



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

Datum izdaje: Marec 2019

Uvod

Stekleni izdelki v gradbeništvo se izdelujejo in vgrajujejo za različne namene uporabe. V osnovi lahko razlikujemo med enojnimi stekli (monolitno steklo ali lepljeno steklo sestavljeno iz minimalno dveh stekel) in izolacijskimi stekli kot kombinacija več enojnih stekel z medstekelnimi prostori, za katere veljajo specifična tehnična pravila.

Glede na lastnosti izdelka, morajo stekla skozi različne proizvodne korake. Vsak proizvodni korak ima lahko vpliv na vizualno kakovost stekla. Že pri proizvodnji enojnega stekla, nastanejo neizogibni optični pojavi, ki se lahko zmanjšajo samo z vizualno kontrolo in odstranitvijo delov z napako. To velja tudi za vse nadaljnje predelovalne korake.

Ta smernica naj vizualno kakovost stekla opisuje tako, da dovoljuje sprejemljivo razmerje med stroški in uporabo. V vsakem primeru se priporoča, da se pogodbeni partnerja sporazumeta o dobavljenem nivoju kakovosti (na primer natančni podatki v lastnostih). Smernica izpolnjuje vsaj zahteve iz dodatka F, EN 1279-1:2018 in definira standard kakovostnega nivoja. Zahteve, ki so višje od te standardne kakovosti, se dogovorijo posebej.

1. Področje uporabe

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

Stekla na stikalo/zatamnjevanje in stekla z vgrajenimi premičnimi napravami, se ocenjujejo v transparentnem/svetlem stanju.

Smernica ne velja za stekla posebne izvedbe, kot na primer stekla, ki imajo vgrajena ornamentna stekla, žična stekla, posebna varnostna stekla (varnostna lepljena stekla in lepljena stekla iz več kot dveh stekel), protipožarna stekla in netransparentne proizvode iz stekla. Te proizvode ocenjujemo skladno s specifičnimi lastnostmi vgrajenih materialov, z uporabljenimi tehnologijami in z navodili proizvajalca. Vgrajene elemente v medstekelnem prostoru ali v lepljenem steklu, se ne ocenjujejo.

Ocenjevanje vizualne kakovosti robov na proizvodih iz stekla ni predmet te smernice. Za proste robove odpade kriterij ocenjevanja cone steklitvene brazde, namesto tega velja najmanj ocenjevanje za robno cono oziroma po dogovoru. Zato mora kupec ob naročilu opozoriti, kakšen je namen uporabe stekla.

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 napake ne smejo biti posebej označene.

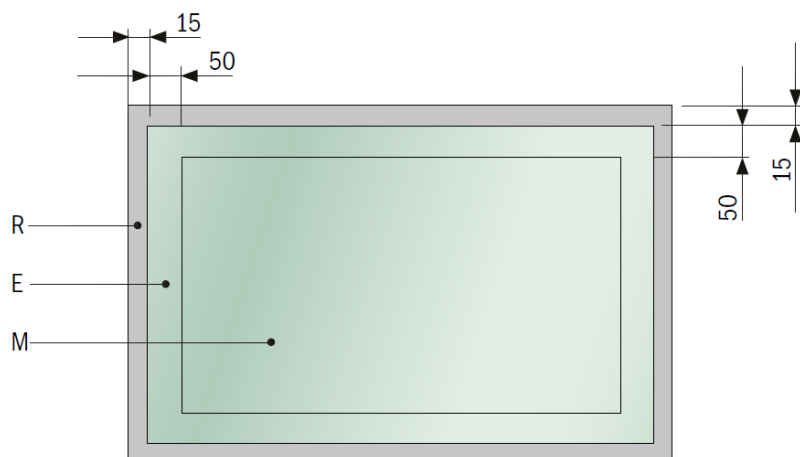
Od znotraj navzven se zasteklitev preverja v skladu s tabelami v 3 točki, iz razdalje najmanj 1 metra, v trajanju do 1 minute na m² in kotom opazovanja, ki ustreza normalni uporabi prostora (v področju od vertikale do kota 30° na stekleno površino). Steklo se opazuje pri difuzni svetlobi (kot pri oblačnem vremenu) brez direktne sončne ali umetne svetlobe. Za ocenjevanje v proizvodnem procesu moramo simulirati te pogoje.

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. Spremembe osvetlitve prostora, na primer z montažo novih luči, lahko spremenijo optični vtis zasteklitev.

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

3. Dovoljena odstopanja v vizualni kakovosti stekla za gradbeništvo

3.1 Cone za določanje vizualne kakovosti



R = cona steklitvene brazde (angl. rabbet):

15 mm področje, ki je običajno skrito v okvirju (z izjemo mehanskih poškodb roba, brez omejitev – glej tudi poglavje 4.1.3). Za proste robove odpade opazovalni kriterij cona steklitve brazde.

E = robna cona (angl. edge):

Področje na robu vidne površine, s širino 50 mm.

Za rob stekla < 500 mm se uporabi 1/10 dolžine roba kot robna cona.

