



TVORNIČKI STANDARD

Izdanje 5

Prosinac 2014

POPIS SADRŽAJA- SADRŽAJ

I. DIO – SLOJEVITA IZO STAKLA

1. Uvod
- 1.1 Predmet standarda
- 1.2 Nazivi

2. Oznake
 - 2.1 Način obilježavanja stakla
 - 2.2 Primjeri oznaka na distančnom profilu

3. Zahtjevi
 - 3.1 Trajnost slojevitog IZO stakla
 - 3.2 Oblici i dimenzije slojevitog IZO stakla
 - 3.3 Materijal
 - 3.4 Izvedba
 - 3.5 CE oznake i etikete

4. Pakiranje, čuvanje, prijevoz i montaža
 - 4.1 Pakiranje
 - 4.2 Čuvanje
 - 4.3 Prijevoz
 - 4.4 Montaža

5. Testiranje
 - 5.1 Ispitivanja i kontrola
 - 5.2 Opis ispitivanja
 - 5.3 Vizualna ocjena
 - 5.4 Fizičke karakteristike koje se ne ocjenjuju
 - 5.5 Pranje i čišćenje stakla

II. DIO – SPECIJALNA STAKLA ZA POSEBNE NAMJENE

1. Obrada rubova
 - 1.1 Rezanje stakla
 - 1.2 Obaranje rubova
 - 1.3 Brušenje, poliranje i skošavanje rubova

2. Bušenje, izrezivanje i glodanje otvora
 - 2.1 Bušenje
 - 2.2 Izrezivanje i glodanje otvora
 - 2.3 Izrezivanje rubova i kutova

3. Nanošenje keramičkih boja
 - 3.1 Pojašnjenja
 - 3.2 Ocjenjivanje stakla presvučenog keramičkim emajlom
 - 3.3 Ocjenjivanje boja
 - 3.4 Naknadne informacije

4. Toplinska obrada
 - 4.1 Osobine kaljenog stakla
 - 4.2 Kaljenje

4.3 Zahtjevi i testiranje termički tretiranog stakla

5. Ljepljeno staklo

5.1 Definicije prema EN ISO 12543-1, EN 357

5.2 Dopuštena odstupanja dimenzija ljepljenog slojevitog stakla (prema EN ISO 12543-5)

5.3 Dopušteni nedostaci ljepljenog stakla

5.4 Obilježavanje zaštitnih stakala prema EN 356

5.5 Obilježavanje vatrootpornih stakala prema EN 357

5.6 Obilježavanje i oznake ravnih stakala prema EN 12600

6. Tvornička kontrola proizvodnje

III. DIO - KATALOG OBLIKA

IV. DIO - LITERATURA

I. DIO – SLOJEVITA IZO STAKLA

1. Uvod

1.1 Predmet standarda

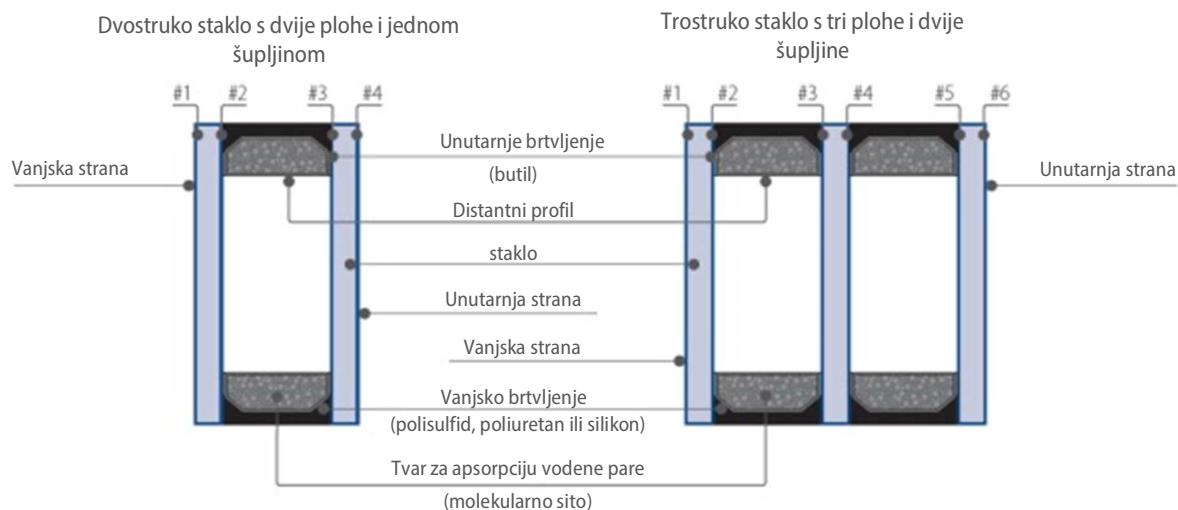
1.1.1 Slojevita IZO stakla

Slojevito izolacijsko staklo (IGU)

Kombinacija dviju ili više staklenih ploha koje su rubno spojene pomoću jednog ili više distantnih profila (distancera), rubno hermetički zatvorena, mehanički stabilna i trajna. Pravilan izbor dimenzija, konstrukcije, svojstava i tipa ploha za slojevito staklo određuju uvjeti primjene stakla te izračuni vezani za tu primjenu.

Slojevito izolacijsko staklo je uglavnom namijenjeno za prozore, vrata, nosive i pregradne zidove, krovove, gdje je potrebna zaštita rubova od neposrednog UV zračenja.

U slučaju da nema potrebne zaštite rubova od neposrednog UV zračenja, npr. kod sustava strukturnog ostakljenja pomoću silikona, onda izrađujemo stakla u skladu s prilogom A standarda EN 1279-5. Prema tome je potrebno ovaj podatak navesti kod naručivanja.



Crtež br.1. Prikaz konstrukcije stakala rubno spojenih s jednim ili dva distantna profila

1.2 Nazivi

1.2.1 Nazivna debljina slojevitog dvostrukog stakla

Zbroj vrijednosti debljine pojedinačnih stakala i širine distantnog profila.

1.2.2 Nazivna debljina slojevitog trostrukog stakla

Zbroj vrijednosti debljine pojedinačnih stakala i širina distantnih profila.



NAPOMENA: Vrijednosti tolerancije kod odstupanja debljine slojevitih stakala u odnosu na zadatu debljinu prikazuje Tabela br. 1. Tvorničkog standarda.

2. Oznake

2.1 Način obilježavanja stakla

Sva slojevita stakla su trajno obilježena unutar distantnog profila uz navođenje sljedećih podataka:

- | | |
|-------------------|---|
| - EN 1279 | - europski standard |
| - PRESS GLASS SA | - naziv proizvođača |
| - 2013/09/14 8:15 | - datum i vrijeme proizvodnje |
| - (10114/12) | - interni broj narudžbenice u PRESS GLASS-u tzv. „lauf“ i pozicija stakla u „laufu“ (navedeno u zagradama) |
| - Z/63034/2013 | - broj narudžbe PRESS GLASS |
| - p.3 | - broj pozicije u narudžbi |
| - FL 4/16/TH1,1 4 | - opis debljine i naziva stakala (pretežno se u opisu konstrukcije prvo navodi vanjsko staklo), širine distancera |
| - Ar | - vrsta plina koji se koristi |



NAPOMENA: opis na distantnom profilu opcionalno može sadržavati nekoliko naknadnih informacija prema dogovoru s naručiteljem. PRESS GLASS vodi registar svih narudžbi u unutarnjem informatičkom sustavu. U slučaju bilo kojih nedoumica možemo pronaći sve podatke o narudžbi.

2.2 Primjeri oznaka na distantnom profilu

PN-EN 1279 PRESS GLASS SA 2013/09/14 8:15 (10114/12) Z/63034/2013 p.3 FL 4/16/TH1,1 4 U=1,1 EN673
Ar 704x655

Dvostruko staklo izrađeno prema standardu EN 1279 proizvela firma PRESS GLASS SA dana 14.09.2013 u 8:15 sati, (interni broj „laufa“: 10114 pozicija 12.), broj narudžbe PRESS GLASS: Z/63034/2013 pozicija 3, od float (FL) i Thermofloat stakla (TH) jednakih debljina po 4mm, spojeno distantnim profilom širine 16mm(/16/), U=1,1 prema EN673, ispunjeno argonom (Ar), čije dimenzije iznose: 704x655mm.

PN-EN 1279 PRESS GLASS SA 2013/09/14 12:54 (10117/11) Z/63037/2013 p.8 TH1,0 4/16CH.ULT7035/FL4/
16CH.ULT7035/TH1,0 4 U=0,5 EN673 Ar

Trostruko staklo izrađeno prema standardu EN1279 proizvela firma PRESS GLASS SA dana 14.09.2013 u 12:54 sati, (interni broj „laufa“: 10117 pozicija 11.), broj narudžbe PRESS GLASS: Z/63037/2013 pozicija 8, od Thermofloat stakla (TH) i float stakla (FL) jednakih debljina po 4mm, spajenih distantnim profilima iste širine 16mm, U=0,5 prema EN673, ispunjeno argonom (Ar)

3. Zahtjevi

3.1 Trajnost slojevitog IZO stakla

Trajnost slojevitog IZO stakla je osigurana zadovoljavanjem sljedećih uvjeta:

- pokazatelj prodora vlage, vrijednost I, u skladu sa standardom EN 1279-2,
- izdržljivost rubnog brtvljenja u skladu sa standardom EN 1279-4,
- proizvodni proces u skladu sa standardom EN 1279-6,
- ispunjavanje zahtjeva iz poglavlja 4.4 i priloga B standarda EN 1279-5 (vidi Napomena 1),
- kod slojevitih izolacijskih stakala ispunjenih plinom, ispunjeni zahtjevi za koncentraciju i brzinu propuštanja plina u skladu sa standardom EN 1279-3.



NAPOMENA 1: Trajnost proizvoda od stakla ovisi o:

- kretanju zgrada i konstrukcija izazvanim djelovanjem raznog tipa;
- vibracijama zgrada i konstrukcija izazvanim djelovanjem raznog tipa;
- deformacijama i oštećenju nosive konstrukcije stakla izazvanim djelovanjem raznog tipa;
- projektu nosive konstrukcije stakla (npr. odvod vode iz profila, zaštita od neposrednog kontakta elemenata konstrukcije i stakla);
- točnim dimenzijama nosive konstrukcije stakla i potpornih elemenata stakla;
- kakvoći montiranja potpornih elemenata stakla u nosivoj konstrukciji;
- kakvoći postavljanja nosive konstrukcije stakla u/na zgradama ili konstrukcijama;
- širenju nosive konstrukcije stakla zbog vlage koja se apsorbira iz zraka ili drugih izvora;
- kakvoći postavljanja proizvoda od stakla u odnosno na njegovu nosivu konstrukciju.



NAPOMENA 2: Kod primjene trostrukog slojevitog stakla koje se sastoji od presvučenih staklenih ploha (od kojih jedna je po sredini), obzirom na toplinsko opterećenje preporučuje se provođenje postupka kaljenja. Konačna odluka je na naručitelju.

Kod primjene slojevitog IZO stakla s povećanim pokazateljem apsorbiranja energije postupak kaljenja je neophodan.



NAPOMENA 3: Kod projektiranja slojevitog IZO stakla treba isto voditi računa o dopuštenoj radnoj temperaturi brtvljenja.

3.2 Oblik i dimenzije slojevitog IZO stakla

U slučaju izolacijskih slojevitih stakala u obliku pravokutnika prvo se navodi širina, a zatim visina. Dimenzije se navode u punim milimetrima. Minimalne dimenzije slojevitog IZO stakla koje je moguće izraditi iznose 250 x 180 mm.

Nakon dogovaranja između proizvođača i naručitelja mogu se izraditi slojevita stakla drugog oblika osim pravokutnog. Potrebno je svaki put kod naručivanja navesti sve dimenzije u skladu s Katalogom oblika koji se nalazi u III. dijelu ovog standarda. Ukoliko se neka od dimenzija oblika stakla ne može odrediti, treba dostaviti uzorak šablona u veličini 1:1 napravljen od tvrdog kartona, šperploče, eventualno tehnički crtež uzorka. Vanjski rubovi šablona će činiti rubove stakla. Kod slojevitog stakla napravljenog po šablioni, tolerancije u odnosu na dimenzije primijenjenog stakla moraju predviđati naknadno odstupanje ± 2 mm. Šabline se čuvaju 30 dana od datuma proizvodnje stakla. Nakon tog perioda, reklamacije stakala po pitanju dimenzija, neće se uvažavati.



NAPOMENA 1: Ukoliko tijekom proizvodnje stakala nisu navedeni podaci o drugom obliku koji se razlikuje od pravokutnog, pretpostavlja se da je oblik stakla prikazan kako se vidi unutar prostorije (ovo se odnosi na firme koje se bave proizvodnjom pvc i drvene stolarije).



NAPOMENA 2: Ukoliko u narudžbama koje se odnose na ornamentno staklo nije navedeno na koji način treba rasporediti uzorak, standardno se pretpostavlja da uzorak treba prolaziti duž dimenzije koja je u narudžbi navedena kao visina stakla.

- !** NAPOMENA 3: U slučaju reflektirajućeg stakla treba u narudžbi navesti položaj reflektirajućeg sloja u staklu (pozicija prema Crtežu br.1.). Preporučuju se poz. #2 ili #3, a u trostrukom staklu također i #4 i #5. Slojevito IZO staklo može biti izrađeno od monolitnih i ljepljenih ploha različitih debljin spojenih distantnim profilima. Debljina slojevitog IZO stakla ne bi smjela odstupati od zadane debljine dogovorene između proizvođača i naručitelja iznad vrijednosti graničnih tolerancija navedenih u Tablici br.1. (Tablica 3. – prema EN 1279-1).

Tablica br. 1.

Tolerancije debljine slojevitog IZO stakla u odnosu na zadanu debljinu

Prvo staklo	Drugo staklo	IGU tolerancija debljine
a) Popušteno staklo ¹⁾	Popušteno staklo	± 1,0 mm
b) Popušteno staklo	Kaljeno ili djelomično kaljeno staklo ²⁾	± 1,5 mm
c) Popušteno staklo debljina ≤ 6 mm ili kompletna debljina ≤ 12 u drugim slučajevima	Ljepljeno staklo ³⁾	± 1,0 mm ± 1,5 mm
d) Popušteno staklo	Ornamentno staklo	± 1,5 mm
e) Kaljeno ili djelomično kaljeno staklo	Kaljeno ili djelomično kaljeno staklo	± 1,5 mm
f) Kaljeno ili djelomično kaljeno staklo	Kompozit staklo – plastika ⁴⁾	± 1,5 mm
g) Kaljeno ili djelomično kaljeno staklo	Ornamentno staklo	± 1,5 mm
h) Kompozit staklo – plastika	Kompozit staklo – plastika	± 1,5 mm
i) Kompozit staklo – plastika	Ornamentno staklo	± 1,5 mm

¹⁾ Debljine ploha su definirane nazivnim vrijednostima.

²⁾ Kaljeno sigurnosno staklo, djelomično kaljeno staklo ili kemijski očvrsnuto staklo.

³⁾ Ljepljeno staklo ili sigurnosno ljepljeno staklo koje se sastoji od dvije float staklene plohe nakon popuštanja (svaka maksimalne debljine od 12 mm) i međusloja od umjetne mase. Kod drugog tipa ljepljenog stakla ili sigurnosnog ljepljenog stakla vrijedi EN ISO 12543-5, a zatim primjenjuju se pravila računanja navedena ispod (toč. 5.3.3. prema standardu EN 1279-1).

Tolerancija debljine slojevitog izolacijskog stakla s više praznina između staklenih ploha određuje se na sljedeći način:

- definirati tolerancije svakog sastavnog elementa stakla/šupljine između ploha/stakla prema Tablici br. 1. (Tablica 3. – prema EN 1279-1);
- podići ove vrijednosti na kvadrat;
- zbrojiti vrijednosti na kvadrat;
- izračunati kvadratni korijen zbroja.

⁴⁾ Kompoziti stakla/plastike sastoje se od ljepljenog stakla koje sadrže najmanje jednu plohu od plastike za ostakljenja, vidi EN ISO 12543-1.

Tablica br. 2.

Orijentacijske maksimalne površine za slojevita IZO stakla*

Debljina sloja stakla [mm]	Maksimalni odnos bokova [-]	Maksimalna površina [m ²]	Maksimalna duljina boka [mm]	Minimalni međuprostor između ploha [mm]	Primjer opisa kombinacije
3	1:6	1,5	1500	9	3-9-3
		2,00	2000	6	4-6-4
		2,50	2500	9	4-9-4
		3,35	2500	12	4-12-4
		3,35	2500	16	4-16-4
	1:10	2,50	2500	6	5-6-5
		3,50	3000	9	5-9-5
		5,00	3300	12	5-12-5
		5,00	3300	16	5-16-5
		3,00	3000	6	6-6-6
6	1:10	4,50	3000	9	6-9-6
		7,00	3500	12	6-12-6
		7,00	3500	16	6-16-6
		4,00	3000	6	8-6-8
8	1:10	6,00	3000	9	8-9-8
		8,75	3500	12	8-12-8
		10,00	5000	16	8-16-8
		13,50	5000	16	10-16-10
10	1:10	13,50	6000	16	12-16-12
12	1:10	13,50	6000	16	12-16-12

- maksimalna duljina drugog boka stakla obzirom na proizvodni proces je ograničena do 3000 mm, kod ESG, TVG, VSG 2800 mm,
- kod slojevitog IZO stakla koje se sastoji od staklenih ploha različite debljine, površina je uvijek ograničena stakлом manje debljine,
- kod preračunavanja debljine ljepljenog stakla u odnosu na debljinu float stakla primjenjuje se koeficijent 0,63.
- distanti profili koji se primjenjuju imaju širinu iznad 16mm i odgovaraju im isti podaci iz tabele koji vrijede za šupljinu između staklenih ploha koja iznosi 16 mm.

*Navedene u tablici maksimalne dimenzije slojevitog IZO stakla koje proizvodimo vrijede uz ispunjavanje sljedećih uvjeta:

- 1 – okomita stakla,
- 2 – visina 0 – 8 m iznad površine tla,
- 3 – klinovi na četiri boka,
- 4 – osim ostakljenja vanjskih kutova zgrada,
- 5 – uz pretpostavljeno srednje opterećenje od vjetrova koji pušu u Poljskoj.

! Gore navedeni podaci su isključivo sugestija savjetodavnog karaktera. Ne predviđaju opterećenja konstrukcije zgrade niti dinamičkih opterećenja, već uzimaju u obzir samo statička opterećenja slojevitih IZO stakala. Gornje preporuke prije primjene treba odobriti projektant ovlašten za projektiranje uz pridržavanje svih propisa Zakona o graditeljstvu.

Tablica br. 3.

**Učinkovitost brtvljenja slojevitog IZO stakla prema EN 1279 -1 Staklo u graditeljstvu.
Slojevita izolacijska stakla Prilog B.**

Primjena	Učinkovitost brtvljenja	Važeća metoda	Zahtjev prema
Svi IGU sustavi	Propuštanje vodene pare	EN 1279-2	EN 1279-2
	Adhezija brtvljenja stakla	EN 1279-4	EN 1279-4
IGU sustavi popunjeni plinom	Propuštanje plina	EN 1279-3	EN 1279-3
Koncentracija plina	—	Tvornička kontrola proizvodnje prema EN 1279-6	EN 1279-6, Prilog A.3

3.3. Materijal

3.3.1. Staklo

Vrstu i kakvoću stakla treba dogоворити између производа и нaručitelja prije početka realizacije narudžbe. Primjenjuju se sljedeće kombinacije:

a) osnovni proizvodi od stakla prema EN 572-1:

- float staklo prema EN 572-2
- armirano polirano staklo prema EN 572-3
- ravno vučeno staklo prema EN 572-4
- ornamentno valjano staklo prema EN 572-5
- ornamentno armirano staklo prema EN 572-6

b) osnovni proizvodi od specijalnog stakla:

- bor-silikatno staklo prema EN 1748-1-1
- stakleno-kristalne mase prema EN 1748-2-1
- silikatno staklo sa sadržajem alkalnih oksida metala prema EN 14178-1

c) tretirana stakla:

- djelomično kaljeno natrij-kalcij-silikatno staklo prema EN 1863-1
- kaljeno natrij-kalcij-silikatno staklo prema EN 12150-1
- kaljeno sigurnosno natrij-kalcij-silikatno staklo s toplinskim ispitivanjem prema EN 14179-1
- kemijski očvrsnuto natrij-kalcij-silikatno staklo prema EN 12337-1
- kaljeno sigurnosno bor-silikatno staklo prema EN 13024-1
- kaljeno sigurnosno silikatno staklo s alkalnim oksidima metala prema EN 14321-1
- ljepljeno i sigurnosno ljepljeno staklo prema EN ISO 12543 –1,-2,-3,-4,-5,-6
- presvućeno staklo prema EN 1096-1
- staklo s obrađenom površinom (npr. pjeskareno, tretirano kiselinom)

d) druga tretirana stakla, npr. kompozit staklo-plastika koji se sastoji od najmanje jednog osnovnog proizvoda od stakla ili tretiranog stakla kako je gore navedeno i od najmanje jednog sloja od umjetne mase

e) druga stakla navedena ili ne navedena u europskim specifikacijama.

Staklene plohe tretirane ili ne, mogu biti:

- prozirne, providne ili neprovidne
- bezbojne ili u boji.

3.3.2 Ostali materijali

Ostali materijali potrebni za izvedbu slojevitih IZO stakala moraju osigurati odgovarajuću kakvoću proizvoda sukladno zahtjevima standarda EN 1279 - 1÷6.

3.4 Izvedba

Tehnologija izvedbe stakala treba osigurati odgovarajuću kakvoću istih. Dimenzijska odstupanja proizlaze iz tolerancija u radu strojeva i uređaja.

Kod dvostrukih stakala od float stakla je dopušten pomak jedne plohe u odnosu na drugu od 1 mm.

Kod trostrukih stakala je dopušten pomak ploha max. do 1mm, a krajnjih ploha do 2 mm. Za kaljeno, sigurnosno ili drugo specijalno staklo, ako nije drugačije dogovorenog, primjenjuju se dimenzijska odstupanja navedena u Tabeli br. 4.

Tablica br. 4.

Sva stakla od float stakla i/ili ravnog vučenog stakla

Dimenzijske bokice	Debljina bokice	Odstupanje po širini i visini
$\leq 3\text{ m}$	$\leq 6\text{ mm}$	$\pm 2\text{ mm}$
	$> 6\text{ mm}$	$\pm 3\text{ mm}$
$> 3\text{ m}$	$\leq 6\text{ mm}$	$\pm 3\text{ mm}$
	$> 6\text{ mm}$	$\pm 4\text{ mm}$
S brtvljenjem staklo-staklo neovisno o dimenzijskoj	neovisno o debljini	$+1\text{ mm}$ -2 mm

Najmanje jedno staklo od kaljenog stakla

Dimenzijske bokice	Debljina bokice	Odstupanje po širini i visini
$\leq 3\text{ m}$	neovisno o debljini	$\pm 3\text{ mm}$
$> 3\text{ m}$	neovisno o debljini	$\pm 4\text{ mm}$

Najmanje jedno staklo od valjanog stakla

	Debljina valjanog stakla	Odstupanje po širini i visini
	$\leq 10\text{ mm}$	$\pm 4\text{ mm}$
	$> 10\text{ mm}$	$+8\text{ mm}$ -4 mm

Najmanje jedno staklo od ljepljenog (laminiranog) stakla

Dimenzije boka	Kompletna debljina ljepljenog stakla	Odstupanje po širini i visini
$\leq 1,5 \text{ m}$	$\leq 16 \text{ mm}$	$\pm 3 \text{ mm}$
	$> 16 \text{ mm}$	$\pm 4 \text{ mm}$
$> 1,5 \text{ m i } \leq 2,5 \text{ m}$	$\leq 16 \text{ mm}$	$\pm 4 \text{ mm}$
	$> 16 \text{ mm}$	$\pm 5 \text{ mm}$
$> 2,5 \text{ m}$	$\leq 16 \text{ mm}$	$\pm 5 \text{ mm}$
	$> 16 \text{ mm}$	$\pm 6 \text{ mm}$

U šupljini između stakala se mogu fiksno postaviti:

- ukrasni elementi (tzv. ukrasni profili).

Za osiguranje razmaka između ukrasnog profila i stakala ($\geq 2 \text{ mm}$ po strani) primjenjuju se prozirne distantne pregradice*.

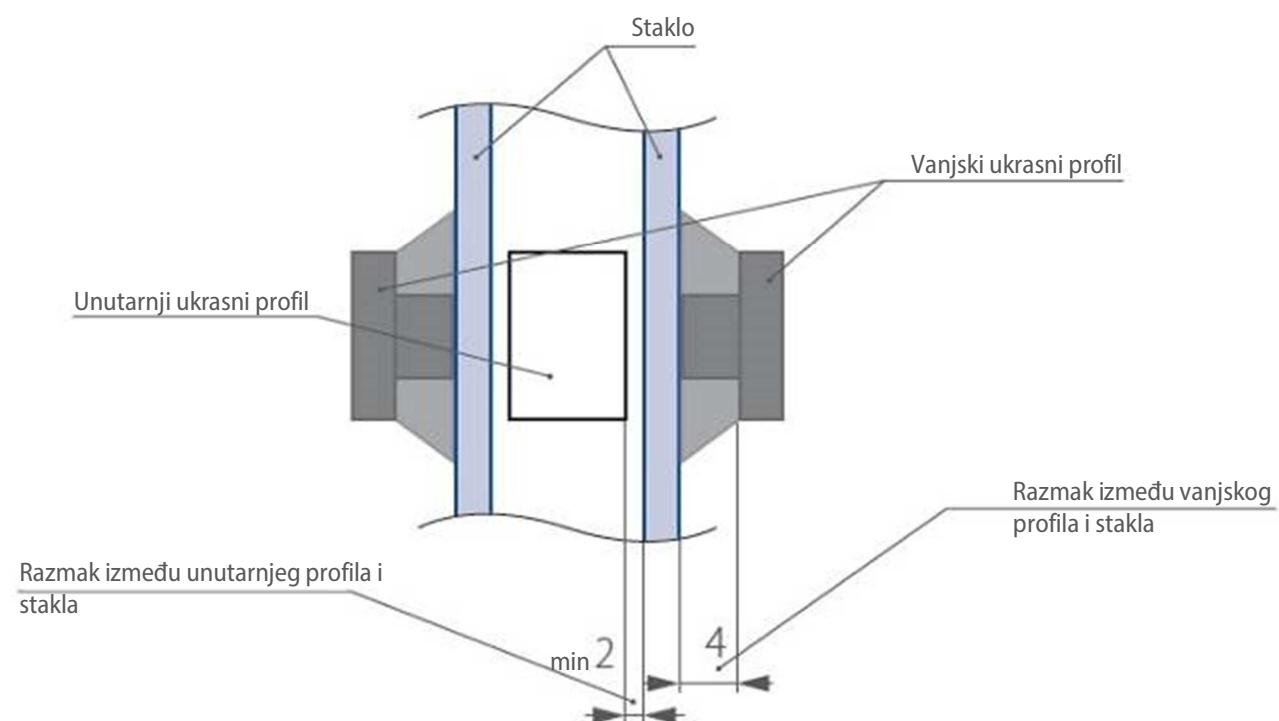
Uslijed negativnog djelovanja okoline povremeno se mogu pojavit vibracije kod ukrasnih profila. Ograničenju vibracija i stvaranju toplinskog mosta služe upravo ove pregradice, naljepljene na mjestima gdje se križaju ukrasni profili.

Porast temperature može prouzrokovati povećanje duljine ukrasnih profila a time i nevelike deformacije oblika istih. Pojavljivanje sirovog materijala, spojnih elemenata i manjih promjena boje na mjestu rezanja je izazvano proizvodnim procesom.

Količina i raspored pregradica ovisi o broju i duljini polja s ukrasnim profilima i odlučuje o tome proizvođač.

- elementi koji odvajaju slojevito IZO staklo na manja polja pomoću tzv. bečkih ukrasnih profila (duplex).

Primjenu bečkih ukrasnih profila drugih širina od aktualno ponuđenih treba svaki put dogovoriti. Bečki ukrasni profili se postavljaju u šupljini između stakala na način da sa svake strane ostane razmak od min. 2 mm između profila i stakla. Kod izvođenja lukova, bečki oblik čine dva distantna profila minimalnog polupromjera savijanja $R \geq 70 \text{ mm}$. U slučaju naručivanja slojevitog stakla na koje će se lijepiti ukrasni profili izvana potrebno je voditi računa o savijanju stakla zbog vremenskih uvjeta (temperatura, tlak) i tu činjenicu uzeti u obzir kod projektnih prepostavki. Rezultat će biti odgovarajuća debljina stakla navedena u narudžbi koja omogućuje pravilnu montažu i eksploataciju stakla takvog tipa. Pored toga kod postavljanja na staklo vanjskih ukrasnih profila ne smije se zaboraviti na odgovarajuće vezivo (preporučuje se mehani silikon otporan na vremenske prilike) koje spaja staklo i vanjski ukrasni profil i osigurava razmak od min. 4 mm.



Crtež br. 2. Postavljanje unutarnjih i vanjskih ukrasnih profila

U slučaju primjene ukrasnih profila između stakala postoji mogućnost:

- izrade polja u obliku luka, s tim da minimalni polupromjer savijanja iznosi:

- za profil širine 8 mm - $R \geq 80$ mm (samo luk)**
 - za profil širine 18 mm - $R \geq 170$ mm
 - za profil širine 26 mm - $R \geq 200$ mm
 - profil širine 45 mm - ne može se saviti,
 - izrade kombiniranog spajanja profila po širini
- * kod distantnih profila širih od 18 mm ne primjenjuju se pregradice (nije preporučena primjena ukrasnih profila ako razmak između stakala je veći od 18 mm).

