



BUNDESVERBAND
FLACHGLAS E.V.,
TROISDORF



BUNDESVERBAND DER
JUNGLASER UND
FENSTERBAUER E.V.,
HADAMAR



BUNDESINNUNGS-
VERBAND DES
GLASERHANDWERKS,
HADAMAR



BUNDESVERBAND
GLASINDUSTRIE E.V.,
DÜSSELDORF



VERBAND DER
FENSTER- UND
FASSADENHERSTELLER
E.V., FRANKFURT AM
MAIN

Smernice za ocenjevanje vizualne kakovosti stekla za gradbeništvo

Te smernice so izdelali:

Tehnični svet Inštituta za steklarsko obrt in tehniko zastekljevanja – Hadamar in
Tehnični odbor zveznega združenja ploščatega stekla e.V. Troisdorf

Datum izdaje: Maj 2009

1. Področje uporabe

Te smernice veljajo za ocenjevanje vizualne kakovosti stekel, ki so namenjena uporabi v gradbeništvu (uporaba v ovoju stavbe in pri izgradnji gradbenih kompleksov/stavb). Ocenjevanje se izvaja po spodaj opisanih načelih s pomočjo dovoljenih odstopanj, ki jih navaja Tabela v 3 točki.

Vrednoti se svetla površina že vgrajenega stekla. Stekleni proizvodi izdelani iz stekel z nanosi, v masi obarvanih stekel, lepljenih in prednapetih stekel (kaljenih in delno kaljenih), se tudi lahko vrednotijo s pomočjo Tabele v 3 točki.

Smernica ne velja za stekla posebne izvedbe, kot na primer stekla z vgrajenimi elementi v medstekelnem prostoru ali v lepilnem sloju, za ornamentna stekla, žična stekla, za varnostne zasteklitve protivolomna in protipožarna stekla ter ne transparentne proizvode iz stekla.. Te proizvode ocenjujemo skladno s specifičnimi lastnostmi vgrajenih materialov, z uporabljenimi tehnologijami in z navodili proizvajalca.

Ocenjevanje vizualne kakovosti robov na proizvodih iz stekla ni predmet te Smernice. Pri konstrukcijah, kjer vsi štirje robovi stekla niso v okvirjih, za proste robove odpade kriterij ocenjevanja cone steklitvene brazde. Zato mora kupec ob naročilu opozoriti, v kakšen namen se bo steklo uporabljalo.

Za ocenjevanje fasadnega stekla z zunanje strani, se morata stranki dogovoriti o posebnih pogojih opazovanja.

2. Preverjanje

Praviloma je za vrednotenje odločilen pogled skozi steklo, torej opazovanje ozadja skozi steklo, ne pa pogled na steklo. Pri tem reklamirane točke (polja) ne smejo biti posebej označeni.

Od znotraj navzven se zasteklitev preverja, v skladu s Tabelo v 3 točki, iz razdalje najmanj 1 metra. Steklo se opazuje pri difuzni svetlobi (kot pri oblačnem vremenu) brez direktne sončne ali umetne svetlobe in to pod kotom, ki bi bil običajen pri uporabi tega prostora.

Zasteklitve v prostoru se tudi preverja pri difuzni svetlobi, pri čemer naj bo prostor tako osvetljen, kot bi bil ob normalni uporabi. Praviloma opazovalec gleda pravokotno na površino zasteklitve.

Od zunaj (pogled na steklo od zunaj) se za preverjanje zasteklitve upoštevajo za te primere običajne razdalje. Pogoji preverjanja in razdalje od stekla, ki jih navajajo standardi za posamezne proizvode, se od teh razlikujejo in jih Smernica ne upošteva. Navodil iz standardov namreč na objekih večkrat ni mogoče upoštevati.

3. Dovoljena odstopanja v vizualni kakovosti stekla za gradbeništvo

Tabela je izdelana za stekla Float, kaljena in delno kaljena, lepljena in varnostna lepljena stekla; z ali brez nanosov kot tudi kombinacija le-teh v dvoslojnim izolacijskem steklu