M = glavna cona (angl. main):

Ostalo področje

3.2 Dovoljene napake za dvoslojna izolacijska stekla iz kombinacije float stekla, ESG, TVG z nanosom ali brez nanosa

Cone	Velikost napake (\varnothing v mm)	Velikost stekla S (m^2)			
		$S \leq 1$	$1 < S \leq 2$	$2 < S \leq 3$	$S > 3$
R	Vse velikosti	Neomejeno			
E	$\varnothing \leq 1$	Dovoljeni sta maksimalno 2 v področju velikosti $\varnothing \leq 20$ cm			
	$1 < \varnothing \leq 3$	4	1 na meter obsega dolžine roba		
	$\varnothing > 3$	Ni dovoljeno			
M	$\varnothing \leq 2$	2	3	5	$5 + 2$ na vsak m^2 nad $3 m^2$
		Dovoljena je maksimalno 1 v področju velikosti $\varnothing \leq 50$ cm			
	$\varnothing > 2$	Ni dovoljeno			

Tabela 1: Dovoljeno število točkovnih napak

Cone	Velikosti in vrste (\varnothing v mm)	Velikost stekla S (m^2)	
		$S \leq 1$	$1 < S$
R	Vse	Neomejeno	
E	Točke $\varnothing \leq 1$	Dovoljene so 3 v vsakem področju velikosti $\varnothing \leq 20$ cm	
	Točke $1 < \varnothing \leq 3$	4	1 na meter obsega dolžine roba
	Madež $\varnothing \leq 17$	1	
	Točke $\varnothing > 3$ in madeži $\varnothing > 17$	Ni dovoljeno	
M	Točke $\varnothing \leq 1$	Dovoljene so 3 v vsakem področju velikosti $\varnothing \leq 20$ cm	
	Točke $1 < \varnothing \leq 3$	Ni dovoljeno	
	Točke $\varnothing > 3$ in madeži $\varnothing > 17$	Ni dovoljeno	

Tabela 2: Dovoljeno število napak (točke in madeži)

Cone	Posamezne dolžine (mm)	Seštevek posameznih dolžin (mm)
R	Neomejeno	
E	≤ 30	≤ 90
M	≤ 15	≤ 45

Tabela 3: Dovoljeno število prask

Večja grupiranja lasnih prask niso dovoljena.

Dovoljeno odstopanje v vgrajenem stanju, se poveča za 25 % na dolžino zgoraj navedenih vrednosti. Rezultat se vedno zaokroži na celih 5 mm. Moteča področja (kolobarji) ne smejo biti večja kot 3 mm.

V coni steklitvene brazde R je dovoljeno: na zunanji površini ravne robne poškodbe oziroma školjke, ki ne vplivajo na trdnost stekla in so manjše od širine robnega tesnjenja kot tudi školjkice v notranjosti brez prostih delčkov, ki so zapolnjene s tesnilno maso.

3.3 Dovoljena odstopanja za troslojna izolacijska stekla, lepljena stekla (VG) in lepljena varnostna stekla (VSG)

Dovoljena odstopanja cone E in M v tabeli 1 do 3, se povišajo na vsako dodatno steklo in vsako dodatno lepljeno steklo za 25 % zgoraj navedenih vrednosti. Rezultat se vedno zaokroži.

3.4 Dovoljena odstopanja za monolitna enojna stekla

Dovoljena odstopanja cone E in M v tabelah 1 do 3, se zmanjšajo za 25 % zgoraj navedenih vrednosti. Rezultat se vedno zaokroži.

3.5 Dodatne zahteve pri termično obdelanih steklih

Za kaljeno varnostno steklo (ESG) in delno kaljeno steklo (TVG) kot tudi za lepljeno steklo (VG) in lepljeno varnostno steklo (VSG) iz ESG in/ali TVG velja:

- 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 mm, lahko nastopijo tudi večja odstopanja v planimetriji.

Za lepljene steklene konstrukcije so potrebne višje zahteve, da lahko zadostimo predpisom glede geometrije lepilnega spoja.

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 tabel v tretji točki. V nekaterih primerih moramo upoštevati tudi posebnosti, katerih pojavnost je proizvodno pogojena. V primerih, kot so npr. posebne zasteklitve, 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. Zaradi funkcijskih razlogov se uporabljajo stekla z nanosi. 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, ravnost distančnika

Na vidnem delu robnega tesnjenja, torej izven svetle površine stekla, so na steklu ali pa na distančniku lahko vidna proizvodno pogojena odstopanja.

Ta odstopanja so lahko na robnem tesnjenju vidna, kadar zaradi konstrukcijskih zahtev eden ali več robov izolacijskega stekla niso skriti v ležišču okvirja.

Dovoljeno odstopanje vzporednosti distančnika od ravnega roba stekla ali od ostalih distančnikov (na primer troslojno izolacijsko steklo) znaša do dolžine roba:

< 2,5 m	3 mm
2,5 m – 3,5 m	4 mm
> 3,5 m	5 mm

Odstopanje ne sme prekoračiti 2 mm na dolžini roba 20 cm.

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 določen zasteklitveni 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 rezi žaganja so proizvodno pogojeni. Večje luščenje barve v področju rezanja ni dovoljeno.

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 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.

Na površinah stekla lahko nastane večkratna refleksija različnih velikosti. 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 dnevne 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 zračenja.

Na površini stekla z visoko toplotno izolacijo, ki je orientirana proti okolici, lahko pride do kondenzacije vodne pare zaradi visoke relativne vlage v zunanjem 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.