** ne zaboraviti da ukrasni profil od 8 mm spaja se pomoću pregradica i u slučaju spajanja lučnog i ravног dijela polupromjer savijanja treba iznositi $R \geq 160$ mm

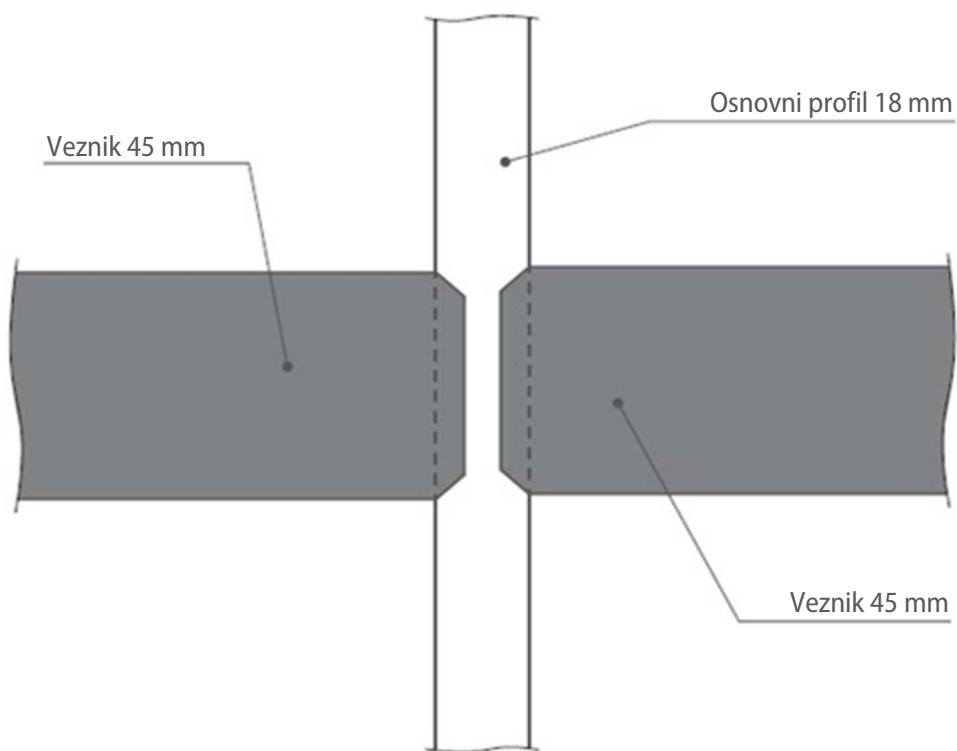
- izrade kombiniranog spajanja savijenih profila pod različitim kutovima,
- izrade spajanja profila pod različitim kutovima (primjeri se nalaze u ponudi profila).

Tablica br. 5.

Primjeri kombinacije spajanja ukrasnih profila između stakala

Osnovni profil Veznik	8 mm	18 mm	26 mm	45 mm	Maksimalne dimenzije polja [mm]
8 mm	+	-	-	-	700 x 700
18 mm	-	+	+	-	1200 x 700
26 mm	-	+	+	-	1200 x 700
45 mm	-	+	+	+	1200 x 1200

! NAPOMENA: U slučaju ukrasnih profila tipa DUPLEX (bečki ukrasni profili) maksimalne dopuštene dimenzije polja ne mogu prekoračiti 1200mm



Crtež br. 3 Primjer načina spajanja

3.4.1 Dimenzioniranje kod rasporeda ukrasnih profila

- Profili se prije svega izrađuju na način podjele profila koji je naveo kupac u narudžbi.
- U slučaju da način podjele profila nije naveden, isti se izrađuje na način dogovora s kupcem (upisano u naknadne zahtjeve ili dogovoreno u tijeku)
- Točnost rasporeda ukrasnih profila može odstupati od zadanih dimenzija maksimalno 2 mm.

3.4.2 Distantni profili

Koriste se distantni profili sa savijenim kutovima, spajani na bokovima najviše na 4 mesta (to se odnosi na svaku šupljinu slojevitog stakla) ili rezani distantni profili (ukoliko nema tehnoloških mogućnosti za savijanje ili za pravljenje nekih od oblika). Pojavljivanje sirovog materijala, spojnih elemenata, manjih promjena boje na mjestu rezanja je izazvano proizvodnim procesom. Razmak na spajanju profila ne može biti veći od 1 mm.

3.5 CE oznake i etikete

CE oznaka se nalazi na naljepljenoj etiketi (ukoliko to nije moguće onda se oznaka postavlja na pakiranju ili u priloženim popratnim dokumentima uz dostavu npr. potvrda dostave). CE oznaku prati informacija o adresi internetske stranice koja sadrži podatke o svojstvima/karakteristikama proizvoda u skladu sa zahtjevima standarda.

4. Pakiranje, čuvanje, prijevoz i montaža

4.1 Pakiranje

Slojevita IZO stakla se postavljaju na stalcima. Standardno za prijevoz slojevitih stakala primjenjuju se metalni stolci tipa L ili A. Osnova i bokovi stalka moraju biti pod pravim kutom. Svi metalni dijelovi stalka koji dolaze u dodir sa slojevitim IZO staklima moraju imati gumene obloge odnosno biti obloženi drugim amortizirajućim materijalom. Slojevita IZO stakla koja se postavljaju na stalcima moraju biti zaštićena trakama od mogućnosti premještanja za vrijeme transporta. Između stakala treba staviti plutene, kartonske, drvene ili druge uloške prema dogovoru s naručiteljem. Druga vrsta pakiranja treba biti dogovorena između dobavljača i naručitelja.

4.2 Čuvanje

Slojevita stakla treba čuvati pod krovom u suhim, dobro prozračenim prostorijama, zaštićena od oborina i neposrednog sunčevog zračenja, na temperaturi koja nije veća od 40°C. Dobavljač ne snosi odgovornost za oštećenja nastala uslijed nepravilnog čuvanja proizvoda.

4.3 Prijevoz

U većini slučajeva se prijevoz realizira vlastitim specijalističkim kamionima proizvođača prilagođenim za prijevoz stakla. Istovar kamiona i vađenje stalaka sa staklima vrši naručitelj koji je odgovoran za pravilno obavljanje istovara i dužan je prijaviti oštećenja utvrđena kod prijema proizvoda. Naručitelj može također po svojoj želji i na svoj rizik sam preuzeti robu kod dobavljača (rizik od razbijanja i oštećenja stakala za vrijeme transporta).

4.4 Montaža

Uvjeti montaže slojevitih IZO izolacijskih stakala navedeni su u Prilogu B standarda EN 1279-5.

5. Testiranje

5.1 Ispitivanje i kontrola izolacijskih IZO slojevitih stakala se obavlja tijekom sljedećih radnji:

5.1.1 Periodična kontrolna ispitivanja

- periodične kontrole i ispitivanja obavljana u većim vremenskim intervalima dio su procedure kontrole proizvodnje i provodi ih treća osoba koja nadzire proizvodni proces,
- nakon što treća osoba provede inspekciju tvorničke kontrole proizvodnje, periodične kontrole unutar tvornice treba vršiti jednom godišnje, pod uvjetom da nije došlo do zamjene bitnih materijala od kojih se proizvode slojevita IZO stakla. Nakon zamjene materijala bitnog za proizvodni proces (prema EN 1279-1), potrebno je ponoviti periodičnu kontrolu. Ukoliko se ponovljena periodična kontrola vremenski poklapa sa sljedećim periodičnim pregledom, ne treba je ponavljati.

Opseg periodičnih kontrolnih ispitivanja:

- usuglašenost geometrije brtvljenja s opisom sustava prema EN 1279-6
- koeficijent prodora vlage prema EN 1279-2
- brzina propuštanja plina prema EN 1279-3

5.1.2 Tvornička kontrola proizvodnje

Provodi se zbog:

- kontrole dostava,
- monitoringa proizvodnog procesa,
- završne kontrole prema Programu ispitivanja slojevitog IZO stakla.

5.2 Opis ispitivanja

5.2.1 Kontrola oblika i dimenzija

vrši se pomoću odgovarajućeg ravnala ili alata za mjerjenje. Kontrola širine i duljine obavlja se pomoću fleksibilnog metra, a debljine pomoću debljinomjera ili mikrometra.

5.2.2 Način kontrole stakla

Kontrola kakvoće stakla i izvedbe slojevitog IZO stakla je vizualna, bez alata, a pregled se obavlja uz dnevno svjetlo na podlozi od matiranog crnog zaslona ili uz prolazno svjetlo koje dolazi kroz staklo i/ili uz reflektirajuće svjetlo, ovisno o tipu stakala primjenjenih za slojevito IZO staklo i tehničkoj specifikaciji/standardu koji mu odgovara (vidi Literatura tvorničkog standarda).

Mane koje nisu vidljive s udaljenosti od 2m (ili 3m kod presvučenog stakla) nisu svrstane kao greške. Ocjenjivanje slojevitih stakala koje sadrže float staklo provodi se u skladu s Tablicom br.6.



NAPOMENA: (prema EN 1279-1 toč. 5.2) s vremenom i zbog atmosferskih utjecaja, izgled vanjskih površina izolacijskih slojevitih stakala može se promjeniti.

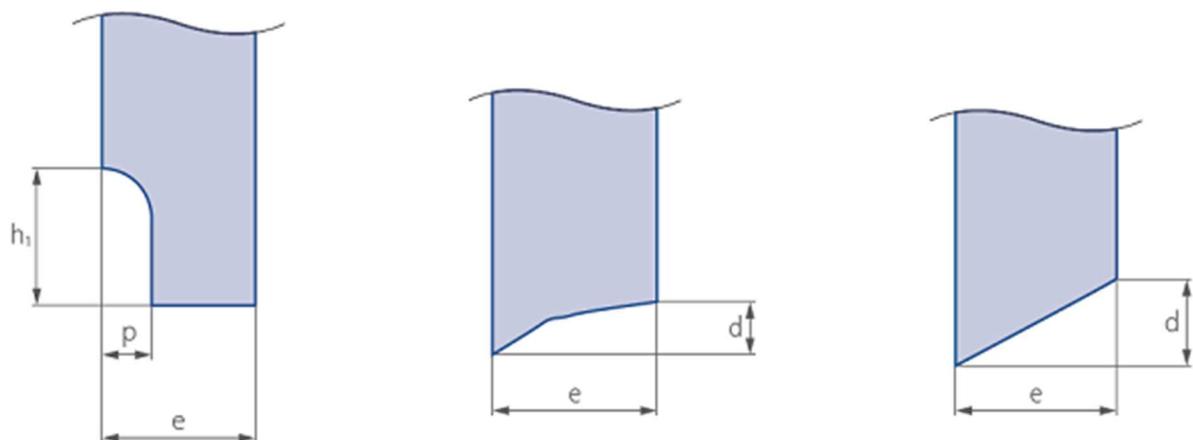
5.3 Vizualna ocjena

Tablica br. 6.

Dopuštene mane slojevitog stakla (float staklo)

Rbr.	Naziv mane	Mana slojevitog stakla površine		
		do 1,0 m ²	do 1,0 do 2,0 m ²	iznad 2,0 m ²
1	Točkaste mane nastale zbog primjesa stranih tijela	nedozvoljeno	nedozvoljeno	nedozvoljeno
2	Točkaste mane nastale zbog: - otvorenih i pucajućih mjehurića - zatvorenih mjehurića: dvostruko staklo s jednom šupljinom trostruko staklo s dvije šupljine	nedozvoljeno dozvoljena su 2 komada dimenzija max. 2 mm dozvoljena su 3 komada dimenzija max. 2 mm u rubnom pojasu dozvoljeno do 3 mm	nedozvoljeno dozvoljena su 3 komada dimenzija max. 2 mm dozvoljena su 4 komada dimenzija max. 2 mm u rubnom pojasu dozvoljeno do 3 mm	nedozvoljeno dozvoljena su 5 komada dimenzija max. 2 mm dozvoljena su 7 komada dimenzija max. 2 mm u rubnom pojasu dozvoljeno do 3 mm
3	Linearne mane: dvostruko staklo s jednom šupljinom trostruko staklo s dvije šupljine	dozvoljene pojedinačne mane do 15 mm ukupne duljine do 40 mm pojedinačne mane do 15 mm ukupne duljine do 60 mm u rubnom pojasu dozvoljene su pojedinačne mane duljine do 20 mm	dozvoljene pojedinačne mane do 15 mm ukupne duljine do 45 mm pojedinačne mane do 15 mm ukupne duljine do 70 mm u rubnom pojasu dozvoljene su pojedinačne mane duljine do 20 mm	dozvoljene pojedinačne mane do 15 mm ukupne duljine do 50 mm pojedinačne mane do 15 mm ukupne duljine do 80 mm u rubnom pojasu dozvoljene su pojedinačne mane duljine do 20 mm
4	Mane u vidu oštećenja i krhotina pokraj rubova	dozvoljeno Crtež br.4 $h_1 < (e-1) \text{ mm}$ $p < (e/4) \text{ mm}$ $d < (e/4) \text{ mm}$	dozvoljeno Crtež br.4 $h_1 < (e-1) \text{ mm}$ $p < (e/4) \text{ mm}$ $d < (e/4) \text{ mm}$	dozvoljeno Crtež br.4 $h_1 < (e-1) \text{ mm}$ $p < (e/4) \text{ mm}$ $d < (e/4) \text{ mm}$

- Rubni pojas širine 20mm



Crtež br. 4 Mane na rubovima

5.4 Fizičke karakteristike koje se ne ocjenjuju:

- poremećaj boja (interferencija),
- deformacija stakla prouzrokovana promjenama temperature i atmosferskog tlaka,
- vanjska kondenzacija,
- močenje izolacijskog stakla zbog vlage,
- odstupanje boja.

Osim toga se ne ocjenjuju i pukotine stakala utvrđene nakon dana dostavljanja.

Pojašnjenje pojmova:

5.4.1 Poremećaj boja (interferencija)

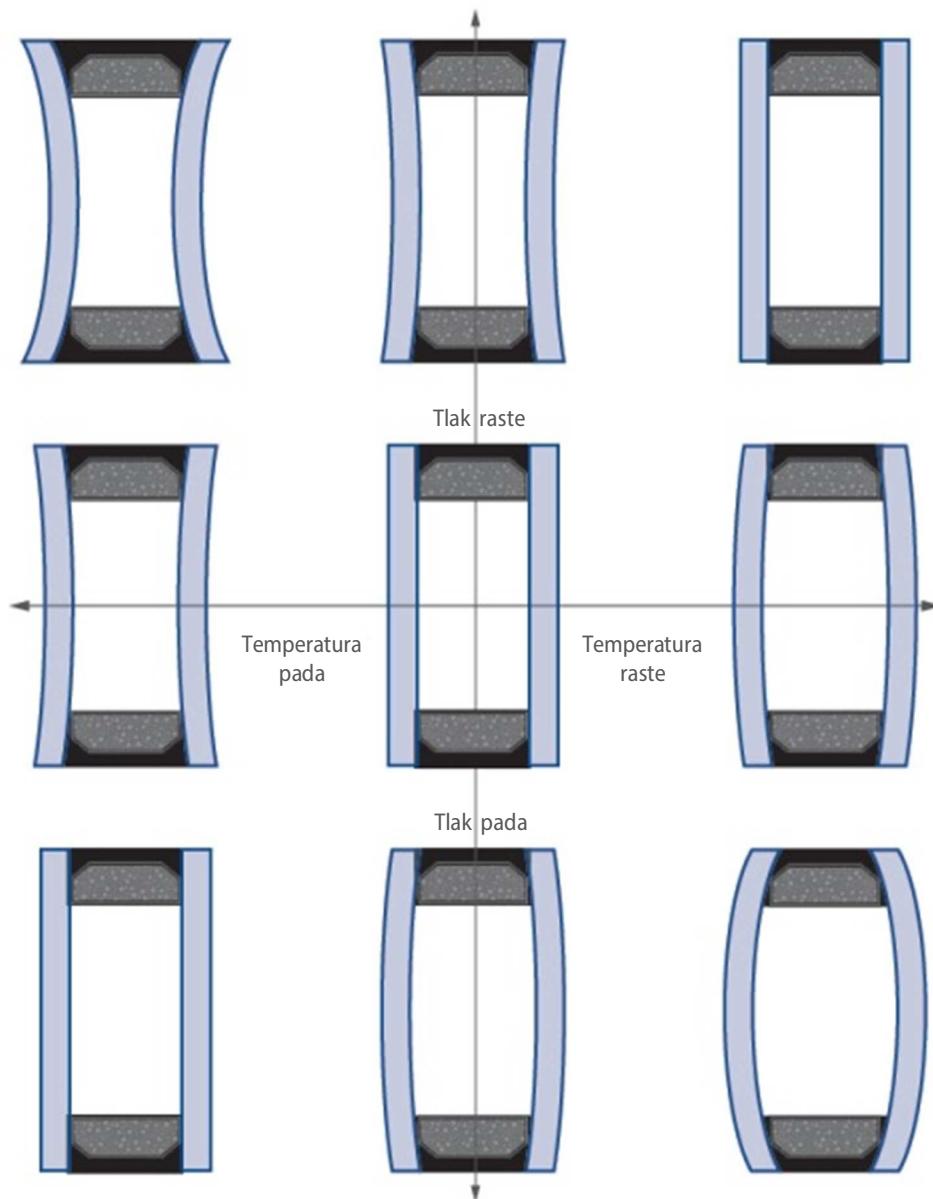
Pojava interferencije svjetlosti koju je eksperimentalno dokazao Dawid Brewster je prisutna u slojevitom IZO staklu koje je napravljeno od stakala čija se debljina vrlo malo razlikuje i nalazi u granicama od 400 do 700 nm, tj. valne duljine bijelog svijetla.

Za float staklo koje se primjenjuje kod slojeviti IZO stakala karakteristične su minimalne razlike debljine što je njegova velika prednost. Ipak primjena float stakla u konstrukciji slojeviti IZO stakala može izazvati nepoželjnu pojavu interferencije svjetlosti. Kod vučenog stakla koje se proizvodi Pittsburgh metodom razlike debljine su znatno veće nego kod float stakla stoga uz njegovu primjenu za slojevito IZO staklo polarizacija koju je dokazao Brewster praktički nije vidljiva kada se dvije staklene plohe nalaze međusobno pod malim kutom tj. kada razlika njihovog paralelnog položaja iznosi od 400 do 700 nm. U stvarnosti ova razlika je neprimjetna i ne utječe na uporabna svojstva slojevitog IZO stakla.

Ukoliko postoje oba gore navedena uvjeta dolazi do interferencije svjetlosti koja se vidljivo manifestira u obliku širokih mrlja, šara ili prstenova na raznim mjestima na površini slojevitog IZO stakla. Ova pojava je više primjetna kada se staklo gleda pod kutem. **Navedeno nije greška i ne može biti predmet reklamacije.**



5.4.2 Deformacija stakla prouzrokovana promjenama temperature i atmosferskog tlaka



Izolacijsko staklo ima zatvorenu šupljinu u kojoj se nalazi plin /zrak čiju zapreminu određuje atmosferski tlak, visina iznad nulte točke referentnog nivoa (NN) i temperatura zraka za vrijeme i na mjestu proizvodnje.

Na drugim visinama, uz promjenu temperature i barometrijskih vrijednosti (visok i niski tlak) u konstrukciji izolacijskog stakla neminovno se pojavljuju konkavne i konveksne deformacije pojedinačnih staklenih ploha. Na površini izolacijskog stakla može se isto pojaviti višestruka refleksija. Do pojačanja refleksije dolazi ako je npr. pozadina ostakljenja tamna ili ako su stakla presvučena. Ovo je fizičko pravilo koje vrijedi za sve jedinice izolacijskog stakla.

5.4.3 Vanjska kondenzacija

Kondenzacija se stvara kada vlažni zrak dolazi u dodir s površinama niske temperature, hlađi se i prelazi u zasićeno stanje, a zatim se na tim površinama pojavljuje višak vlage. Na izolacijskom staklu kondenzacija vodene pare može se pojaviti na vanjskoj površini stakla (izvana). Razlog ove pojave je sljedeći:

- staklo je izvana hladno i izloženo atmosferskim utjecajima, te se na njegovoj površini uz visoku vlagu u zraku može stvarati kondenzacija. Vanjske površine izolacijskih stakala su hladne pošto IZO stakla pružaju

vrlo dobro očuvanje topline u prostoru (niske vrijednosti koeficijenta prolaska topline U). Iz prostorije prema van odlazi samo mala količina topline zato vanjska površina stakla ima nisku temperaturu.

Pojavljivanje kondenzacije na vanjskim površinama stakla izrađenog od izolacijskog stakla je uvjetovano fizikalnim svojstvima samog stakla i postojećim vremenskim prilikama (niska temperatura uz veliku vlagu u zraku). Potpuno eliminiranje ove pojave nije moguće zbog raznih atmosferskih uvjeta kojima je izloženo vanjsko staklo. Aktualno su dostupna i presvučena stakla kod kojih je smanjena pojava vanjske kondenzacije.

Ukratko, kondenzacija ni u kom slučaju nije dokaz greške proizvoda, već potvrđuje visoku kakvoću izolacijskog stakla.

Kondenzacija vodene pare na površini stakla unutar prostorije najčešće se pojavljuje u prostoru u kojem je prisutna velika vлага u zraku i nema dovoljne ventilacije. Para na staklu nije dokaz greške proizvoda nego fizička pojava.

5.4.4 Močenje izolacijskog stakla zbog vlage

Stupanj močenja vanjske površine IZO stakla razlikuje se i ovisi npr. o otiscima valjčića i prstiju, naljepnica, papira, vakuumskim sisaljkama, ostacima brtvljenih materijala, tvarima za izglađivanje ili klizanje.

Kod vlažnih površina stakala uslijed pojavljivanja na njima sloja naslaga, kiše ili vode, različiti stupanj močenja se može uočiti u obliku teoretski više prozirnih mrlja.

5.4.5 Odstupanje boja

Float staklo koje je nominalno bezbojno u stvarnosti ima zelenu ili plavo-zelenu nijansu. Nijansu stvara sadržaj iona željeza koji u sustav dolaze zajedno sa sirovinama iz rastvorljivim vatrootpornih materijala, te iz drugih izvora.

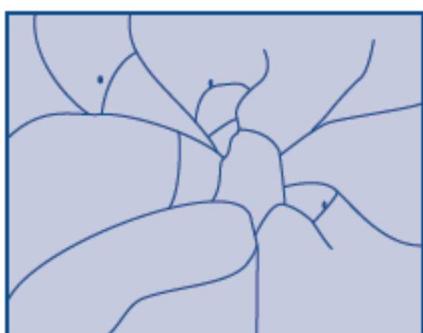
Nijansa boje stakla ovisi o odnosu količina dvovalentnih i trovalentnih iona željeza (Fe^{2+} / Fe^{3+}), što stvara razlike među float staklima raznih proizvođača. Takva nijansa boje stakla je prirodna osobina float stakla.

Pored toga nijanse bezbojnog stakla stvaraju i naslage (oksiidi metala na površini stakla, zahvaljujući kojima staklo ima posebna svojstva, kao npr. napareni sloj niske emisije). Vidljiva nijansa boje stakla ovisi o tipu sloja kojim je staklo presvučeno, o debljini stakla, tipu osvjetljenja, kuta gledanja površine stakla.

5.4.6 Pucanje stakla

Staklo je amorfno homogeno, kruto i krhko tvrdo tijelo. Ima nebitna unutarnja naprezanja zahvaljujući čemu je pogodno za rezanje i obrađivanje. Do loma dolazi uslijed djelovanja **toplinskih ili mehaničkih uvjeta izvana**. Ispucanost nastala nakon dostavljanja stakla klijentu nije pod jamstvom i ne može biti predmet reklamacije. Radi povećanja izdržljivosti stakla na lom izazvan toplinskim i mehaničkim opterećenjem staklo se obrađuje u postupku kaljenja ili djelomičnog kaljenja (detalji u drugom dijelu ovog standarda). Posebno se to odnosi na stakla s povećanom apsorpcijom energije.

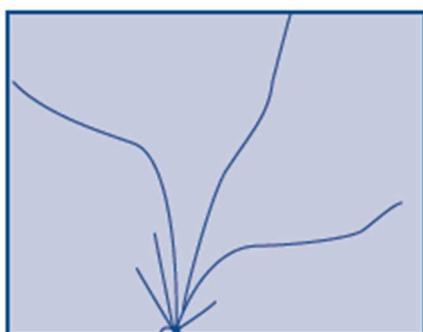
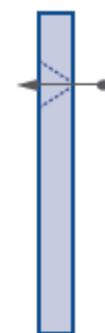
Primjeri ispučanog stakla uslijed mehaničkih i toplinskih čimbenika



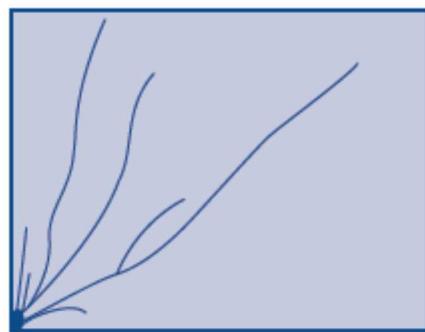
a) bacanje kamena



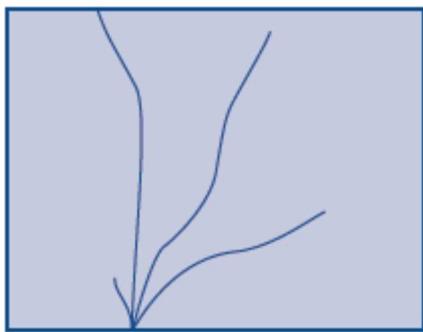
b) pucanj iz oružja



c) udarac na rubu stakla



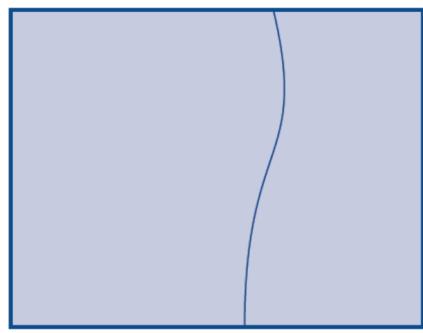
d) udarac na kutu stakla



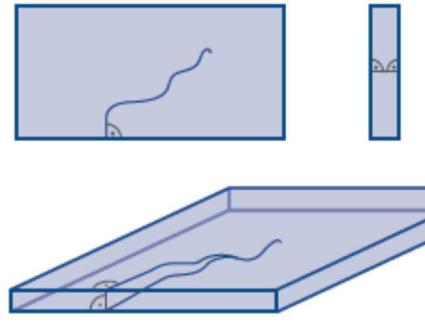
e) pritisak na rubu stakla



f) zaglavljivanje

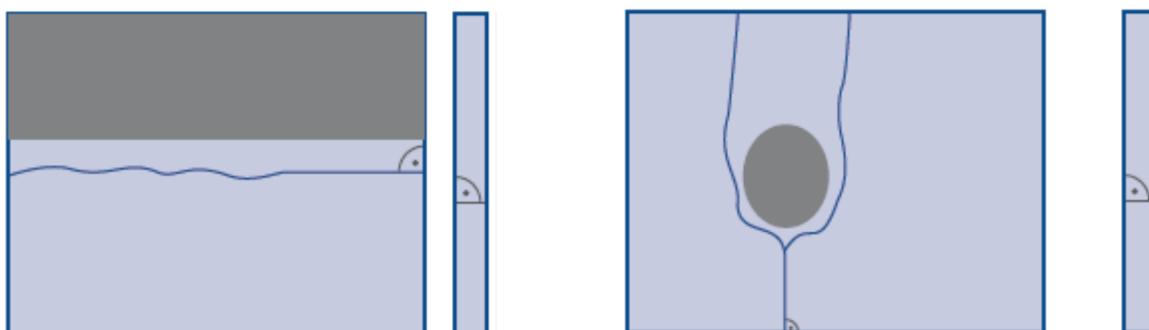


g) savojna ispučanost



h) toplinska ispučanost

- i) toplinska ispucanost nastala uslijed ljepljenja na staklo: ukrasa, naljepnice ili zbog dijelomičnog zasjenjivanja stakla npr. rolo zavjesom, drvećem, krovom i sl.



5.5 Pranje i čišćenje stakla

- Površinu stakla treba redovito prati prema stupnju zaprljanosti.
- Čvrsto onečišćenje npr. od cementnog morta nikad ne uklanjati na suho.
- Prije čišćenja površine stakla zaprljane čvrstim i oštrim česticama navlažiti većom količinom čiste vode radi odmakanja.
- Za uklanjanje masti i ostataka od masa za brtvljenje prvo ih namočiti npr. alkoholom ili izopropanolom, a zatim isprati većom količinom vode.
- Za čišćenje reflektirajućih premaza (poz.1) ne rabiti nikakva nagrizajuća niti alkalna sredstva (fluor, klor), ni prašak za čišćenje jer može to oštetiti sloj premaza.

Staklo prati pomoću običnih deterdženata, a za uklanjanje prljavštine od masnih mrlja može se koristiti npr. aceton, uz pridržavanje uputa za korištenje takvog sredstva. Proizvođači reflektirajućeg stakla preporučuju za čišćenje reflektirajućeg sloja primjenu suspenzije koja sadrži cerij oksid ($50\div160$ g /l vode).

Kod primjene stakala sa samočistivim premazima, specijalnih stakala posebne namjene i sl., pridržavati se uputa proizvođača stakala. Za detaljne informacije molimo kontaktirajte naš Sektor za prodaju.

Dobavljač ne odgovara za oštećenja nastala zbog nepravilnog pranja stakla odnosno rabljenja neprikladnih sredstava za čišćenje i zbog utjecaja vanjskih onečišćenja (atmosferska i druga).

II. DIO – SPECIJALNA STAKLA POSEBNE NAMJENE

1. Obrada rubova
- 1.1 Rezanje stakla

Rezanje stakla je zapravo izrezivanje oblika zadatih dimenzija na većoj staklenoj površini. Rezanje se obavlja pomoći za to namjenjenih proizvodnih linija. Postoji mogućnost rezanja monolitnog, ljepljenog i vatrootpornog stakla.

Tabela br.1. sadrži informacije o proizvodnom kapacitetu pojedinačnih stolova za rezanje stakla.

Tablica br. 1.