Cone	Dovoljena napake na enoto:
F	Poškodbe ali školjkasti lom na zunanjih stekleni robovih, ki pa ne smejo vplivati na trdnost stekla in presežati širino robnega tesnjenja.
	Školjkasti lom na notranjih steklenih robovih brez odpadlih delčkov, ki pa je izpolnjen s tesnilno maso.
	Število točkastih in ploskovnih napak in risov je neomejeno.
R	Vključki, mehurčki, pike, madeži ipd.: Velikost stekla $\leq 1 \text{ m}^2$ max. 4 kosi z $\varnothing < 3 \text{ mm}$ Velikost stekla $> 1 \text{ m}^2$ max. 1 kos z $\varnothing < 3 \text{ mm}$ na tekoči meter steklenega roba
	Točkasti ostanki v medstekelnem prostoru: Velikost stekla $\leq 1 \text{ m}^2$ max. 4 kosi z $\varnothing < 3 \text{ mm}$ Velikost stekla $> 1 \text{ m}^2$ max. 1 kos z $\varnothing < 3 \text{ mm}$ na tekoči meter steklenega roba
	Madeži večjih površin v medstekelnem prostoru: max. 1 kos $\leq 3 \text{ cm}^2$
	Praske: seštevek posameznih dolžin: max. 90 mm – dolžina posamezne: max. 30 mm
	Lasne praske: večja grupiranja niso dovoljena
H	Vključki, mehurčki, pike, madeži ipd.: Velikost stekla $\leq 1 \text{ m}^2$ max. 2 kosa z $\varnothing < 2 \text{ mm}$ $1 \text{ m}^2 < \text{velikost stekla} \leq 2 \text{ m}^2$ max. 3 kosi z $\varnothing < 2 \text{ mm}$ Velikost stekla $> 2 \text{ m}^2$ max. 5 kosov z $\varnothing < 2 \text{ mm}$
	Praske: seštevek posameznih dolžin: max. 45 mm – dolžina posamezne: max. 15 mm
	Lasne praske: večja grupiranja niso dovoljena
	Maksimalno število dovoljenih napak je enako kot v coni R
R + H	Vključki, mehurčki, pike, madeži ipd., v velikosti od 0,5 do $< 1 \text{ mm}$ so, razen pri grupiranju, dovoljeni brez omejitev. Kot grupiranje napak ocenimo, če se v polju s premerom $\leq 20 \text{ cm}$ najde več kot štiri izmed takšnih napak (vključki, mehurčki, pike, madeži itd)..

Navodila:

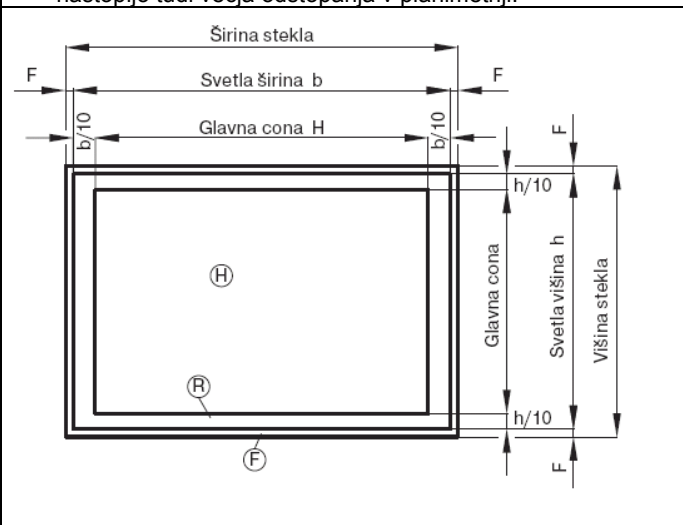
Napake, ki so $\leq 0,5 \text{ mm}$, ni treba upoštevati. Polja napak (svetlobni kolobarji) ne smejo biti večji od 3 mm.

Dovoljena odstopanja za troslojno izolacijsko steklo, lepljeno in varnostno lepljeno steklo:

Za vsako dodatno steklo v sendviču se v coni R in H število dovoljenih napak poveča za 25% zgoraj navedenih vrednosti. Rezultat se vedno zaokroži.

Kaljeno in delno kaljeno steklo kot tudi lepljena in varnostna lepljena stekla iz kaljenega ali delno kaljenega stekla:

- Lokalna valovitost na stekleni površini (razen pri ornamentnem steklu), merjena na razdalji 300 mm, ne sme biti večja od 0,3 mm.
- Izmerjena ukrivljenost (razen pri ornamentnem steklu) vzdolž steklenega roba, je lahko največ 3 mm na 1000 mm dolžine. Pri steklih kvadratne ali skoraj kvadratne oblike (do 1:1,5) in pri steklih z debelino $< 6 \text{ mm}$, lahko nastopijo tudi večja odstopanja v planimetriji.



F = cona steklitvene brazde:

optično pokrito področje v vgrajenem stanju (z izjemo mehanskih poškodb roba, brez omejitev)

R = robna cona:

površina predstavlja 10% svetle širine oziroma višine (manj strožji kriterij)

H = glavna cona:

(najstrožji kriterij)

4. Splošna navodila

Smernica predstavlja merilo, s pomočjo katerega se ocenjuje vizualna kakovost stekla za gradbeništvo. Pri presoji vgrajenega stekla moramo upoštevati, da ima ob svojih vizualnih kvalitetah tudi še lastnosti, ki so nujne za izpolnjevanje njegove funkcionalnosti.

