajan tulisi osoittaa EN 16153 standardin lisäksi se, että materiaali on testattu ISO 4892-2 normin mukaisesti, ja läpäisee sille asetetut vaatimukset (ei havaittavaa halkeilua, sameutumista, kuplimista tai maitoisuutta) testissä jossa käytetään pitkän valokaaren omaavaa Xenon lamppua kosteassa ympäristössä ja lämpötilaa vaihtaen.

Mielipiteemme on että ISO 4892 ei itsessään riitä, sillä se antaa liikaa tulkintavaraa siihen mikä materiaalin värisävy on voinut olla toimitusajankohtana. Iisävaatimukseksi ISO 4892 ja EN 16153 normeihin ehdotamme lisäyslauselmaa siitä että kirkkaalla melusuojalla on oltava Uv -suoja joka ylittää 96,9 % (toimittaja voi todistaa Uv suojatason esimerkiksi käyttäen Gretag Macbeth Densiometer D200 II laitetta tai vastaavaa koneistoa. Mittaus suoritettava 300-410 nanometri alueella jotta U-suojan % arvot ovat verrattavissa toisiinsa), asettamalla korkean minimivaatimuksen Uv suojan % tasolle varmistetaan että tarjotuilla tuottet kestävät kirkkaina ainakin 10 vuoden ajan. Mitä korkeampi Uv suojataso vaaditaan, sitä pitkäikäisempi tuote tulee olemaan. Hammerglassin 99,96% Uv suoja on markkinoiden korkein Uv suoja mitä muovisilla-, muovipohjaisilla- ja muvisekoitteisilla-, kirkkailla materiaaleilla voidaan nykytekniikalla saavuttaa.

**Ilkivalta, hetkellinen rasitus ja iskunkestävyys**

Ilkivaltakestävyydeen kesto: Vaativin EN 358 Luokka P8B asettaa tiukempia kestävyysvaatimuksia kun vanha SFS 5310 standardi (Nykyään EN 12600 luokka 1 ja EN 356 P2A).

EN 12600 luokka 1 sallii halkeilun sekä siinä testataan materiaalia ainoastaan heilauttamalla kahdesta autonrenkaasta (paino 50 kg) koostuva iskupäätä 1200 mm lähtokorkeudesta.

EN 356 P2 A kattaa edellämainitun EN 12600 luokka 1 vaatimukset ja lisää vaatimukseen sen että lasiin pudotetaan 3000 mm korkeudelta kolmesti 20 mm halkaisijaltaan olevaa metallikuulaa (paino 4,11 kg /kpl) kolmion muotoisesti (maksimikoko 130 mm) kuula ei saa läpäistä materiaalia, säröytyminen sallitaan.

EN 356 P8B luokitus kattaa molemmat edellämainitut vaatimustasot ja liittää niin ilkivallan kuin tieliikenteessä olevan, relevantin riskikuvan alleen eli terävän ja kovan iskun. Tuote joka on EN 356 P8B luokiteltu tulee kestää yli 70 kpl iskuja mekaanisella kirveellä (hamarapaino 2,0 kg) alueella, joka on maksimissaan 400 x 400 mm. Testi simuloi niin pienen kiven muodostamaa terävää iskua kuin vakavaa ilkivaltayritystäkin. Riski ei salli materiaalin läpäisyä tai halkeutumista, säröt sallitaan.

EN 1794-1 Annex C & D luokitus vaaditaan osittain, sillä standardi asettaa vaatimukset sille miten materiaali kestää tieliikenneonnettomuudesta johtuvan iskun ja kuinka suurempi, tylppä kivinisku vaikuttaa materiaalin rakenteeseen ja eheyteen. Koska markkinoilla ei ole tuottajaa joka tarjoaa meluseinää joka on samalla törmäysseinä. Tästä syystä susittelemme seuraavaa; Annex C - Tuotteen täytettävä Kappale 5.5 mainitut vaatimukset. Annex D - - Meluseinärakenteelle törmäysseinänä ei erillisvaatimusta. Betonipilari jonka jatkeeksi Hammerglass tai muu kirkas melusuoja asennetaan töytettävä CE vaatimukset omassa tuoteluokassaan sekä EN 1794-1 Annex D vaatimukset.

Hammerglass täyttää kaikki em. vaatimukset. Perushinnastomme liitteistä löytyy kattava lista sertifikaateista, joita yrityksemme tuotteet täyttävät. Myös väritakuun erillisselvitys löytyy tästä asiakirjasta.