Tehničke mogućnosti stolova za rezanje stakla

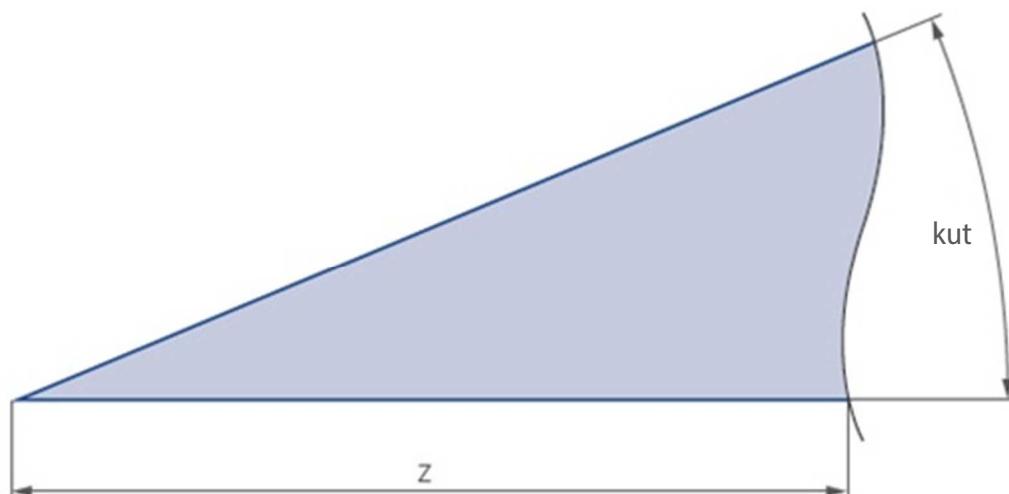
Vrsta stakla	Monolitno	Monolitno	Ljepljeno	Vatrootporno
Debljina stakla [mm]	2	3 – 19	33.1 ÷ 66.4	11-70
Maksimalne dimenzije stakla za izrezivanje oblika (širina x visina) [mm]	1600 x 2000	3300 x 7000	3210 x 6000	2250 x 3210
Maksimalne dimenzije oblika moguće za izrezanje (širina x visina) [mm]	–	–	3300 x 4600	–
Minimalne dimenzije oblika moguće za izrezanje (širina x visina) [mm]	–	–	–	100 x 500
Maksimalna težina [kg]	1000	1000	600	800
Mekani sloj	+	+	+	–

Kod rezanja stakla treba voditi računa o mogućnosti pojavljivanja odlomaka. Crtež br. 1. prikazuje primjer oštrog kraja i kuta rezanja kod kojeg mogu se pojaviti odlomci. Vrijednost (z) ovisi o kutu rezanja stakla. U tabeli br. 2. navedeno maksimalne vrijednosti parametra (z) i kuta rezanja koji njima odgovara. Crtež predstavlja primjer oštrog kraja i kuta rezanja koji se može ostvariti na staklenoj površini.

Tablica br. 2.

Vrijednosti duljine reza (z) i oštri kut rezanja koji njima odgovara

Vrsta stakla	Kut [°]	Duljina rezanja (z) [mm]
Float staklo	≤ 12,5	- 30
	≤ 20	- 18
	≤ 35	- 12
	≤ 45	- 8
Ljepljeno staklo	≤ 12,5	- 65
	≤ 20	- 35
	≤ 35	- 12
	≤ 45	- 8



Crtež br. 1. Primjer oštrog kuta rezanja stakla s obilježenim mjestom rezanja po duljini (z)

1.2 Obaranje rubova

Obaranje rubova je gruba obrada pomoću dijamantnih traka tijekom koje se skida neveliki oštar sloj na rubovima stakla. Opcionalno postoji isto mogućnost čeone obrade stakla. Rub na kutnom dijelu koji se zatupljuje može zahtjevati skidanje većeg sloja stakla u odnosu na ostale rubove. Shemu obaranja ruba stakla prikazuje Crtež br. 2.

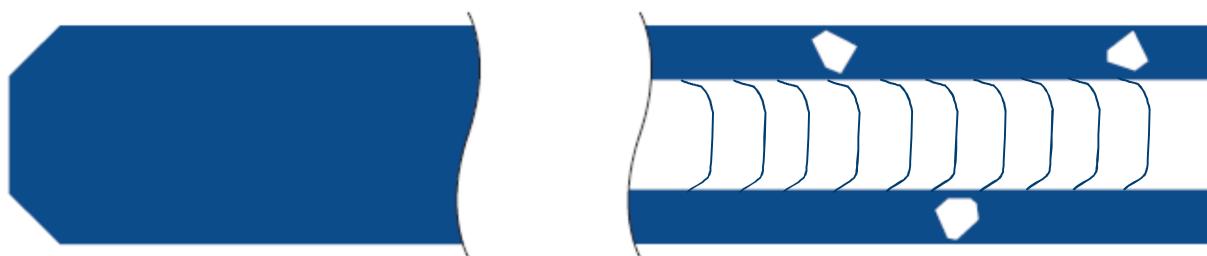
Informacije o tehničkim mogućnostima linije za obaranje rubova prikazuje Tablica br. 3.

Osim toga, gruba obrada zatupljavanjem rubova može se primjeniti i za druge oblike iz Kataloga u III. dijelu ovog standarda.

Tablica br. 3.

Tehničke mogućnosti linije za obaranje rubova stakla

Vrsta stakla	Debljina stakla [mm]	Maksimalne dimenzije (širina x visina) [mm]	Minimalne dimenzije (širina x visina) [mm]	Maksimalna težina [kg/mb]	Mekani sloj
Monolitno i ljepljeno	2,3 – 19	3000 x 6000	180 x 350	150	+



Crtež br. 2. Shema obaranja ruba stakla

1.3 Brušenje, poliranje i skošavanje rubova

U procesu brušenja i poliranja dolazi do fine obrade rubova zbog čega se postiže i estetski izgled istih. Za brušenje se koriste dijamantne brusne ploče koje skidaju malu količinu materijala i matiraju rubove.

Za poliranje služe polirne ploče koje ne skidaju materijal, već finom obradom daju veći sjaj od onoga, koji rubovi imaju nakon brušenja.

Tablica br. 4.

Tehničke mogućnosti alata za brušenje i poliranje pravokutnog stakla

Debljina stakla [mm]	Maksimalne dimenzije (šir. x vis.) [mm]	Minimalne dimenzije (šir. x vis.) [mm]	Max. težina [kg]	Mekani sloj
2	1300 x 2500	500 x 500	50	–
3 – 19	2800 x 6000	100 x 200	500	–

Tablica br. 5.

Tehničke mogućnosti alata za brušenje i poliranje nepravokutnog stakla s jednim ravnim rubom

Debljina stakla [mm]	Maksimalne dimenzije (šir. x vis.) [mm]	Minimalne dimenzije (šir. x vis.) [mm]	Max. težina [kg]	Mekani sloj
3 – 25	2800 x 6000	400 x 800	500	+

Tablica br. 6.

Tehničke mogućnosti obradnog centra (obrada nepravokutnog stakla - bez ravnih rubova, *maksimalne dimenzije stakla nakon skošavanja)

Debljina stakla [mm]	Maksimalne dimenzije (šir. x vis.) [mm]	Minimalne dimenzije (šir. x vis.) [mm]	Kut skošavanja	Max. težina [kg]	Mekani sloj
3 – 80	2250 x 4000 *3600 x 1900	150 x 400	0 – 90°	500	+

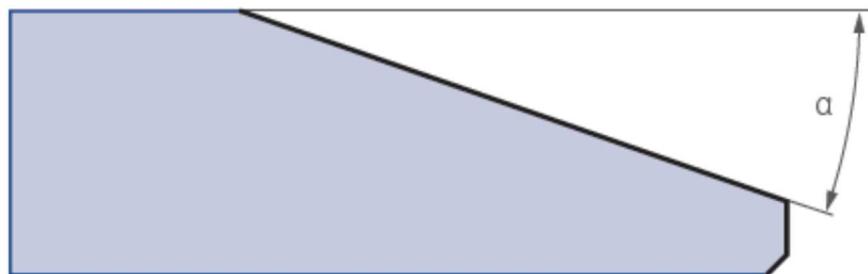
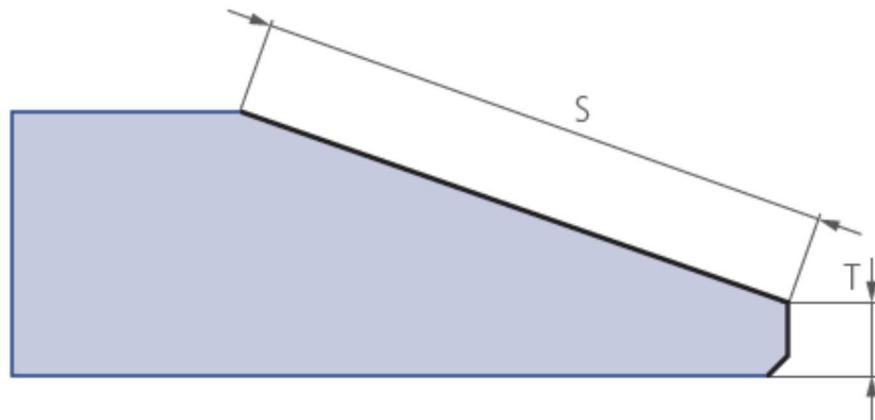
1.3.1 Oblici brušenog i poliranog stakla

Ograničenja su detaljno navedena u Tablicama br. 4-6.

1.3.2 Skošavanje – brušenje ili poliranje pod različitim kutovima

Postoji mogućnost skošavanja stakla pod različitim kutovima. Osnovne podatke o tom procesu sadrži Tablica br. 6. Promjena kuta skošavanja donosi i dodatna ograničenja. Crtež br.3 prikazuje primjer ruba s obilježenim parametrima:

- a) T - debljina stakla ispod skošavanja, minimalna debljina $T_{min}=2$ mm,
- b) α - kut skošavanja, zadane vrijednosti u granicama $\alpha=0 \div 90^\circ$,
- c) S - širina skošavanja (maksimalno 50 mm).



Crtež br. 3. Shema skošavanja ruba stakla

1.3.3 Trapezno brušenje

Trapezno brušenje ruba stakla je prikazano shematski na Crtežu br. 4. Vrši se pomoći dijamantnih ploča. Karakteristike trapeznog brušenja:

- Brušena površina ruba je po cijeloj duljini brušenja mat boje – mogu se pojaviti područja koja se sjaje,
- Polirana površina sjaije se po cijeloj duljini,
- Kut poliranja ili brušenja iznosi $\alpha=45^\circ$.



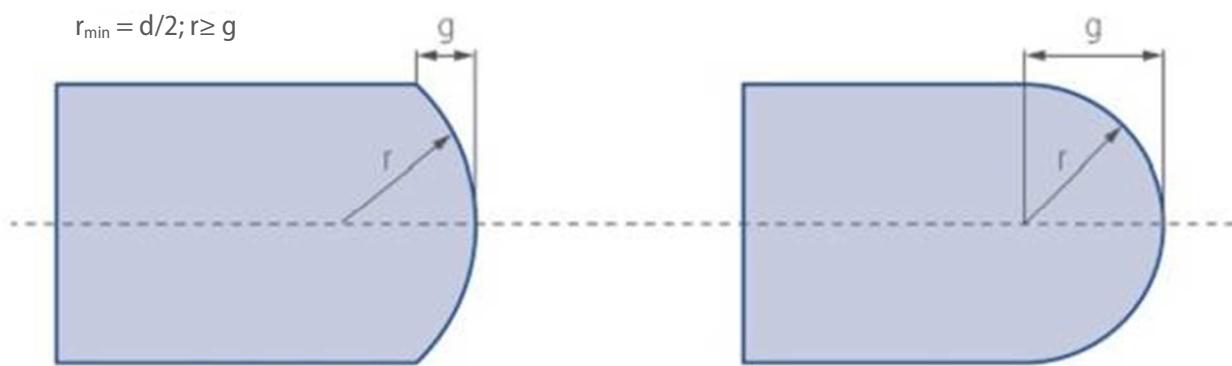
Crtež br. 4. Shema brušenog ili poliranog ruba stakla trapeznog oblika

1.3.4 Okruglo brušenje

Okruglo brušenje ruba stakla prikazano je shematski na Crtežu br. 5. Minimalni polupromjer brušenja treba biti jednak polovini zadane debljine stakla (d) i veći ili jednak vrijednosti (g) koja je obilježena na Crtežu br. 5:

$$r_{\min} = d/2; r \geq g$$

Tolerancije za staklo s okruglo brušenim rubom su iste kao i za svako brušeno staklo. Ukoliko je neophodno primjeniti oštire kriterije po pitanju tolerancije dimenzija, molimo za kontakt.

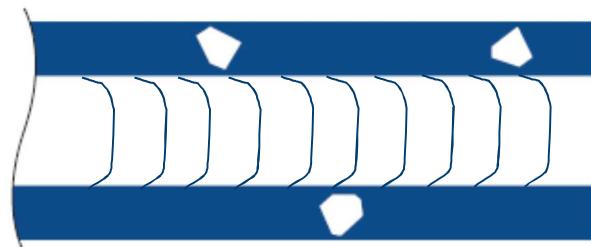


Crtež br. 5. Shema brušenog ruba stakla okruglog oblika

1.3.5 Završna obrada rubova

Zaključno možemo reći da postoje 4 osnovna načina izvođenja završne obrade rubova stakla koja su prikazana na Crtežima br. 6. – 9.:

- a) rub sa skinutim slojem (na nekim se mjestima sjaji) – nakon obaranja,
- b) izbrušeni rub (na nekim se mjestima sjaji) – neoštro završen rub s ravnim čelom odnosno izbrušena površina,
- c) glatko izbrušeni rub (ne sjaji se) – površina nakon brušenja,
- d) ispolirani rub – površina nakon poliranja.



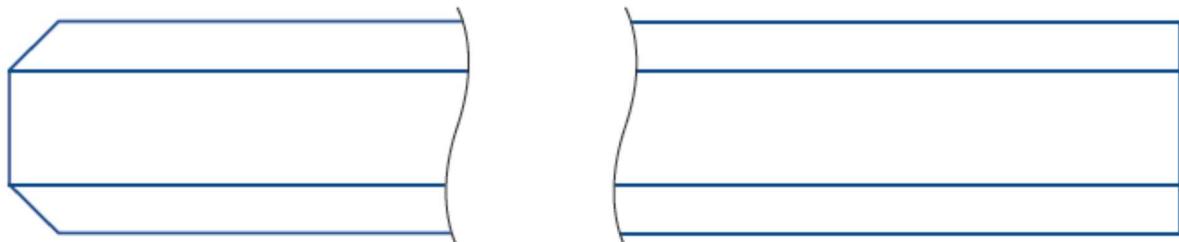
Crtež br. 6. Rub sa skinutim slojem (na nekim se mjestima sjaji) – nakon obaranja



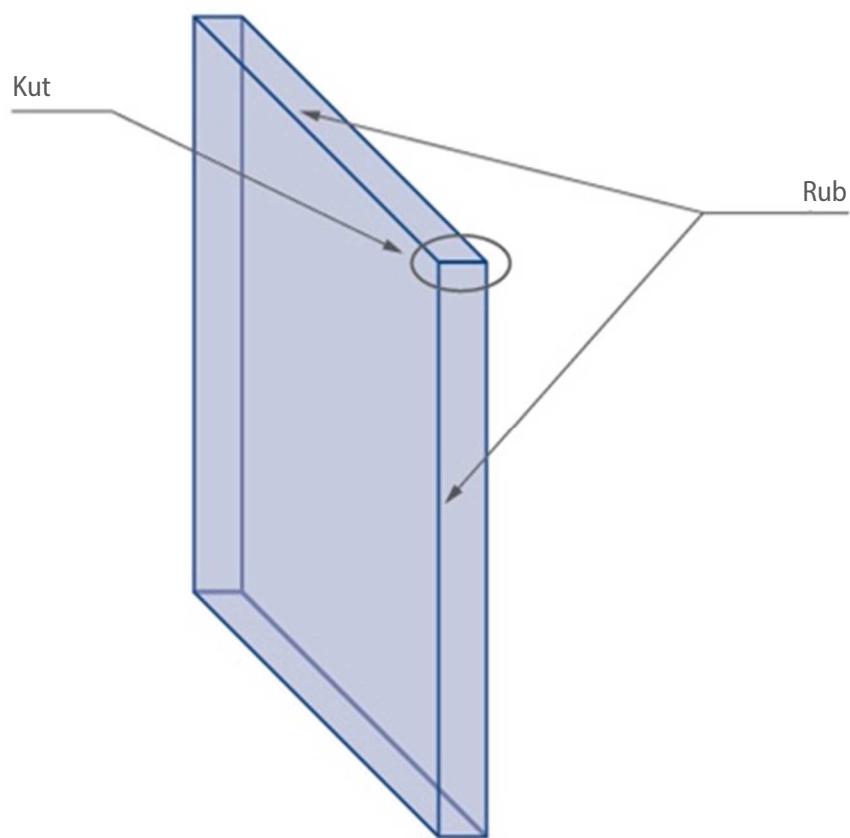
Crtež br. 7. Izbrušeni rub (na nekim se mjestima sjaji) – neoštro završen rub s ravnim čelom odnosno izbrušena površina



Crtež br. 8. Glatko izbrušeni rub (ne sjaji se) – površina nakon brušenja



Crtež br. 9. Ispolirani rub – površina nakon poliranja



Crtež br. 101. Definiranje rubova staklene plohe

2. Bušenje, izrezivanje i glodanje otvora

2.1 Bušenje

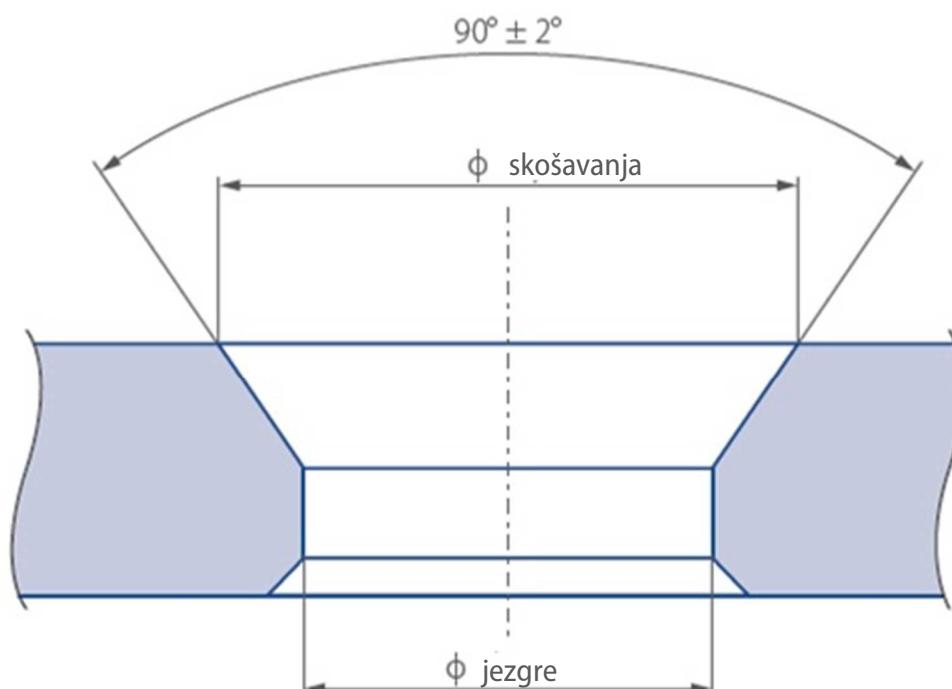
U procesu bušenja otvora koriste se posebne bušilice s dijamantnim krunama za staklo. Radi postizanja najbolje kakvoće otvora, bušenje se vrši istovremeno sa obje strane stakla.

Informacije o mogućnostima bušenja otvora u staklu prikazuje Tablica br. 7. Uz korištenje linije za bušenje mogu se praviti otvori s kutom skošavanja 45° . Primjer otvora sa skošavanjem prikazuje Crtež br. 11.

Tablica br. 7.

Proizvodne mogućnosti linije za bušenje, izrezivanje i glodanje otvora

Debljina stakla [mm]	Maksimalne dimenzije (širina x visina) [mm]	Minimalne dimenzije (širina x visina) [mm]	Max. težina [kg]	Promjer otvora φ [mm]	Mekani sloj
3 – 19	2800 x 6000	250 x 450	500 kg	3÷80 mm	–



Crtež br. 11. Primjer skošavanja otvora

2.1.1 Dimenzije i raspored bušenih otvora

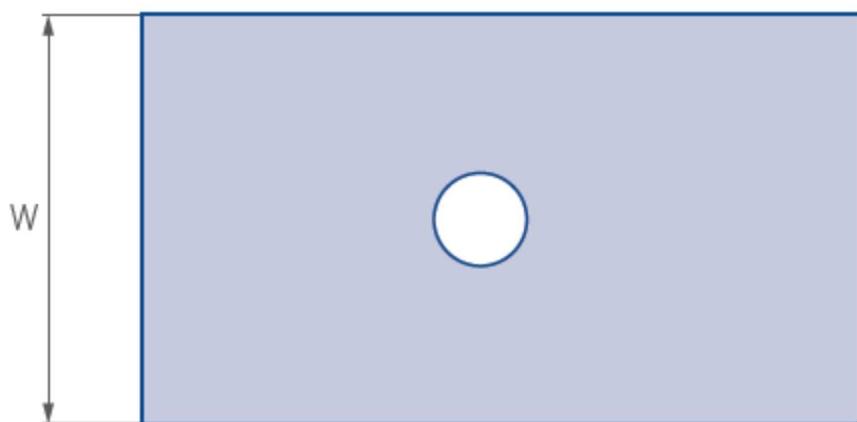
U procesu bušenja postoje određena ograničenja po pitanju dimenzija i rasporeda otvora (udaljenost rupa od ruba stakla, kutova i međusobno jedne od druge). Sva ograničenja su propisana standardom EN 12150-1. Ograničenja uglavnom su determinirana sljedećim podacima:

- a) Zadana debljina stakla – d,
- b) Dimenzije staklene plohe – W (širina), L (visina),
- c) Promjer rupe – φ ,
- d) Oblak stakla.

Minimalna širina stakla

Minimalna širina stakla s okruglim otvorima (W) treba biti najmanje 8 puta veća od zadane debljine stakla (d).

$$W \geq 8 \times d$$

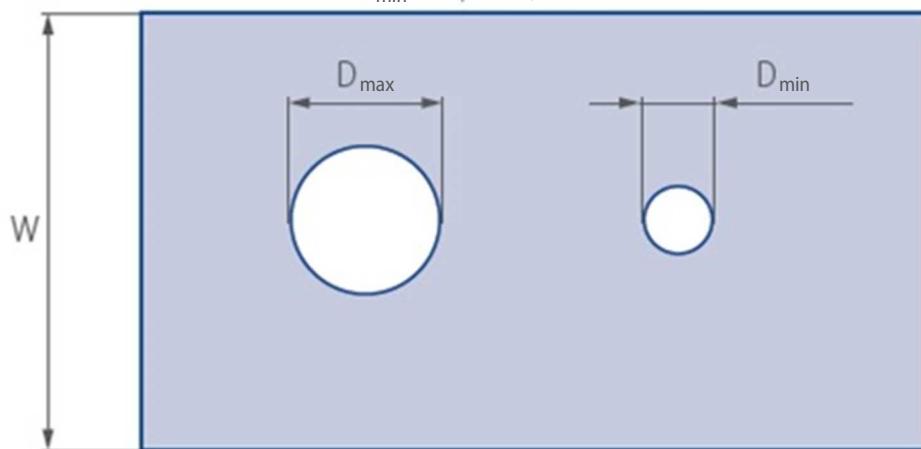


Crtež br. 12. Minimalna širina stakla za dati otvor

Promjer otvora

Minimalni promjer (D_{\min}) bušenog otvora ne može biti manji od zadane debljine stakla (d). Maksimalni promjer (D_{\max}) bušenog otvora ne bi trebao biti veći od jedne trećine najmanje širine staklene plohe (W_{\min}).

$$D_{\min} \geq d, D_{\max} \leq 1/3 \times W$$

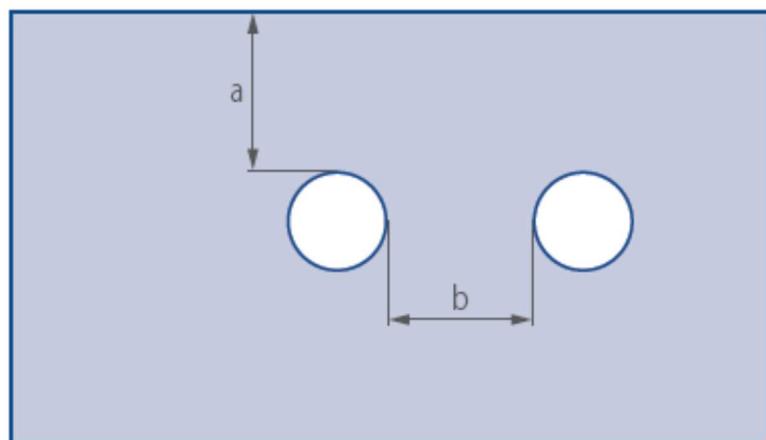


Crtež br. 13. Maksimalni i minimalni promjer otvora

Lokacija otvora

Udaljenost ruba otvora od ruba stakla (a) i razmak između rubova otvora (b) ne bi smio biti manji od dvostrukе debljine stakla (d) (Crtež br. 14.).

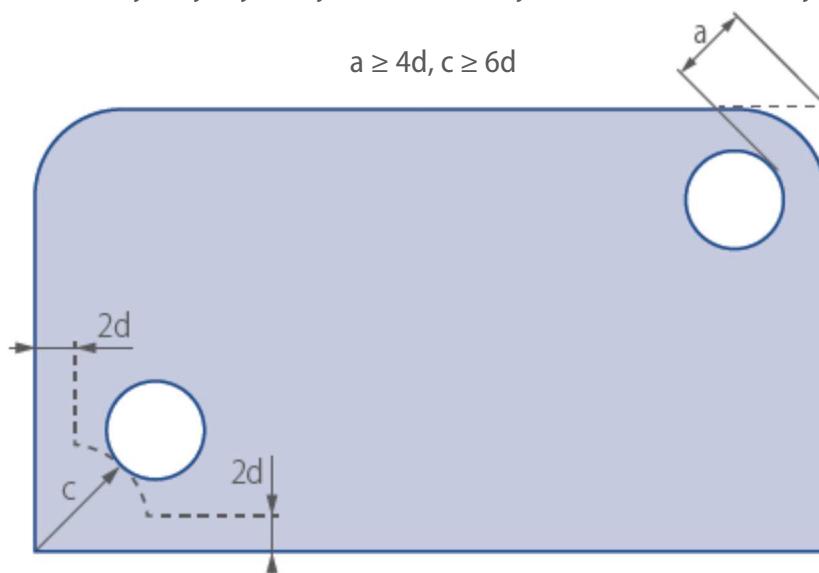
$$a \geq 2d, b \geq 2d$$



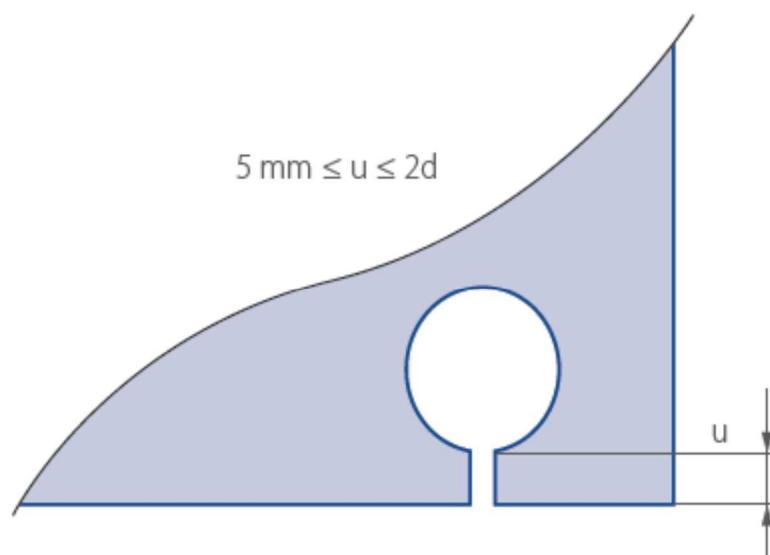
Crtež br. 142. Primjer lociranja otvora – razmak između rupa i udaljenost od rubova staklene plohe

Otvori na kutovima, isjecanje otvora

Kod zaobljenih kutova pod kutom $\geq 90^\circ$ udaljenost (a) od bazne točke kuta do ruba otvora treba iznositi najmanje četiri puta više od debljine stakla (d). U slučaju isjecanja od ruba do otvora (Crtež br. 16.), potrebno je da visina sjećenja nije manja od 5 mm i da nije veća od dvostrukе debljine stakla.



Crtež br. 15. Položaj otvora u odnosu na kutove



Crtež br. 16. Primjer otvora koji se isjeca pokraj ruba

2.1.2 Tolerancije promjera i rasporeda kod bušenja otvora

Vrijednosti tolerancija za promjere bušenih otvora prikazuje Tablica br. 8.