Tehnične vrednosti proizvodov iz stekla, (npr. zvočna in toplotna zaščita, prepustnost svetlobe ipd.), ki se podajajo za neko njegovo določeno funkcionalnost, se nanašajo na vzorčna stekla, kakršna zahteva določeni standard. Pri drugačnih dimenzijah, drugačnih kombinacijah stekel ali pa zaradi vgradnje oziroma zunanjih vplivov, se lahko podane vrednosti ali pa optični izgled spremenijo.

Številne različne vrste izdelkov iz stekla ne dovoljuje neomejeno uporabo tabele v tretji točki. V nekaterih primerih moramo upoštevati tudi posebnosti, katerih pojavnost je proizvodno pogojena. V primerih, kot so npr. protivolmna stekla, pri vrednotenju posebnih karakteristik moramo upoštevati tudi namen produkta in mesto vgradnje. Zato pri vrednotenju določenih značilnosti upoštevamo tudi specifične lastnosti produkta.

4.1 Vizualne lastnosti proizvodov iz stekla

4.1.1 Lastna barva stekla

Vsi materiali uporabljeni za izdelavo steklenega proizvoda imajo, pogojeno z uporabljenimi surovinami, določeno lastno barvo. Njena intenzivnost z debelino stekla narašča. Tudi stekla z nanosi imajo lastno barvo. Lastna barva stekla je lahko pri gledanju na oziroma skozi steklo različno razpoznavna. Nihanje barvnega odtenka je možno in neizogibno zaradi vsebnosti železovega oksida v steklu, tehnologije nanašanja nanosov, kot tudi zaradi spremembe debeline stekla ali pa različnih sestav stekel v proizvodu.

4.1.2 Barvne razlike pri nanosih na steklo

Objektivno lahko ocenimo razlike v barvi nanosov na steklo le s pomočjo meritve oziroma z ocenjevanjem teh razlik po predhodno točno dogovorjenih kriterijih (vrsta stekla, barva, vir svetlobe). Tovrstno preverjanje ne more biti predmet te Smernice.

4.1.3 Ocenjevanje vidnega področja robnega tesnjenja pri izolacijskem steklu

Na vidnem delu robnega tesnjenja, torej izven svetle površine stekla, so na steklu ali pa na distančniku lahko vidna proizvodno pogojena obeležja. Kadar zaradi konstrukcijskih zahtev eden ali več robov izolacijskega stekla niso skriti v ležišču okvirja, so lahko na robnem tesnjenju vidna proizvodno pogojena obeležja.

Dovoljeno odstopanje vzporednosti distančnika od ravnega roba stekla ali od ostalih distančnikov (na primer troslojno izolacijsko steklo) znaša 4 mm do dolžine roba 2,5 m, pri večjih dolžinah robov skupaj 6 mm. Pri dvoslojnim izolacijskem steklu znaša toleranca distančnika do dolžine roba 3,5 m 4 mm, pri večjih dolžinah roba 6 mm. Kadar zaradi konstrukcijskih zahtev eden ali več robov izolacijskega stekla niso skriti v ležišču okvirja, so lahko na robnem tesnjenju vidna proizvodno pogojena obeležja, ki niso predmet te smernice in se dogovorijo za posamezen primer.

Posebne konstrukcije okvirjev in izvedbe robnega tesnjenja izolacijskega stekla zahtevajo dogovor za poseben steklitveni sistem.

4.1.4 Izolacijska stekla z vgrajenimi okrasnimi profili

Zaradi vremenskih vplivov (npr. fenomena dvojnega stekla), kot tudi zaradi stresanja ali ročno povzročene nihanja, lahko v steklu z okrasnimi profili nastane ropot ali žvenket.

Vidni ostanki žaganja ali pa delno oluščena barva na mestu rezanja, so proizvodno pogojeni.

Pri delitvi polj z vertikalnimi in (ali) horizontalnimi profili je možno, da spoji med njimi niso pod pravim kotom. Odstopanja se ocenjujejo skladno s tolerancami vgradnje oziroma na osnovi splošnega vtisa.

Odstopanju, ki je pogojeno s temperaturnimi raztezki, pri okrasnih profilih v medstekelnem prostoru, se ne moremo izogniti. Proizvodno pogojenega zamika okrasnih profilov se ne moremo v celoti izogniti.

4.1.5 Poškodbe zunanjih površin

Pri mehanskih ali pa kemijskih poškodbah zunanjih površin stekla, ki so ugotovljena po vgradnji, moramo poiskati vzroke za njihov nastanek. Takšna odstopanja v kakovosti lahko ocenjujemo tudi po tabeli v tretji točki.