**Materiaalien tulee omata turvallisuusasiakirja (Material Safety Data Sheet)**

Hammerglassilla se on osa CE merkittyjen melusuojien infopakettia.

**Meluseinän tulee omata riittävä Uv -suoja ja karkaisu**

Hammerglass on ainutlaatuinen piioksidiseos, joka koostuu ilmakuivattavasta pohjustusaineesta. Hammerglass-polykarbonaatti sidos kuumakuivatetaan 135°C asteessa. Nykyinen Hammerglass syntyi tarpeesta luoda lämpölasikasetteja, joissa voidaan estää ilkivalta särkymättömillä laseilla, ilman että kasetin sisään syntyisi kosteutta. Olemmekin nykyään ainoa yritys joka voi antaa tavanomaiset lämpölasitakuut ei lasipohjaiselle materiaalille.

Hammerglass sidotaan polykarbonaattilevyyn, joka on jo kerran karkaistu ja Uv -suojaustasoltaan kestää 50 vuoden Arizona climate testin. Käytämme nanoteknologiaa sidosprosessissa ja lisäämällä Hammerglassin karkaistuun polykarbonaattiin saavutamme 99,96% Uv -suojan.

**Toimittajan tulee selvittää huolellinen säilytys ja kuljetus**

Mikäli Hammerglass levykoko ylitää 1 m2:n suosittelemme että 10 - 12 levyä asetetaan päällekkäin siten että jokaisen levyn välissä on paksu suojakerros. Levynippu voidaan asettaa puulavalle, lavoja ei saa asettaa enemmän kuin 6 kpl päällekkäin.

**Meluseinämateriaalista on esitettävä riittävän tarkat ja ymmärrettävät tekniset ominaisuudet**

Hammerglass tekniset ominaisuudet löytyvät perushinnaston liitteestä: Technical properties.

Yleisin materiaalivalintamme on Calibre merkkinen HDPE, raakamateriaali hieman vaihteelee rippuen mitä laatuvaatimuksia tai erikoisominaisuuksia levyille halutaan. Jalostus ja sidonta suoritetaan Euroopassa. raakamateriaali on useimmiten Euroopasta, mutta voi joissakin poikkeustilanteissa olla Pohjois Amerikasta tai Aasiasta.

**Materiaalin tulee olla mahdollisimman ekolooginen**

Hammerglass on 100 % kierrätettävä tuote. Melusuojamme hyödyntävät kierrätettyä materiaalia ja jopa 10 % levyn raaka-aineesta on kierrätettyä polykarbonaattia.

## Melusuojaus ja rakenteelliset kysymykset

**Melusuojan lumi- ja tuulikuormavaatimukset selvitettävä tarkasti ja simulaatiomalli oltava saatavana**

Kaikki CE merkityt Hammerglass järjestelmät täyttävät automaattisesti Suomessa vaaditut tuulikuormat. Palveluumme kuuluu tehdä simulaatio, jossa rakennuttaja näkee tuulikuormakeston projektiin tilattavaan melusuojamalliin.

Hammerglass täyttää 2000 x 3000 mm ja 3000 x 2000 mm kokoisena tuulikuormavaatimukset, mikäli kiinnitys pilarirakenteisiin on tehty oikein ja pilarirakenteet itsessään kestävät kuormat. Isommissa mitoissa Hammerglass tekee simulaation arvioidakseen täyttyykö tuulikuormavaatimukset.

Kuorma lasketaan EN 1794-1:2011 Annex E mukaisin testein: Dynaaminen lumikuorma on hetkellinen, horisonttaalisessa tapahtuva kuormitus, joka on normaali melusuojalle. Laskutoimituksessa oletetaan kuorman jakautuvan tasan 2000 x 2000 mm alueelle ja siitä seuraava voima sijaitsee 1500 mm korkeudella tieväylän pinnasta mitattuna. Tämä näkyy perushinnaston liitteestä EN 1794-1 Annex E Fig. E2. Käytämme Solid Works Simulation Professional ohjelmistoa ja tarjoamme asiakkaalle aina tarvittaessa tieliikennenopeuteen sopeutettua simulaatiota.

**Toimittajan annettava urakoitsijalle selkeät tuotantotoleranssimitat +/- muodossa**

Hammerglass tuotetoleranssi on +/- 1 mm, asiakkaan/urakoitsijan huomioitava lämpölaajennus.