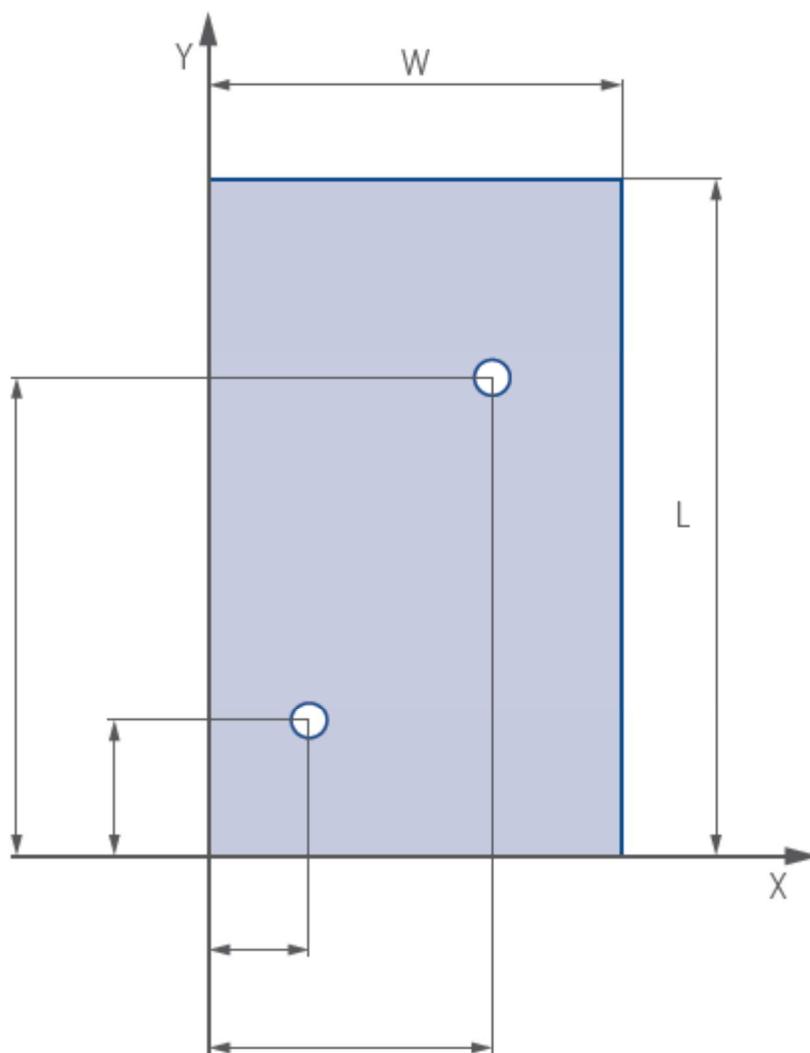
Tablica br. 8.

Tolerancije promjera bušenih otvora

Zadani promjer otvora φ [mm]	Tolerancije [mm]
$3 \leq \varphi \leq 20$	± 1
$20 \leq \varphi \leq 80$	± 2

Radi određivanja položaja navedenog otvora na površini izrezanog oblika stakla potrebno je izabrati jednu referentnu točku (lijevi donji kut) od koje će se izmjeriti udaljenost dviju ortogonalnih linija u odnosu jedne na drugu.

Crtež br. 17. prikazuje način mjerena rasporeda otvora na staklenoj plohi. Vrijednosti tolerancija po pitanju rasporeda otvora za bušenje sadrži Tablica br. 9. koja sadrži i podatke o dimenzijama staklenih ploha i debljinama stakla.



Crtež br. 17. Shema načina mjerena rasporeda otvora u staklu

Tablica br. 9.

Tolerancije kod rasporeda otvora za bušenje

Dimenzije stakla (W, L) [mm]	Tolerancija rasporeda otvora [mm]	
	Zadana debljina stakla $d \leq 12$	Zadana debljina stakla $d > 12$
≤ 2000	$\pm 2,5$	$\pm 3,0$
$2000 < W$ lub $L \leq 3000$	$\pm 3,0$	$\pm 4,0$
> 3000	$\pm 4,0$	$\pm 5,0$

2.2 Izrezivanje i glodanje otvora

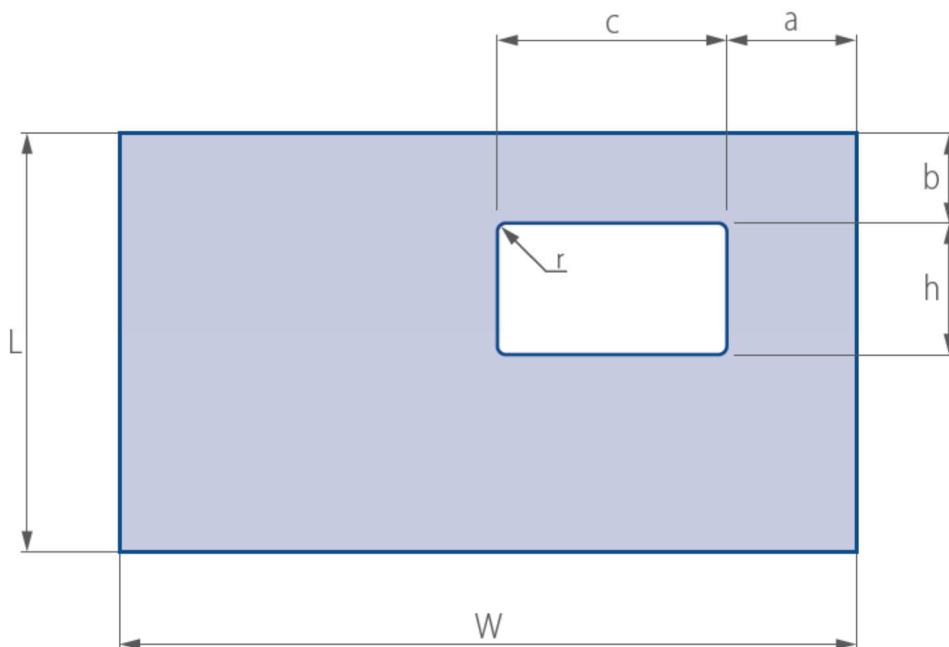
Kod stvaranja otvora isto postoji određena ograničenja vezana uz dimenzije istih, polupromjer zaobljavanja kutova i raspored otvora na staklenoj plohi.

2.2.1 Dimenziije i raspored otvora

Dimenziije otvora (širina (c) i visina (h)) ne mogu biti veće od 1/3 širine i 1/3 visine cijelog lista stakla u kojem se buši. Udaljenost između najkraćeg ruba stakla i otvora ne može biti manja od polovine duljine ruba otvora koji leži u datom smjeru. Svi podaci o odnosima između dimenziija izgledaju na sljedeći način:

$$h \leq \frac{1}{3} \times L, \quad c \leq \frac{1}{3} \times W, \quad a \geq \frac{1}{2} \times c, \quad b \geq \frac{1}{2} \times h, \quad r \geq 6 \text{ mm}$$

Dimenzije su prikazane na Crtežu br. 18.



Crtež br. 18. Prikaz primjera pravokutnog otvora napravljenog u staklenoj plohi zajedno s dimenzijama

2.2.2 Tolerancije kod izrade i rasporeda otvora

Vrijednosti tolerancija prikazuju Tablica br. 10.

Tablica br. 10.

Tolerancije dimenzija otvora

Bok otvora [mm]	Tolerancije (h, c) [mm]
h ili c	± 3,0

Radi određivanja položaja zadanog otvora na površini lista stakla potrebno je izabrati jednu referentnu točku (lijevi donji kut) od koje će se izmjeriti udaljenost dviju ortogonalnih linija u odnosu jedna na drugu. Vrijednosti tolerancija po pitanju rasporeda otvora za bušenje sadrži Tablica br. 11. koja sadrži i podatke o dimenzijama staklenih ploha i debeljinama stakla.

Tablica br. 11.

Tolerancije rasporeda otvora

Dimenzijske stakla [mm]	Tolerancija rasporeda otvora (za vrijednosti a, b Crtež br. 13.) [mm]	
	Zadana debljina stakla $d \leq 12$	Zadana debljina stakla $d > 12$
≤ 2000	$\pm 2,5$	$\pm 3,0$
$2000 < W \text{ lub } L \leq 3000$	$\pm 3,0$	$\pm 4,0$
> 3000	$\pm 4,0$	$\pm 5,0$

2.3 Izrezivanje rubova i kutova

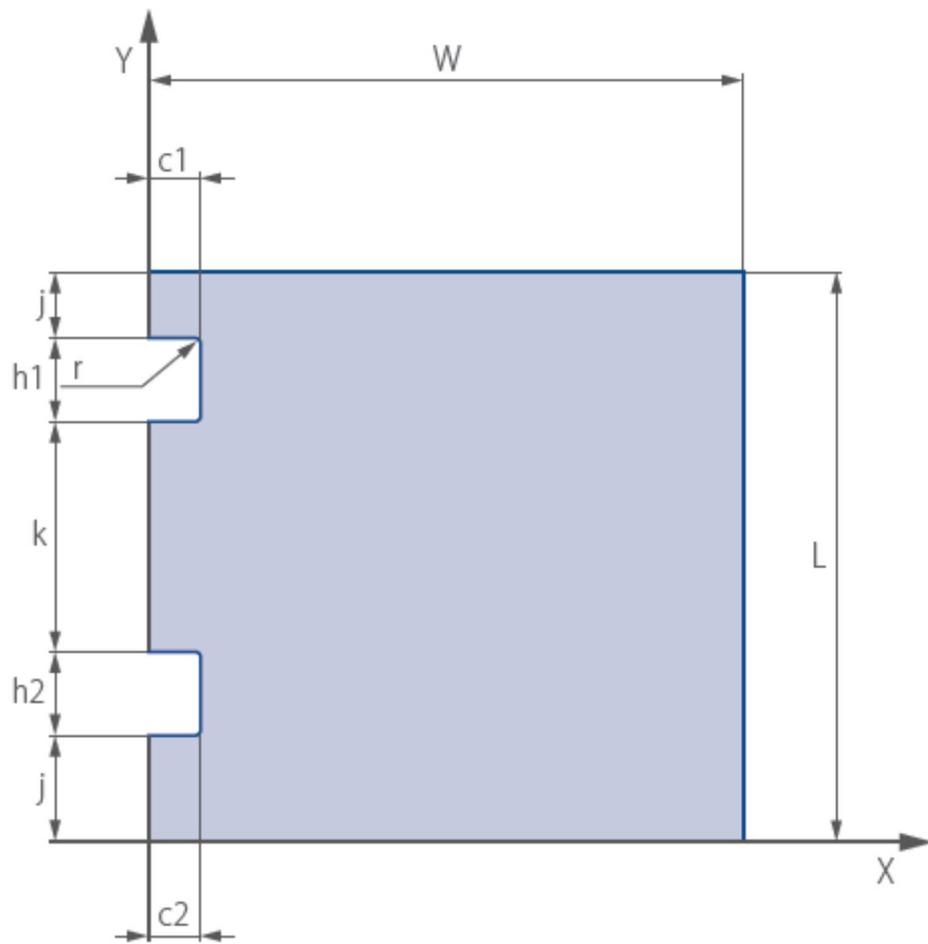
Ovisno o dimenzijsama i obliku staklene površine možemo napraviti više kombinacija izrezivanja dijelova stakla. Ispod su navedena opća pravila kojih se treba pridržavati ako se izrezi planiraju na rubovima i kutovima. Prikazane su također i tolerancije u odnosu na raspored i dimenzije izreza.

2.3.1 Dimenzijski raspored izreza na rubu stakla

Dimenzijske izreza koji se vrši na rubu ($h \times c$) ne mogu biti veće od $1/3$ širine (W) i visine (L), kako slijedi:

$$h \leq \frac{1}{3} \times L, \quad c \leq \frac{1}{3} \times W$$

Crtež br. 19. prikazuje primjer rasporeda izreza, bitne dimenzije i način mjerena.



Crtež br. 19. Parametri izreza

Udaljenost između dva izreza (k) mora biti veća ili jednaka polovini širine većeg od njih. Širinu izreza na rubu čini vrijednost izmjerena paralelno do ruba na kojem pravimo izrez.

$$k \geq \frac{1}{2} \times h$$

Udaljenost između izreza na rubu i ruba staklene plohe (j) mora biti veća ili jednaka polovini širine izreza i ne može iznositi manje od 100mm. Ne smije se zaboraviti da kutove unutar izreza treba zaobliti. Minimalni polupromjer takvog zaobljavanja iznosi $r \geq 6\text{mm}$.

$$j \geq \frac{1}{2} \times h$$

2.3.2 Tolerancije kod izrade i rasporeda izreza na rubu stakla

Podaci o toleranciji u odnosu na dimenzije i raspored izreza vršenih na rubovima prikazani su u Tablicama br. 12.-13.

Primjer staklene površine izrezane na rubovima zajedno s parametrima prikazuje Crtež br. 20.

Radi određivanja položaja zadanog izreza na staklenoj površini potrebno je izabrati jednu referentnu točku (lijevi donji kut) od koje će se izmjeriti udaljenost dviju ortogonalnih linija u odnosu jedne na drugu.

Tablica br. 12.

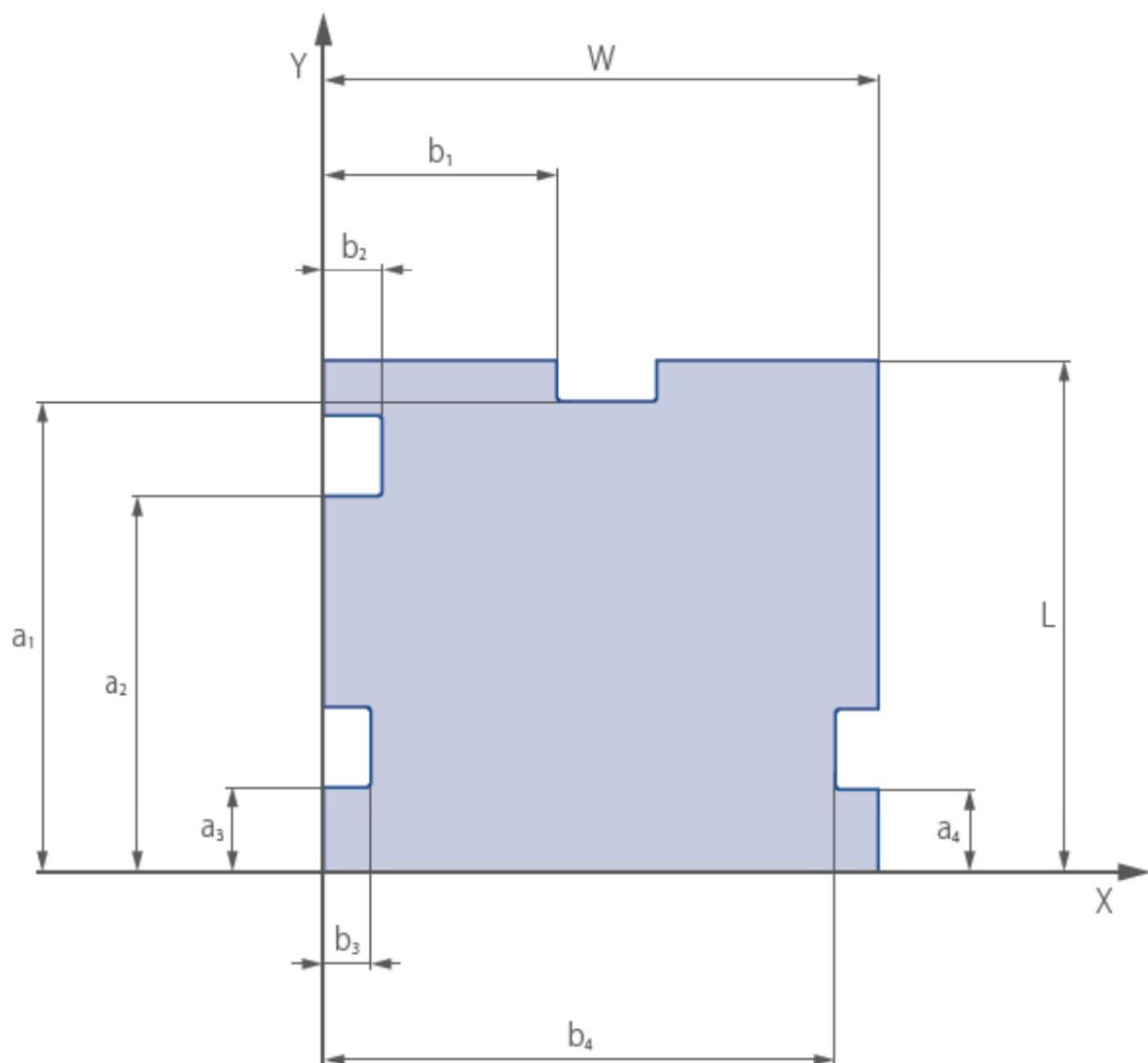
Tolerancije kod stvaranja izreza na rubu stakla

Bok izreza [mm]	Tolerancije (h1, h2, c1, c2) [mm]
h lub c	± 3,0

Tablica br. 13.

Tolerancije kod rasporeda izreza na rubovima stakla

Dimenzije stakla [mm]	Tolerancija rasporeda izreza planiranih na rubovima stakla (a ₁ , a ₂ , a ₃ , a ₄ , b ₁ , b ₂ , b ₃ , b ₄) [mm]	
	Zadana debljina stakla $d \leq 12$	Zadana debljina stakla $d > 12$
≤ 2000	± 2,5	± 3,0
2000 < W lub L ≤ 3000	± 3,0	± 4,0
> 3000	± 4,0	± 5,0



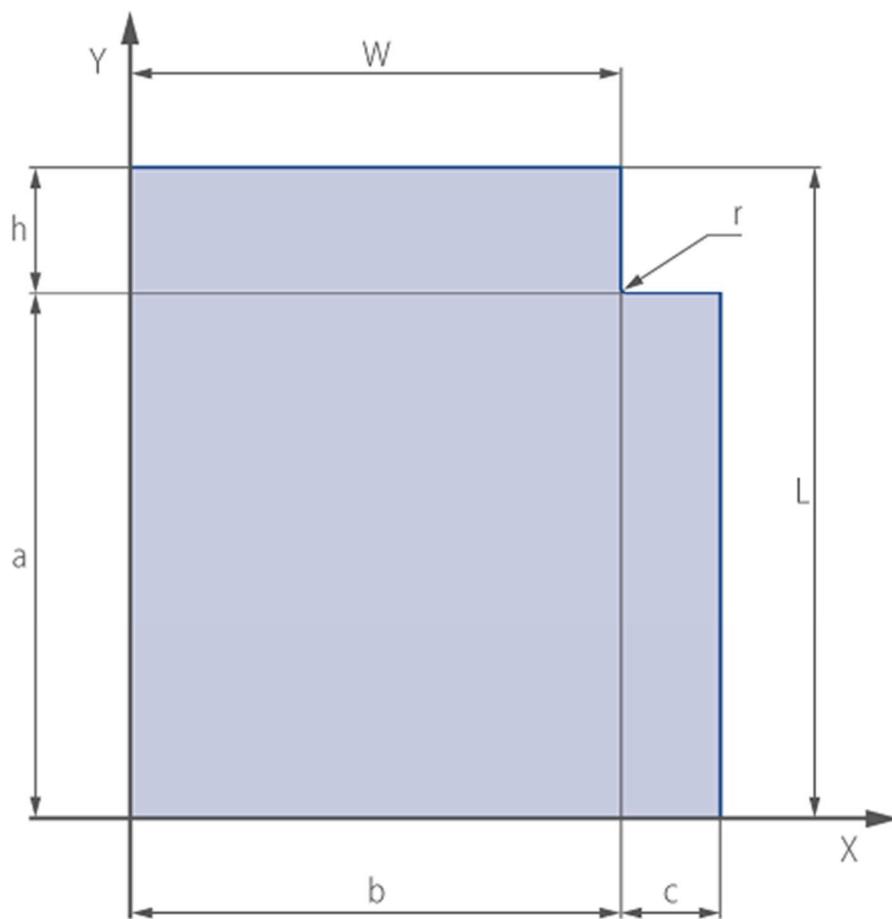
Crtež br. 20. Parametri rasporeda izreza na rubovima staklene plohe

2.3.3 Dimenziije izrezanih kutova

Dimenziije izreza koji je lociran u kutu ($c \times h$) ne mogu iznositi više od $1/3$ širine (W) i visine (L), kako slijedi:

$$h \leq \frac{1}{3} \times L, \quad c \leq \frac{1}{3} \times W$$

Crtež br. 21. prikazuje primjer lokacije izreza zajedno s najbitnijim dimenzijama. Ne smije se zaboraviti da kut koji se nalazi unutar izreza isto treba zaobliti. Minimalni polupromjer takvog zaobljavanja treba iznositi 6 mm.



Crtež br. 21. Primjer staklene ploče s izrezanim kutom i obilježenim parametrima

2.3.4 Tolerancije kod izrade i rasporeda izreza u kutovima

Podaci o toleranciji u odnosu na dimenzije i raspored izreza pravljenih u kutovima prikazani su u Tablicama br. 14.-15.

Primjer staklene površine s izrezanim kutom zajedno s parametrima prikazuje Crtež br. 21.

Radi određivanja položaja datog izreza na staklenoj površini potrebno je izabrati jednu referentnu točku (lijevi donji kut) od koje će se izmjeriti udaljenost dviju ortogonalnih linija u odnosu jedne na drugu.

Tablica br. 14.

Tolerancije kod izrezivanja kutova

Bok izreza [mm]	Tolerancije (h, c) [mm]
h ili c	$\pm 3,0$

Tablica br. 15.

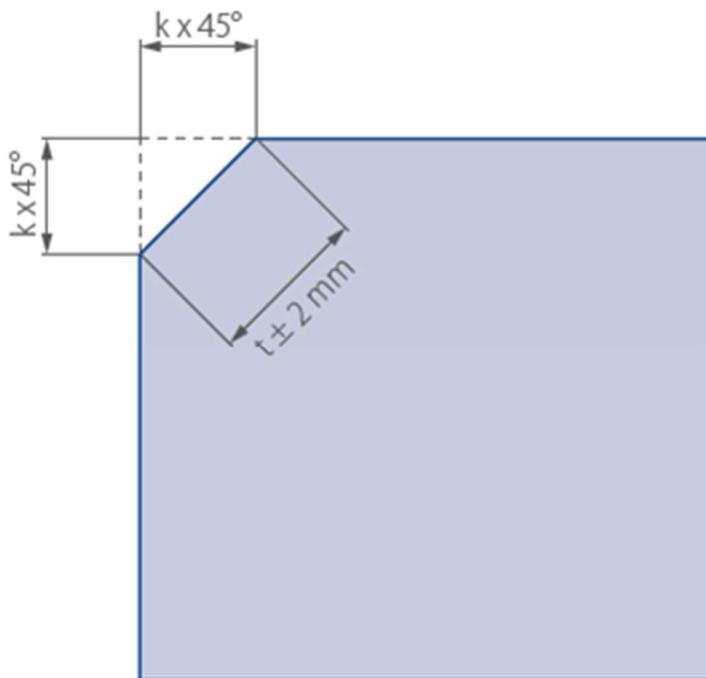
Tolerancije kod rasporeda izreza u kutovima

Dimenzijske stakla [mm]	Tolerancija rasporeda izreza planiranih u kutovima (a, b) [mm]	
	Zadana debljina stakla $d \leq 12$	Zadana debljina stakla $d > 12$
≤ 2000	$\pm 2,5$	$\pm 3,0$
$2000 < W \text{ ili } L \leq 3000$	$\pm 3,0$	$\pm 4,0$
> 3000	$\pm 4,0$	$\pm 5,0$

2.3.5 Dimenzijske izreza u kutovima, obaranje rubova odrezanog kuta

Odrezivanje kuta odnosno obaranje ruba kuta provodi se samo u slučaju kada za datu debljinu stakla nije moguće izrezanje oblika na stolu za rezanje stakla. Informacije o mogućnostima odrezivanja kuta odnosno obaranja ruba istog sadrži Tabela br. 16.

Crtež br. 22. prikazuje shemu stakla s odrezanim odnosno zatupljenim kutom.



Crtež br. 22. Shema stakla s odrezanim kutom

Tablica br. 16.

Parametri odrezivanja i zatupljivanja kutova

Vrsta obrade / staklo	Debljina stakla [mm]	Max. duljina odrezanog kuta t [mm]	Tolerancija [mm]
Odrezanje / monolitno	4	21	± 2
	5	28	
	6	35	
	8	57	
	10	113	
	12 – 15	141	
	19	170	
Odrezanje / laminat	Bez ograničenja	85	
Zatupljivanje	Bez ograničenja	4	-3 /+2

3. Nanošenje keramičkih boja

Firma PRESS GLASS SA koristi 3 metode nanošenja keramičkih boja, a to su: metoda s valjcima, sitotisak i digitalni tisak. Ove smjernice služe za vizualnu ocjenu kvalitete kompletno ili dijelomično presvučenog keramičkim emajlom stakla i digitalnog tiska na staklu. Kod svake od navedenih metoda koristi se keramički emajl koji je nakon nanošenja na staklo zajedno s njim tretiran u postupku kaljenja ili djelimičnog kaljenja. Na kakvoću, a time i ocjenu proizvoda utječu osnovni uvjeti, kao što je:

- unutarnja ili vanjska primjena,
- staklo koje je vidljivo s obje strane (npr. pregradni zidovi, viseće fasade, i sl.),
- neposredno osvjetljenje ili priključak neposrednog osvjetljenja,
- završna obrada rubova i rubovi koji eventualno ostaju vidljivi,
- referentna točka staklene plohe.

3.1 Pojašnjenja**3.1.1 Kompletno nanošenje keramičkog emajla na staklo**

Za potpuno presvlačenje stakla emajlom služi jedna od navedenih metoda. Ocjenjivanje emajla provodi se gledajući kroz staklo stranu koja nije premazana, kako bi nijansa boje stakla bila dio našeg dojma vezanog za nanesenu boju koju gledamo. Emajlirana površina ne može biti izložena djelovanju atmosferskih utjecaja (pozicija 2 ili viša u kombinaciji slojevitog stakla). Nakon odobrenja dobavljača emajl se može primjenjivati također na 1. poziciji ukoliko se rabi u interijeru. Ukoliko će se emajlirano staklo primjenjivati na način da su vidljive površine s obje strane stakla, uvijek treba to dogоворити s dobavljačem. Ovisno o metodi proizvodnje i razlikuje se i tehnološki proces, što je opisano ispod.

Metoda nanošenja boje valjkom

Keramički emajl se nanosi na staklo pomoću žljebastog gumenog valjka (utori se nalaze obodno). Ova metoda osigurava ravno i jednak nanošenje keramičkog emajla pod uvjetom da je površina stakla potpuno ravna. Karakteristično kod ove metode je da se tragovi žljebova valjka vide izbliza na strani nanošenja emajla ipak je teško u normalnim uvjetima uočiti ih na strani stakla (kada emajl gledamo kroz staklo). Kod svjetlijih boja emajla treba voditi računa da objekti postavljeni neposredno na emajliranu površinu (brtvljenje, ljepljene ploče, izolacija, držači i sl.) mogu se vidjeti kroz staklo. Staklo presvučeno emajlom nanošenim pomoću valjka većinom nije pogodno za primjenu u situaciji kada se gleda s obje strane. Zbog toga kod takve primjene je potrebno potražiti savjet dobavljača. Obzirom na tehnološki

proces na svim rubovima skuplja se više emajla koji može biti i malo valoviti, naročito duž rubova koji su paralelni u odnosu na valjke.

Sitotisak

Emajl se nanosi na površinu stakla na vodoravno postavljenom stolu za sitotisak uz rabljenje sita. Debljina nanesenog premaza ovisi o situ koje se primjenjuje i znatno je manja od debljine sloja nanesenog pomoću valjka. Kod ove metode treba voditi računa da objekti postavljeni neposredno na emajliranu površinu (brtvljenje, ljepljene ploče, izolacija, držači i sl.) mogu se vidjeti kroz staklo. U slučaju primjene ove metode nanošenja ukoliko staklo se postavlja tako da se gleda s obje strane potrebno je potražiti savjet dobavljača.

Karakteristično kod ove metode proizvodnje je da – ovisno o izabranom emajlu – stvaraju se slabi tragovi u obliku uzdužnih i poprečnih šara, kao i pojedinačne „nejasne mrlje“.

Iako kod metode sitotiska većinom rubovi ostaju čisti ipak se može pojaviti neveliko „podebljanje“ sloja emajla na rubu, stoga svi rubovi koji budu vidljivi moraju se definirati u narudžbi da bi vodili o tome računa.

3.1.2 Ddjelomično nanošenje keramičkog emajla na staklo

Staklo se može djelomično presvući emajlom pomoću sve tri prethodno navedene metode. Informacije iz točke 3.1.1. vrijede i za ovo poglavlje. Obzirom na tolerancije dimenzija stakla i sita obodno pokraj rubova može se pojaviti mjesto na kojem nema boje.

3.1.3 Digitalni tisak

Metoda digitalnog tiska omogućuje višebojno nanošenje boje na površinu stakla. Visoka razlučivost tiska (do 360 DPI) osigurava vrlo precizno preslikavanje svih elemenata grafike ili fotografije. U procesu nanošenja emajla koriste se glave s bojom koja se postavlja u obliku vrlo sitnih kapljica sve dok se ne postigne zahtjevana kvaliteta. Sve se boje nanose istovremeno. Materijali postavljeni neposredno na emajliranu površinu (brtvljenje, ljepljene ploče, izolacija, držači i sl.) mogu se vidjeti kroz staklo. U slučaju primjene ove metode nanošenja ukoliko staklo se postavlja tako da se gleda s obje strane potrebno je kontaktirati proizvođača. Tipično za ovaj proces je da ovisno o boji, intenzitetu tiska i primjeni, pojavljuju se male linije u smjeru nanošenja, rijetko i „pinholes“ i sjene, kao i pojedinačne „nejasne mrlje“.

3.2 Ocjenjivanje stakla presvučenog keramičkim emajlom

Staklo presvučeno emajlom ocjenjuje se z udaljenosti od najmanje 3 m upravno u odnosu na površinu. Prilikom pregleda kut koji stvara ortogonalna linija s površinom stakla ne bi smio biti veći od 30°. Ocjenjivanje se provodi u normalnim uvjetima po danu bez neposredne sunčeve svjetlosti i bez električne rasvjete, gledajući staklo sprjeda na neprozirnoj podlozi. Obično se gleda kroz staklo i prati površinu koja nema sloja emajla. Staklo čije se površine vide s obje strane ocjenjuje se na isti način. Ukoliko se staklo presvučeno emajlom postavlja na svjetlijoj podlozi ili se na kontra strani u odnosu na gledajuću osobu pojavi svjetlo moguće je stvaranje efekta zvjezdano neba odnosno točkica, šara koje uvjetuje tehnologiju proizvodnje. Razlog tome su osobine emajla koji nije potpuno nepropustan za svjetlo. Kod ocjenjivanja nedostataka karakterističnih za staklo presvučeno emajlom primjenjuju se smjernice kao za vizualni pregled kaljenog ili djelomično kaljenog stakla. Ukoliko su nepravilnosti u izgledu vidljivi s manje udaljenosti nego što je to predviđeno odgovarajućim standardom za datu vrstu stakla, ne smatra se to nedostatkom.

