



Izdajatelj:

Zvezno združenje cehev steklarske obrti – Hadamar

Zvezno združenje mladih steklarjev in mizarjev stavbnega pohištva – Hadamar

Zvezno združenje: veletrgovina s ploščatim steklom, proizvodnja izolacijskega stekla,  
oplemenitenje stekla Troisdorf

Zvezno združenje industrije stekla in mineralnih vlaken – Düsseldorf

Te smernice so sestavili

Tehnični svet Inštituta za steklarsko obrt in tehniko zastekljevanja – Hadamar in

Tehnični odbor zveznega združenja: veletrgovina s ploščatim steklom, proizvodnja izolacijskega  
stekla, oplemenitenje stekla Troisdorf

Sestavljeno: Junij 2004

## 1. Področje uporabe

Te smernice veljajo za ocenjevanje vizualne kakovosti stekel, ki so namenjena uporabi v gradbeništvu. 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. Stekljeni proizvodi izdelani iz stekel z nanosi, v masi obarvanih stekel, stekel z ne transparentnimi nanosi, lepljenih in prednapetih stekel (kaljenih in delno kaljenih), se tudi lahko vrednoti s pomočjo Tabele v 3 točki.

Smernica se lahko le delno uporablja tudi za ocenjevanje stekel s posebnimi sestavami: za stekla z vgrajenimi elementi v medstekelnem prostoru ali v lepilnem sloju, za ornamentna stekla ter za proti vlomna in proti požarna 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 robne cone. 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 objektih 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**

Cone	Dovoljena napake v enem kosu stekla
F	Poškodbe ali školjkasti lom na zunanjih stekleni robovih, ki pa ne smejo vplivati na trdnost stekla
	Školjkasti lom na notranjih steklenih robovih, ki pa je izpolnjen s tesnilno maso
	Število točkastih in ploskovnih napak in risov je neomejeno
R	<b>Vključki, mehurčki, pike, madeži ipd.</b> Velikost stekla $\leq 1 \text{ m}^2$ max. 4 kosi z $\varnothing \leq 3 \text{ mm}$ Velikost stekla $> 1 \text{ m}^2$ max. 1 kos z $\varnothing \leq 3 \text{ mm}$ na 1 tekoči meter steklenega roba
	<b>Točkasti ostanki v medstekelnem prostoru</b> Velikost stekla $\leq 1 \text{ m}^2$ max. 4 kosi z $\varnothing \leq 3 \text{ mm}$ Velikost stekla $> 1 \text{ m}^2$ max. 1 kos z $\varnothing \leq 3 \text{ mm}$ na 1 tekoči meter steklenega roba
	<b>Madeži večjih površin v medstekelnem prostoru</b> Bledo sivi ali transparentni: max. 1 kos $\leq 3 \text{ cm}^2$
	<b>Praske</b> – dolžina posamezne: max. 30 mm; seštevek vseh skupaj: max. 90 mm
	<b>Lasne praske</b> - večja grupiranja niso dovoljena
	<b>H</b>
	<b>Praske</b> – posamezna: max. 15 mm; seštevek vseh skupaj: max. 45 mm
	<b>Lasne praske</b> - večja grupiranja niso dovoljena
R + H	Maksimalno število dovoljenih napak je enako kot v coni R 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.