**Melusuojien tulisi täyttää myös kansainvälisiä vaatimuksia**

Hammerglass melusuojien suurin markkina on Ruotsi, Hammerglassia on myyty lisäksi Suomeen, Norjaan ja Tanskaan. Suomi on edelläkävijä laatuvaatimuksissa, sillä muilla markkinoilla emme ole kohdanneet yhtä laajia ja eritysiä tuotevatimuksia, esimerkkinä ASTM D 1400 normin täyttö. Ainoastaan CE vaatimukset ovat uusi asetus, joka on kansainvälisesti yleistynyt.

Hammerglass on voittanut tarjouskilpailuja mm. seuraavista syistä:

1. Tarjoamme valmiita, CE hyväksyttyjä järjestelmiä asennusvalmiina kokonaisuuksina.

2. Tarjoamme mahdollisuuden teetättää jokaiselle projektille dwg piirrustukset joissa kuormitus simuloidaan ja tuote saadaan sovitettua projektiin, ilman erillisustannusta. Suunnittelutyö on veloitukseton voitetun tarjuksen yhteydessä.

3. Uv kestävyys, Hammerglass on markkinoiden ainoa tuote joka omaa 99,96% Uv suojan kun yleisin suoja on 96 % tai alle.

4. Mahdollisuus teetättää isoja levyjä (Huom! CE hyväksytty maksimikoko 3000 x 2000 mm ja 2000 x 3000 mm) Hammerglass omistaa yhden pohjoismaiden harvoista CNC koneista joilla voidaan tuottaa 2000 x 6000 mm levyjä.

5. Suunnikkaat levyt, Hammerglass tarjoaa suunnittelua sekä toteutuksia joissa voidaan hyödyntää suunnikaslevyjä joilla voi seurata esimerkiksi sillan profiilia saumattomasti.

6.Hammerglass levyn yläosa voidaan taittaa jopa 90° kulmaan (15 mm materiaalipaksuus), tämä on merkittävä etu raitiotieden melusuojauksessa joissa tuulikuormavaatimukset ovat kovat. Levy vaatii jäykennystä ylä- ja alareunaan, normaalisti tämä ratkaistaan alumiinisella tai teräksisellä U-profiililla, metalliset ratkaisut ovat kuitenkin mahdottomia, koska rautatiet ovat sähköistetyt. Taivutamme Hammerglass levyn yläosan ja saavutamme saman jäykkyyden kuin U-profiilia käyttäen, ilman sähköonnettumuusriskiä.

7. Kahdenkymmenen vuoden väritakuut ja jopa kymmenen vuoden murtumatakuu.

**Melusuojan taittuminen ja murtuminen**

Mikäli Hammerglass levy on asennettu oikein ja ohjeiden mukaisesti se ei murru. Levyä asennettaessa on huomioitava että lämpölaajeneminen /-kutistuminen on 7 mm juoksumetrillä 100°C asteen erolla. Väärän mallinen tai väärässä kohdassa sijaitseva reikä voi aiheuttaa murtumaa.

**Takuukorvaustapauksissa toimittajalla oltava selkeä selvitys takuun muodostumisesta**

Hammerglassin takuu perustuu siihen että melusuojalevyt ja -järjestelmät tuottavat arvoa myös loppukäyttäjille. Mitä pidempää melusuoja ja/tai järjestelmä on käytössä, sitä suurempi arvo on tuotettu.

Laskelmamme mukaan Hammerglass on saavuttanut 80 % kokonaisarvostaan takuuajan päättyessä.

Arvon vähennys alkaa vasta kymmenentenä (10) vuotena toimituspäivästä laskien, arvon vähennys on 8 prosenttiyksikköä vuosittain, ja se kytketään sen hetkiseen markkinahintaan.

Takuutapauksessa Hammerglass tekee sen hetkisen arvon mukasesti uusia melusuojalevyjä. Hammerglass ei vastaa purku-, kuljetus- tai asennuskuluista. Korvauksen alainen arvo käyttövuosittain (8 % vuosoivähennys); 10 vuotta -92 %, 11 vuotta - 84 %, 12 vuotta - 76 %,... 20 vuotta - 20 %

**Melusuojan takuut suhteessa sääolosuhteisiin**

Pohjosmaiset olosuhteet ovat muovimateriaaleille UV -säteilyn näkökulmasta pahimmat. Koska takuumme on voimassa pohjoismaissa, on takuumme sellaisenaan kansainvälinen.