Tablica br. 17.

Tolerancije kod kompletног/djelomičnog presvlačenja stakla keramičkim emajlom, stakla s utisnutim natpisima i uzorcima

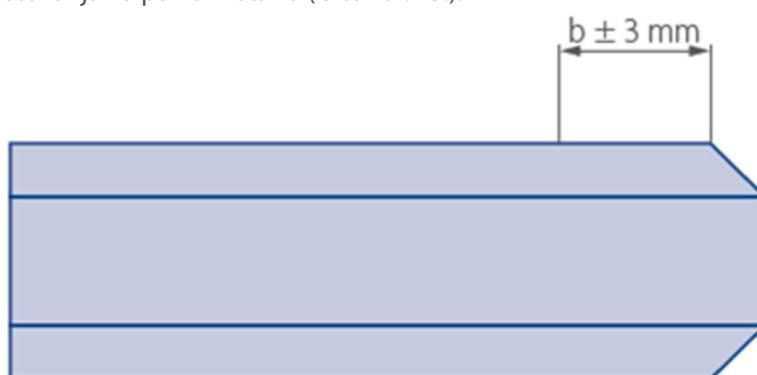
Opis	Glavna zona	Rubna zona 15 mm duž oboda ^(a)
Broj nepravilnosti u listu stakla	Max. 3 komada čija površina nije veća od $25 \text{ mm}^2 / 1\text{m}^2$ Ukupno svi nedostaci: maksimalna površina $25 \text{ mm}^2 / 1\text{m}^2$	Širina: 3 mm Duljina: nema ograničenja
Višak emajla na rubu	Nije relevantno	Dopušteno
Tolerancija kod djelomičnog nanošenja emajla ^(b)	Ovisno o duljini: Duljina emajla: Tolerancija: ≤ 2000 mm ± 3,0 mm > 2000 mm ± 5,0 mm	
Tolerancija kod rasporeda djelomičnog nanošenja emajla	± 3,0 mm ^(c)	
Tolerancija kod utiskivanja natpisa i uzorka	Ovisno o duljini ruba utiskanog objekta: Duljina emajla: Tolerancija: ≤ 100 mm ± 1,0 mm ≤ 1000 mm ± 2,0 mm ≤ 2000 mm ± 2,5 mm ≤ 3000 mm ± 3,0 mm ≤ 4000 mm ± 4,0 mm	Nije relevantno

Defekti ≤ 0,5mm (vrlo sitne mane površine stakla – pinholes, tzv. efekat zvjezdanoг neba) su dopušteni i pretežno se ne uzimaju u obzir. Popravljanje defekta pomoću keramičkih emajla prije kaljenja je dozvoljeno. Nepravilnosti ne mogu biti vidljive s udaljenosti od 3 metra.

^(a)Ukoliko je rubna zona manja ili nema je uopće, zahtjeva se kontaktiranje dobavljača.

^(b)Tolerancija položaja stakla se mjeri od referentne točke.

^(c)Ako je rub stakla zatupljen, mjerjenje se provodi od čela stakla. Kod brušenja/poliranja ili skošavanja mjerjenje se provodi od ruba skošavanja na površini stakla (Crtež br. 23.).



Crtež br. 23. Lokacija sitotiska i digitalnog tiska (b) u odnosu na rub skošavanja

3.3 Ocenjivanje boja

Razlike u bojama su uzrokovane većim brojem čimbenika i nema mogućnosti ih eliminirati. Dolje navedeni čimbenici (u datim uvjetima osvjetljenja) imaju utjecaj na ocjenu prepoznatljivih razlika u bojama između dvije staklene plohe presvučene keramičkim emajlom. Stvarna boja emajla se može utvrditi gledajući kaljeni ispitni primjerak kroz staklo. Razlike mogu se pojaviti kod boja koje se biraju na osnovu standardnih sustava, npr.: RAL boja.

3.3.1 Utjecaj vrste stakla (podloge) na boju

Po pravilu se kao podloga koristi float staklo koje ima vrlo ravnu površinu i intenzivno reflektira svjetlost. Osim toga staklo može biti presvučeno različitim premazima. Sama boja stakla isto se razlikuje ovisno o proizvođaču, debljini stakla, vrsti stakla, proizvodnoj partiji (npr. bojeno staklo u masi, staklo smanjenog sadržaja željeza) što utječe na završni efekat kod boje stakla presvučenog emajlom. Dojam boje može isto tako biti ovisan o načinu nanošenja iste. Primjerice površine pokrivene tankim slojem emajla metodom sitotiska ili digitalnog tiska bolje će propuštati svjetlost od onih presvučenih valjkom koje obično imaju znatno debljiji sloj emajla. Ocjenjivanje stakla presvučenog emajlom uvijek se provodi nakon kaljenja ili djelomičnog kaljenja.

3.3.2 Utjecaj tipa primjenjenog emajla

Keramički emajl sastoji se od neorganskih materijala koji odgovaraju za pojedinačne boje. Sam emajl isto može neznatno odstupati od polazne boje, stoga se uspoređivanje boje emajla može provesti samo u okviru jedne proizvodne partije.

3.3.3 Tip osvjetljenja u kojem se emajlirana površina ocjenjuje

Osvjetljenje se neprekidno mijenja ovisno o godišnjem dobu, dobu dana i vremenskim prilikama. To znači da svjetlo vidljivog spektra (valovi duljine 400 – 700 nm) prolazi kroz nekoliko medija (zrak, staklo) i na različite načine pada na toplinski obrađenu površinu keramičkog emajla. Ovisno o kutu padanja svjetla, površina stakla manje ili više reflektira dio svjetlosnog fluksa. Svjetlo različite duljine valova koje dolazi na kaljeni emajl djelomično se reflektira i/ili apsorbira. Ukratko tako se može objasniti zašto je dojam boje drugačiji ovisno o osvjetljenju.

3.3.4 Osoba koja vrši vizualnu ocjenu/način ocjenjivanja

Ljudsko oko na drugi način reagira na razne boje. Veoma je osjetljivo čak i na vrlo male promjene plave boje, dok istih promjena zelene boje ne primjećuje tolko izrazito. Drugi čimbenici koji utječu na ocjenu boje su: kut gledanja, veličina gledanog objekta, udaljenost između dva usporediva predmeta.

Osnovne radnje prije realizacije narudžbe i kod procjene mogućnosti realizacije:

- a) procjena mogućnosti izvedbe u granicama tolerancija – samo na osnovu podataka dostavljenih od strane klijenta (veličina narudžbe, dostupnost stakla, dostupnost emajla i sl.),
- b) izvedba makete projekta prirodne veličine tzv. mock-up 1:1 i akceptacija klijenta,
- c) realizacija narudžbe prema dogовору i/ili uzoru koji su odobrile obje strane.

Usporedba i ocjena proizvoda može se provesti samo ako je staklo presvučeno emajlom od jednog dobavljača. Boje emajla mogu se usporediti samo u okviru jedne narudžbe klijenta, te jedne vrste stakla i keramičkog emajla. Kod uspoređivanja dviju oblikovanih staklenih ploha presvučenih emajlom iste boje, dopuštena razlika u boji je $\Delta E^* = 3$ (C.I.E. L*a*b*) – mjerjenje se vrši na površini lista stakla.

3.4 Naknadne informacije

Sve što nije ovdje navedeno, a vezano je za kaljeno ili djelomično kaljeno staklo može se pročitati u odgovarajućim standardima za datu vrstu stakla. Proizvođač zadržava pravo uvođenja izmjena shodno promjenama u tehnologiji i unapređenju znanja.

Za presvlačenje emajlom može se rabiti isključivo staklo namijenjeno za kaljenje ili djelomično kaljenje. Daljnja obrada takvog stakla nakon kaljenja nije moguća. Vrijednosti izdržljivosti za kaljeno ili djelomično kaljeno staklo presvučeno emajlom su manje u odnosu na kaljeno ili djelomično kaljeno staklo bez emajla. Informacije o kapacitetu proizvodnih linija za nanošenje na staklo keramičkih emajla sadrže Tablice br. 18.-20.

Tablica br. 18.

Proizvodne mogućnosti linije za nanošenje keramičkog emajla valjcima

Debljina stakla [mm]	Maksimalne dimenzije lista stakla [mm]	Minimalne dimenzije lista stakla [mm]	Maksimalna težina [kg]
3	1700 x 3500	200 x 550	350
4	1700 x 2500	200 x 550	
5	2000 x 3000	200 x 550	
6 – 19	2500 x 4500	200 x 550	

Tablica br. 19.

Proizvodne mogućnosti linije za nanošenje keramičkog emajla metodom sitotiska

Debljina stakla [mm]	Maksimalne dimenzije lista stakla [mm]	Minimalne dimenzije lista stakla [mm]	Maksimalna težina [kg]
3	1700 x 3500	180 x 500	350
4	1700 x 2500	200 x 300	
5	2000 x 3000	200 x 300	
6 – 19	2500 x 4500	200 x 300	

Tablica br. 20

Proizvodne mogućnosti linije za nanošenje keramičkog emajla metodom digitalnog tiska

Debljina stakla [mm]	Maksimalne dimenzije lista stakla [mm]	Minimalne dimenzije lista stakla [mm]	Maksimalna težina [kg]
3	1700 x 3500	180 x 500	350
4	1700 x 2500	200 x 300	
5	2000 x 3000	200 x 300	
6 – 19	2500 x 3700	200 x 300	

4. Toplinska obrada**4.1 Osobine kaljenog stakla**

Kaljeno staklo ima povećanu mehaničku i termičku izdržljivost, te karakterističan način loma i pucanja na sitne i najčešće neoštete komadiće, zbog čega se smatra sigurnosnim. Povećana mehanička i toplinska izdržljivost kaljenog stakla je rezultat nastalih termičkih naprezanja tijekom procesa kaljenja. U presjeku stakla, pri simetričnom i jednakom hlađenju dolazi do raspodjele napetosti na način da je vanjski sloj izložen tlačnoj, a unutarnji vlačnoj napetosti. Tlačna napetost na površini kaljenog stakla omogućuje znatno veću čvrstoću za savijanje, nego kod popuštenog stakla zbog kompenzacije vlačne napetosti i smanjenja rezultante lokalne napetosti. Srednje naprezanje koje uništava kaljeno staklo, nekoliko puta je veće nego kod običnog stakla. Kod kaljenog stakla smanjuje se i statički zamor. Ravnotežom naprezanja kaljeno staklo postiže veću otpornost na lom koja inače ograničava izdržljivost stakla. Nakon kaljenja, površinski defekti ne mogu se širiti u vanjskom sloju stakla koji je izložen tlačnom naprezanju. Pri

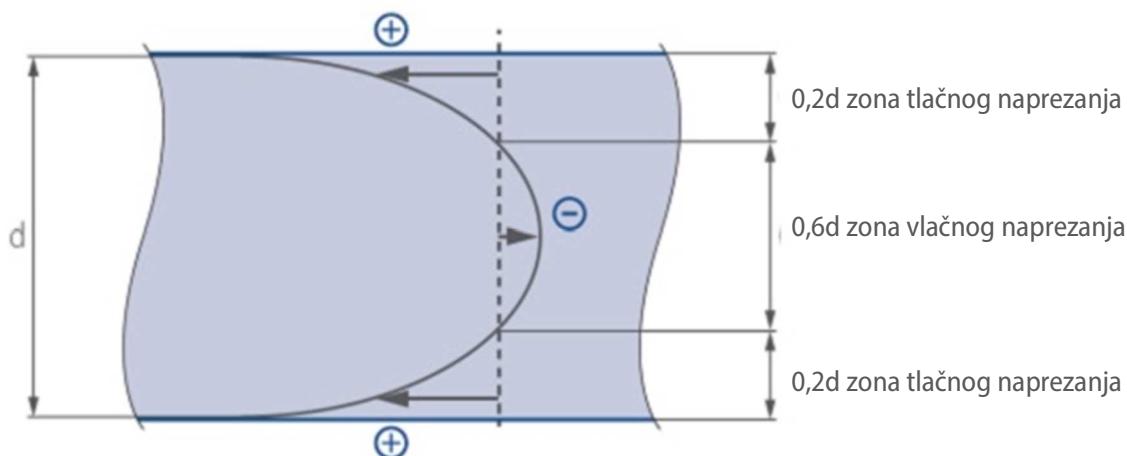
prekoračenju granice mehaničke izdržljivosti dolazi do loma kaljenog stakla na sitne i neoštre dijeliće. Struktura loma stvara mrežu pukotina.

Toplinski obrađeno kaljeno staklo ima široku primjenu u graditeljstvu, proizvodnji namještaja, bijele tehnike (pećnice), autoindustriji, željezničkom, zrakoplovnom, brodskom i drugom prijevozu, te u drugim područjima gospodarstva.

Postupkom kaljenja možemo tretirati transparentno float staklo, bojeno u masi, staklo s „tvrdim“ premazima i neke vrste stakla s „mekanim“ premazima (proizvođač stakla treba razmotriti da li je moguće u konkretnom slučaju), ravno vučeno staklo i valjano staklo.

Pored toga treba uzeti u obzir i dodatne pojave koje se javljaju u kaljenom staklu nakon toplinske obrade. Ove pojave ne smatraju se proizvodnom greškom, a to su:

- dugine boje na površini stakla – anizotropija nastala zbog specifičnog polja naprezanja prilikom kaljenja (Crtež br. 24), izaziva dvostruki ogib svjetlosti vidljiv u polariziranom svjetlu – polja naprezanja su vidljiva u bojama, zovemo ih „polja polarizacije“ ili „leopardove točkice“ i možemo ih uočiti i u dnevnom svjetlu na staklu pod malim kutom (ova pojava se dobro vidi na kaljenim staklima automobila).
- „valovi od valjaka“ („RolerWaves“) – deformacije površine koje nastaju prilikom zagrijavanja stakla u vodoravnoj peći kod dodira vrućeg stakla (temperatura blizu omekšavanja) i valjaka u peći kada nastaju deformacije vidljive u reflektirajućem svjetlu. Kod naručivanja stakala za fasade zgrada naručitelj treba voditi računa o pojavi „RolerWaves“ i odrediti pravac stavljanja stakala u peć za kaljenje (usmjerenje kaljenje).
- „odraz valjaka“ – na staklu debljine iznad 8 mm kao i na tanjem ali većih gabarita mogu se pojaviti otiske valjaka („odraz valjaka“).



Crtež br. 24. Raspored naprezanja u tretiranom staklu u postupku kaljenja (d – zadana debljina stakla)

4.1.1 Zahtjevi kod procesa toplinske obrade

Kako bi se staklo moglo tretirati kaljenjem neophodna je minimalna obrada rubova:

- zatupljivanje rubova kod stakla maksimalne debljine od 8 mm,
- brušenje rubova kod stakla debljine ≥ 10 mm.

Zadovoljavanje navedenih uvjeta je neophodno jer prilikom postupka kaljenja dolazi do stvaranja u staklu značajnih naprezanja čija koncentracija je na rubovima. Nepravilno pripremljeni rubovi stakla mogu prouzročiti lom staklene plohe.

Identično kao i sve postupke obrade rubova, bušenje otvora, pravljenje izreza i glodanje treba obaviti prije kaljenja stakla. Uvijek voditi računa da rupe i izrezi u staklu stvaraju veći rizik loma tijekom kaljenja. Zahtjevi po pitanju dimenzija i rasporeda otvora u staklu koje se priprema za kaljenje su propisani točkom 2.1.1. (II. dio ovog standarda). Minimalni polupromjer izreza treba biti veći ili jednak debljini stakla i ne može iznositi manje od 6 mm.

4.2 Kaljenje

4.2.1 Premium ESG

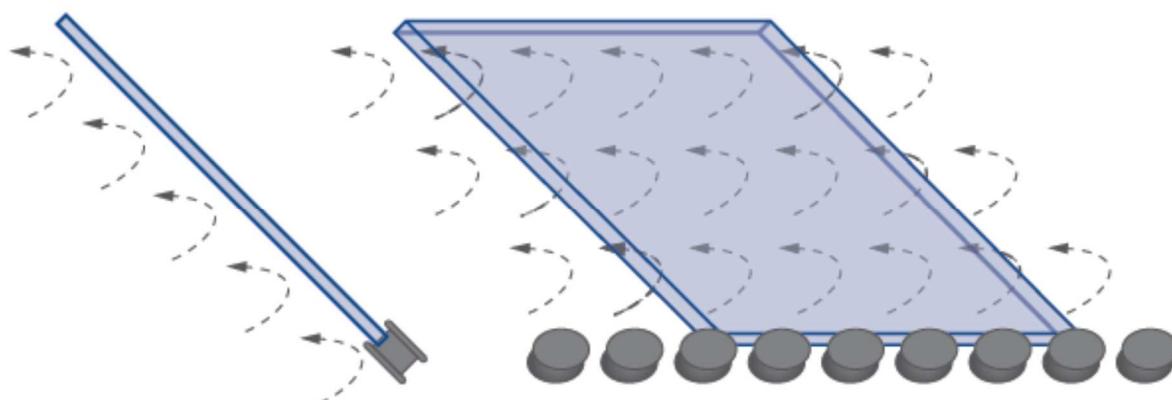
Tehnologija kaljenja stakla PREMIUM ESG umjesto valjaka predviđa zračni jastuk po kojem pod određenim kutom prolazi list stakla. Valjci dodiruju staklo samo na jednom rubu. Prema tome kod izbora ovog postupka je glavno ograničenje da jedan rub lista mora biti ravan.

Tablica br. 21.

Proizvodni kapacitet linije za kaljenje PREMIUM ESG

Debljina stakla [mm]	Maksimalne dimenzije lista stakla [mm]	Minimalne dimenzije lista stakla [mm]	Maksimalna težina [kg/mb]
2 – 3	1700 x 3500	180 x 500	200
4 – 8	1700 x 5000	180 x 500	200

Kod postupka kaljenja PREMIUM ESG (Crtež br. 25.) nema efekta o kojem govori točka 4.1.c. Staklo kaljeno na taj način nema lokalnih deformacija (izuzev mjesta pokraj samih rubova). Staklo PREMIUM ESG je praktički jednako ravno kao popušteno float staklo (Crtež br. 26.).



Crtež br. 25. Shematski prikaz PREMIUM ESG postupka kaljenja

Linearni uzorak



A – staklo PREMIUM ESG

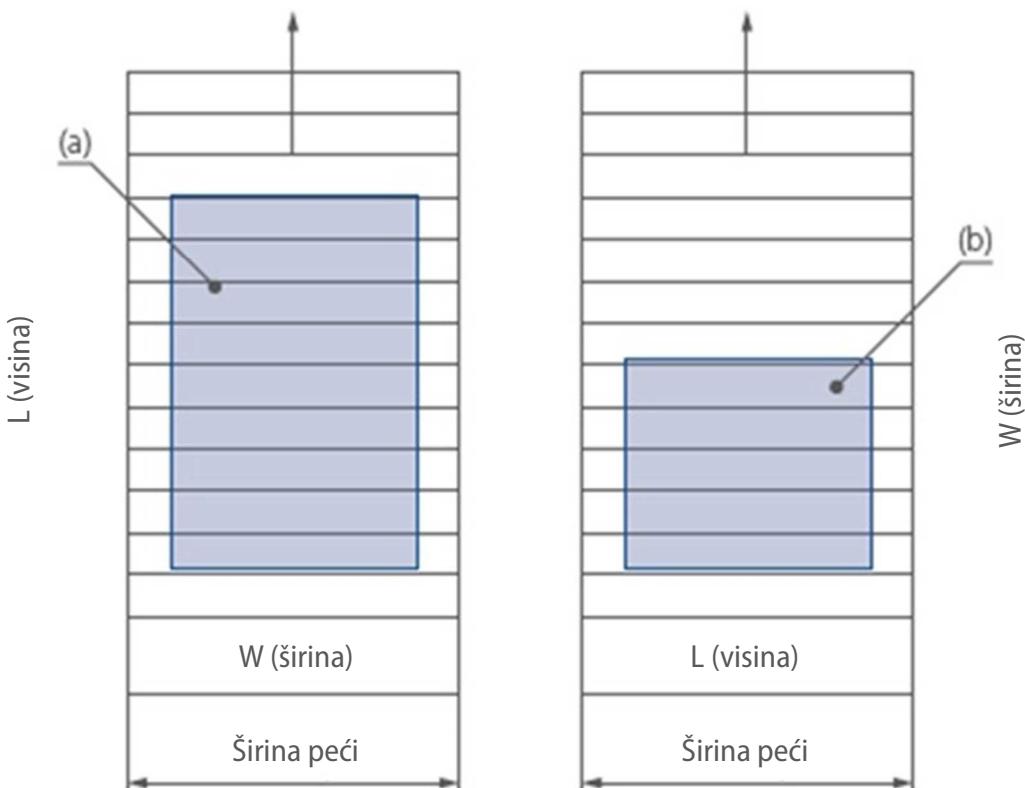
B – staklo tradicionalno kaljeno

C – nekaljeno staklo

Crtež br. 26. Usporedba tradicionalno kaljenog stakla i stakla kaljenog uz korištenje linije PREMIUM ESG

4.2.2 ESG

Postupak tradicionalnog kaljenja ESG prema EN12150 provodi se u vodoravnim oscilacijskim pećima. Staklo se zagrijava blizu temperature omekšavanja da postigne odgovarajuću temperaturu i viskoznost. Nakon toga se na staklenu plohu usmjerava mlaz hladnog zraka za brzo hlađenje stakla. U staklu dolazi do stvaranja naprezanja koje prikazuje Crtež br. 24. Kod izbora toplinske obrade takvog tipa treba uzeti u obzir moguće pojavljivanje nepravilnosti opisanih u toč. 4.1.a - 4.1.c. Stoga je potrebno odrediti smjer kaljenja – duljina lista paralelno ili uspravno u odnosu na valjke u peći za kaljenje. Crtež br. 27. prikazuje primjer položaja staklene plohe. Ne može se provesti usmjereno kaljenje stakla čija je dimenzija W ili L veća od širine peći. U takvom slučaju staklena ploha se stavlja u peć u drugom pravcu od ostalih iz narudžbe, bez naknadnog dogovaranja s naručiteljem koji kod usmjerenog kaljenja inače je obvezan u narudžbi odrediti smjer postavljanja listova u peć. Ukoliko to ne učini, kaljenje će se provesti bez pridržavanja pravca.



Crtež br. 27. Položaj lista stakla postavljenog na transportni stol uz peć za kaljenje.

Tablica br. 22. sadrži podatke o proizvodnim mogućnostima linije za kaljenje. Mogu se kaliti različiti oblici.

Tablica br. 22.

Proizvodni kapacitet linije za kaljenje

Vrsta stakla	Debljina stakla [mm]	Maksimalne dimenzije lista stakla (W x L) [mm]	Minimalne dimenzije lista stakla (W x L) [mm]	Maksimalna težina [kg]
Float	3	1700 x 3500	180x500	500
	4	1700 x 2500	100 x 250	
	5	2000 x 3000	100 x 250	
	6-19	2800 x 6000	100 x 250	
Float s mekanim premazom	3	1700 x 3500	180x500	500
	4	1500 x 2500	100 x 250	
	5	1700 x 2500	100 x 250	
	6-19	2800 x 6000	100 x 250	

4.2.3 TVG

Stakla TVG djelomično kaljena prema EN 1863 isto su podvrgnuta toplinskoj obradi čija je svrha povećanje mehaničke i toplinske otpornosti stakla. Razlika između kaljenja i djelomičnog kaljenja je prije svega u drugoj strukturi loma i manjoj otpornosti TVG stakla u odnosu na ESG (Tablica br. 24.). Treba istaknuti da staklo djelomično kaljeno nije sigurnosno staklo. U slučaju loma djelomično kaljeno natrij-kalcij-silikatno staklo puca na način koji je sličan pucanju popuštenog stakla.

Specifičan postupak djelomičnog kaljenja onemogućuje dobivanje proizvoda koji bi bio ravan kao popušteno staklo. Deformacija ovisi o vrsti stakla, npr. presvučeno, ornamentno i sl., o dimenzijsima stakla,

tj. zadanoj debljini, te međusobnom odnosu dimenzija, a također ovisi o izabranom načinu provođenja procesa, tj. okomiti ili vodoravni postupak.

Kod vodoravnog postupka mogu se javljati sljedeće deformacije:

- kompletna konveksnost,
- valovitost od valjaka,
- podignuti rubovi.

Bilo koju obradu stakla treba provesti prije djelomičnog kaljenja. Tablica br. 23. sadrži podatke o proizvodnim mogućnostima linije za djelomično kaljenje stakla.

Tablica br. 23.

Proizvodni kapacitet linija za djelomično kaljenje stakla

Linija / Vrsta stakla	Debljina stakla [mm]	Maksimalne dimenzije lista stakla (W x L) [mm]	Minimalne dimenzije lista stakla (W x L) [mm]	Maksimalna težina
Linija 1 / float, float s mekanim premazom	2 – 3 4 – 8	1700 x 3500 1700 x 5000	180 x 500 180 x 500	200 kg/mb
Linija 2 / float	4 5 6 – 12	1700 x 2500 2000 x 3000 2800 x 6000	200 x 450	500 kg
Linija 2 / float s mekanim premazom	4 5 6 – 10	1500 x 2500 1700 x 2500 2800 x 6000	200 x 450	500 kg

Tablica br. 24.

Vrijednosti mehaničke izdržljivosti stakla prema EN 12150-1; EN 14179-1; EN 1863-1

Vrsta toplinske obrade	Vrijednosti mehaničke izdržljivosti [N/mm ²]	
Vrsta stakla	Kaljeno s toplinskim ispitivanjem	Djelomično kaljeno
Monolitno: bezbojno, bojeno, presvučeno	120	70
Emajlirano	75	45
Ornamentno staklo i ravno vučeno staklo	90	55

4.3 Zahtjevi i testiranje termički tretiranog stakla

4.3.1 Dimenzije i tolerancije za ravna kaljena stakla

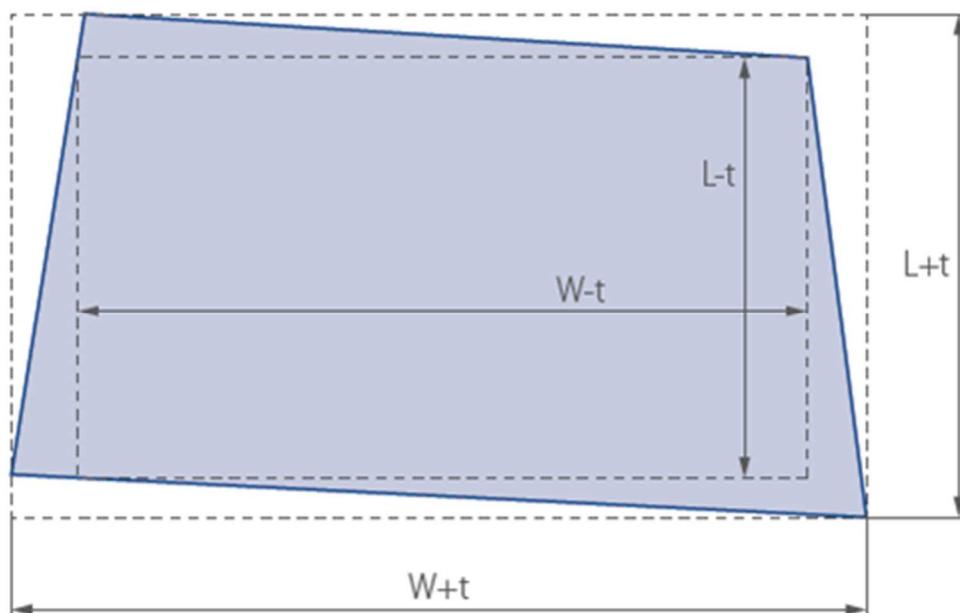
Dimenzije kaljenih stakala su predodređene tehnološkim mogućnostima uređaja za uvodnu obradu i mogućnostima peći za kaljenje. Vrijednosti zadanih debljina stakla i tolerancija za svaku debljinu koje su propisane standardom EN 12150-1 navedeno u Tablici br. 25.

Tablica br. 25.

Vrijednosti debljina i tolerancija debljina za kaljena stakla

Zadana debljina d [mm]	Tolerancije debljine za različite vrste stakla [mm]		
	Ravno vučeno staklo	Ornamentno staklo	Float staklo
	± 0,2	± 0,5	± 0,2
5	± 0,3	± 0,5	± 0,2
6	± 0,3	± 0,5	± 0,2
8	± 0,4	± 0,8	± 0,3
10	± 0,5	± 1,0	± 0,3
12	± 0,6	± 1,5	± 0,3
14	—	± 1,5	—
15	—	± 1,5	± 0,5
19	—	± 2,0	± 1,0

Tolerancije dimenzija stakla odgovaraju standardu EN 12150-1 za ravna kaljena stakla. Navode se tolerancije visine (L), širine (W) i pravokutnosti. Crtež br. 28. prikazuje primjer stakla i toleranciju pravokutnosti. Sve podatke sadrži Tablica br. 26. Ukoliko ima potrebe za oštrijim kriterijima po pitanju tolerancije molimo kontaktirajte Sektor za prodaju.



Crtež br. 28. Dimenziije i tolerancije staklene plohe

Tablica br. 26.