**Navodila:**

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

**Lepljeno in varnostno lepljeno steklo:**

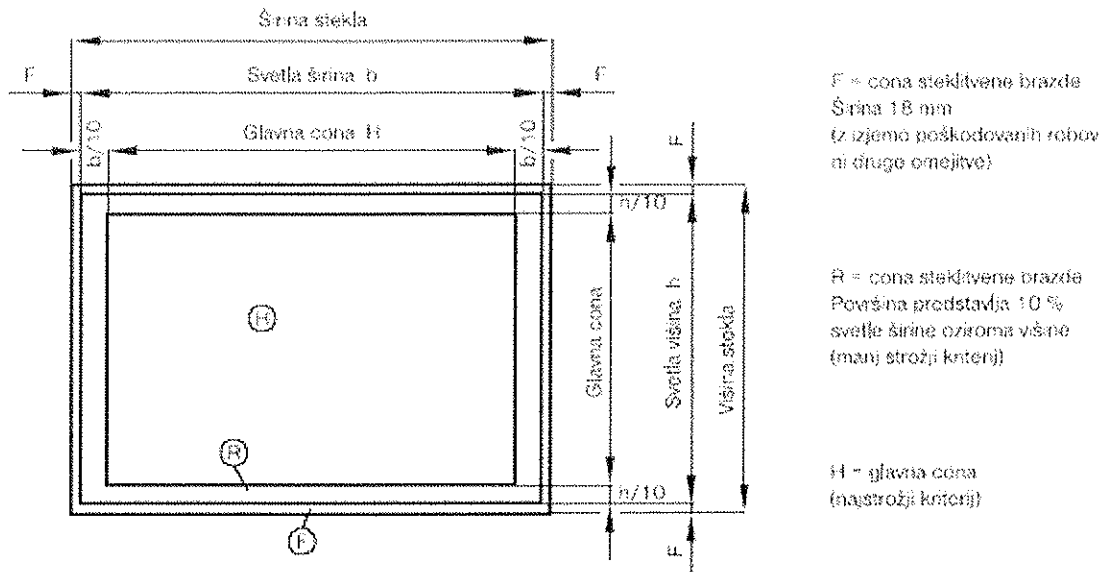
1. Za vsako dodatno steklo v sendviču se v coni R in H število dovoljenih napak poveča za 50%.

2. GH-lepljena stekla lahko imajo proizvodnjo pogojeno valovitost

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

1. Lokalna valovitost na stekleni površini (razen pri ornamentnem steklu), merjena na razdalji 300 mm, ne sme biti večja od 0,3 mm.

2. Pri steklih z debelino  $\geq 6 \text{ mm}$  (razen pri ornamentnem steklu), lahko vzdolž steklenega roba izmerjena ukrivljenost znaša 3 mm na 1000 mm dolžine. Ostale, npr. manjše dovoljene valovitosti morajo biti dogovorjene. 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.



#### 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 izolirnost, 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 oz. 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. protivlomna 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 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 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, se ne moremo izogniti.

##### 4.1.4 Ocenjevanje vidnega dela robne cone 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.

##### 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 zgornji Tabeli. V splošnem pa v teh primerih med drugim veljajo naslednji standardi in smernice:

- Tehnične smernice steklarske obrti
- Evropski standardi za ocenjevane proizvode
- VOB DIN 18 361 Izvajanje zasteklitev
- Navodilo za čiščenje stekla, ki ga je izdalo nemško zvezno združenje steklarske obrti
- Navodila proizvajalca za pravilno vgradnjo



#### 4.1.5 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, 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. Pojav ni predmet reklamacije. Del dnevne svetlobe je vedno v polariziranem stanju. Intenzivnost je odvisna od vremena in položaja sonca. Pri opazovanju pod majhnim kotom 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 nastanek kondenzacije vplivajo toplotna prevodnost (U) 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. Zastoja lahko nastane zaradi



globoke okenske police, zaves 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 zunanjem zraku ali pa zato, ker je temperatura okoliškega zraka višja od temperature na zunanji površini stekla.

#### 4.2.5 Omočljivost steklenih površin

Omočljivost zunanjih površin izolacijskega stekla ni vedno enaka. Dotik proizvodnih valjev, vakuumskih prijemal, etiket ipd., lahko povzroči na površini stekla minimalne spremembe v strukturni zgradbi. Kadar so stekla mokra, je na tako spremenjenih površinah lom svetlobe drugačen in sledi odtisov so vidne. Ko se steklo posuši, ti odtisi izginejo.