**Toimittajan ilmoitettava tomitusajat**

Hammerglass uustuotanto suureen projektiin kestää noin 2-4 kk, määrästä, tyypistä ja levykoosta riippuen. Pieniä määriä Hammerglass standard tuotetta saa noin kahdessa viikossa.

HCL materiaalin tuotanto voi kestää jopa 3 kuukautta, sillä materiaali ei ole varastotavaraa ja tuotanto ajetaan suurtilauksissa omana projektinaan tai takuutapauksissa se yhdistetään toiseen projektitilaukseen. Suosittelemme että asiakas tilaa omatoimisesti muutaman ylimääräisen levyn rikkoutumisen varalle.

**Suositeltavaa että toimittajalla oltava todennettavissa olevia referenssejä**

Osoitteessa www.hmgfinland.fi ja www.hammerglass.se löytyy useita melusuojareferenssejä, mm. E18 Koskenkylä-Kotka projektin Ahvenkosken silta, Tampereen Myllypuronkadun melusuoja sekä Haminan kehän Summan alueen melusuojaus.

**Onnistunut toteutus varmistetaan mahdollisimman laadukkain piirrustuksin**

Virheellisen lopputuotteen riski pienenee huomattavasti, mikäli urakoitsija tai suunnittelija pystyy toimittamaan melusuojan tai levyn CAD piirrustuksen/et. Hammerglassin suunnittelijat pystyvät, tilanteen niin vaatiessa, teetättämään omat piirrustukset PDF kuvista.

**Melusuojan työstö työmailla**

Poikkeustilanteissa Hammerglassia voidaan työstää työmaalla, mutta tämä ei ole suositeltavaa, sillä mikäli työstö ei ole tehty CNC koneella oikealla terätyypillä ja Hammerglassin antamin kierrosluku- ja syöttönopeusasetuksin, ei murtumatakuumme ole voimassa. Mikäli takuu ei ole olennaista, voidaan Hammerglassia työstää muovin leikkaukseen tarkoitetulla jiirisahaterällä tai pystysahalla.

## Kirkkauteen liittyvät kysymykset kuten valon läpäisy, väritakuu, puhdistus jne.

**Valon heijastusluokka on tärkeä kysymys meluseinälle**

Melusuojilla ei ole yleistä minimivaatimusta valon heijastusluokassa, mutta suositeltavaa on arviointi käyttötarpeen mukaan.

Hammerglass kuuluu luokkaan nr 1. Hammerglass pinta on kovempaa ja kiiltopintaisempaa (80 % kiiltäväpintaisempi kuin lasi), kuin moni vastaava tuote. Olemme valinneet ko. pintaratkaisun seuraavista syistä; kovempi-/kiiltävempi pinta ei likaannu yhtä helposti kuin kilpailevat tuotteet, lisäksi karkeat-/pehmeät pinnat ovat likaa kerääviä ja niitä on vaikeampi puhdistaa esimerkiksi graffittitöhryistä. Mikäli asiakas niin haluaa voimme valmistaa melusuojaprojekteihin (yli 90 m2) luokka 3 pintaista Hammerglassia samaan hintaan kuin perushinnastossa on mainittu. Emme tosin anna asetonikestävyys tai kemikaalikestävyystakuita ko. tuotteille.

**Kirkkaan meluseinän valon läpäisy**

Teetimme EN 410 (ISO 9050) mukaisa testejä Ångström labortoriossa ja saimme seuraavat tulokset:

4 mm float lasi: 89 % TVIS

4 mm Hammerglass 91 % TVIS

12 mm Hammerglass Standard (HST) 87 % TVIS

12 mm Hammerglass Life Cycle (HLC) 85,2 % TVIS (matalampi läpäisyarvo johtuu korkeammasta määrästä Hammerglassmateriaalia levyssä).

**EN 4892 on normi jota käytetään laajasti sääolosuhde ja auringonvalon kulumavaikutuksen simulointiin. Toimittajan olisi ilmoitettava miten materiaali testaan ja mihin väritakuu perustuu**

Hammerglass takuu perustuu EN 16153 standardiin, joka luokittelee kirkkaiden, muovipohjaisten materiaalien värisävyn ja läpinäkyvyyden pysyvyyttä pidemmällä aikavälillä. Normi on sinänsä erinomainen työkalu sillä sitä käyttäessä tutkitaan aina toimitettu Hammerglass erä läpinäkyvyydeltään ja sävyltään. Normin avulla saadaan helppo, mitattava arvo joka näyttää lasin värisävyn sekä läpinäkyvyyden muutokset levyssä joka on asennettu pystysuoraan.