Vrijednosti tolerancija širine (W) i visine (L) za ravna kaljena stakla prema EN 12150-1

Dimenzije stakla [mm]	Tolerancija, t [mm]	
	Zadana debljina stakla $d \leq 12$	Zadana debljina stakla $d > 12$
≤ 2000	$\pm 2,5$	$\pm 3,0$
$2000 < W \text{ ili } L \leq 3000$	$\pm 3,0$	$\pm 4,0$
> 3000	$\pm 4,0$	$\pm 5,0$

4.3.2 Ispitivanje pravolinijnosti ravnih kaljenih stakala

Postupkom kaljenja nije moguće dobiti staklo čija bi pravolinijnost bila ista kao kod popuštenog stakla (nekaljenog). Odstupanje od pravolinijnosti ovisi o debljini, dimenzijama i odnosu dimenzija bokova stakla. Kod određenih tolerancija dopuštena je kompletna ili lokalna konveksnost. S ciljem ispitivanja konveksnosti potrebno je mjerjenje provesti u skladu s EN 12150:

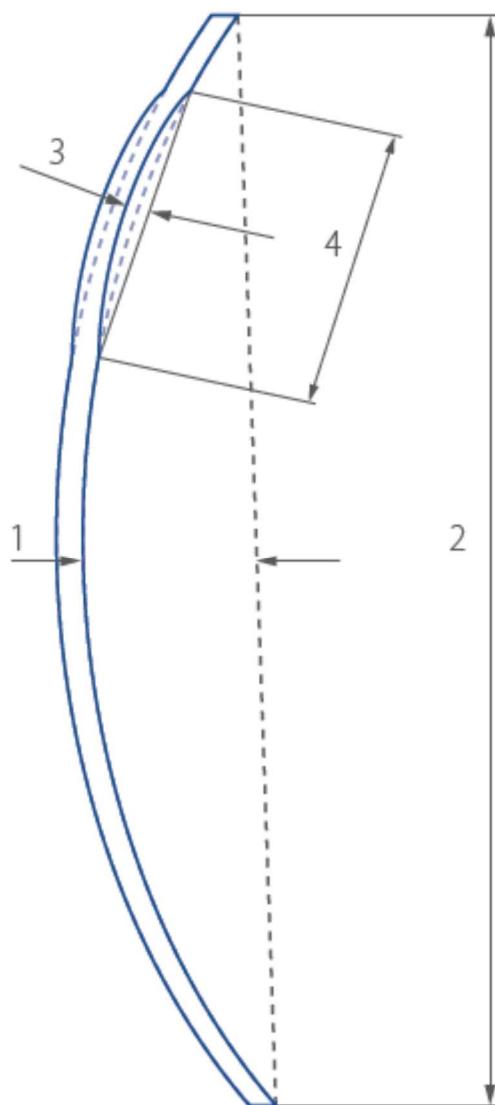
- kompletne konveksnosti – deformaciju treba izmjeriti duž ruba stakla i duž dijagonala, kako bi dobili maksimalnu udaljenost između ravnog metalnog lenjira odnosno razvučene žice i konkavne površine stakla. Dobivena vrijednost konveksnosti izražena u milimetrima djeli se kroz duljinu ruba stakla ili dijagonale, izraženo u milimetrima [mm/mm] - Crtež br. 29. Rezultat može se izraziti i u postotku.
- lokalne konveksnosti – treba izmjeriti parametar 3. i 4. (Crtež br. 29.), po dužinama od 300mm, na udaljenosti od rubova stakla koja iznosi 25mm duž bokova. Rezultat se izražava u mm/300mm.

Gore navedena mjerjenja se provode na staklu koje je postavljeno u okomitom položaju, naslonjeno duljim bokom na dva nosiva bloka na mjestu jedne četvrtine boka.

U slučaju kompletne konveksnosti postoji mogućnost kompenzacije i ispravka njene veličine pomoću okvira i lajsni za staklo. Tablica br. 27. sadrži vrijednosti dopuštene kompletne i lokalne konveksnosti koja se pojavljuje u postupku vodoravnog kaljenja.

NAPOMENA: Primjena manjih tolerancija zahtjeva naknadno dogovaranje s dobavljačem.





Crtež br. 29. Kompletna i lokalna konveksnost stakla

Tablica br. 27.

Dozvoljene vrijednosti kompletne i lokalne konveksnosti prema EN 12150-1

Vrsta stakla	Konveksnost prema EN 12150-1	
	Kompletna [mm/mm]	Lokalna [mm/300 mm]
Float staklo prema EN 572-2 (nepresvučeno)	0,003	0,5
Drugo	0,004	0,5

4.3.3 Toplinsko ispitivanje kaljenog stakla prema EN 14179-1 (Heat Soak Test – HST)

Metoda toplinskog ispitivanja kaljenog stakla (engl. Heat Soak Test) je pokus koji omogućuje testiranje stakla na prisutnost niklova sulfida (NiS). Tijekom pokusa kaljeno staklo se polako grije do temperature cca 290°C i izlaže istoj u propisanom standardom vremenu koje je dovoljno da bi ukoliko staklo sadrži molekulu NiS na 99% došlo do loma.

Vrlo male molekule niklova sulfida (NiS) mogu dospjeti u staklenu masu u postupku proizvodnje float stakla. Zatim prilikom toplinske obrade stakla i kaljenja molekule niklova sulfida mijenjaju svoju veličinu (dolazi do njihove polimorfiske promjene). Kod naglog hlađenja nakon zagrijanja lista stakla prilikom kaljenja, čestica niklova sulfida koja treba više vremena da se vrati u svoju veličinu nema ga dovoljno da se smanji (metafaza), stoga se u takvom stanju „zaledi“ što u buduće može izazvati dodatna naprezanja u staklu. Mehanizam je sličan bombi s odgođenim aktiviranjem. Kod ugrađenog kaljenog stakla koje sadrži niklov sulfid pri zagrijavanju površine npr. od sunca, dolazi do širenja ove molekule što stvara dodatna unutarnja naprezanja. Ako se spomenuta čestica nalazi u staklu u zoni vlačne napetosti postoji velika vjerojatnost da će prouzrokovati spontani lom stakla nakon prekoračenja nivoa dozvoljenog naprezanja. Tablica br. 28. sadrži podatke o kapacitetu linije za ispitivanje HST. Vrijedi napomenuti da tijekom toplinskog ispitivanja kaljenog stakla klasa sigurnosti i parametri izdržljivosti se ne pogoršavaju. Korist od provođenja HST testa je uvjerenje na granici sigurnosti da na ugrađenom staklu ne dođe do spontanog loma prouzrokovanoj prisutnošću NiS čestice. Staklo ispucano zbog niklova sulfida prikazuje Crtež br. 30. Test se može provesti na staklima s mekanim premazom i na oblikovanim staklima.

Tablica br. 28

Tehnološke mogućnosti provođenja HST testa

Debljina stakla [mm]	Maksimalne dimenzije lista stakla (W x L) [mm]	Minimalne dimenzije lista stakla (W x L) [mm]	Maksimalna težina [kg]
4 – 19	2500 x 5000 3000 x 6000	1 bok \geq 400 mm	900



Crtež br. 30. Prikaz ispucanog stakla nakon spontanog loma prouzrokovanih niklovim sulfidom

4.3.4 Označavanje kaljenog stakla (ESG), toplinski испитаног kaljenog stakla (ESG-H) i djelomično kaljenog stakla (TVG)

Prema standardu EN 12150-1 toč.10. i EN 14179-1 toč.12. i EN 1863 kaljena i toplinski испитана stakla moraju biti čitljivo i trajno obilježena. Oznake moraju sadržavati informacije o nazivu i logotipu proizvođača i broju standarda EN 12150-1, EN 14179-1 ili EN 1863.

4.3.5 Ispitivanje kritičnih karakteristika kaljenog stakla

Sva испитivanja kaljenih stakala su provođena u skladu sa standardom EN 12150-1 i povezanim standardima.

Struktura loma

Kod ispucanog kaljenog stakla treba prebrojiti najveće dijelove u izabranom kvadratu površine od 50 x 50 mm. Smatra se da je rezultat испитivanja pozitivan ukoliko broj komadića u svakom испитanom uzorku nije manji od vrijednosti navedene u Tablici br. 29. Naknadno je zahtjevano da duljina pojedinačnog komadića na испитnom uzorku nije veća od 100mm. Staklo se razbija udaranjem na mjestu po sredini duljeg boka stakla koje je udaljeno od ruba na 13mm. Tehnički Crtež br. 32. prikazuje shemu испитnog uzorka. Tamnije obilježeno područje ne uzima se u obzir kod ocjene pokusa i obuhvaća: rubni pojas širine 25mm i zonu u krugu 100mm od točke udara.

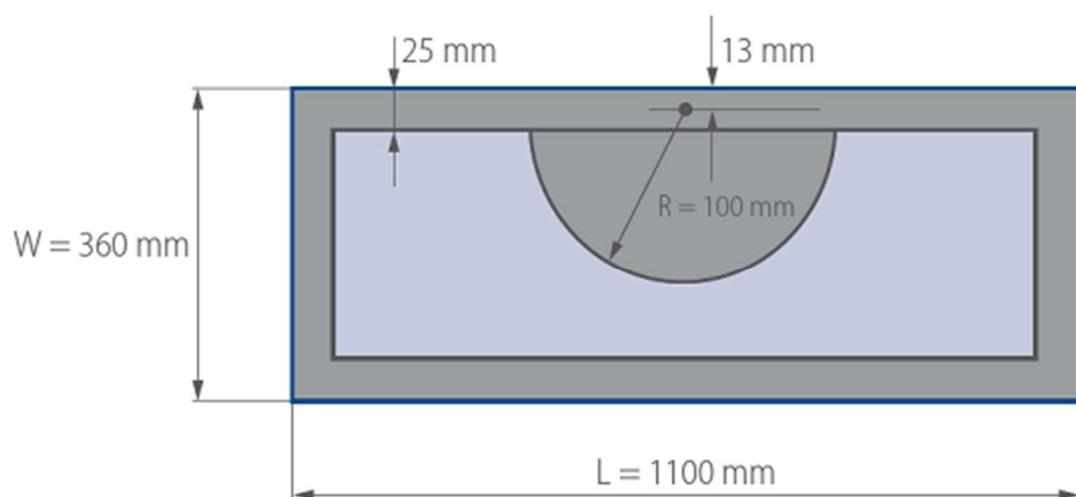
Tablica br. 29.

Specifikacija zahtjeva u odnosu na strukturu loma ovisno o vrsti i debljini stakla

Vrsta stakla	Debljina [mm]	Minimalni broj odlomaka [kom.]
Float i ravno vučeno	3	15
	4 ÷ 12	40
	15 ÷ 19	30
Ornamentno	4 ÷ 10	30



Crtež br. 31. Primjer strukture loma na površini kaljenog stakla debljine od 10mm.
Struktura odgovara zahtjevima standarda.



Crtež br. 32. Primjer ispitnog uzorka stakla. Tamnije obilježeno područje ne uzima se u obzir kod ocjene.
Normativne dimenzije ispitnog uzorka moraju iznositi 360 mm x 1100 mm (W x L). Obzirom na tehnološki proces je dozvoljeno provođenje ispitivanja karakteristika strukture loma na uzorku stakla i drugih dimenzija.

Ispitivanje izdržljivosti na udar klatnom (element obložen gumom)

Ispitivanje se provodi na kaljenom i kaljenom emajliranom staklu. Ispitivanje klatnom podsjeća na slučajan sudar čovjeka sa stakлом. Poželjno je da staklo koje udara klatno s različite visine (prema EN 12600) izdrži udar ili pukne na siguran način.

Ispitivanje čvrstoće stakla na savijanje

Ispitivanje se provodi na kaljenom, kaljenom emajliranom staklu, te na toplinski ispitanim staklu i djelomično kaljenom staklu. Ispituje se savojna čvrstoća stakla na četiri mjesta u skladu s EN 1288-3. Staklo bi trebalo izdržati opterećenje čija vrijednost je navedena u Tablici br.24., ovisno o vrsti stakla.

4.3.6 Staklo za namještaj

Za ugradnju u namještaj rabe se kaljena sigurnosna stakla povećane mehaničke izdržljivosti u usporedbi s običnim nekaljenim stakлом i koja u slučaju razbijanja raspadaju se na sitne komadiće neoštih rubova.

Kod narudžbe stakla takvog tipa treba navesti da je namjenjeno za namještaj. U suprotnom smatra se da je naručeno kaljeno staklo za primjenu u graditeljstvu (između ostalog takvo staklo ima trajne oznake). Stakla namijenjena za namještaj ispituju se na kompletну i lokalnu konveksnost, te na strukturu loma.

Ciljem ispitana konveksnosti potrebno je provesti mjerjenje sljedećih parametara:

Kompletne konveksnosti – deformaciju treba izmjeriti duž ruba stakla i duž dijagonala, kako bismo dobili maksimalnu udaljenost između ravnog metalnog lenjira odnosno razvučene žice i konkavne površine stakla. Dobivena vrijednost konveksnosti izražena u milimetrima dijeli se s duljinom ruba stakla ili dijagonale, izraženo u milimetrima [mm/mm] - Crtež br. 29. Rezultat se može izraziti i u postotku.

Lokalne konveksnosti – treba izmjeriti parametar 3. i 4. (Crtež br. 29.), po dužinama od 300mm, na udaljenosti od rubova stakla koja iznosi 25mm duž bokova. Rezultat se izražava u mm/300mm. Maksimalna vrijednost iznosi 0,5 mm / 300 mm.

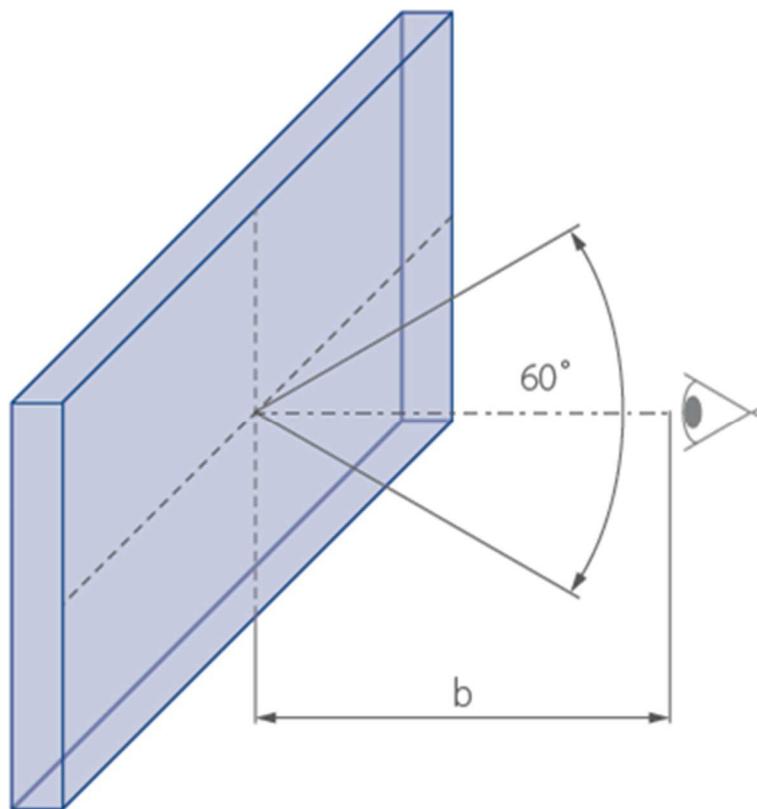
Ispitivanje strukture loma i tumačenje rezultata provodi se na isti način kako je opisano u točki 4.3.5. (II. dio ovog standarda). Ukoliko naručitelj zahtjeva da oznake na staklu nisu trajne treba to svaki put navesti u narudžbi, u takvom će se slučaju staklo obilježiti na drugi način, npr. pomoću naljepnica.

Po zahtjevu klijenta za konkretnu naručenu robu može se ispostaviti Potvrda o ispitivanju s navedenim rezultatima pokusa provedenog na karakter strukture pukotina. Kod drugih situacija i odstupanja od gore navedenih pretpostavki molimo kontaktirajte Sektor za prodaju.

4.3.7 Dozvoljeni nedostaci kaljenih stakala, kaljenih i toplinski ispitanih stakala, djelomično kaljenih stakala.

Ispitivanje kakvoće materijala i izvedbe kod kaljenih, kaljenih s toplinskim ispitivanjem i djelomično kaljenih stakala provodi se vizualnim pregledom, bez pomoći alata, uz dnevno svjetlo na podlozi od matiranog crnog zaslona ili uz prolazno svjetlo koje dolazi kroz staklo i/ili uz reflektirajuće svjetlo, ovisno o tipu primjenjenog stakla i tehničkoj specifikaciji/standardu koji mu odgovara (vidi Literatura tvorničkog standarda).

Mane koje nisu vidljive s udaljenosti od 2m (ili 3m kod presvučenog stakla) nisu svrstane kao greške. Ocjenjivanje kaljenih, kaljenih s toplinskim ispitivanjem i djelomično kaljenih stakala provodi se u skladu s Tablicom br.30.



Crtež br. 33. Tehnička shema kako provesti vizualnu ocjenu stakla. Orientacijska udaljenost „b“ mjesto na kojem se nalazi ocjenjivatelj iznosi 3 m kod pregleda presvučenog stakla i 2 m kod stakla bez premaza.

Tablica br. 30.

Specifikacija dopuštenih nepravilnosti kod kaljenih, kaljenih s toplinskim ispitivanjem i djelomično kaljenih stakala.

Rbr.	Nepravilnost	Površina stakla		
		< 1 m ²	1 ÷ 2 m ²	> 2 m ²
1	Točka – primjesa stranog tijela	Nedozvoljeno	nедозвoљено	nедозвoљено
2	Otvoreni mjehurići (koji pucaju)	nedozvoljeno	nедозвoљено	nедозвoљено
3	Zatvoreni mjehurići (u tome točke veličine do 0,5 mm ne uzimaju se u obzir)	dopušteno, 2 komada dimenzije max. 2 mm	dopušteno, 3 komada dimenzije max. 2 mm	dopušteno, 5 komada dimenzije max. 2 mm
4	Linearne mane	Dopušteno, ukupne duljine do 40 mm i maksimalne pojedinačne duljine do 15 mm. U rubnoj zoni pojedinačne duljine do 20 mm	Dopušteno, ukupne duljine do 45 mm i maksimalne pojedinačne duljine do 15 mm. U rubnoj zoni pojedinačne duljine do 20 mm	Dopušteno, ukupne duljine do 50 mm i maksimalne pojedinačne duljine do 15 mm. U rubnoj zoni pojedinačne duljine do 20 mm
5	Mane na rubovima	Zatupljen rub (skinuti sloj) – dopuštaju se mali odlomci pod uvjetom da rub nije oštar, područja koja se sjaje – dopušteno Obrušen rub (s područjima koja se sjaje) – skošen zatupljen rub z ravnim čelom ili brušen – nepotpuno brušen (s područjima koja se sjaje) – dopušteno Izglađen obrušen rub (bez sjajnih zona) – brušen rub – odlomci, nepotpuno obrušen (sjajne zone) - nedozvoljeno Ispoliran rub – poliran rub – matirana mjesta, odlomci – nedozvoljeno		
6	Mrlje, šare	Dopušteno ukoliko nisu vidljive s udaljenosti propisane odgovarajućim standardom za datu vrstu stakla na dnevnom svjetlu.		
7	Mane nanesenog keramičkog emajla: a. oštećenja emajlirane površine b. oštećenja, podebljanja pokraj ruba utisnutog uzorka c. izgled i kakvoća emajlirane površine d. boja emajla	a. dopuštena ako su raspršena i max.veličine 0,5 mm b. dopuštena su do max.duljine 20 mm i širine do 1 mm c. emajlirana površina mora biti glatka, homogena, eventualne nevelike šare i mrlje su dopuštene u rubnoj zoni širine cca 20 mm. d. usporedba s uzorkom (toplinski obrađeni uzorak emajla nanesen na dato staklo)		

5. Ljepljeno staklo

Ljepljeno staklo ima neograničene mogućnosti primjene. Prema tome, standardna ponuda laminiranih stakala simetrične konstrukcije od popuštenog float stakla ne može zadovoljiti sve potrebe. Stoga je firma PRESS GLASS SA proširila ponudu i dodala vlastitu proizvodnju ljepljenog stakla. Proizvodne mogućnosti linije za laminirano staklo predstavlja Tablica br. 31.

Tablica br. 31.

Proizvodni kapacitet linije za proizvodnju ljepljenog stakla

Debljina stakla [mm]	Maksimalna težina [kg]	Maksimalne dimenzije [mm]	Minimalne dimenzije [mm]	Mekani sloj
2 – 19 za pojedinačno staklo	500 kg	2800 x 6000	250 x 500	+
6 – 100 za ljepljeno staklo	1000 kg			

5.1 Definicije prema EN ISO 12543–1, EN 357

Ljepljeno staklo: kombinacija koja se sastoji od jedne staklene plohe spojene s jednom ili više staklenih ploha odnosno s jednom plohom od plastične mase, te opremljena jednim međuslojem ili s više međuslojeva.

Vatrootporni element ostakljenja: konstrukcijski element koji predstavlja jedan prozirni ili providni stakleni proizvod odnosno veći broj istih, učvršćen u kućištu, zabrtvijen i fiksiran, zajedno sa svim specijalnim konstrukcijskim materijalima, koji se može klasificirati nakon provedenog ispitivanja. Detaljne informacije o vatrootpornim staklima koja se proizvode kao pojedinačna i kao sastavni dio slojevitih IZO stakala nalaze se u uputama proizvođača vatrootpornog stakla.

Vatrootpornost – osobina definirana sljedećim izrazima:

R – opterećenje površine otpora: sposobnost konstrukcijskog elementa da pruži otpor djelovanju vatre na jednu ili više površina u određenom trajanju, bez gubitka strukturne postojanosti.

E – nepropusnost: sposobnost konstrukcijskog elementa da razdvoji strane i izdrži izloženost na vatru s jedne strane, bez prenošenja vatre na drugu stranu koja nije zahvaćena požarom i time sprječi da plamen ili vrući plinovi prijeđu sa strane zahvaćene požarom na nezahvaćenu, tj. da se požar rasplamsa s druge strane ili zahvati obližje materijale na tu stranu naslonjene.

W – smanjenje zračenja topline: sposobnost konstrukcijskog elementa da razdvoji strane i izdrži izloženost na vatru s jedne strane u određenom trajanju dok izmjereno zračenje topline pred stakлом ne padne ispod traženog nivoa.

I – izolacija: sposobnost konstrukcijskog elementa da izdrži izloženost vatri s jedne strane kako bi sprječio da se ista raširi uslijed prenošenja topline na drugu stranu koja nije zahvaćena požarom, tj. mogućnost stvaranja dovoljne barijere od prolaska topline na drugu stranu radi zaštite čovjeka i obližnjih materijala koji se nalaze blizu tog konstrukcijskog elementa u vremenu propisanom odgovarajućom klasifikacijom.

S – dimonepropusnost: sposobnost konstrukcijskog elementa da smanji propusnost i prolazak vrućih ili hladnih plinova ili dima s jedne strane na drugu.

Klasifikacija vatrootpornosti treba se odnositi na kompletan element ostakljenja koji sadrži staklene proizvode, uz navođenje svih dimenzija i tolerancija. Klase se obilježavaju slovom, odnosno slovima koja znače funkcionalni zahtjev po kojem se prepoznaje vrijeme eksploatacije izraženo u minutama:

$$R(\text{minute})/E(\text{minute})/EW(\text{minute})/EI(\text{minute})/S(\text{minute})$$

- 5.2 Dopuštena odstupanja u dimenzijama pojedinačnih ljepljenih spojenih stakala (prema EN ISO 12543-5)
 Nazivne dimenzijske, tj. širine i duljine, ne bi smjele biti veće niti manje od graničnog odstupanja (t) navedenog u Tablici br.32.
 Crtež br. 28. prikazuje način mjerjenja tolerancije širine i duljine pravolinijnosti.

Tablica br. 32.

Tolerancije dimenzija ljepljenog stakla ovisno o debljini lista

Dopuštena odstupanja širine L i duljine H. (Tablica 3: PN-EN ISO 12543-5)

Granična odstupanja širine L ili duljine H [mm]

Zadane dimenzijske L i H (mm)	Zadana debљina $\leq 8 \text{ mm}$	Zadana debљina $> 8 \text{ mm}$	Najmanje jedan list stakla zadane debљine $\geq 10 \text{ mm}$
		Svaki list stakla zadane debљine $< 10 \text{ mm}$	
≤ 2000	+3,0 -2,0	+3,5 -2,0	+5,0 -3,5
≤ 3000	+4,5 -2,5	+5,0 -3,0	+6,0 -4,0
> 3000	+5,0 -3,0	+6,0 -4,0	+7,0 -5,0

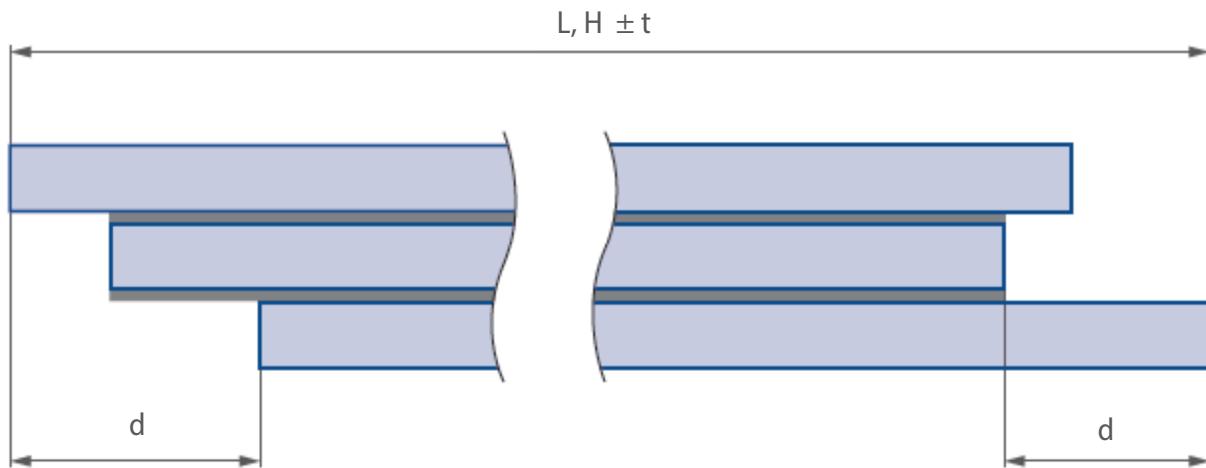
Dopuštena odstupanja dijagonala navedena u tablici 4: PN-EN ISO 12543-5

Zadane dimenzijske L i H (mm)	Zadana debљina $\leq 8 \text{ mm}$	Zadana debљina $> 8 \text{ mm}$	Najmanje jedan list stakla zadane debљine $\geq 10 \text{ mm}$
		Svaki list stakla zadane debљine $< 10 \text{ mm}$	
< 2000	6	7	9
< 3000	8	9	11
> 3000	10	11	13

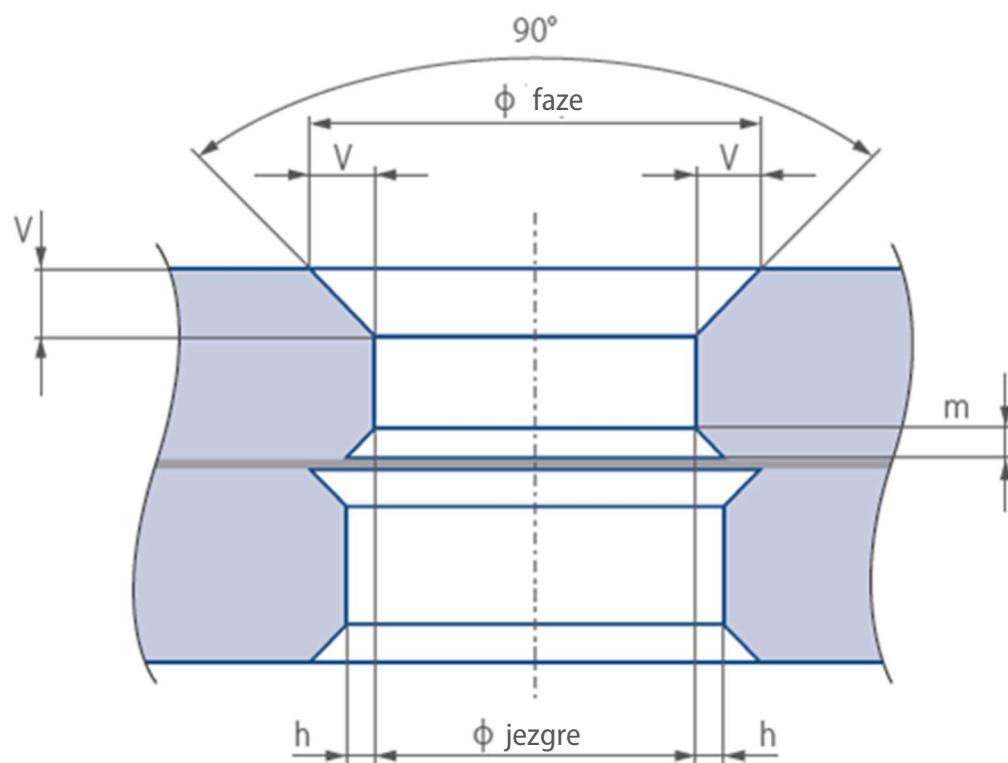
U slučaju da se ljepljeno staklo sastoji od listova kaljenog stakla vrijede tolerancije dimenzija za kaljeno staklo.

5.2.1 Pomak

Pomak čini nepravolinjnost bilo kojeg od ruba sastavnih staklenih ili plastičnih ploha od kojih je napravljeno ljepljeno staklo.



Crtež br. 34. Pomak u presjeku na primjeru laminiranog stakla



Crtež br. 35. Shema otvora u ljepljenom staklu, vrijednost $h = 2 \text{ mm}$, $m \geq 1,5 \text{ mm}$, $v = (\phi_{\text{faze}} - \phi_{\text{jezgre}})/2$

Za laminirana stakla, obzirom na njihovu višeslojnu konstrukciju, potrebno je navesti dodatne parametre i tolerancije parametara. Tablica br. 34. sadrži vrijednosti za maksimalni pomak između slojeva stakla koji treba izmjeriti na način prikazan na Crtežu br. 34. Tablica br. 35. sadrži vrijednosti tolerancija u odnosu na debljinu sloja između stakala. Pored toga u slučaju bušenja otvora u ljepljenim staklima (Crtež br. 35.), može doći do pomaka na tim otvorima, kao i do nevelikih oštećenja na rubovima unutar otvora (Tablica br. 32.). Pojavljivanje nesavršenosti takvog tipa je prouzročeno specifičnim proizvodnim postupkom i ne može biti predmet reklamacije.