V splošnem pa v teh primerih med drugim veljajo naslednji standardi in smernice:

- Tehnične smernice steklarske obrti
- VOB/C ATV DIN 18 361 Izvajanje zasteklitev
- Evropski standardi za ocenjevanje proizvode
- Navodilo za čiščenje stekla, ki ga je izdalo zvezno združenje ploščatega stekla
- Smernice za rokovanje z izolacijskim steklom, ki ga je izdalo zvezno združenje ploščatega stekla in tehnični podatki ter veljavna navodila proizvajalca za pravilno vgradnjo.

4.1.6 Fizikalna obeležja

Pri ocenjevanju vizualne kakovosti ne upoštevamo številne fizikalne pojave, ki se jim ne moremo izogniti, rezultati njihovih vplivov pa so vidni na površini stekla:

- Pojav interference
- Učinek dvojnega stekla
- Pojav anizotropije
- Kondenzacija vodne pare na zunanjih površinah
- Omočljivost steklenih površin

4.2 Razlaga pojmov

4.2.1 Pojav interference

Pojav interference svetlobe, viden v obliki spektralnih barv, lahko nastane pri izolacijskih steklih, ki so sestavljena iz dveh stekel kvalitete Float. Optična interferenca je pojav, ko se v isti točki srečajo in prekrivajo dve ali več svetlobnih valovanj.

Manifestira se v obliki bolj ali manj intenzivnih barvnih pasov, ki s pritiskom na steklo spreminjajo svoj položaj. Ta optični efekt je zaradi planparalelnosti steklenih površin še bolj izrazit. Planparalelnost površin pa je pogoj, če želimo imeti optično nepopačen pogled skozi steklo. Nastanek interference svetlobe je slučajen in nanj ne moremo vplivati.

4.2.2 Učinek dvojnega stekla

V izolacijskem steklu je s pomočjo robnega tesnjenja hermetično zaprt določen volumen zraka oziroma plina. Njegovo začetno stanje je odvisno od višine zračnega pritiska in temperature v času izdelave, ter od nadmorske višine, na kateri je mesto proizvodnje. Če je izolacijsko steklo vgrajeno na drugačni nadmorski višini ali pa če se spremeni vrednost enemu od klimatskih parametrov (temperatura, pritisk), se to manifestira v obliki konveksne ali konkavne deformacije enega ali obeh stekel.

Posledica teh deformacij je optična izkrivljenost pri pogledu na oziroma skozi steklo.

Posebno intenzivna je popačenost odbojne slike kadar je ozadje stekla temno in pa pri steklih s kovinskimi nanosi. Pojav je fizikalno pogojen.

4.2.3 Pojav anizotropije

Anizotropija je fizikalen pojav, ki je opazen le pri toplotno obdelanemu steklu in izhaja iz njegove značilne razporeditve notranjih napetosti. V odvisnosti od kota opazovanja, se pri gledanju pri polarizirani svetlobi in (ali) pri gledanju skozi polarizirano steklo, lahko opazijo temnejši krogi ali proge.

Del dneвне svetlobe je vedno v polariziranem stanju. Intenzivnost je odvisna od vremena in položaja sonca. Pri opazovanju pod majhnim kotom ali tudi na vogalu pri medsebojnih steklih, je takšen dvojni lom svetlobe še močnejše opazen.

4.2.4 Kondenzacija vodne pare na zunanjih površinah izolacijskih stekel

Vodna para lahko kondenzira na steklu le tedaj, ko je njegova površina hladnejša od zraka, ki ga obdaja (na primer rosa na avtomobilskih steklih).

Na nastanek kondenzacije vplivajo toplotna prevodnost (U_g) stekla, vlažnost zraka, kroženje zraka ter notranja in zunanja temperatura.

Kondenzacijo pare na površini stekla, ki je obrnjena v prostor, lahko povzroči omejevanje cirkulacije zraka. Zastoj lahko nastane zaradi globoke okenske police, zaves, žaluzij ali cvetličnih korit, neugodne namestitve grelnih teles ali zaradi nezadostnega zračenje.

Na površini stekla z visoko toplotno izolacijo, ki je orientirana proti okolici, lahko pride do kondenzacije vodne pare zaradi visoke relativne vlage v zunanem zraku in zato, ker je temperatura okoliškega zraka višja od temperature na zunanji površini stekla.

4.2.5 Omočljivost steklenih površin

Omočljivost površin steka ni vedno enaka. Dotik proizvodnih valjev, prstov, vzorčastega papirja, vakuumskih prijemal, etiket, ostanki tesnil, silikonski sestavni deli, maziva ali vplivi okolja, lahko povzročijo na površini stekla minimalne spremembe v strukturni zgradbi. Kadar so stekla mokra, zaradi kondenza, dežja ali pri čiščenju, je na tako spremenjenih površinah lom svetlobe drugačen in sledi odtisov so vidne. Ko se steklo posuši, ti odtisi izginejo.