Takaamme, että HLC täyttää EN 16153 **Δ**E luokituksen jossa valon läpäisy muuttuu enintään 7 % toimituspäivämääränä mitatusta arvosta, joka on (HLC) tuotteilla vähintään 85 % ja että keltaisuusindeksi arvo pysyy alle 10.

Lisäksi olemme suorittaneet ECE R43 standardin mukaiset testit, joissa auringon vaikutusta simuloidaan Atlas Ci laitteistolla, jossa on pitkän valokaaren omaava Xenon lamppu. Testin kesto on 2400 tuntia. Testimenetelmä jota käyttämämme (akreditoitu) testauslaboratorio; TÜV Rheinland käyttää, vastaa hyvin läheisesti ISO 4892 normin mukaista testausmenetelmää. Virallisessa, kirjallisessa lauselmassa testilaboratorion edustaja herr Brandhorst toteaa seuraavat tulokset tutkittuaan Hammerglass palat simulaation päädyttyä:

1.Testipalat läpäisevät vaatimuksen kupliutumisarviossa, kuplia ei havaittavissa. Ei havaittavia muutoksia värissä tai hajoamista materiaalissa.

2.Valon läpäisyarvon muutos alle 5 % alkuperäisestä arvosta. Materiaali läpäisee normin vaatimukset.

3.Sääolosuhdesimulaatio ei aiheuttanut havaittavaa hajoamista, maitomaisuutta, halkeilua tai värjääntymistä materiaalissa. Tuote läpäisee normin vaatimukset.

**Keltaisuusindeksin arviointi melusuojissa**

Pitkän ajan eli 20 vuoden aikana, Hammerglass levyyn tulee häivähdys keltaisuutta. Hammerglass Ab:n Toimitusjohtaja Bengt Nilsson on henkilökohtaisesti katsonut levyjä, jotka ovat käytetty 50 vuoden Florida testissä. Levyjen läpi näkee ilman ongelmia ja niissä on ainostaan havaittavissa häivähdys keltaisuutta. EN 16153 testissä mitatut arvot koskevat HLC tuotteita, yrityksemme voisi arvioida keltaisuutta joka vastaisi 5 tai 15 vuoden kulumaa mutta nämä olisivat subjektiivisia ja henkilökohtaisia arvioita. Yrityksellämme ei ole virallisia lukuja akreditoidulta testilaitokselta. Tämä johtuu siitä että 20 vuoden väritakuu on uutuus Hammerglass materiaalille, Hamina-Vaalimaa on ensimmäinen projekti jossa ko. testi suoritettaisiin. Ensimmäiset Hammerglass prototyyppilasit on asennettu 1997-1998 ja nämä näyteikkunalasit ovat yhtä kirkkaita kun uudet Hammerglass levyt. Valitettavasti emme ole suorittaneet testejä ko. levyjen alkuasennusvaiheessa koskien värisävyä tai valon läpäisyä, joten virallisia lukuja on mahdoton antaa. Nykyinen HLC tuote on väripysyvyydeltään laadukkampaa ja kestävämpää kuin lähes 20 vuotta vanhat prototyyppi asennuslasit joten meillä ei ole epäilystä laadun suhteen.

**Melusuojien puhdistus ja kemikaalikestävyys**

Hammerglass pintaa voidaan puhdistaa mineraalitärpätillä, asetonilla, saippuavillalla ja yleisimmillä puhdistusaineilla. Hammerglass ei samennu, halkeile tai värjäänny mikäli pinta on ehyt. Puhdistaminen tulee suorittaa siten, että liuotinkemikaalit eivät saa valua tiivisteiden sisälle, sillä Hammerglass reunat ovat leikattua neitsytpolykarbonaattia, ja vaurioituvat kemikaaleista. Puhdistamiseen suosittelemme siksi rättiä/paperia joka on kosteutettu pienellä määrällä kemikaalia. Painepesu vedellä onnistuu ongelmitta.

**Melusuojien huoltokustannukset**

Hammerglassin korkea- kemikaali-, sää- ja ilkivaltakestävyys pienentää huollon tarvetta ja huotokustannuksia. Tämä mahdollistaa uusinvestointia sekä huoltoon varatun budjetin hyödyntämistä.

Hammerglass materiaali on lasia puolet kevyempää ja särkymätöntä. Keveys mahdollistaa edullisemman ja nopeamman asennustyön sekä helpottaa huoltoa.