Tablica br. 33.

Ograničenja kod izrade otvora u ljepljenom staklu

Parametar	Vrijednost parametra na Crtežu br. 35. [mm]
H	2
M	1,5
v	$(\varphi_{faze} - \varphi_{jezgre})/2$

Tablica br. 34.

Maksimalni pomak „d“ za ljepljeno staklo

Zadane dimenzije L ili H [mm]	Maksimalni dopušteni pomak „d“ [mm]
L,H ≤ 1000	2
1000 < L,H ≤ 2000	3
2000 < L,H ≤ 4000	4
L,H > 4000	6

Tablica br. 35.

Granična odstupanja debljine međusloja kod vatrootpornog stakla

Debljina međusloja	Granična vrijednost odstupanja
< 1 mm	± 0,4 mm
≥ 1 mm za < 2 mm	± 0,5 mm
≥ 2 mm za < 5 mm	± 0,6 mm
≥ 5 mm	± 1,0 mm

5.3 Dopuštene nepravilnosti ljepljenog stakla

Kod provođenja kontrole ljepljenog stakla treba ga postaviti okomito. Pregled se obavlja paralelno u odnosu na matirani sivi zaslon, uz raspršeno dnevno svjetlo ili drugo jednakovrijedno. Ocjenivatelj treba biti udaljen najmanje 2 m od stakla i treba gledati ravno u odnosu na staklo (tj. ortogonalno), a matirani zaslon treba biti iza stakla.

Nepravilnosti manje od 0,5 mm se ne uvažavaju, a veće od 3 mm su nedozvoljene. Nakon postupka laminiranja na rubovima stakala mogu se pojaviti nevelika onečišćenja.

5.3.1 Dopuštene lokalne mane

Tabela br. 36. prikazuje dopuštene lokalne mane u vidnom polju ocjenjivatelja.

Tablica br. 36.

Dopuštene lokalne mane veličine „d“

Veličina „d: [mm]		$0,5 < d < 1,0$	$1,0 < d < 3,0$			
Količina stakala	Površina stakla A [m^2]	nema ograničenja	$A \leq 1$	$1 < A \leq 2$	$2 < A \leq 8$ [$/m^2$]	$A > 8$ [$/m^2$]
2	Količina dopuštenih mana [-]	nema ograničenja (s tim da ne mogu biti skupljene u grupama)	1	2	1	1,2
3			2	3	1,5	1,8
4			3	4	2	2,4
≥ 5			4	5	2,5	3

Smatra se da su mane koncentrirane u grupi ukoliko su najmanje četiri (ili više njih) međusobno udaljene $<200\text{mm}$. Za ljepljeno staklo koje se sastoji od tri stakla, taj razmak se smanjuje do 180 mm, za ljepljeno staklo od četiri stakla - do 150 mm, a za staklo od pet ili više slojeva iznosi do 100mm.

5.3.2 Količina dopuštenih linearnih mana

Tablica br. 37. sadrži podatke o ograničenjima za stakla ovisno o njihovoj površini. Kod linearnih mana treba razlikovati one na površini stakla i one koje se javljaju u rubnoj zoni (duž rubova stakla). Veličina rubne zone ovisi o dimenzijama stakla: za stakla površine $\leq 5\text{ m}^2$ je širine 15 mm, za stakla površine $> 5\text{ m}^2$ ima širinu 20 mm.

Tablica br. 37.

Linearne mane u vidnom polju

Površina stakla [m^2]	Broj dopuštenih mana duljine $< 30\text{mm}$	Broj dopuštenih mana duljine $\geq 30\text{ mm}$	Pukotine	Nabori i šare
≤ 5	dopušteno	nedozvoljeno	nedozvoljeno	nedozvoljeno u vidljivom polju
5 do 8				
> 8		1		
		2		

Pored toga u rubnoj zoni su dozvoljeni mjeđurići ukoliko ne zauzimaju više od 5% površine te zone. Međutim rubna zona koja nije predviđena za uokviravanje može sadržati samo nepravilnosti koje su neprimjetne tijekom ispitivanja.

5.4 Obilježavanje zaštitnih stakala prema EN 356

Sukladno standardu EN 356 toč.12., proizvodi koji zadovoljavaju zahtjeve ovog standarda obilježavaju se oznakom koja sadrži šifru kao npr. EN 356 P1A, prema tablici 4. navedenog standarda. Navedenu oznaku može se staviti ili ne staviti na proizvod (npr. po želji klijenta).

5.5 Obilježavanje vatrootpornih stakala prema EN 357

U skladu sa standardom EN 357 vatrootporna stakla obilježavaju se slovom odnosno slovima koja znače funkcionalni zahtjev po kojem se prepoznae vrijeme eksploatacije izraženo u minutama:

R(minute)/E(minute)/EW(minute)/El(minute)/S(minute)

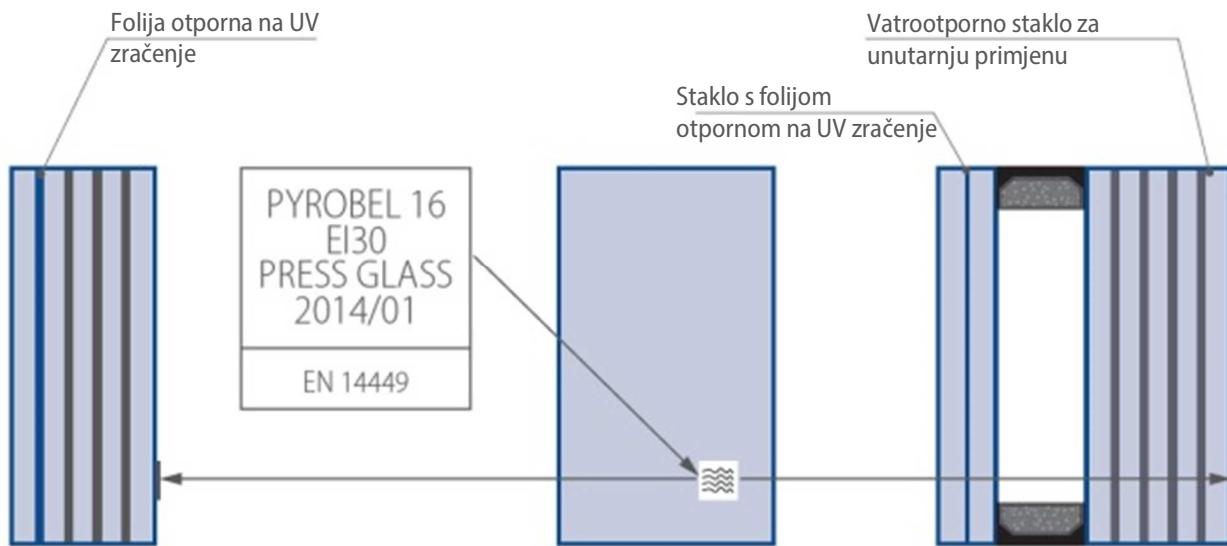
5.5.1 Obilježavanje vatrootpornih stakala

U skladu sa standardom EN 357 obavezno treba staviti trajnu oznaku u desnom donjem kutu na udaljenosti cca 30mm od rubova stakla. Crtež br. 36. prikazuje način postavljanja oznake ovisno o vrsti stakala: namijenjena za interijere, eksterijere ili slojevita IZO stakla spojena s vatrootpornim staklom.

U slučaju slojevitog IZO stakla prikazanog na Crtežu br. 36. oznaka treba biti postavljena na 4. poziciji – kako bi se mogla pročitati s unutarnje strane u interijeru.



Napomena: Montažu slojevitih IZO stakala spojenih s vatrootpornim staklom u zgradu treba provesti u skladu s uputama za postavljanje vatrootpornih stakala.



Crtež br. 36. Način obilježavanja stakala namijenjenih za interijere, eksterijere i slojevitih IZO stakala

5.4.7 Obilježavanje i oznake ravnih stakala prema EN 12600

Ravna stakla koja se primjenjuju u graditeljstvu ispituju se na izdržljivost na udar klatna (element s gumenom zaštitom) – pokus je opisan u toč.4.3.5. Klasifikacija izdržljivosti ravnog stakla na udar ovisi o:

- a) vrsti stakla,
- b) strukturi loma nakon udara (A-način pucanja popuštenog stakla, B-način pucanja ljepljenog stakla, C-način pucanja kaljenog sigurnosnog stakla),
- c) visini s koje pada element (klasa 3 – 190 mm, klasa 2 – 450 mm, klasa 1 – 1200 mm),

Primjer klasifikacije ravnog stakla:

2(B)2 – znači 2 klasa izdržljivosti ljepljenog stakla na udar klatnom
1(C)1 – znači 1 klasa izdržljivosti kaljenog sigurnosnog stakla na udar klatnom

Nakon provođenja testiranja i utvrđivanja odgovarajuće klase izdržljivosti na udar i po dogovoru s klijentom i izdavanju prikladne Potvrde o ispitivanju, na staklo se može postaviti odgovarajuća oznaka.

6. Tvornička kontrola proizvodnje

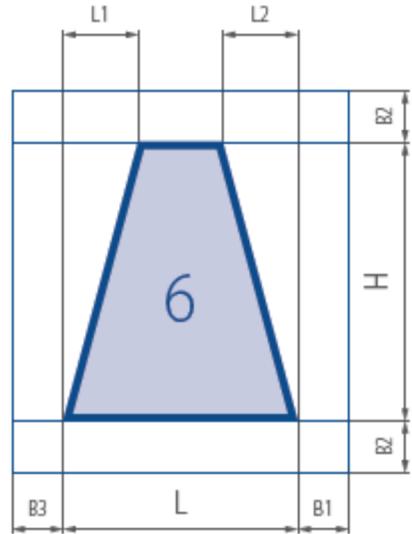
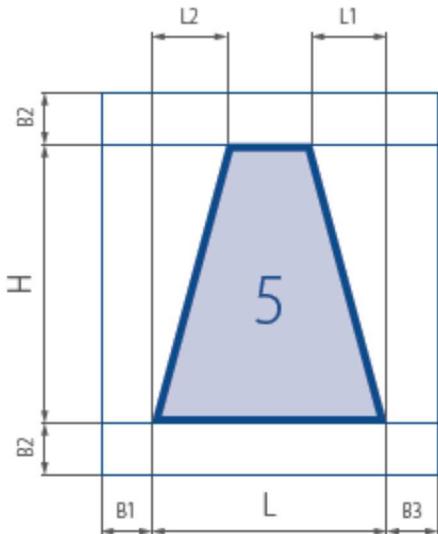
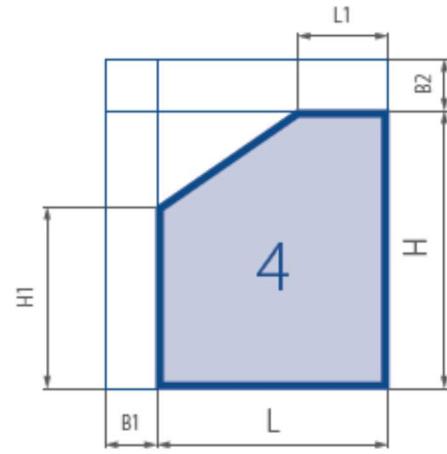
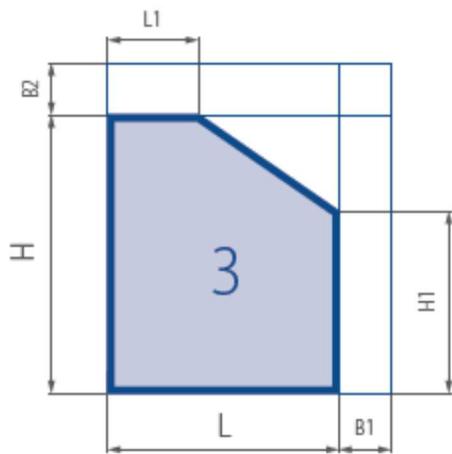
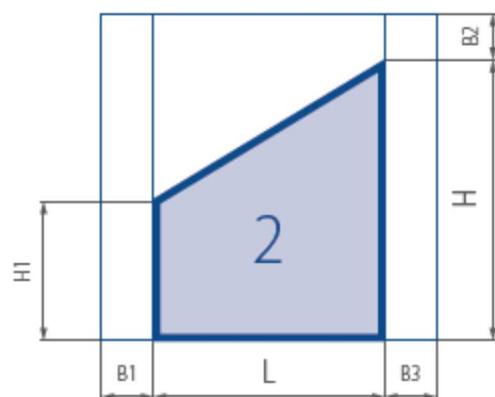
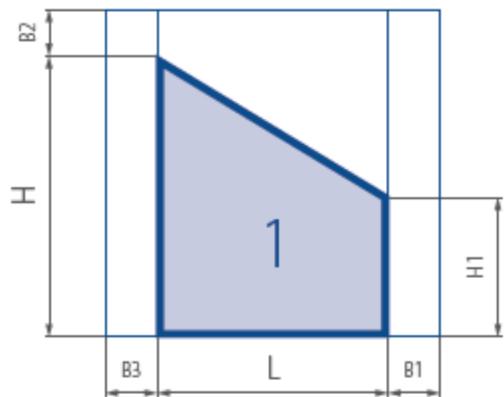
Kontrola se provodi ovisno o sirovinama i materijalima za proizvodnju. Stalno se provodi monitoring proizvodnih postupaka što omogućuje brzo reagiranje u slučaju pojavljivanja nepravilnosti procesa.

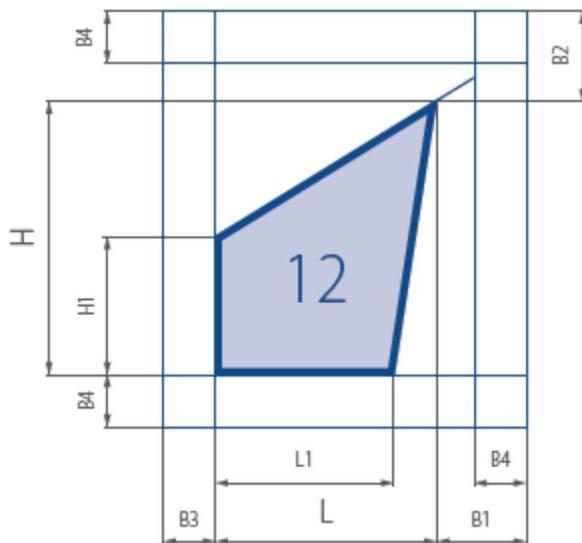
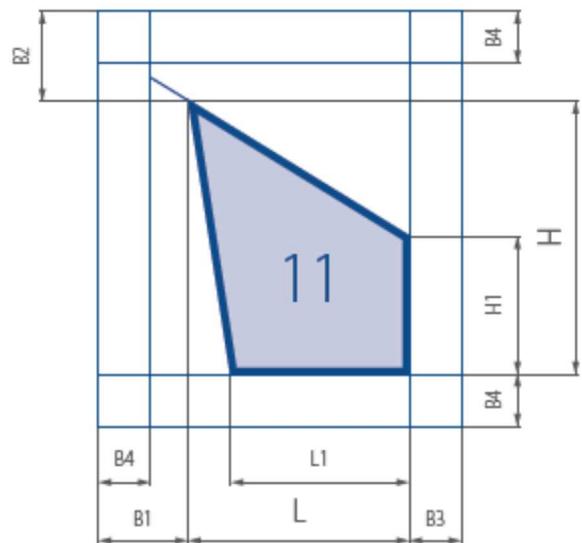
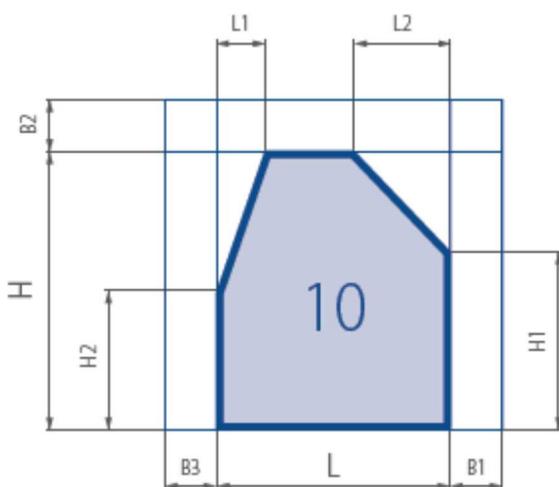
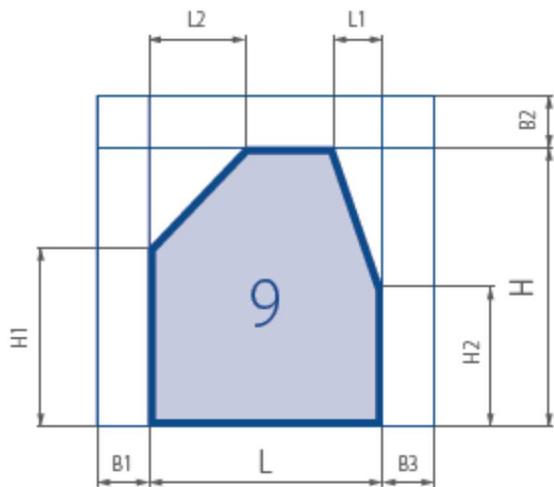
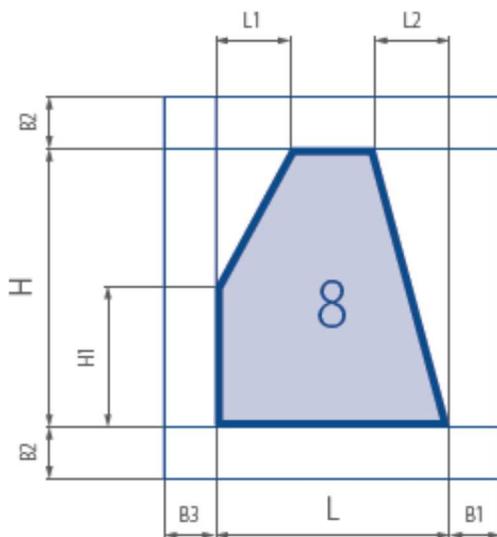
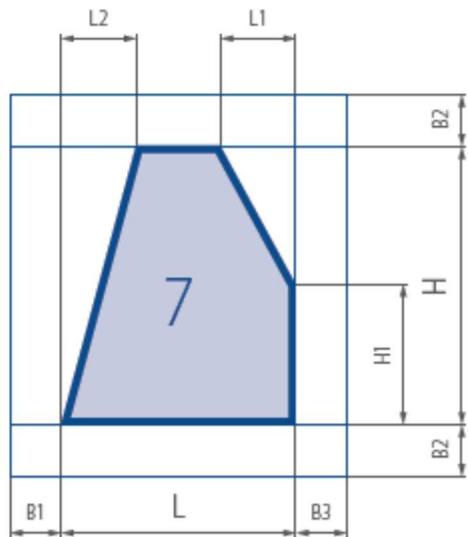
Kontrola kvalitete proizvoda obavlja se sukladno usvojenom Planu koji predviđa:

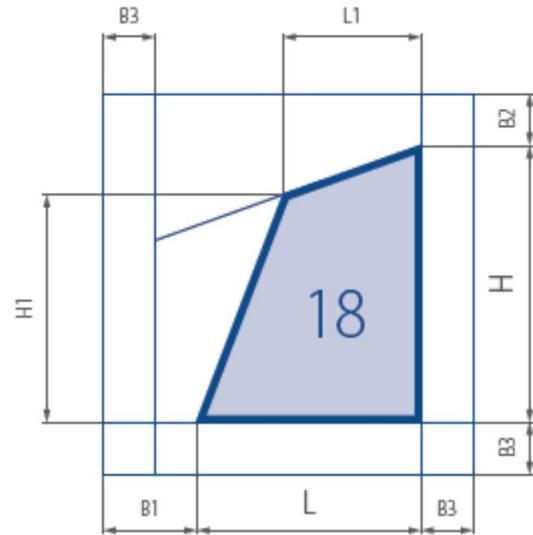
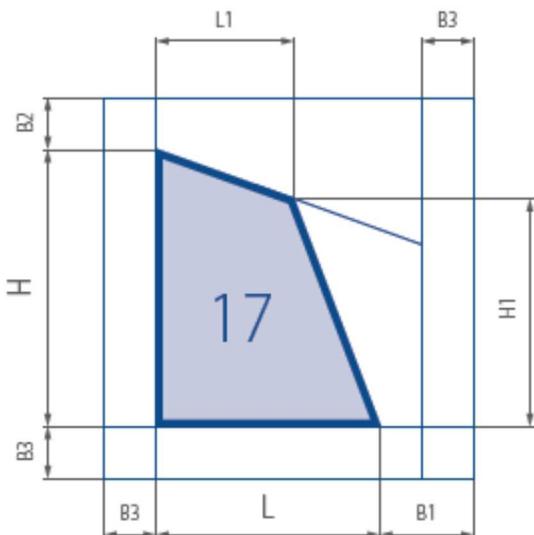
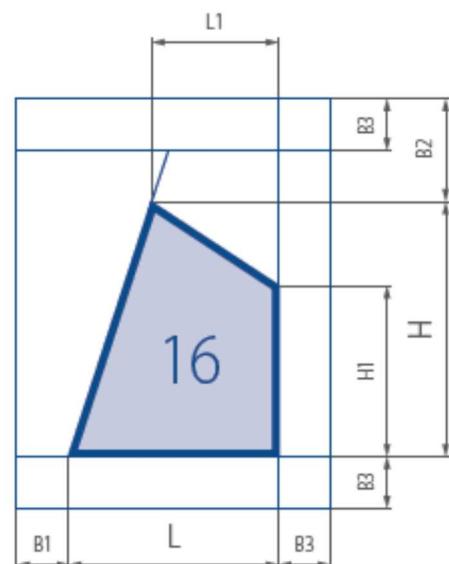
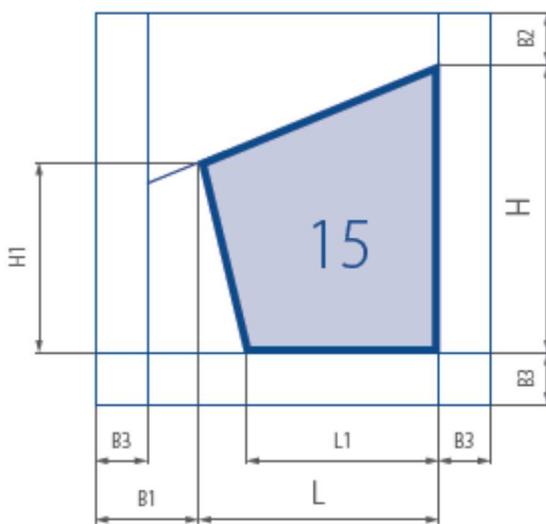
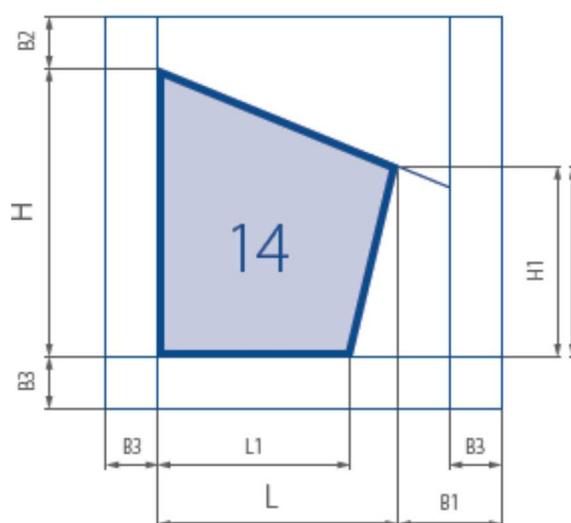
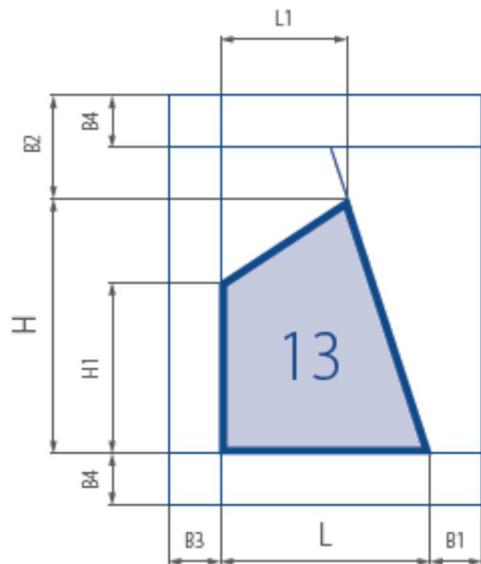
- a) **samokontrolu proizvodnje** – provjeravanje kvalitete proizvoda u fazi proizvodnje od strane radnika koji rade na proizvodnji,
- b) **inspekcijsku kontrolu** – koju provode Kontrolori u pojedinačnim fazama proizvodnje. Pored toga se obavlja kontrola isporučivanja kod koje se ocjenjuje način pakiranja i zaštite stakala na stalcima prije transporta,
- c) **završnu kontrolu i ispitivanja** – nasumičnom kontrolom provjerava se uzorak iz jedne proizvodne serije u proizvodnji koja se odvija konstantno, izabran iz određene količine proizvoda koji čine jednu cijelinu.

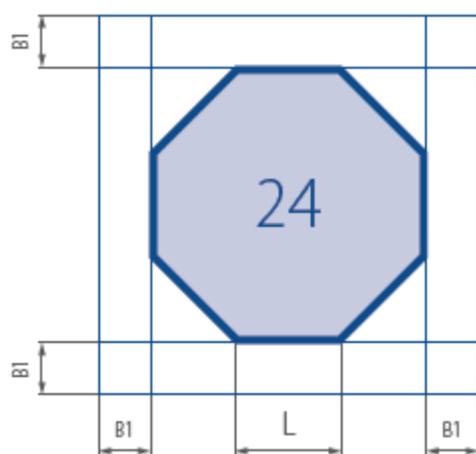
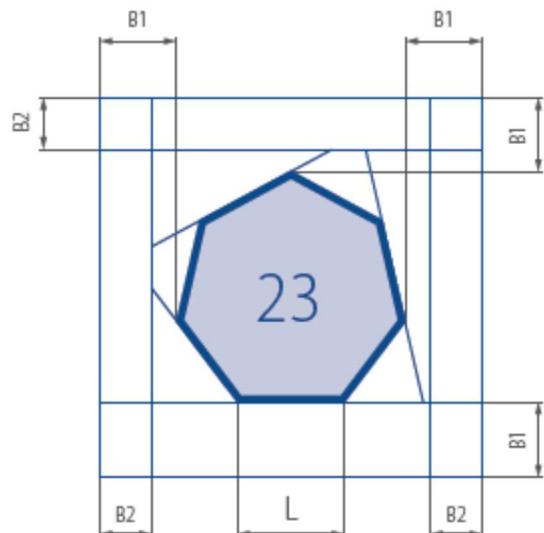
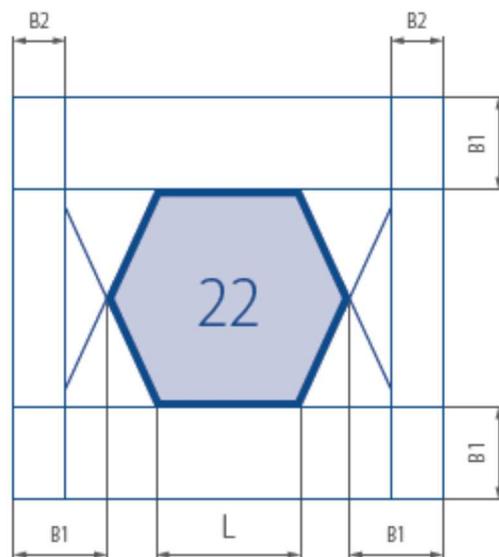
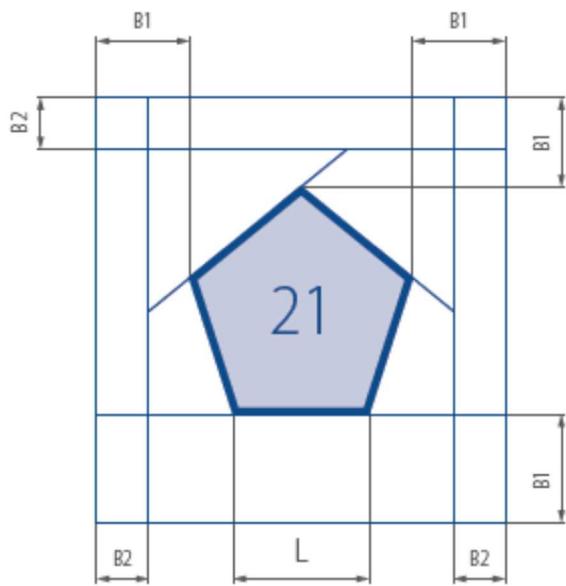
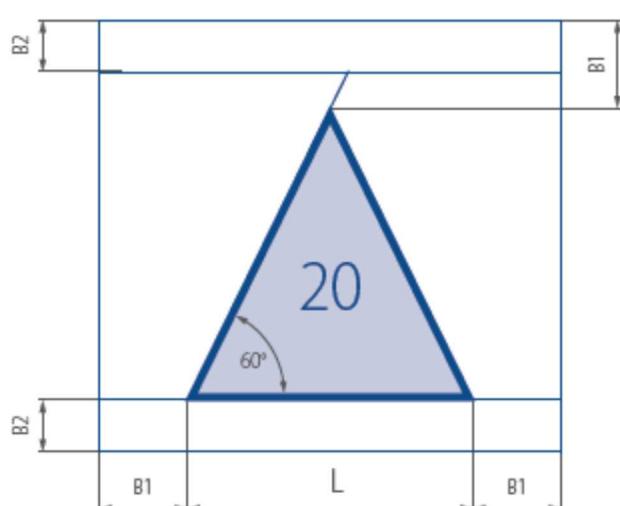
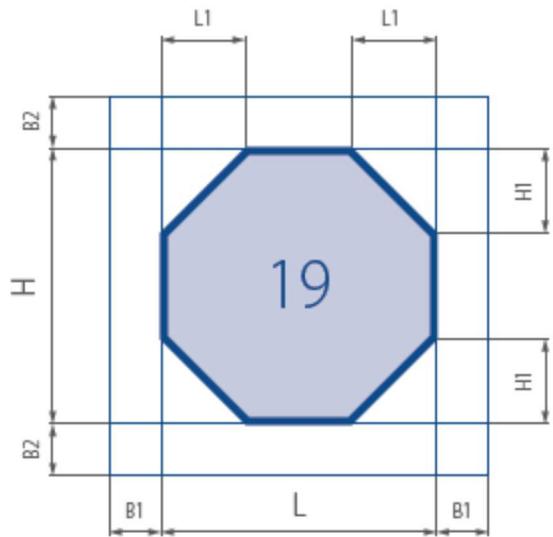
Proizvodi se ocjenjuju na osnovu zahtjeva koje propisuju standardi predviđeni za navedenu vrstu proizvoda.

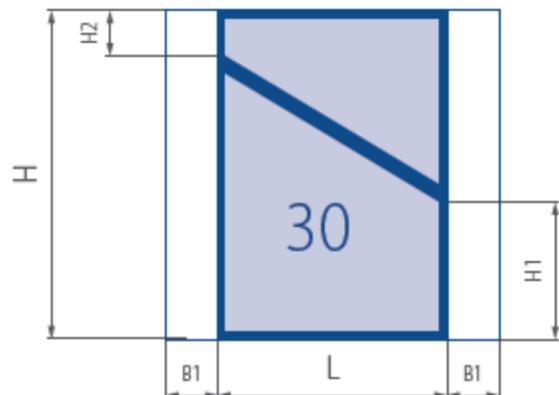
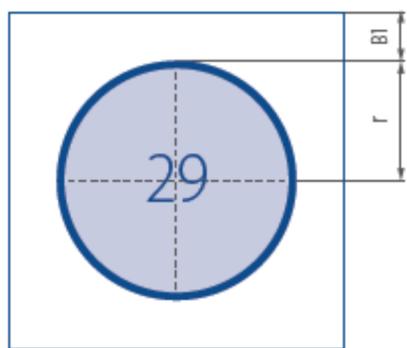
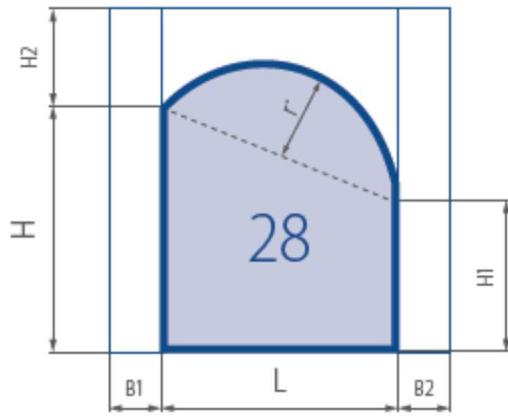
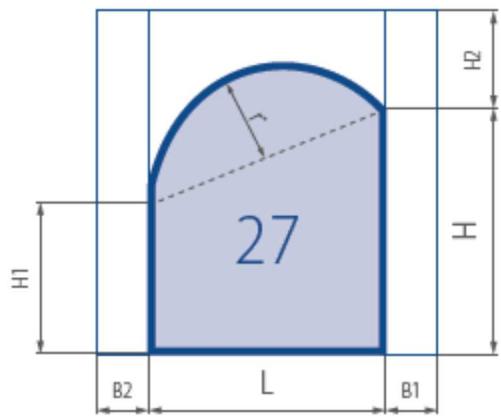
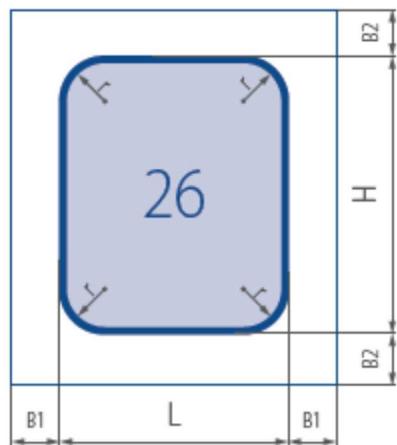
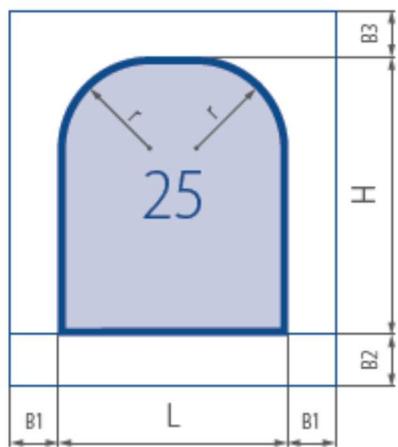
III. DIO – KATALOG OBLIKA

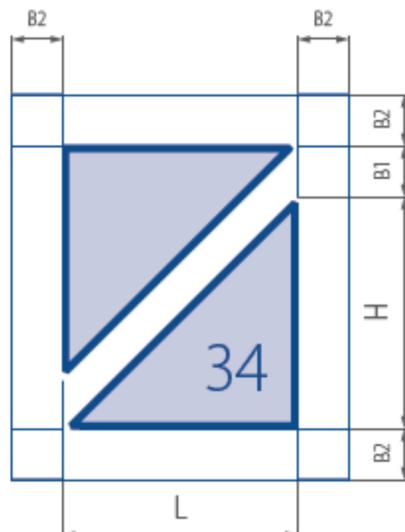
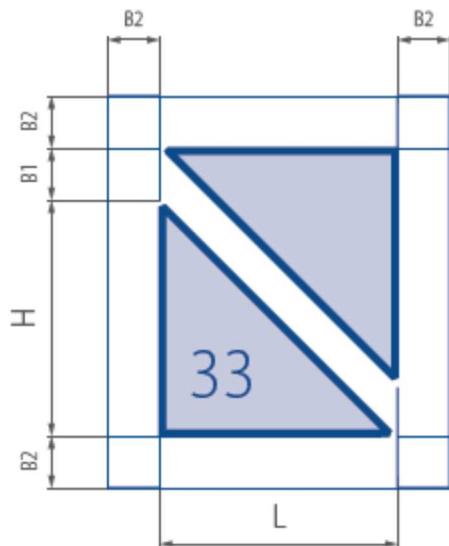
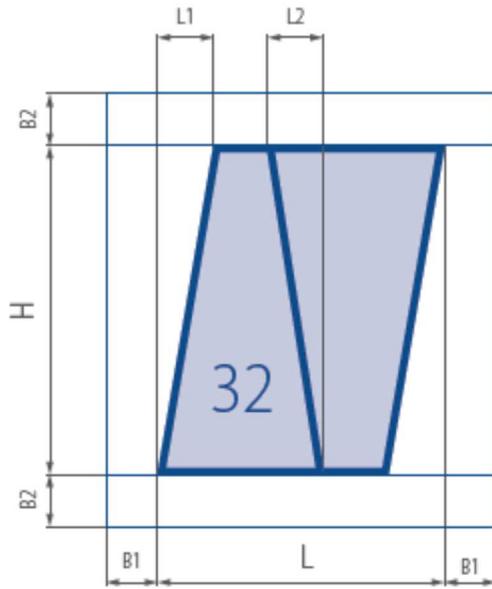
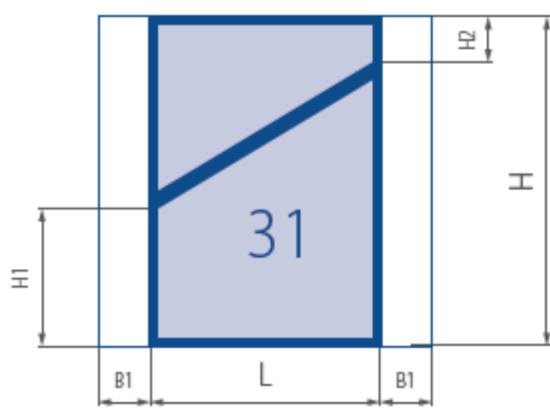


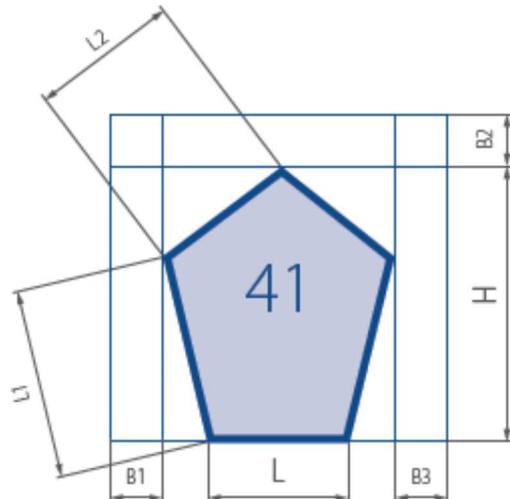
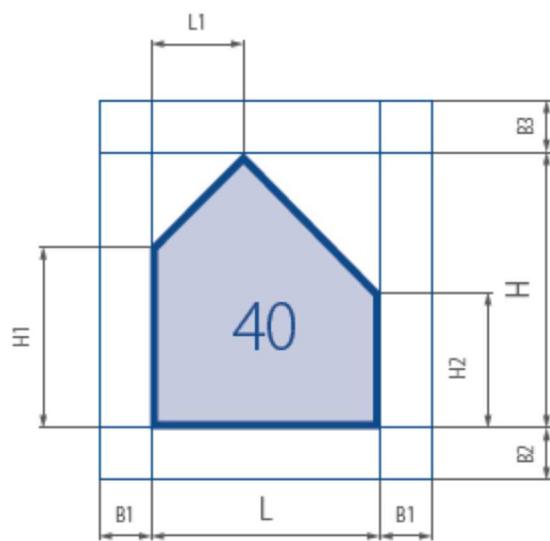
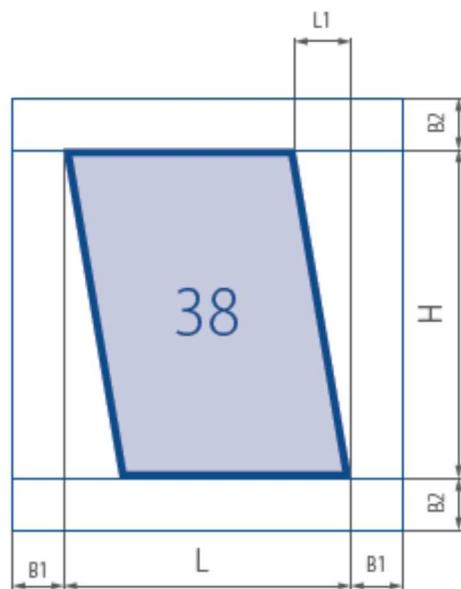
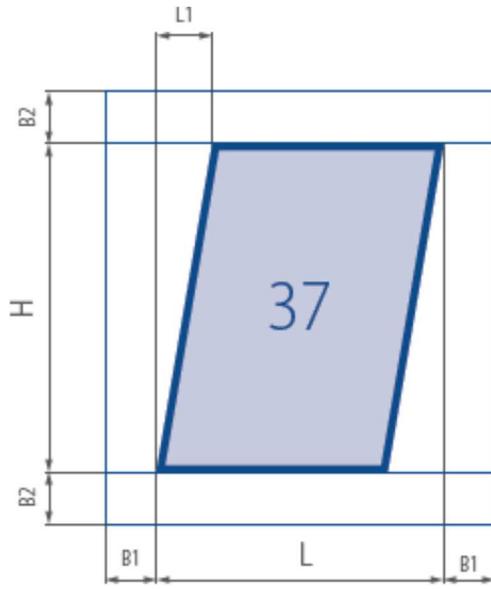
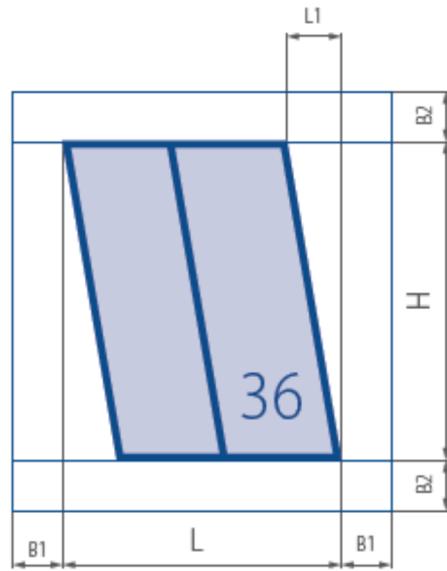
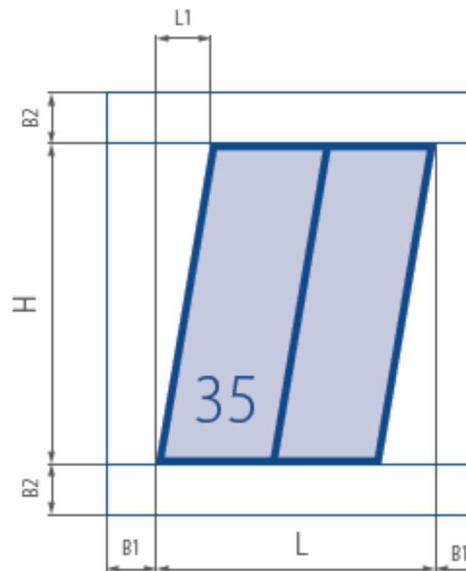


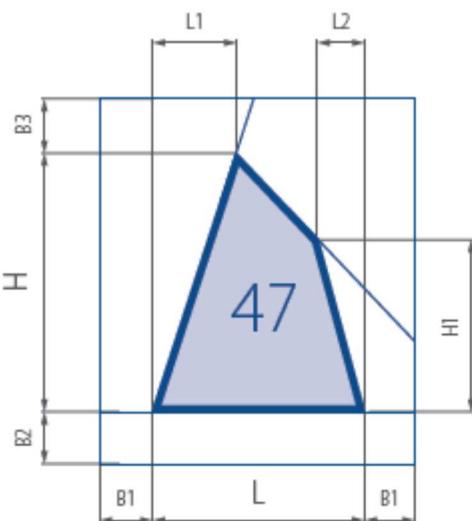
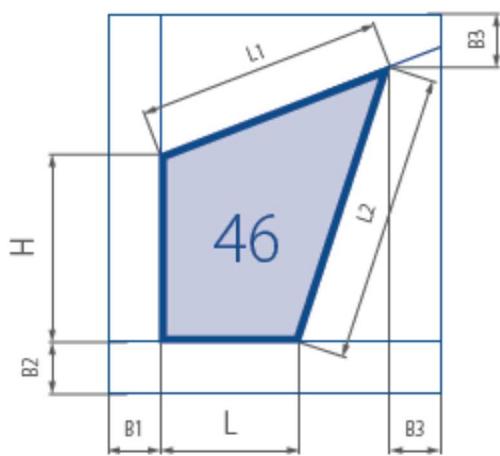
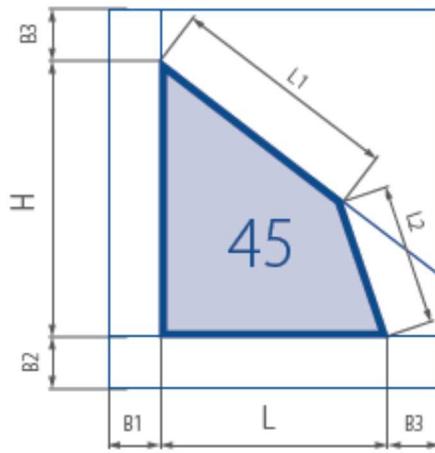
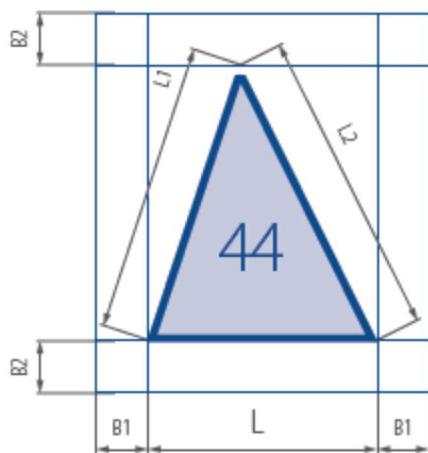
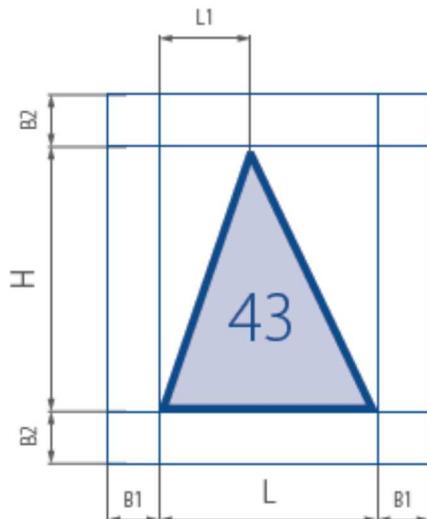
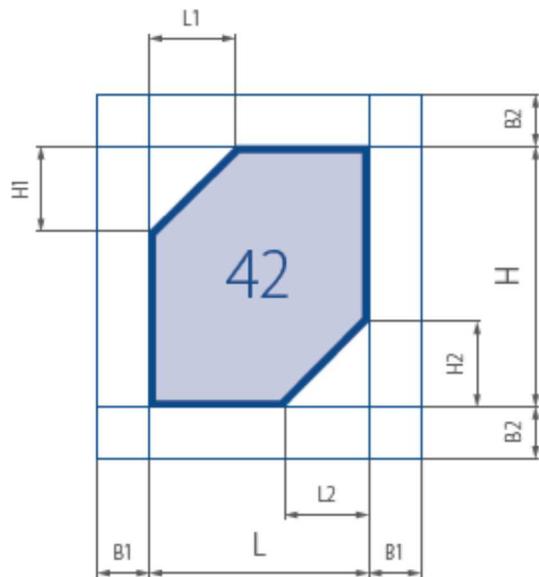


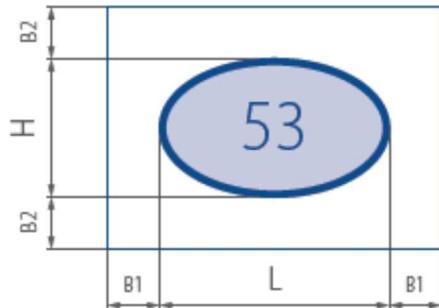
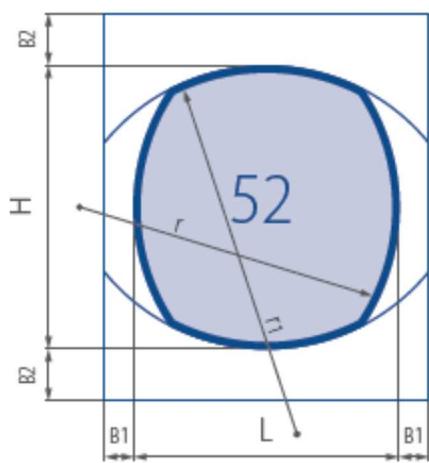
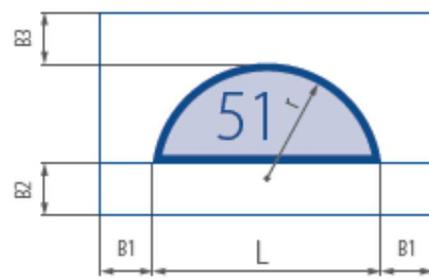
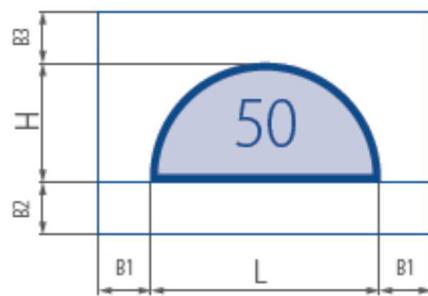
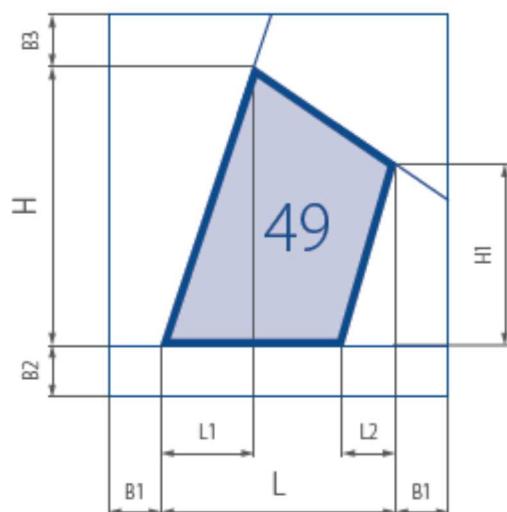
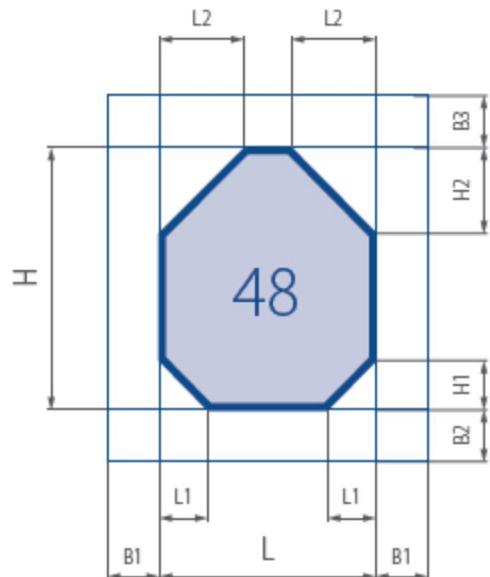


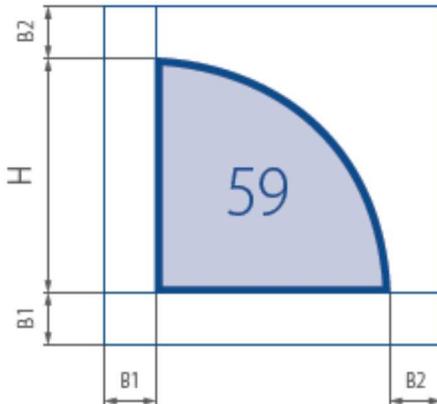
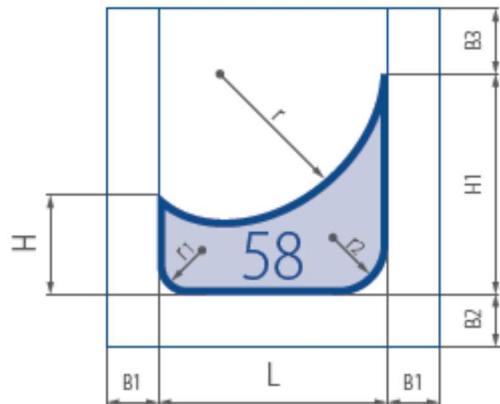
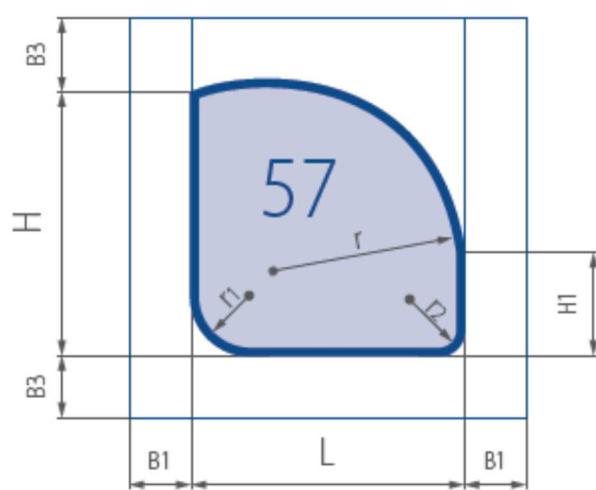
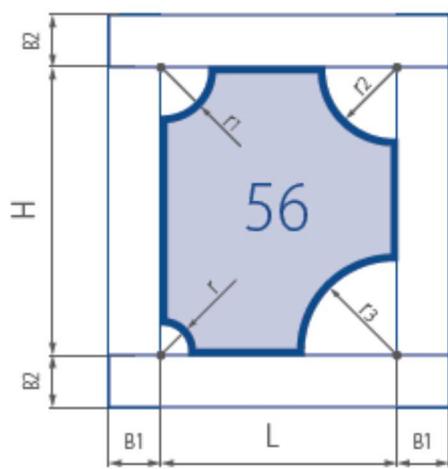
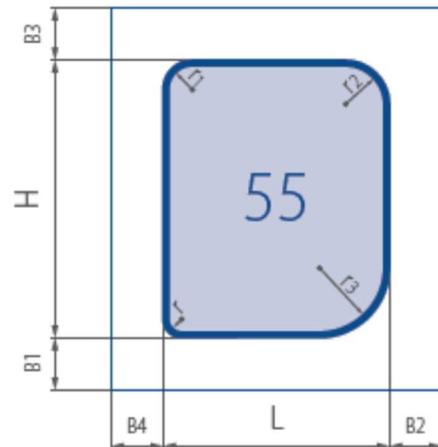
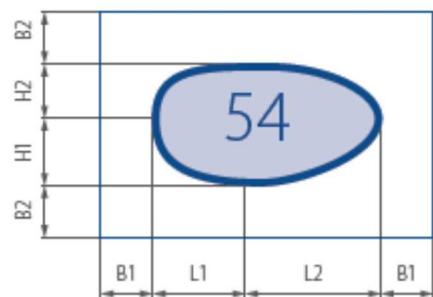


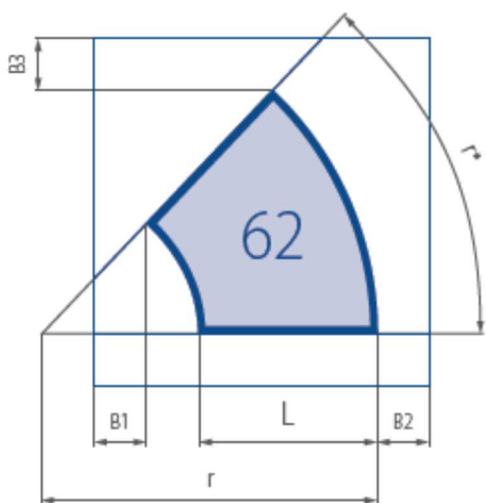
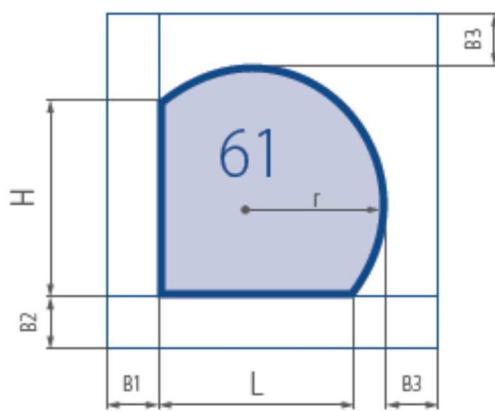
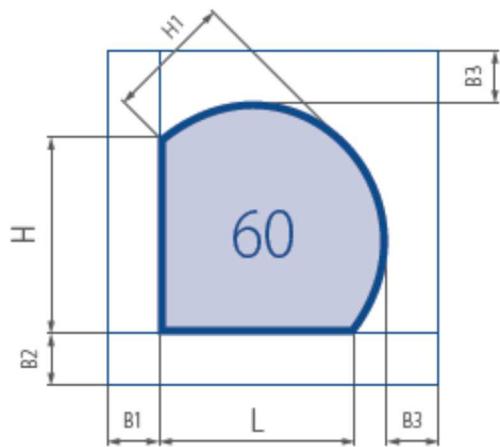












IV. DIO - Literatura

- PN-EN 1279 -1÷6 Staklo u građevinarstvu. Slojevita izolacijska stakla.
- PN-EN 12150 -1 Staklo u građevinarstvu. Kaljeno sigurnosno natrij-kalcij-silikatno staklo.
- PN-EN 14179 -1 Staklo u građevinarstvu. Kaljeno sigurnosno natrij-kalcij-silikatno staklo s toplinskim ispitivanjem.
- PN-EN 572 -1÷9 Staklo u građevinarstvu. Osnovni proizvodi od natrij-kalcij-silikatnog stakla.
- PN-EN 1096 -1 Staklo u građevinarstvu. Presvučeno staklo.
- PN-EN ISO 12543 -1÷6 Staklo u građevinarstvu. Ljepljeno i sigurnosno ljepljeno staklo.
- PN-EN 356 Staklo u građevinarstvu. Zaštitno staklo. Ispitivanja i klasifikacija izdržljivosti na ručno razbijanje.
- PN-EN 12600 Staklo u građevinarstvu. Ispitivanje klatnom. Ispitna metoda udarom i klasifikacija ravnog stakla.
- PN-EN 357 Staklo u građevinarstvu – Vatrootporni elementi ostakljenja od prozirnih ili providnih staklenih elemenata - Klasifikacija vatrootpornosti.
- PN-EN 1863-1 Staklo u građevinarstvu. Djelomično kaljeno natrij-kalcij-silikatno staklo.
- PN-EN 1288-3 Staklo u građevinarstvu. Određivanje savojne čvrstoće stakla.
- Tehnologija stakla - grupni rad
- Glasschaeden - Ekkehard Wagner
- GlassTime, Priručnik o staklu, Guardian
- Vodič kroz izolacijsko ostakljivanje, Dow Corning
- Vodič kroz staklo, Saint Gobain Glass
- Glazing Guidelines Guideline for Visual Assessment of the Visible Quality of Enamelled and Screen-printed glass, Interpane
- Concept of nonlinear analysis and design of glass panels - Andrew K.W. So, Benny Lai, S.L. Chan



PRESS GLASS SA
Nowa Wieś, ul. Kopalniana 9
42-262 Poczesna, Poland
tel. +48 34 327 50 69
www.pressglass.eu